



## **Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme**

**Patrícia Esteban Figuerola**

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

**WARNING.** Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

# Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola



TESI DOCTORAL  
2020

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

**Patricia Esteban Figuerola**

**Estat nutricional en nens/es de  
població escolar amb Trastorns de  
l'Espectre de l'Autisme**

**TESI DOCTORAL**

**Dirigida per la Dra. Josefa Canals Sans i la Dra. Victoria Arija Val**



**UNIVERSITAT ROVIRA i VIRGILI**

**DEPARTAMENT DE BIOQUÍMICA I BIOTECNOLOGIA**

**Grup de recerca en Nutrició i Salut Mental (Nutrisam)**

2020

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola



La Dra. Josefa Canals Sans, catedràtica en Psicopatologia del Nen i l'Adolescent del Departament de Psicologia de la URV i la Dra. Victòria Arija Val, catedràtica de Medicina Preventiva i Salut Pública del Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques de la URV,

FAN CONSTAR:

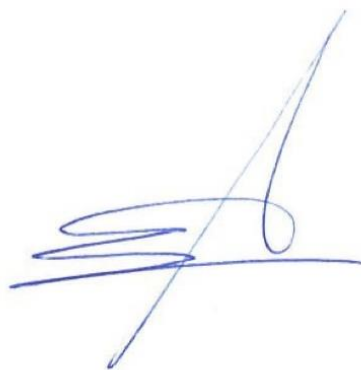
Que aquest treball, titulat "*Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme*", que presenta *Patricia Esteban Figuerola* per a l'obtenció del títol de Doctor, ha estat realitzat sota la seva direcció al Departament de Psicologia d'aquesta Universitat.

Reus, 4 de Novembre del 2020

Les directores de la tesi doctoral.



Dra. Josefa Canals Sans



Dra. Victoria Arija Val



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

***A la Family Steven Faiguerol***

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## Agraïments

No podrien faltar en aquesta tesi els agraïments. Durant tot aquest temps he tingut el recolzament de molta gent i gràcies a molts de vosaltres he crescut com a persona i com a professional.

Primer de tot agrair **a les meves tutores i directores de tesis** l'oportunitat de realitzar aquesta tesi, d'obrir-me les portes a formar part del seu equip des del primer dia i pel coneixement que he adquirit tant personal com professionalment.

Fina, gràcies per introduir-me al món del trastorn de l'espectre de l'autisme, un món nou per a mi i que m'apassiona; un món que és a la vegada tant bonic com complex.

Victòria, gràcies pel gran aprenentatge que he pogut rebre de tu en introduir-me en el mètode científic i la seva aplicació en la nutrició i la dietètica, camp que estimo i sento com a propi.

**A les "Psicos"**: Carmen Hernández, Núria Voltas, Paula Morales, Joana Roigé; gràcies noies per haver acollit a la "nutri" com una més del vostre equip i grup. Us estic molt agraïda per tot el que heu fet per mi a tots els nivells. Pels moments bons i no tant bons i sobretot per la vostra amistat, heu estat un regal.

Carmen, per la teva pau en tot moment, per recordar-me que ningú ha d'apagar la meva llumeta; Núria, pels nostres moments de "teràpia" i els teus consells tant necessaris; Paula, per ser la meva companya en el camí de l'aprenentatge del TEA; Joana, per ser la meva confident, per estar en tot moment.

**A les "Nutris"** (i no tant nutris): Estefania Aparicio, Cristina Bedmar, Cristina Jardí, Lucía Iglesias. Estefania Aparicio, Cristina Bedmar, a vosaltres us vaig tenir de professores i ha estat un plaer treballar ara com a companyes; Cristina Jardí en els moments de dubtes durant aquest procés, saber que podia comptar amb tu per trobar una resposta ha estat un gran alleujament per a mi, gràcies per ser-hi; Lucía Iglesias, et dono les gràcies per la teva disposició i ajuda, ha sigut un regal compartir aquest temps i treball amb tu.

I sobretot no puc deixar de donar gràcies **a la meva família i també als amics** que, potser sense entendre la magnitud de la feina que feia o el que suposa realitzar una tesi, heu estat al meu costat durant aquests llargs 5 anys (o més), preocupant-vos, animant-me, escrivint-me, escoltant-me, abraçant-me, pensant en mi i/o pregant per a mi. Als avis i iaies, als que ja no hi són però que sempre porto amb mi, i als que encara m'acompanyen; a ells/es, als que m'han

ensenyat des de petita l'amor pel menjar ja fos al tros (entre avellanes, magranes i figues); recordant-me diàriament que encara que certes verdures estiguessin "molt dolentes", s'ha de menjar de tot; o posant-me un plat de menjar acabat de fer. Per últim als de casa: Als meus pares i a les meves germanes, sense vosaltres això no hauria estat possible, tinc la millor família del món!! La que m'ha recolzat, animat i ha suportat els meus bons i mals moments i que en tot moment ha cregut sempre amb mi.

**A tots vosaltres, moltes gràcies!**

# ÍNDEX

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

<b>ÍNDEX.....</b>	<b>13</b>
<b>RESUM.....</b>	<b>19</b>
<b>ABREVIATURES.....</b>	<b>25</b>
<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>29</b>
<b>1 Alimentació i nutrició en edat escolar .....</b>	<b>31</b>
1.1 Necessitats i recomanacions nutricionals .....	31
1.2 Recomanacions sobre el percentatge d'energia aportats pels macronutrients .....	35
1.3 Adequació de la ingesta nutricional .....	37
1.4 Adequació del consell alimentari .....	41
1.5 Índex de qualitat de la dieta.....	46
<b>2 Mètodes d'avaluació de l'estat nutricional.....</b>	<b>48</b>
2.1 Valoració del consum alimentari i de la ingesta d'energia i nutrients.....	48
2.1.1 Qüestionari de freqüència de consum d'aliments .....	48
2.1.2 Registre de 24 hores.....	50
2.1.3 Registre alimentari .....	51
2.1.4 Història dietètica .....	53
2.1.5 Taules de composició d'aliments .....	53
2.2 Valoració antropomètrica i de la composició corporal.....	55
2.2.1 Mesures antropomètriques bàsiques .....	57
2.2.1.1 <i>Massa corporal</i> .....	57
2.2.1.2 <i>Talla</i> .....	57
2.2.1.3 <i>IMC</i> .....	58
2.2.2 Altres mètodes antropomètrics .....	59
2.2.2.1 <i>Plecs cutanis</i> .....	59
2.2.2.2 <i>Perímetres o circumferències corporals</i> .....	60
2.2.2.3 <i>Diàmetres o paràmetres transversals</i> .....	63
2.2.3 Mètodes de valoració de la composició corporal no antropomètriques:.....	64
2.3 Valoració bioquímica i biomarcadors clínics .....	65
<b>3. Els trastorns del neurodesenvolupament: El trastorn de l'espectre de l'autisme .....</b>	<b>66</b>
3.1 Definició i classificació.....	66
3.2 Prevalença i manifestacions clíniques del TEA.....	68
3.3 Factors de risc del TEA.....	71
<b>4. Estat nutricional en nens amb TEA.....</b>	<b>74</b>
4.1 Patrons de conducta alimentària .....	74
4.2 Problemes gastrointestinals .....	75



4.3 Consum d'aliments.....	78
4.3.1 Consum alimentari i ingesta nutricional .....	78
4.3.2 Dietes alimentàries específiques.....	79
4.4 Antropometria.....	81
<b>OBJECTIUS I HIPÒTESIS.....</b>	<b>83</b>
1. Objectiu i hipòtesis general.....	85
2. Objectius i hipòtesis específiques .....	85
<b>MATERIAL I MÈTODES.....</b>	<b>87</b>
<b>1. Metodologia en el metaanàlisi.....</b>	<b>89</b>
1.1 Estratègies de cerca i criteris de selecció .....	89
1.2 Codificació de les variables i instrumentació .....	91
1.3 Anàlisi estadístic .....	91
<b>2. Metodologia en la validació d'un qüestionari curt de freqüència de consum d'aliments</b> .....	<b>93</b>
2.1 Disseny i mostra de l'estudi .....	93
2.2 Confecció del qüestionari de freqüència .....	94
2.3 Anàlisi estadístic .....	94
<b>3. Metodologia de l'estudi epidemiològic .....</b>	<b>95</b>
3.1 Disseny de l'estudi i mostra .....	95
3.2 Instruments .....	96
3.2.1 Avaluació psicològica i psicopatològica.....	96
3.2.2 Consum alimentari .....	97
3.2.2.1 <i>Índex de Qualitat de la Dieta Espanyola</i> .....	98
3.2.3 Ingesta d'energia i nutrients .....	98
3.2.4 Avaluació antropomètrica.....	99
3.3 Anàlisi estadístic .....	99
<b>RESULTATS .....</b>	<b>101</b>
1. Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis.....	103
2. Validación de un cuestionario corto de frecuencia de consumo alimentario en niños pequeños.....	129
3. Do Children with Autism Spectrum Disorders Eat Differently and Less Adequately than Those with Subclinical ASD and Typical Development? EPINED Epidemiological Study ..	145
4. Nutrients Intake and Adequacy of Children with Autism Spectrum Disorder. EPINED Epidemiological Study .....	175

5. Are There Anthropometric and Body Composition Differences between Children with Autism Spectrum Disorder and Children with Typical Development? Analysis by Age and Spectrum Severity in a School Population .....	203
<b>DISCUSSIÓ.....</b>	<b>233</b>
1. Discussió de les metodologies utilitzades .....	235
2. Consum alimentari i ingesta d'energia i nutrients dels nens/es amb TEA.....	238
3. Avaluació antropomètrica i composició corporal dels nens/es amb TEA.....	243
4. Fortaleses i Limitacions .....	246
5. Línies de futur.....	247
<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>249</b>
<b>REFERÈNCIES .....</b>	<b>255</b>
<b>ANNEXOS .....</b>	<b>295</b>
<b>Annex I .....</b>	<b>297</b>
<b>Annex II .....</b>	<b>299</b>

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## **RESUM**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## **MARC CONCEPTUAL**

El Trastorn de l'Espectre de l'Autisme és un desordre del neurodesenvolupament caracteritzat per dèficits persistents en la comunicació i interacció socials i amb comportament de patrons restrictius i repetitius. Aquestes característiques pròpies del trastorn, juntament amb les dificultats de regulació sensorial que pateixen, poden afectar el funcionament diari d'aquests nens/es comportant afectacions a nivell de l'estat nutricional. S'ha trobat una alta prevalença de problemes alimentaris com selectivitat alimentària, rebuig als aliments, interval reduït de consum d'aliments o dificultats a la hora dels àpats. Aquest comportament atípic podria estar relacionat amb la sensibilitat sensorial sobre el tipus, la temperatura, la textura o el color dels aliments. Altres factors com la comorbiditat amb trastorns psicològics o altres de tipus neurofisiològics poden afectar el consum alimentari, l'estat nutricional i el desenvolupament òptim del nen/a. Els estudis que valoren el consum alimentari, el nutricional i/o l'antropomètric en aquest tipus de població són pocs i han obtingut resultats molts variats. Per aquests motius, es planteja com a hipòtesi general que els nens/es amb TEA tenen un patró alimentari diferent dels nens/es amb desenvolupament típic i amb més risc de desenvolupar excés de pes.

## **OBJECTIUS**

L'objectiu d'aquesta tesi és valorar l'estat nutricional d'una població escolar de la província de Tarragona amb trastorns de l'espectre de l'autisme (TEA) corresponent a dos períodes evolutius (Educació Infantil (de 3-6 anys) i d'Educació Primària (10-12 anys)) i comparar-ho amb nens/es de desenvolupament típic (DT). Concretament es pretén conèixer el consum alimentari, la ingesta d'energia i nutrients i el seu nivell d'adequació en nens/s amb TEA segons diferent nivell de severitat (clínic i subclínic) i grup d'edat, en comparació amb nens/es amb DT. També conèixer les diferències en l'estat antropomètric i composició corporal d'aquests escolars amb TEA, en comparació amb els nens/es amb DT.

## **METODOLOGIA**

Es realitza un estudi epidemiològic transversal de doble fase, la mostra del qual era extensa i representativa de la població escolar de la província de Tarragona, incloent diferents zones geogràfiques i centres de diferents municipis, dos franges d'edat diferent (3-6 anys i 10-12 anys) i famílies amb un nivell socioeconòmic mig-alt. L'estudi permet obtenir un grup de diagnòstic de TEA a nivell clínic (79 nens/es), un a nivell subclínic (42 nens/es) i un grup control (350 nens/es). La monitorització i avaluació de cada nen es va dur a terme per diferents professionals especialitzats i estandarditzats per tal de reduir la variabilitat en la recollida de les dades, les

avaluacions psicològiques, la realització dels qüestionaris alimentaris i l'avaluació antropomètrica. Pel diagnòstic de TEA es van utilitzar els instruments l'ADI-R i l'ADOS-2, reconeguts com a *gold estàndard* i els creats, i validats pel propi equip investigador com l'EDUTEA o el CAST. Per tal d'estudiar el consum alimentari i la ingesta nutricional en els nens/es TEA, es va realitzar un metaanàlisi seguint les pautes MOOSE i les directrius PRISMA. Per determinar la qualitat dels estudis inclosos es van utilitzar els criteris STROBE Statement Checklist i es va incloure una mostra de 15,079 participants.

En la mostra comunitària, el consum alimentari va ser valorat a partir d'uns qüestionaris semi-qualitatius (QFCA) validats per l'equip investigador en adolescents i adults, i en la població d'educació infantil; aquests van permetre estimar la ingesta d'energia i nutricional de la mostra. Com a guia alimentària per a les racions de consum segons edat, es va utilitzar la guia d'alimentació saludable de la SENC i per a la ingesta d'energia i de nutrients les recomanacions de la EFSA. L'avaluació antropomètrica i de la composició corporal es va realitzar utilitzant les mesures de talla i pes, afegint a més els perímetres cefàlic, del tòrax, de la cintura, el maluc, el braç i la cama i altres mètodes poc utilitzats com l'índex cintura-talla i la bioimpedància.

## RESULTATS

Com a resultats de la investigació duta a terme s'han obtingut els següents 5 articles científics:

- *Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis.* L'anàlisi de les dades nutricionals suggereixen que els nens amb trastorn de l'espectre autista consumeixen menys proteïnes, calci, fòsfor, seleni, vitamina D, tiamina, riboflavina, vitamina B12 i més àcids grassos poliinsaturats i vitamina E que els controls. També ingereixen menys omega-3 encara que els resultats s'han d'interpretar amb precaució degut a la alta heterogeneïtat obtinguda i el nombre d'estudis inclosos (5 estudis mentre que el mínim requerit són 6). En relació a les recomanacions, els nen/es amb TEA tenen una ingesta menor de calci, vitamina D i un consum inferior de productes làctics; també d'omega-3 i vitamina E, sent la ingesta d'aquests dos últims també inferior en els DT. Els nens/es amb TEA tenen un consum adequat de fruites, verdures i d'ingesta de proteïnes, fòsfor, seleni, tiamina, riboflavina i vitamina B12. Els resultats en el consum de fruita s'han de prendre amb precaució degut a que es van poder incloure un baix nombre d'estudis (3 estudis).
- *Validación de un cuestionario corto de frecuencia de consumo alimentario en niños pequeños.* S'ha realitzat l'adaptació d'un qüestionari de freqüència de consum d'aliments d'adolescents

i adults, realitzat i validat pel nostre grup d'investigació, obtenint en el nou qüestionari realitzat en nens/es preescolars del nostre entorn una elevada reproductibilitat i validesa en l'estimació del consum alimentari habitual dels nens petits

- *Do Children with Autism Spectrum Disorders Eat Differently and Less adequately than Those with Subclinical ASD and Typical Development? EPINED Epidemiological Study.* En la majoria dels principals grups d'aliments: farinacis, productes làctics, verdures i fruites, no es troben diferències de consum entre els nens/es TEA, els TEA subclínic i els DT. No obstant, el consum d'aliments proteics és inferior en els TEA d'educació infantil i amb tendència contrària en els d'educació primària. En relació als subgrups d'aliments tots els nens/es amb TEA tenen un consum inferior de llegums, verdura crua, fruites cítriques; i superior en dolços, amb algunes diferències per edat. Els preescolars consumeixen menys peix (blau i blanc) i ous, mentre que els nens/es d'educació primària consumeixen menys greixos visibles (oli d'oliva), formatge i iogurt; i més carn. En relació a les guies dietètiques, s'observa un adequat consum en tota la mostra en els grups de farinacis (inferior en les llegums, i fruits secs), en productes làctics, greixos visibles-olis i aliments proteics, inferior en fruita i verdures i superior en productes i begudes ensucrades. Aquest consum en la població TEA s'allunya més de les recomanacions. Els nens/es amb TEA subclínic sembla que no presenten un patró alimentari com els nens/es amb TEA.
- *Nutrient Intake and Adequacy of Children with Autism Spectrum Disorder. EPINED Epidemiological Study.* Els nens/es TEA, els TEA subclínic i els DT tenen ingestes d'energia, macronutrients i micronutrients similars excepte en les proteïnes en els nens/es d'EP sent superior en els TEA. Tota la mostra presenta ingestes inadequades de vitamina D, vitamina E, b-carotè i magnesi; i els nens/es d'educació primària, en calci, vitamina C, folats i ferro. No obstant, la ingestes inadequades de vitamina B<sub>12</sub> no implica un risc nutricional. S'ha detectat un elevat percentatge d'inadequació en l'aportació d'energia procedent dels macronutrients: inferior a lo recomanat en hidrats de carboni i àcids grassos poliinsaturats, i superior en lípids totals, àcids grassos saturats i sucres lliures. L'aportació d'energia procedent dels àcids grassos monoinsaturats és adequada, encara que inferior en els nens amb TEA La més elevada ingesta de proteïnes i colesterol i la pitjor qualitat de la dieta, que tenen el nens/es amb TEA, es relaciona amb un elevat percentatge d'índex de massa corporal en el grup de més edat.



- *Are There Anthropometric and Body Composition Differences between Children with Autism Spectrum Disorder and Children with Typical Development? Analysis by Age and Spectrum Severity in a School Population.* Els nens/es d'educació infantil dins de l'espectre autista són significativament més alts que els DT (13,2% i 2,7%, respectivament) i presentaven taxes d'obesitat superior que de sobrepès (15,8% obesitat i 10,5% sobrepès). Els nens/es d'educació primària amb TEA mostren un índex de massa corporal significativament més alt amb percentatges de sobrepès i obesitat també més alts (63,4%; 29,3% obesitat en els TEA; 45%; 5% obesitat en els subclínic i 46,3; 19% obesitat en els DT). En relació al percentatge de massa grassa (BIA), no es van obtenir diferències significatives entre diagnòstics. No es troben diferències significatives entre sexes, encara que es donen percentatges més elevats de sobrepès/obesitat en els nois amb TEA (46,9%; 22,7% obesitat) que en les noies (38,5%; 23,1% obesitat), i amb tendència contrària als DT (en els nois 37,7%; 13,9% obesitat; i en les noies 41,7%; 13,9% obesitat). En relació al BIA s'obtenen percentatges superiors en les noies. En els nens/es d'educació primària amb TEA s'observen valors més alts en el perímetre de la cintura i en l'índex cintura/talla (ICT), associat en aquest últim cas, a un major risc cardiovascular (RCV). L'anàlisi de regressió múltiple mostra que tenir TEA o problemes psicològics internalitzats s'associa amb l'ICT en la població d'educació primària.

## CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts permeten un millor coneixement de la realitat nutricional dels nens/es amb TEA. Donat que la mostra del nostre estudi ha estat obtinguda directament de centres escolars, hem trobat un menor nivell de severitat en la simptomatologia referent a l'estat nutricional d'aquests nens que el publicat en estudis previs, en els quals les mostres estaven seleccionades en escoles especialitzades en el trastorn, o en mostra clínica. Aquesta visió ens ha permès descriure les característiques d'un nivell de severitat menor i observar que el seu estat nutricional no es diferencia molt del dels nens amb desenvolupament típic del mateix entorn. Creiem que són necessaris més estudis longitudinals que valorin l'efecte de les petites diferències observades en el consum alimentari i desenvolupament antropomètric, ajustades per altres característiques, com la seva elevada comorbiditat.

## **ABREVIATURES**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

*ADIR-R Autism Diagnostic Interview-Revised*

*ADOS Autism Diagnostic Observation Schedule*

AGPI Àcids grassos poliinsaturats

AI Adequate Intake

BIA Impedància bioelèctrica

*CAST Childhood Autism Spectrum Test*

*CBCL/1½-5 i CBCL/6-18 Child Behaviour Checklists*

*DRI Dietary Reference Intake*

*DSM Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*

DT/TD Desenvolupament típic

*EFSA European Food Safety Authority*

EPINED Estudi Epidemiològic dels Trastorns del Neurodesenvolupament

IASE o SDQI *Índice de Alimentación Saludable para la población Española/ Spanish Quality Diet Index*

ICT Índex cintura-talla

IMC o BMI índex de massa corporal

*PAL Physical activity level*

*PEFS Prescripció d'Exercici Físic per a la Salut de la Generalitat de Catalunya*

*PRI Population reference intake*

QFCA Qüestionari de freqüència de consum d'aliments

*RDA Recommended Dietary Allowed*

*SENC Sociedad Española de Nutrición Comunitaria*

TDAH Trastorn per dèficit d'atenció amb hiperactivitat

TEA Trastorn de l'espectre de l'autisme

USDA United States Department of Agriculture

WHO World Health Organization

*WISC-IV Wechsler Intelligence Scales for Children fourth Edition*

*WPPSI-IV Wechsler Scales of Intelligence for Preschool and Primary Scales of Intelligence fourth edition*

*YRS/11-18 Youth Self-Report 11-18*

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

# INTRODUCCIÓ

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## 1 Alimentació i nutrició en edat escolar

### 1.1 Necessitats i recomanacions nutricionals

Els requeriments o necessitats nutricionals i energètiques són les quantitats necessàries de nutrients i energia que requereix i ha d'ingerir, de forma habitual, un individu per tal de tenir un bon estat de salut, un creixement i desenvolupament òptim, i per tal d'evitar l'aparició de malalties. Per tal de garantir una adequada ingesta de nutrients i energia, i satisfer els seus requeriments i evitar carències nutricionals, diferents organismes han creat documents, d'acord amb els resultats d'estudis epidemiològics nutricionals, que especifiquen les quantitats i nivells segurs i adequats que han de ser ingerida per la població segons edat, sexe i situació fisiològica (p.e. embaràs,...), aquestes son les Ingestes Dietètiques de Referència (DRI, *Dietary Reference Intake*). Les DRI més utilitzades a nivell internacional són les creades conjuntament pels organismes *Food and Nutrition Board* (FNB) i *Institute of Medicine* (IOM). A Espanya la *Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética* (FESNAD) va crear les seves pròpies recomanacions l'any 2010 (*Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética* [FESNAD], 2010). No obstant les més utilitzades a nivell europeu són les recomanacions de la *European Food Safety Authority* (EFSA).

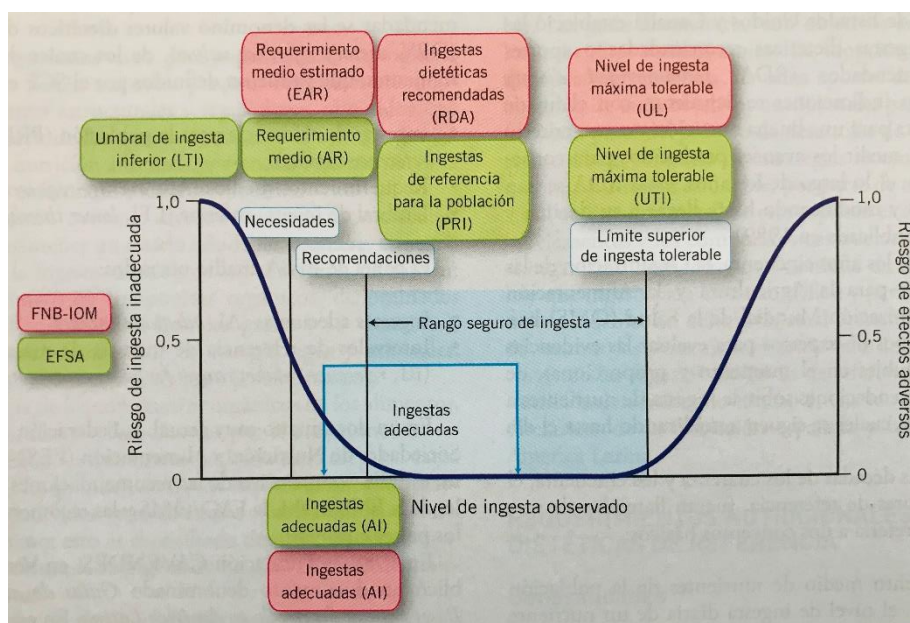
Les DRI poden estar relacionades amb cinc aspectes diferents (*Institute of Medicine* [IOM], 2006/ *European Food Safety Authority* [EFSA], 2017):

- **Requeriment Mig Estimat** o **Requeriment mig (EAR o AR (Estimate) Average Requirement)**: Nivell d'ingesta diària de nutrients que cobreix les necessitats de la meitat de la població, segons sexe i edat.
- **Ingestes dietètiques recomanades o de referència per a la població (RDA, Recommended Dietary Allowed o PRI, population reference intake)**: s'estableixen a partir de les AR, se situen a dos desviacions típiques (2DE) per sobre del valor mig. Consideren el nivell d'ingesta que cobreix les necessitats nutricionals de casi tota la població (97-98%) segons edat, sexe i estat fisiològic.
- **Ingesta adequada (AI, Adequate Intake)**: és la quantitat d'ingesta mitja diària de nutrients que es recomana quan no hi ha suficients dades amb evidència científica per estimar les recomanacions de quantitats adequades o requeriments mitjos estimats.



- Dintell d'ingesta inferior (**LTI**, *lower threshold intake*): és el nivell d'ingesta per sota del qual casi tots els individus no podran mantenir la seva integritat metabòlica d'acord amb els criteris establerts per a cadascun dels nutrients (EFSA, 2017).
- Nivell d'ingesta màxima tolerable (**UL** o **TUI**, *Tolerable Upper Intake Level*): és la quantitat màxima de nutrient que pot ser ingerida diàriament sense risc d'efectes adversos per a la salut en la majoria de la població. Dins aquest nivell es troben (IOM, 2000):
  - **NOAEL** (*No-Observed-Adverse-Effect Level*): nivell màxim d'ingesta realitzada de forma continuada sense efecte advers observat.
  - **LOAEL** (*Lowest-Observed-Adverse-Effect Level*): nivell màxim d'ingesta realitzada de forma continuada amb el menor efecte advers possible.
  - **UF** (*Uncertainty Factor*): nivell d'incertesa aplicat a NOAEL i en cas necessari a LOAEL per afrontar les llacunes de dades de coneixement incomplet.

**Figura 1 .** Ingestes dietètiques de referencia segons EFSA i IOM.



**Recuperat de:** Gil, Á., Mañas, M., Martínez de Victoria, E. (2017). Ingestas dietéticas de referencia y objetivos nutricionales. In: Á. Gil (Ed.). *Tratado de Nutrición: Nutrición Humana en el estado de salud*. (3rd ed., pp. 15-48). Editorial Médica Panamericana.

**Taula 1.** Ingesta dietètica recomanada per a la població europea: vitamines

Grup d'edat	Vitamina A (µg RE/dia)	Vitamina C (mg/dia)	Vitamina D <sup>†</sup> (µg/dia)	Vitamina E (mg/dia)	Vitamina K (µg/dia)	Tiamina (mg/Mj)	Riboflavina (mg/dia)
<b>Nens/nenes</b>							
1-2 anys	<b>250</b>	<b>20</b>	15*	6*	12*	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>
3 anys	<b>250</b>	<b>20</b>	15*	9*	12*	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>
4-6 anys	<b>300</b>	<b>30</b>	15*	9*	20*	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>
7-9 anys	<b>400</b>	<b>45</b>	15*	9*	30*	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>
10 anys	<b>400</b>	<b>45</b>	15*	13/11*	30*	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>
11-14 anys	<b>600</b>	<b>70</b>	15*	13/11*	45*	<b>0,1</b>	<b>1,4</b>

Grup d'edat	Niacina (mg NE/MJ)	Vitamina B6 (mg/dia)	Folat (µg DFE/dia)	Vitamina B12 (µg/dia)	Àcid pantotènic (mg/dia)	Biotina (µg/dia)	Colina (mg/dia)
<b>Nens/nenes</b>							
1-2 anys	<b>1,6</b>	<b>0,6</b>	<b>120</b>	1,5*	4*	20*	140*
3 anys	<b>1,6</b>	<b>0,6</b>	<b>120</b>	1,5*	4*	20*	140*
4-6 anys	<b>1,6</b>	<b>0,7</b>	<b>140</b>	1,5*	4*	25*	170*
7-9 anys	<b>1,6</b>	<b>1</b>	<b>200</b>	2,5*	4*	25*	250*
10 anys	<b>1,6</b>	<b>1</b>	<b>200</b>	2,5*	4*	25*	250*
11-14 anys	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>270</b>	3,5*	5*	35*	340*

Les ingestes de referència per a la població (PRI) es troben marcades en **negreta** i les ingestes adequades (AI) seguides per un asterisc\*. / MJ = Microjoule (1 MJ= 238,83 Kcal). † Sota condicions en que s'assumeix que la síntesis cutània de la vitamina és mínima; en el cas de síntesis cutània endògena, el valor d'ingesta hauria de ser mínim o possiblement 0. / RE= equivalent de retinol (1µg RE = 1 µg de retinol = 6 µg β-carotè = 12 µg de qualsevol altre carotenoide provitamina A; NE = equivalent de niacina (1NE = 1 mg niacina = 60mg triptòfan dietètic); DFE = equivalents de folat (1 µg DFE = 1 µg de folat. En el cas de combinació de folat i àcid fòlic seria: µg de folat procedent dels aliments + (1,7 x µg àcid fòlic)).

Font: *European Food Safety Authority. Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report, 2017*

**Taula 2.** Ingesta dietètica recomanada per a la població europea: minerals

Grup d'edat	Calci (mg/dia)	Coure (µg/dia)	Clor (g/dia)	Ferro (mg/dia)	Fòsfor (mg/dia)	Fluor (mg/dia)	Iode (µg/dia)
<b>Nens/nenes</b>							
1-2 anys	<b>450</b>	0,7*	1,7*	<b>7</b>	250*	0,6*	90*
3 anys	<b>450</b>	1	1,7*	<b>7</b>	250*	0,6*	90*
4-6 anys	<b>800</b>	1*	12*	<b>7</b>	440*	1/0,9*	90*
7-8 anys	<b>800</b>	1*	2,6*	<b>11</b>	440*	2*	90*
9 anys	<b>800</b>	1*	2,6*	<b>11</b>	440*	1,5/1,4*	90*
10 anys	<b>800</b>	1,3/1,1*	2,6*	<b>11</b>	440*	1,5/1,4*	90*
11 anys	<b>1150</b>	1,3/1,1*	3,1*	<b>11</b>	640*	2,2/2,3*	150*
12-14 anys	<b>1150</b>	1,3/1,1*	3,1*	<b>11/13</b>	640*	2,2/2,3*	150*

Grup d'edat	Magnesi (mg/dia)	Manganès (mg/dia)	Molibdè (µg/dia)	Potassi (mg/dia)	Seleni (µg/dia)	Sodi (g/dia)	Zinc (mg/dia)
<b>Nens/nenes</b>							
1-2 anys	170*	0,5*	15*	800*	15*	1,1*	<b>4,3</b>
3 anys	230*	0,5	15*	800	15*	1,1*	<b>4,3</b>
4-6 anys	230*	1*	20*	1100*	20*	1,3*	<b>5,5</b>
7-8 anys	230*	1,5*	30*	1800*	20*	1,7*	<b>7,4</b>
9 anys	230-	1,5*	30*	1800*	20*	1,7*	<b>7,4</b>
10 anys	300/250*	1,5*	30*	1800*	20*	1,7*	<b>7,4</b>
11 anys	300/250*	1,5*	30*	1800*	20*	1,7*	<b>7,4</b>
12-14 anys	300/250*	2*	45*	2700*	55*	2*	<b>10,7</b>

Les ingestes diàries recomanades (RDA) es troben marcades en **negreta** i les ingestes adequades (AI) seguides per un asterisc\*.  
 Font: *European Food Safety Authority (EFSA). Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report, 2017*

Les necessitats energètiques de l'individu o requeriments estimats d'energia (**EER**, *Estimated Energy Requeriments*) es defineixen com l'aport d'energia procedent de l'alimentació per a mantenir les funcions vitals com el metabolisme basal, cobrir la despesa energètica basal, la termogènesis i termoregulació, l'activitat física, i en el cas dels nens el seu creixement i desenvolupament.

Generalment l'aport recomanat d'energia s'obtenen a partir de fórmules segons l'edat, el sexe, l'estat fisiològic de la persona i del nivell d'activitat física (PAL, *Physical activity level*) (**Taula 3**) (Arija Val et al., 2019; EFSA, 2017; Zazpe García et al., 2019). Aquestes recomanacions s'estableixen a partir dels nivells de les necessitats mitges de la població, no en el punt mig + 2DE com en els requeriments de nutrients, per tal d'evitar excessos en la població i prevenir el sobrepès i l'obesitat (Arija Val et al., 2019; EFSA, 2017).

**Taula 3.** Requeriment estimats d'energia segons nivell d'activitat física

Grup d'edat	Requeriments estimats d'energia (EER) segons nivell d'activitat física (PAL) (MJ/d)			
	PAL 1,4	PAL 1,6	PAL 1,8	PAL 2,0
<b>Nens/nenes</b>				
1 anys	3,3/3	-	-	-
2 anys	4,3/4	-	-	-
3 anys	4,9/4,6	-	-	-
4 anys	5,3/4,9	6/5,6	6,8/6,3	-
5 anys	5,6/5,2	6,4/5,9	7,2/6,7	-
6 anys	5,9/5,5	6,7/6,3	7,6/7,1	-
7 anys	6,3/5,8	7,2/6,7	8,1/7,5	-
8 anys	6,7/6,2	7,6/7,1	8,6/7,9	-
9 anys	7/6,6	8,1/7,5	9,1/8,4	-
10 anys	-	8,1/7,6	9,1/8,6	10,1/9,5
11 anys	-	8,5/8	9,6/9	10,7/10
12 anys	-	9,1/8,4	10,2/9,4	11,4/10,5
13 anys	-	9,8/8,8	11/9,9	12,2/11
14 anys	-	10,5/9,1	11,8/10,2	13,1/11,4

MJ = Microjoules (1MJ = 238,83 kcal). PAL = Nivell d'activitat física (*Physical activity level*); Valors de PAL: 1,4, 1,6, 1,8, 2,0 reflecteixen la baixa activitat (sedentarisme), activitat moderada, actiu o estil de vida molt actiu respectivament.

Font: *European Food Safety Authority (EFSA). Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report, 2017.*

## 1.2 Recomanacions sobre el percentatge d'energia aportats pels macronutrients

Juntament amb les EER es troben les recomanacions de macronutrients o **interval d'ingesta de referència del macronutrient (RI, *macronutrient reference Intake*)**. Aquest terme equival al *Acceptable macronutrient distribution range (AMDR)* proposat inicialment per l'IOM per a referir-se a l'interval d'ingesta recomanat per a cada macronutrient provinent de l'energia total, el qual s'associa a les recomanacions de micronutrients, permet garantir un bon estat de salut nutricional i reduir el risc d'aparició de malalties cròniques. Quantitats superiors o inferiors a aquests intervals podrien suposar ingestes inadequades de micronutrients comportant riscos per la salut (EFSA, 2017; Mataix & Leis, 2015; Redecillas Fereiro et al., 2019; Ruiz & Aranceta, 2006). En el cas de les ingestes de referència de la EFSA, aquesta aconsella rangs d'ingesta d'hidrats de carboni i els greixos, mentre que en relació a les proteïnes, la EFSA recomana valors de referència segons sexe, edat i estat fisiològic (Taula 4).

**Taula 4.** Ingesta de referència dels macronutrients i de la fibra dietètica

Grup d'edat	Ingesta de referència de macronutrients i fibra dietètica								
	HC (E%)	Greixos					Proteïnes (g/kg pes corporal*)		Fibra dietètica (g/d)
		Total (E%)	ALA (E%)	EPA+DHA (mg/d)	DHA (mg/d)	LA (E%)	AR	PRI	
<b>Nens/nenes</b>									
1 anys	45-60	35-40	10	-	100	4	0.95	1.14	10
1,5 anys	45-60	35-40	10	-	100	4	0.85	1.03	10
2 anys	45-60	35-40	10	250	-	4	0.79	0.97	10
3 anys	45-60	35-40	10	250	-	4	0.73	0.90	10
4 anys	45-60	20-35	14	250	-	4	0.69	0.86	14
5 anys	45-60	20-35	14	250	-	4	0.69	0.85	14
6 anys	45-60	20-35	14	250	-	4	0.72	0.89	14
7 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.74	0.91	16
8 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.75	0.92	16
9 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.75	0.92	16
10 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.75	0.91	16
11 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.75/0.73	0.91/0.90	19
12 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.74/0.72	0.90/0.89	19
13 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.73/0.71	0.90/0.88	19
14 anys	45-60	20-35	0,5	250	-	4	0.72/0.70	0.89/0.87	19

HC: Hidrats de Carboni; E%: Percentatge d'energia; ALA: àcid  $\alpha$ -linolènic; EPA: àcid eicosapentaenoic; DHA: àcid docosahexaenoic; LA: àcid  $\alpha$ -linoleic. AR: *Average Requirements* o Requeriment mig; PRI: *Population Reference Intake* o ingestes dietètiques de referència per a la població. \* Pes corporal de referència.

Font: *European Food Safety Authority (EFSA). Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report, 2017.*

Diferents organismes proposen els intervals d'ingesta d'energia que han d'aportar els macronutrients. Encara que existeix un ampli consens entre institucions, aquests intervals varien lleugerament entre ells. Entre els més utilitzats a nivell internacional, hi ha els percentatges d'energia procedents dels macronutrients per a nens/es d'entre 4-18 anys de l'IOM amb valors entre 45%-65% pels hidrats de carboni, 10%-30% per les proteïnes i 25%-35% pels lípids totals. En relació als lípids totals, la FAO/WHO recomana percentatges entre 20-35% i a nivell europeu altres institucions com l'EURODIET (European Diet and Public Health) recomanen percentatges d'entre 20-30%.

Les recomanacions per a les ingestes dels àcids grassos i colesterol també varien entre les institucions (Aranceta & Pérez-Rodríguez, 2012). A nivell internacional i en pediatria, els comitès de nutrició de *la American Academy of Pediatrics* i *la American Heart Association* consideren que

els aportats d'àcids grassos saturats (AGS) han de ser de <10%, d'àcids grassos poliinsaturats (AGPI) de fins el 7-10% i la resta àcids grassos monoinsaturats (AGMI), amb nivells inferiors a <300 mg/dia de colesterol dietètic i rang de lípids totals d'entre el 30% i el 35% (Carrillo Fernández et al., 2011). En aquest sentit, en el nostre país, la *Sociedad Española de aterosclerosis* (Carmena et al., 1989) recomana percentatges similars: <10% AGS, <7% AGPI i 12-20% AGMI amb nivells <300 mg/dia de colesterol dietètic i lípids totals d'entre el 30%-35%. L' *Adult Treatment Panel III Guidelines* (ATP III) (Rubio et al., 2004) proposa percentatges <7% d'AGS, <10% d'AGPI i >20% en els AGMI, amb nivells inferiors a <200 mg/dia de colesterol, sent el rang de lípids totals els mateixos que els de l'IOM. Generalment els valors recomanats per totes les intittucions internacionals es troben en ingestes <10% AGS, amb una ingesta >15% AGMI i ingestes entre 7-10% AGPI (Aranceta & Pérez-Rodríguez, 2012).

En relació als hidrats de carboni, recentment la WHO ha recomanat un consum per sota del 10% de l'energia total dels sucres lliures (incloent sucres afegits als aliment i begudes, sucres presents en la mel, sucs de fruita i concentrats de suc de fruites). També es considera que un consum inferior al 5% de l'energia total podria ser beneficiós per a la salut, com per exemple en relació a les caries dentals (WHO, 2015).

### 1.3 Adequació de la ingesta nutricional

Les DRI s'utilitzen amb diferents finalitats, una d'elles és conèixer el **grau o percentatge d'adequació nutricional** de l'individu, el qual mostra el grau de deficiència nutricional en la ingesta de l'individu. Per tal Es calcula a partir de la ingesta mitjana que té l'individu d'un cert nutrient i ho compara amb els valors de referencia (DRI) del nutrient (Murphy & Poos, 2002; Serra-Majem & Aranceta, 2006):

$$\text{Percentatge d'adequació} = (\text{Ingesta mitja diària del nutrient consumit} / \text{DRI}) * 100$$

Els mètodes estadístics més utilitzats per a conèixer la proporció d'ingesta inadequada o insuficient d'un nutrient segons recomanades dins d'un grup són dos, el *probability approach* i el *EAR cut point method* (IOM, 2000; Murphy & Poos, 2002). Independentment del mètode a escollir per estimar la prevalença d'insuficiència, encara que en un principi s'utilitzaven les RDA (Anderson et al., 1982; National Research Council, 1989), actualment no es recomanen degut a que poden sobreestimar la proporció de grup amb risc d'insuficiència; per la qual cosa els

requeriments mitjos estimats són els aconsellats i utilitzats a l'hora d'avaluar aquesta adequació (Murphy & Poos, 2002).

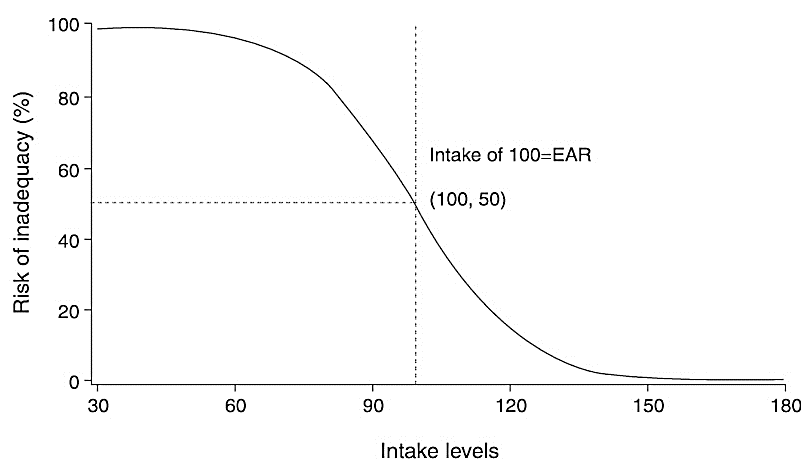
- La **probabilitat d'ingesta inadequada (*probability approach*)**. Aquest mètode de càlcul de probabilitat, basat en els estudis de Anderson et al. (1982) i el National Research Council (1989), relaciona les aportacions individuals d'ingesta amb la distribució dels requisits, aplicant una funció risc-probabilitat continua a la ingesta estimada de cada individu i a continuació fa una mitja de les probabilitats individuals a la població total o grup estudiats. Per a dur a terme el mètode:

1) S'ha de construir una corba de risc utilitzant informació sobre la distribució dels requeriments del grup (mitja (X) i desviació (DE de X)). La corba de risc especifica la probabilitat de que una determinada ingesta sigui inapropiada per a la persona que la ingereix.

2) S'ha de comparar la corba de risc amb la distribució de les ingestes habituals (o ingesta observada (I<sub>o</sub>)) per a la població per a determinar quina proporció de la població té una ingesta inadequada.

Quan la ingesta dels subjectes és mot baixa, el risc d'inadequació serà alt; mentre que si la ingesta és molt alta el risc d'inadequació serà molt baix. (IOM, 2000; Murphy & Poos, 2002; National Research Council, 1986):

**Figura 2.** Exemple corba de risc



La ingesta d'una distribució normal de requeriments nutricionals amb una mitja de 100 unitats. Les ingestes inferiors a 50 unitat es troben associades a un 100% de risc d'inadequació, mentre que ingestes per sobre de 150 unitats no donen risc.

**Recuperada de:** Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, & Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (2000). DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. National Academies Press (US). DOI: 10.17226/9956

Per a conèixer i obtenir la corba de risc, en la fórmula s'utilitza la funció CDF (*cumulate distribution function*) dels requeriments. Donat que  $F_R(.)$  equival a CDF del requeriment dietètic en qüestió, s'obté la següent fórmula, per a qualsevol valor positiu de  $a$ . Així la CDF o  $F_R$  pren valors entre 0 i 1:

$$F_R(a) = \Pr(\text{requeriment} \leq a)$$

- $F_R$  = distribució conjunta de (.)
- $a$  = Ingesta mitjana observada o requeriment mig
- Pr = probabilitat

En conseqüència, la corba de risc ( $P(.)$ ) es defineix com:

$$P(a) = 1 - F_R(a) = 1 - \Pr(\text{requeriment} \leq a)$$

Actualment, la implementació de la *probably approach* es pot dur a terme a través de softwares estàndards com SPSS, SAS,...

La fórmula utilitzada en aquests casos i entenent que la distribució dels requeriments tendeix a la normalitat, és la següent:

$$\text{Z-score} = (\mu - X) / \text{DE}$$

- Z-score = representa la ingesta estandarditzada
- $\mu$  o  $\mu$  = Ingesta mitjana observada o requeriment mig = La ingesta mitja d'un nutrient d'un individu mostra el consum habitual del nutrient.
- EAR o X = Requeriment nutricional mig.
- DE = desviació estàndard del requeriment nutricional mig

Hi ha dos supòsits claus fonamentals en la realització del *probably approach*:

- Les ingestes i els requeriments són independents
- Es coneix la distribució dels requeriments. Aquesta distribució se suposa generalment que segueix una normalitat en tot els nutrients, no obstant no és el cas en el ferro en les dones degut a la menstruació que podria conduir en una distribució esbiaixada.

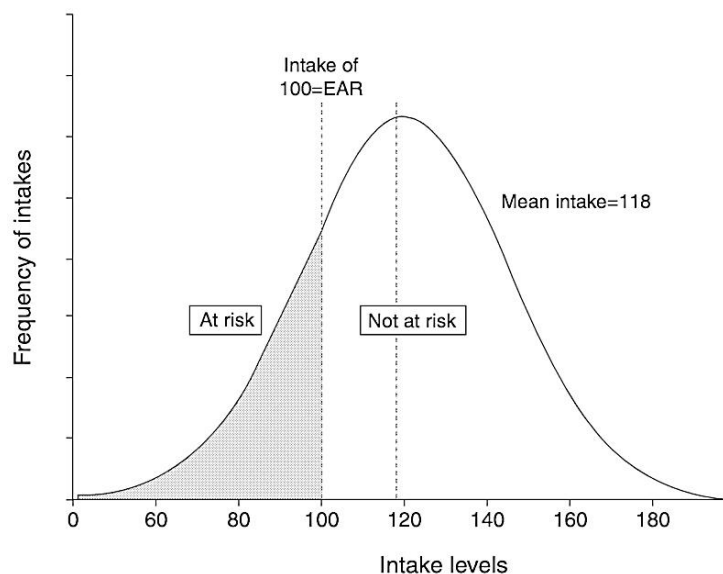


- El **EAR cut point method** proposat per Beaton (1994) i Carriquiry (1999), és un mètode ràpid de calcular el *probably approach*. S'utilitza per a conèixer la prevalença d'inadequació de la ingesta d'un grup de la població; en aquest cas es calcula a partir de la proporció o nombre de persones incloses dins d'un grup que tenen una ingesta inferior als requeriments mitjos (EAR). El mètode requereix que la distribució dels requisits sigui simètrica (Beaton, 1994; Carriquiry, 1999; IOM, 2000; Murphy & Poos, 2002).

$$Z = (X - \mu) / DE$$

- Z= probabilitat de que la ingesta observada del nutrient sigui inferior a les necessitats de l'individu.
- X= Requeriment nutricional mig (EAR).
- $\mu$ = ingesta mitja del nutrient.
- DE = desviació estàndard de cada nutrient

**Figura 3 . EAR cut point method**



L'àrea ombrada representa la proporció d'individus que es troba per sota dels EAR

**Recuperada de:** Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, & Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (2000). DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. National Academies Press (US). DOI: 10.17226/9956

Aquest mètode és molt útil en les situacions següents:

- Les ingestes han estat mesurades amb una gran precisió
- La prevalença grupal no és ni molt alta ni molt baixa

- La ingesta habitual estimada dels individus és independent del requeriment de cada individu
- La distribució dels requeriments és simètrica
- La variabilitat en la ingesta entre els individus en el grup és major que la variabilitat en els requeriments dels individus

No obstant no es recomana la seva utilització per a conèixer la probabilitat d'ingesta inadequada en l'energia degut a que existeix una forta correlació entre els requeriments energètics i la ingesta d'aquesta.

#### **1.4 Adequació del consell alimentari**

L'alimentació és un factor imprescindible per tal d'obtenir un bon estat de creixement, desenvolupament i de salut poblacional. Una mala alimentació comporta dèficits nutricionals, malnutrició i l'aparició de malalties no transmissibles futures com la diabetis o el sobrepès/obesitat.

Per tal d'aconseguir els objectius nutricionals anteriors, disposem de les anomenades guies de recomanacions alimentàries. Aquestes són un punt de referència nutricional creades per professionals sanitaris amb la finalitat d'arribar a la població general, tot adaptant-se al context sociocultural i econòmic, a l'accessibilitat i disponibilitat alimentària, als patrons de consum, i a les prioritats de salut pública de la població; han de ser específiques per a cada país i tenir en compte les necessitats específiques de cada grup de població i/o col·lectiu a qui van dirigides (infants, població amb patrons de dieta vegetariana,...). La majoria de països, així com diferents entitats i societats o grups d'investigació, han creat i editat les seves pròpies guies tenint en compte els criteris i recomanacions anteriors. A nivell espanyol les més utilitzades són les creades per *la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC)*, la qual va publicar recentment la *Guía de la alimentación saludable para la atención primaria y colectivos ciudadanos* (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria [SENC], 2018); altres guies utilitzades són la guia *Pequeños Cambios para comer mejor de la Agencia de Salud Pública de Cataluña* (Agència de Salut Pública de Catalunya, 2019) adaptades de les guies de la SENC i/o el material de la *Estrategia NAOS (Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad)* elaborat per la *Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición* (Aranceta & Serra-Majem, 2006b; Gil Hernández et al., 2017; Manera & Cervera, 2019; Serra-Majem & Aranceta, 2006).

Les principals recomanacions de les guies alimentàries tenen com a finalitat dur a terme un estil de vida saludable amb els objectius de:

- Mantenir un pes saludable
- Realitzar una dieta variada incloent les proporcions adequades dels diferents grups d'aliments
- Augmentar el consum dels hidrats de carboni integrals
- Augmentar el consum de fruita i verdura
- Augmentar el consum de fruits secs
- Reduir el consum de productes d'origen animal (carn, ou, peix) substituint-los per productes d'origen vegetal (llegums).
- Disminuir del consum de greixos saturats i augmentar el consum d'oli d'oliva
- Disminuir el consum de sal
- Disminuir o consumir de forma ocasional carns vermelles i processades i productes ultraprocessats com la brioixeria o els productes ensucrats.

Generalment, les guies alimentàries, ordenen els aliments en grups segons la seva aportació nutricional, a més d'informar de la ració de consum recomanada de cada aliment (pes de la ració i/o mesura casolana) segons edat i estat fisiològic, i la seva freqüència de consum (diària o aliments bàsics; setmanal o aliments complementaris; ocasional o aliments poc saludables) com es mostra en les **taules 5, 6 i 7**; a més d'incloure exemples de menús setmanals, receptes, mètodes culinàries, conservació dels aliments i/o recomanacions de compra saludable (Agència de Salut Pública de Catalunya, 2019; Aranceta & Serra-Majem, 2006b; Gil Hernández et al., 2017; Manera & Cervera, 2019; Mañas Almendros et al., 2017; SENC, 2018).

També, a partir de l'any 2016, a nivell espanyol la SENC va començar a incloure en les seves guies no només un apartat sobre la importància de realitzar activitat física sinó la importància d'una bona salut mental, recomanacions sobre la ingesta de líquids i recomanacions nutricionals en etapes de la vida amb necessitats especial (embaràs, lactància, infància i envelliment). A més de subratllar la importància d'una alimentació sostenible i respectable amb el medi ambient, consumint aliments de temporada i de proximitat.

**Taula 5.** Grup d'aliments de consum diari, freqüència i ració de consum segons edat

Grups d'aliments	Edat 3-6 anys		Edat 7-12 anys		Adolescents	
	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes
<b>Consum diari</b>						
Cereals i derivats (integrals)						
<i>Pa</i>		30 g / llesca 2 dits amplada		40 g / llesca 2 dits amplada		60 g / llesca 4 dits amplada
<i>Cereals d'esmorzar<sup>a</sup></i>		20 g / 1 grapat		20-30 g / 1 grapat		20-30 g / 1 grapat
<i>Arròs</i>	4-6 r/d	50 g / 2,5 cullerades soperes	4-6 r/d	60 g / 3 cullerades soperes	4-6 r/d	80 g / 4 cullerades soperes
<i>Pasta</i>		40 g / 4 cullerades soperes		60 g / 6 cullerades soperes		80 g / 8 cullerades soperes
<i>Patates</i>		100-150 g / 1 unitat mitjana		100-150 g / 1 unitat mitjana		150-200 g / 1 unitat gran
Verdures i hortalisses	2-3 r/d	120-150 g / 1 plat pla mitjà	2-3 r/d	120-150 g / 1 plat pla mitjà	2-3 r/d	150-250 g / 1 plat pla gran
Fruïtes	3-4 r/d	80-100 g / 1 peça mitjana	3-4 r/d	150-200 g / 1 peça mitjana	3-4 r/d	150-200 g / 1 peça mitjana
Llet i derivats <sup>a</sup>						
<i>Llet (o alternatives)</i>		250 ml / 1 tassa		250 ml / 1 tassa		250 ml / 1 tassa
<i>logurt (natural)</i>		125 g / 1 unitat		125 g / 1 unitat		125 g / 1 unitat
<i>Formatge (fresc o tendre)</i>	3 r/d	25-30 g curat o 40-75 g fresc / 1-2 falca del curat o ½ porció individual del fresc	3 r/d	50-60 g curat o 80-125 g fresc / 2-3 falques del curat o 1 porció individual del fresc	4 r/d	50-60 g curat o 80-125 g fresc / 2-3 falques del curat o 1 porció individual del fresc
Oli d'oliva verge extra	3-4 r/d	10 ml	3-4 r/d	10 ml	3-4 r/d	10 ml

<sup>a</sup> Sense sucres afegits.

**Recuperat de:** Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2018). *Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y colectivos ciudadanos. La alimentación saludable en la etapa escolar.* Planeta.

**Taula 6.** Grup d'aliments de consum setmanal, freqüència i ració de consum segons edat

Grups d'aliments	Edat 3-6 anys			Edat 7-12 anys			Adolescents		
	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	
<b>Consum setmanal</b>									
Carns									
<i>Carns blanques, magres</i>	3 r/s	30-60 g filet o 80-90 g amb os / 1 filet o 1 pota de pollastre	3 r/s	80-85 g filet o 100-140 g amb os / 1 filet o 2 potes de pollastre	3 r/s	100-120 g filet o 150-180 g amb os / 1 filet o 2 potes de pollastre	3 r/s	100-120 g filet o 150-180 g amb os / 1 filet o 2 potes de pollastre	
<i>Peix i marisc<sup>a</sup></i>	3-4 r/s	70-80 g porció comestible, 125-150 peça de ració o 40-50 g peix blau / 1 filet petit, mitja peça o tros de rodanxa peti o 3-4 unitats sense espines	3-4 r/s	100-120 g porció comestible, 250-300 peça de ració o 40-50 g peix blau / 1 filet mig, 1 peça mitjana o tros de rodanxa o 3-4 unitats sense espines	3-4 r/s	125-150 g porció comestible, 250-300 peça de ració o 50-80 g peix blau / 1 filet gran, 1 peça mitjana o 1 rodanxa mitjana	3-4 r/s	125-150 g porció comestible, 250-300 peça de ració o 50-80 g peix blau / 1 filet gran, 1 peça mitjana o 1 rodanxa mitjana	
Ous	3 r/s	50-65 g / 1 unitat	3 r/s	50-130 g / 1-2 unitats	3 r/s	50-130 g / 1-2 unitats	3 r/s	50-130 g / 1-2 unitats	
Llegums <sup>b</sup>	2-4 r/s (mínim)	30 g plat principal / 2 cullerades soperes	2-4 r/s (mínim)	45-60 g plat principal / 3-4 cullerades soperes	2-4 r/s (mínim)	80 g plat principal / 6 cullerades soperes	2-4 r/s (mínim)	80 g plat principal / 6 cullerades soperes	
Fruits secs <sup>c</sup>	3-7 r/s	15-20 g / 1 grapat	3-7 r/s	20-30 g / 1 grapat	3-7 r/s	20-30 g / 1 grapat	3-7 r/s	20-30 g / 1 grapat	

<sup>a</sup> Una ració de peix blau a las setmana. <sup>b</sup> variar el tipus de llegum. <sup>c</sup> preferentment crus o torrats i sense sal, sucre o greixos afegits.

**Recuperat de:** Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2018). *Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y colectivos ciudadanos. La alimentación saludable en la etapa escolar.* Planeta.

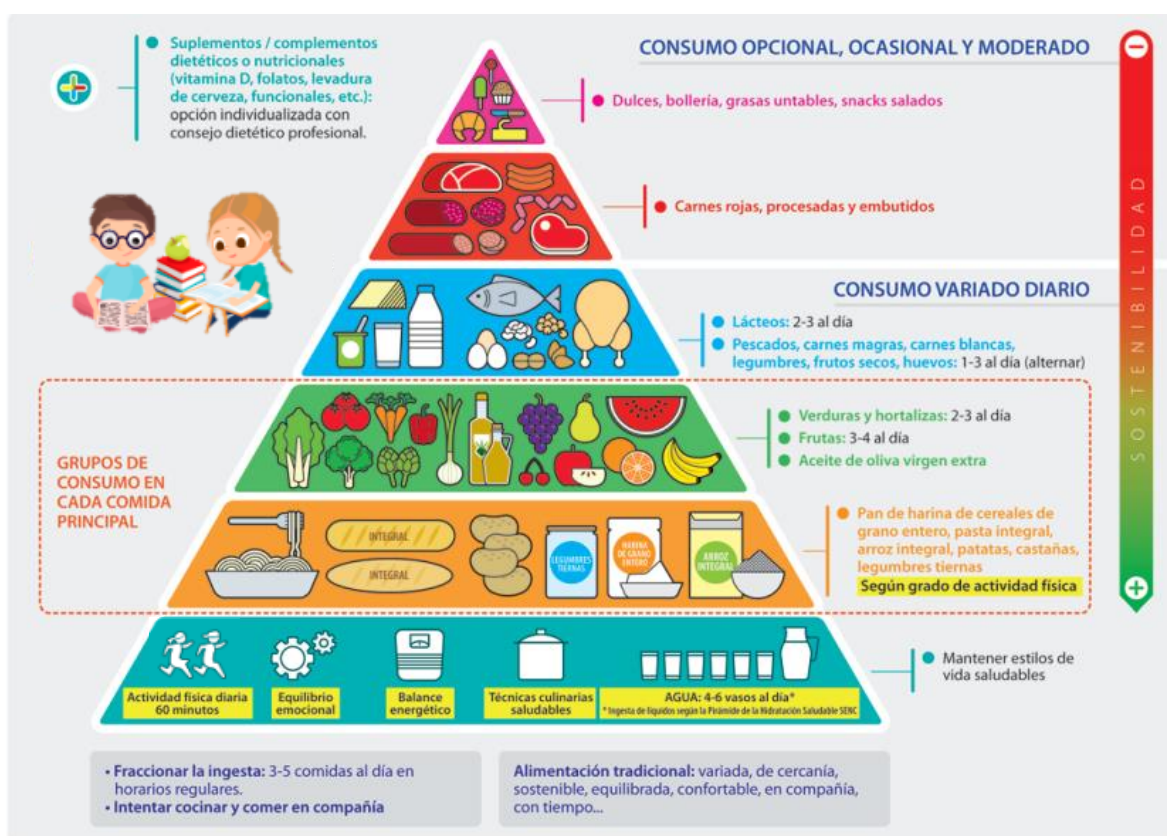
**Taula 7.** Grup d'aliments de consum ocasional, freqüència i ració de consum segons edat

Grups d'aliments	Edat 3-6 anys		Edat 7-12 anys		Adolescents	
	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes	Freqüència de consum	Ració en cru / Mesures casolanes
<b>Consum ocasional</b>						
Embotits						
<i>Embotits</i>						
<i>Carns processades</i>						
<i>Carns vermelles</i>						
Dolços						
<i>Sucre i productes ensucrats</i>						
<i>Brioixeria, pastisseria, productes ensucrats, lliminadures, gelats</i>						
Refrescos ensucrats						
Altres						
<i>Sal i snacks salats</i>						
<i>Grasses untibles</i>						
	Consum opcional i moderat, en el marc d'un estil de vida saludable i actiu		Consum opcional i moderat, en el marc d'un estil de vida saludable i actiu		Consum opcional i moderat, en el marc d'un estil de vida saludable i actiu	

**Recuperat de:** Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2018). *Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y colectivos ciudadanos. La alimentación saludable en la etapa escolar.* Planeta.

En totes aquestes guies, les recomanacions venen plasmades en format gràfic per a facilitar a la població els objectius a assolir. Aquestes representacions presenten diferents formats, generalment s'utilitza la figura d'una piràmide on es troben situats els grups d'aliments de consum diari a la base, els de consum setmanal a partir de la part mitjana de la piràmide i aquells grups d'aliments de consum ocasional a la part més alta i més estreta d'aquesta (**figura 4**).

**Figura 4.** Piràmide de l'alimentació saludable per a nens i adolescents de la Societat Espanyola de Nutrició Comunitària



**Recuperada i adaptada de:** Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2018). *Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y colectivos ciudadanos. La alimentación saludable en la etapa escolar*. Planeta i Aranceta, J., Partearroyo, T., López-Sobaler, A. M., Ortega, R. M., Varela-Moreiras, G., Serra-Majem, L., Pérez-Rodrigo, C., & Collaborative Group for the Dietary Guidelines for the Spanish Population (SENC). (2019). Updating the Food-Based Dietary Guidelines for the Spanish Population: The Spanish Society of Community Nutrition (SENC) Proposal. *Nutrients*, 11(11), 2675. <https://doi.org/10.3390/nu11112675>

### 1.5 Índex de qualitat de la dieta

Els índexs de qualitat de la dieta són una eina de cribatge creada per a conèixer de forma ràpida i senzilla com s'alimenta un individu en relació amb les recomanacions alimentaries i/o nutricionals proposades en les guies, donant una idea de si aquest du a terme una dieta saludable, necessita millorar-la o realment no és gens saludable i per tant, pot existir risc de

malnutrició. Els índexs o qüestionaris es classifiquen tenint en compte si en ells s'inclouen variables de nutrients, de grups d'aliments o de les dues categories (Aranceta & Serra, 2006a; Gil Hernández et al., 2015; Olza Meneses et al., 2017).

Existeixen diferents qüestionaris que valoren la qualitat de la dieta. Els més conegut internacionalment són el *Healthy Eating Index (HEI)* (Kennedy et al., 1995), *The Diet Quality Index (DQI)* (Patterson et al., 1994), el *Healthy Diet Indicator (HDI)* (Huijbregts et al., 1997) i el *Mediterranean Diet Score (MDS)* (Trichopoulou et al., 1995). Aquests índexs s'han anat adaptant a mesura que s'han anat fent modificacions de les guies i intentant internacionalitzar-los, no obstant no tots els índexs son útils o aplicables en tots els països. En el nostre territori els més utilitzats en població general són els que es basen en les guies espanyoles (SENC) i en l'adherència a la dieta mediterrània. Centrats en el consum dels diferents grups d'aliments trobem les noves adaptacions del MDS com l' *Alternate mediterranean diet index (aMED)* (Fung et al., 2005), el *Mediterranean diet Adherence Screener (MEDAS)* (Schröder et al., 2011) o el *Índice de Alimentación Saludable para la población Española (IASE)* (Norte & Ortiz, 2011). Actualment, també es busca que aquests índexs incloguin l'avaluació de patrons de comportament específics relacionats amb els hàbits alimentaris com l'activitat física, el descans o la situació anímica i/o social; en aquest sentit els més utilitzats són (Gil Hernández et al., 2015; Olza Meneses et al., 2017) el *Mediterranean Lifestyle index (MEDLIFE)* (Sotos-Prieto et al., 2014) i el *Healthy Lifestyle Index (HLI)* (Lucini et al., 2015).

Malgrat tot, cal considerar que l'etapa infantil és d'una especial vulnerabilitat a nivell nutricional, degut a l'increment de les necessitats nutricionals en aquest període, per la qual cosa, encara que alguns dels qüestionaris anteriors poden utilitzar-se en aquest col·lectiu (com per exemple el HEI o el IASE), existeixen qüestionaris dissenyats específicament per a població infantil i juvenil (Aranceta & Serra, 2006a; Pérez Rodrigo et al., 2012). Entre aquests cal destacar el *Kidmed*, un qüestionari dissenyat per avaluar l'adherència a la dieta mediterrània en nens i joves creat a partir la iniciativa *Kreceplus* de la SENC i la *Asociación Española de Pediatría* (Serra-Majem et al., 2004); i el *Youth Healthy Eating Index (YHEI)*, adaptació del HEI creada i validada per a joves (Feskanich et al., 2004). No obstant, aquest últim no és tant recomanat en el nostre àmbit degut a que es basa en recomanacions alimentàries.

Encara que aquests tipus de qüestionaris o índexs són una eina útil d'avaluació, cal destacar que tenen com a limitació el fet de que es centren en les freqüències de consum dels aliments i no en quantitats d'aliments ni energia (Norte & Ortiz, 2011).



## **2 Mètodes d'avaluació de l'estat nutricional**

### **2.1 Valoració del consum alimentari i de la ingesta d'energia i nutrients**

Els mètodes de valoració del consum d'aliments, d'energia i nutrients (bioquímics, qüestionaris de consum alimentari,...) sorgeixen davant la necessitat de conèixer d'aquests a nivell individual i/o poblacional per a l'actuació preventiva, curativa o per a la rehabilitació de l'individu. Aquests mètodes permeten relacionar la ingesta amb altres variables com el sexe, l'edat, l'estil de vida o el nivell socioeconòmic.

Hi ha diferents mètodes que permeten obtenir aquest tipus d'informació. Els més utilitzats en estudis epidemiològics poblacionals són el qüestionari de freqüència de consum d'aliments, el registre de 24 hores, la història dietètica i el registre alimentari. L'elecció en la utilització d'un qüestionari en concret d'entre els possibles, dependrà de l'objectiu pel qual es vol realitzar l'estudi, les habilitats de la població que el durà a terme (auto-administració o necessitat de l'ajuda d'un professional sanitari), la precisió amb la que es vol fer el registre de la ingesta, el cost i el personal sanitari disponible (Arija Val, 2019; Porca Fernández et al., 2016; Thompson & Subar, 2017; Willett & Lenart, 2012).

En la majoria de mètodes de valoració de la dieta en nens és necessària una tercera persona que proporcioni la informació del consum, no es recomana la complimentació dels qüestionaris a menors de 12 anys degut a la dificultat d'estimació de les freqüències de consum dels aliments, per omissió i/o excés d'estimació dels aliments o per desconeixença/coneixement limitat sobre la seva alimentació (Livingstone & Robson, 2000; Pérez Rodrigo et al., 2012; Yago Torregrosa et al., 2017).

#### ***2.1.1 Qüestionari de freqüència de consum d'aliments***

Degut als seus avantatges, el qüestionari de freqüència de consum d'aliments (QFCA) és el més utilitzat en els estudis epidemiològics poblacionals. Aquest tipus de qüestionaris estimen el consum alimentari habitual sense alterar-lo, aportant informació de forma tant quantitativa (número de vegades que és consumit un grup d'aliments en un temps determinat) com qualitativa (gramatge dels aliments i ingesta d'energia i nutrients). Són fàcils i ràpids de realitzar

sense causar un esgotament a la persona que l'ha de complimentar o poden ser auto-administrats no sent necessari un entrevistador o professional especialitzat per a la seva realització. La codificació de les dades obtingudes és senzilla i la conversió del gramatge d'aliments en nutrients és simple.

A nivell estructural consten d'un llistat d'aliments amb un màxim de 350 ítems col·locats de forma estructurada, organitzada i exposada de forma clara i concisa. Aquesta llista inclou els aliments de consum propis de la població d'estudi (aliments segons zona geogràfica, edat poblacional,...). Per a cada ítem es contemplem caselles amb resposta múltiple de freqüència de consum tancada (número d'opcions numèrica), semi-oberta (consum diari, setmanal, mensual o anual) o oberta utilitzant una escala qualitativa (sempre, habitualment, a vegades, ocasionalment,...). Normalment contenen un apartat inicial explicatiu amb les pautes correctes de realització del qüestionari i, algunes vegades, un exemple del mateix (Arija Val, 2019; Cade et al., 2002; Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Pérez Rodrigo et al., 2012; Porca Fernández et al., 2016; Yago Torregrosa et al., 2017).

Dins d'aquests tipus de qüestionaris en trobem 3 tipus en funció del consum:

- **Qualitatius:** aporten informació dels aliments ingerits i la seva freqüència però sense tenir en compte ni la porció ni la quantitat d'aliments consumits.
- **Quantitatius:** intenten precisar les racions de cada aliment a partir de mesures casolanes o infogrames.
- **Semi-quantitatius:** són el que s'utilitzen amb més freqüència. Parteixen d'una ració de referència establerta per a una població concreta a la que es refereix el qüestionari i proporcionen la freqüència de consum d'aquest aliment. Aporten informació sobre la ingesta energètica i nutricional.

Alguns qüestionaris poden contenir preguntes addicionals sobre hàbits alimentaris per tal d'aportar informació més detallada sobre el consum habitual i per ajudar a valorar més acuradament l'aportació nutricional (Arija Val, 2019; Trinidad Rodríguez et al., 2008; Yago Torregrosa et al., 2017).

Encara que aquests qüestionaris són una bona eina de registre alimentari, presenten certes febleses. El procés de creació del propi qüestionari, ja vingui donat per la modificació i adaptació d'un qüestionari ja existent o la creació d'un de nou, és complex i feixuc. Altrament tot

qüestionari de freqüència ha d'estar validat en la població en la que es vol aplicar (Arija Val, 2019; Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Pérez Rodrigo et al., 2012; Trinidad Rodríguez et al., 2008; Yago Torregrosa et al., 2017; Willet & Lenart, 2012). Quant a la complimentació del mateix, podem trobar una menor exactitud en la realització en els casos en que el propi consumidor no és el que ha d'enregistrar el seu propi consum, com per exemple en població infantil, anciana, en baix nivell d'estudis o en població amb problemes de memòria o en discapacitats (Arija Val, 2019; Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Pérez Rodrigo et al., 2012; Yago Torregrosa, et al., 2017). Un altre motiu que pot comprometre la qualitat de resposta pot ser el nombre elevat d'ítems que el qüestionari contingui, portant al participant a realitzar un esforç extraordinari per a poder-lo finalitzar correctament (Flood et al., 2014; Hendrie et al., 2014; Pérez Rodrigo et al., 2012; Porca et al., 2016).

### **2.1.2 Registre de 24 hores**

El registre de 24 hores (r24h) és el qüestionari de consum més utilitzat a nivell mundial. És un qüestionari retrospectiu, senzill de realitzar, de baix cost i curt, no hi ha la necessitat de molta memorització, ja que només és necessària la memòria a curt termini, i és pràctic per a població analfabeta. El mètode consisteix en anotar o definir tots els aliments i begudes consumides en un període de 24 hores anterior al moment de la entrevista (des de la primera ingesta del dia fins la última). Aquestes anotacions haurien d'aportar informació detallada sobre les quantitats d'aliments consumides, tipus de cuinats i preparacions, ingredients dels plats, salses o condiments i hora de les ingestes. Per tal d'extreure'n la informació amb exactitud sobre les quantitats consumides i dels mínims detalls que caracteritzen els diferents àpats, un professional entrenat realitza les preguntes pertinents i utilitza en el moment de l'entrevista i com a ajuda visual un llibre de mesures casolanes o fotografies d'aliments amb diferents porcions i proporcions del mateix (Ferrari Mariela, 2013; Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Salvador Castell et al., 2015; Yago Torregrosa et al., 2017). Aquesta entrevista té una durada de 20-30 minuts aproximadament i s'acostuma, i es recomana, realitzar-la de forma presencial encara que pot realitzar-se via telefònica o a través de programes informàtics (Ferrari Mariela, 2013; Salvador Castell et al., 2015).

Es recomana realitzar-la un mínim de dos o tres vegades, incloent un dia festiu, per tal de tenir una idea de la ingesta habitual o global del consum de la persona en qüestió i reduir la

variabilitat intra-personal (dia a dia) (Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Salvador Castell et al., 2015). A partir de l'enregistrament de més d'un qüestionari podem estimar la ingesta usual d'energia i nutrients (Ferrari Mariela, 2013; Salvador Castell et al., 2015; Yago Torregrosa et al., 2017). Un qüestionari per si sol no aporta informació de la ingesta habitual del subjecte, no identifica la variabilitat del consum diari, setmanal o estacional, sent necessaris múltiples qüestionaris augmentant la necessitat de participació i obtenint un índex més baix de resposta (Ferrari Mariela, 2013; Salvador Castell et al., 2015).

No obstant, aquest qüestionari té una sèrie de febleses. És un qüestionari retrospectiu, el que comporta que de forma inconscient l'individu pot sobre/infra-estimar les porcions consumides (Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Salvador Castell et al., 2015). En el cas de l'alimentació dels infants, gent gran, discapacitat mental o persones amb dificultat de memòria, és necessari que la persona responsable de la seva alimentació realitzi el qüestionari, fet que podria comportar que aquesta no estigui present en tots els àpats del dia (menjador escolar en el cas dels infants) (Arija Val, 2019; Ferrari Mariela, 2013; Salvador Castell et al., 2015). Una altra feblesa serà el baix nivell d'implicació de l'enqustat en la realització dels preparats culinàries, el que comportarà el no conèixer el contingut de certs ingredients consumits afectant la validesa del registre (Arija Val, 2019; Salvador Castell et al., 2015).

A més a més, és necessària la intervenció d'un professional sanitari entrenat per tal de extreure, a partir del qüestionari i descripció del subjecte, tota la informació sobre els aliments consumits amb la màxima precisió possible (Ferrari Mariela, 2013; Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Salvador Castell et al., 2015).

### **2.1.3 Registre alimentari**

Els registres alimentaris (RA) són mètodes d'enregistrament, de forma detallada, prospectiva i quantitativa, de la ingesta actual de l'individu, durant un període de temps determinat. Aquests registres engloben un mínim de tres dies (RA-3d) i un màxim de set (RA-7d) incloent un festiu (en el cas de realitzar-se un registre de 3 dies) o 2 dies festius (es cas de realitzar-se més de 3 registres), per tal de tenir una idea global i conèixer el consum habitual de la persona en qüestió i així reduir la variabilitat intra-personal (dia a dia). En el *registre per estimació o diari alimentari* el propi subjecte, entrenat prèviament, és el que s'encarrega d'enregistrar en el moment del consum i de la forma més precisa possible, per estimació, tot els aliments i begudes consumits,

tenint en compte les quantitats d'aliments ingerides, tipus de cuinats i preparacions utilitzades, aliments crus o cuits, ingredients dels plats, salses o condiments,... i anotant la hora en que s'ha realitzat cada ingesta; tot això utilitzant com a referència mesures casolanes (cullerades, gots, plats, envasos dels propis aliments,...). El fet de que sigui l'entrevistat el que enregistra el seu consum i la no necessitat de memorització, facilita l'exactitud del registre i minimitza l'error. El professional entrenat, amb l'ajuda d'un llibre de mesures casolanes o fotografies d'aliments amb diferents porcions i proporcions i les preguntes pertinents, extreu la informació del consum d'aquells aliments que l'individu pot haver oblidat anotar o extreu el consum de forma més detallada per acabar estimant els grams de cadascun dels aliments consumits. A partir dels registres es pot obtenir la informació sobre la ingesta energètica i la ingesta nutricional amb l'ajuda d'una taula de composició d'aliments. Registres de set dies són recomanats per tal d'obtenir una valoració real de la ingesta de la majoria de nutrients (Arija Val, 2019; Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Ortega et al., 2015; Porca Fernández et al., 2016; Yago Torregrosa et al., 2017).

Dins de d'aquest mètode de registre existeix també l'anomenat *registre per pesada o registre per doble pesada* que consisteix en pesar tots els aliments abans i després (en cas de quedar menjar sobrant) de realitzar la ingesta per tal de conèixer el consum de forma més acurada. També trobem el mètode per *registre per pesada amb anàlisi clínic*, en el qual el subjecte ha de guardar una mostra de la ingesta per tal de ser analitzada posteriorment i així obtenir amb exactitud la informació energètica i nutricional, sense la necessitat d'utilitzar la taula de composició d'aliments per a conèixer la composició energètica i nutricional real ingerida i així disminuir l'error. Aquest últim hauria de ser el mètode de referència, no obstant té unes grans limitacions com la gran implicació personal de l'individu i dificultat de realització i el cost, que fan que només es realitzi en situacions puntuals com en assajos clínics (Arija Val, 2019; Yago Torregrosa, et al., 2017).

Així, encara que el mètode de registre alimentari és precís, és un mètode complex que requereix de gran col·laboració i motivació per part de l'individu que l'ha de realitzar, sobretot en el cas del registre per pesada, el qual interfereix molt en la vida de l'individu. Registres superiors a set dies no són recomanables ni en el registre per estimació i sobretot en el registre per pesada degut a poden comportar interferir en els hàbits alimentaris o en el patró de consum del subjecte i/o fatiga en la complimentació, afectant a la validesa del registre (Arija Val, 2019; Porca et al., 2016; Yago Torregrosa et al., 2017).

#### **2.1.4 Història dietètica**

És un mètode tradicional d'anàlisi qualitatiu i quantitatiu de la ingesta habitual realitzada en un període de temps llarg (p.ex. últims mesos) però no més d'un any. Aquesta es realitza a través d'una entrevista detallada d'entre 60-90 minuts de durada, de forma retrospectiva i realitzada per una persona qualificada i entrenada en nutrició i dietètica. Té com objectiu conèixer detalladament el consum global i habitual de l'individu tenint en compte els seus hàbits alimentaris i patrons dietètics així com la ració d'ingesta de cada aliment.

En l'entrevista primerament es pregunta sobre hàbits alimentaris, en concret sobre els aliments consumits habitualment en cada àpat començant pels primers àpats del dia i tenint en compte els aliments més consumits i els més ocasionals, ajudat per un r24h; sobre la freqüència de consum de cada tipus d'aliments (l'listat d'aliments ja establert com un QFCA) i paral·lelament a les parts anteriors i amb l'ajuda d'un registre alimentari de 3 dies, s'estimen les racions d'aliments consumits amb ajuda de mesures casolanes o un registre fotogràfic d'aliments i plats. Amb les dades de la dieta total és fàcil obtenir informació sobre la ingesta energètica i la nutricional (Arija Val, 2019; Martin-Moreno & Gorgojo, 2007; Morán et al., 2015; Yago Torregrosa et al., 2017).

No obstant, per a aquest tipus de qüestionaris és imprescindible un professional amb un nivell molt alt de formació en el mètode per tal d'orientar l'entrevista i obtenir la màxima informació possible sense influir en la resposta de l'entrevistat. L'entrevistat ha de tenir una molt bona capacitat de memorització i ser coneixedor de les preparacions dels plats de consum degut a la complexitat del mètode en comparació amb d'altres i la llarga durada del mateix (Arija Val, 2019; Yago Torregrosa et al., 2017).

#### **2.1.5 Taules de composició d'aliments**

Les taules de composició d'aliments informen sobre els nutrients que contenen els diferents aliments i productes alimentaris. Els aliments es troben recopilats en funció de la seva composició nutricional, del consum habitual, els hàbits alimentaris de cada país i l'accés als aliments que té la població. Dins la taula, els aliments es classifiquen per categories o grups i dins de cadascun es classifiquen en ordre alfabètic; en algunes taules, s'adjudica un codi a cada aliment per tal de facilitar la seva cerca dins la pròpia. La informació nutricional i energètica ve

donada generalment per cada 100 g. de porció comestible d'aliment i ocasionalment de forma bruta (especificant la part de l'aliment que es rebutja (espines, pell, ossos,...). Algunes taules més actuals també mostren els valors per porció/ració d'aliment (Farran Codina, 2019; Greenfield & Southgate, 2006; Mañas Almendros et al., 2017).

Per a l'elaboració d'aquestes taules Greenfield i Southgate (2006) classifiquen en tres els mètodes d'obtenció de la informació nutricional:

- **Directe o d'anàlisi propi:** És el mètode ideal. Es basa en realitzar un anàlisi químic dels aliments per tal de conèixer amb la màxima exactitud la seva composició. No obstant, és un mètode costós per la quantitat d'aliments propis de cada país/regió a analitzar i la varietat de cadascun dels aliments.
- **Indirecte:** Es basa en la recopilació de la informació nutricional de diferents aliments a partir d'altres bases ja existents. S'ha de tenir precaució amb la recopilació per tal de que la mostra i les dades siguin representatives del consum de la població.
- **Combinat:** Utilitza les dues metodologies anteriors per tal de que les dades de les taules siguin les més completes possible tant en número d'aliments com de nutrients.

Existeixen diferents taules de composició d'aliments en els cinc continents. A nivell internacional, es fa servir la d'EEUU, la *US Department of Agriculture National Nutrient Database for Standard Reference* (US Department of Agriculture [USDA], 2019), a nivell europeu, a Alemanya s'utilitza la *Food composition and nutrition tables* (Souci et al., 2000), a Gran Bretanya destaca la *McCance and Widdowson's The Composition of Foods Integrated Dataset* (Fingas et al., 2015). També trobem taules de referència a Bèlgica, Dinamarca, Finlàndia Suècia, Itàlia, Holanda, França i Portugal. Les més utilitzades en la població espanyola són la *Tabla de composición de Alimentos Españoles* de Mataix (Mataix Verdú et al., 2009), la *Tabla de composición de Alimentos* CESNID (Centre d'Ensenyament de Nutrició i Dietètica) (Farrán et al., 2003), *La composición de los alimentos: herramienta básica para la valoración nutricional* (Ortega et al., 2004) i les *Tablas de composición de alimentos y guías de prácticas* (Palma-Linares et al., 2018). D'entre elles, cal destacar les que utilitzen metodologia d'anàlisi directe, com són la de Mataix i la d'Ortega. Entre elles cal esmentar que en el nostre àmbit també s'utilitza de forma habitual la taula de composició francesa *Répertoire general des aliments Table de composition (REGAL)* (Favier et al., 1997).

## 2.2 Valoració antropomètrica i de la composició corporal

L'avaluació antropomètrica és un mètode de valoració de la composició corporal (massa grassa i massa magra) i a partir de la qual es pot conèixer i detectar l'estat nutricional (presència de malnutrició per dèficit o per excés) i els seus canvis a curt i llarg termini; avaluar el correcte creixement i desenvolupament de la persona tant de forma individual com col·lectiva. Les mesures antropomètriques, es troben relacionades a factors genètics però també molt lligades a altres factors ambientals com podrien ser l'exercici físic o l'alimentació (Esparza-Ros et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015). Aquestes mesures, repetides en el temps en el propi subjecte, mostren l'evolució de l'estat nutricional i de salut de la persona, les quals poden ser comparades en valors de referència poblacional segons edat i sexe (Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019). En el cas de la població infantil i adolescent (0-19 anys), s'utilitzen els patrons de creixement: taules i corbes de referència utilitzades per a fer un seguiment longitudinal de l'estat de salut i creixement de l'individu (Martínez & Pedrón, 2010).

Diversos organismes han intentat crear patrons de creixement per a diferents mesures i índex de salut per tal facilitar aquesta informació a la població. En la població espanyola, l'any 1988 la Fundació Orbegozo va crear les taules de creixement les quals van ser actualitzades el 2011 (Carrascosa et al., 2010). L'any 2000, a nivell internacional, el *Centers for Disease Control and Prevention* (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2016b) va crear unes taules per edats entre 2 i 20 anys, no obstant només incloïa referències antropomètriques obtingudes de població americana. L'any 2006 la WHO va publicar els resultats d'un estudi multicèntric (incloïa uns 8500 nens de diferents ètnies i cultures (Brasil, Estats Units, Ghana, Índia, Noruega i Oman)) sobre el patró de creixement portat a terme entre el 1998 i el 2003 (De Onis et al., 2009; World Health Organization [WHO], 2006), aportant un conjunt de noves corbes de creixement en àmbit internacional per a població entre 0 i 5 (0 a 59 mesos) anys d'edat (WHO, 2007a) fent que molt països implementin aquests com els seus estàndards de referència (De Onis et al., 2012). Per a població de entre 5 i 19 anys l'any 2007 la WHO va reconstruir les guies de 1983 utilitzant les bases de dades de 1979 de la National Center for Health Statistics (NCHS), obtenint les dades de referències per a aquesta població (WHO, 2007b).

Les dades de referència de la WHO es presenten en taules en puntuacions Z (*Z-score*) o percentils (P) en diferents edats (0-5 i 5-19 anys) i sexes. La **puntuació Z** és el mètode més àmpliament reconegut com a millor sistema d'anàlisi i presentació de dades antropomètriques; aquest mètode expressa el valor antropomètric com un nombre de

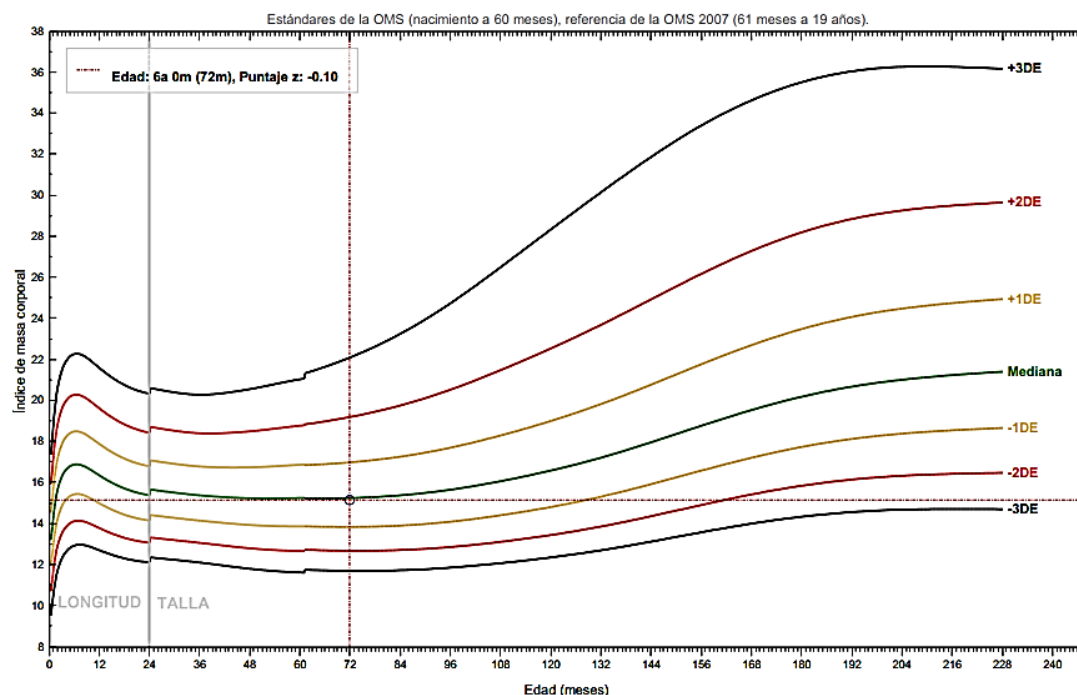


desviacions estàndard o puntuacions per sota o per sobre de la mitja de referència o valor mig. Es calcula de la següent manera:

$$\text{Puntuació } Z = (\text{valor antropomètric actual o valor observat} - \text{valor mig de la població de referència}) / \text{desviació estàndard de la població de referència (DE)}.$$

Els **percentils**, indiquen la posició en la qual es troba la gràfica respecte als valors de referència segons edat i sexe. Són comunament utilitzats en la pràctica clínica per portar el control de creixement i desenvolupament dels infants. Les puntuacions Z i els percentils es troben relacionats sent: Percentil 3 equival a -2 DS (valors molt baixos); P15 a -1 (valors baixos); P50 a 0 DS (valors mitjos); P85 a +1 DS (valor alts); P97 a +2 DS (valors molt elevats). Per tal de facilitar el coneixement del patró de creixement infantil, la WHO va crear dos programes estadístics, el *World Health Organization (WHO) Anthro* per a població de 0-5 anys (WHO, 2010) i el *WHO Anthroplus* per a població de 5-19 anys d'edat (WHO, 2009). Aquests programes permeten obtenir les puntuació z i els percentils de diferents mesures antropomètriques mitjançant la comparació amb les corbes de referència per edat i sexe.

**Figura 5.** Exemple de corba, puntuació z i percentils obtinguts del programa *AnthroPlus*



**Recuperat de:** World Health Organization. (2009). *WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents*. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/growthref/tools/en/>

La valoració antropomètrica, encara que és un mètode ràpid i senzill de realitzar, necessita d'un professional qualificat per dur a terme correctament i de forma precisa cadascuna de les mesures. Per tal de realitzar-les és imprescindible que la persona que serà avaluada es situï en posició antropomètrica: cos dret, coll i cap rectes mirant endavant, braços estesos cap avall a cada costat del cos i amb les mans paral·leles al cos, les cames esteses amb els peus una mica separats en una posició còmode. Les mesures s'han de realitzar amb la mínima vestimenta possible, sense sabates i sense objectes personals; en cas de no ser possible, cal restar el valor prèviament en la bàscula. (Cashin & Oot, 2018; Esparza-Ros et al., 2019; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015). Les **mesures bàsiques** utilitzades són la massa corporal i la talla, de les quals s'obté l'índex de massa corporal; altres mesures antropomètrics més invasives serien els plecs cutanis, els perímetres corporals i els diàmetres respectius.

### ***2.2.1 Mesures antropomètriques bàsiques***

Els paràmetres o mesures bàsiques utilitzats són la massa corporal, la talla i l'índex de massa corporal (IMC). Aquests mètodes permeten obtenir una primera avaluació global del subjecte de forma objectiva i no invasiva. Es recomana prendre aquestes mesures a primera hora del dia i sempre en les mateixes condicions, donat que varien al llarg del dia (ingestes en la massa corporal o compressió vertebral en el cas de la talla) (Mataix & López-Jurado, 2015).

#### ***2.2.1.1 Massa corporal***

La massa corporal o pes és la quantitat de matèria del propi cos. S'obté a partir del pes de la persona, utilitzant una bàscula calibrada situada en una superfície rígida i anivellada (Bellido Guerrero et al., 2017; Esparza-Ros et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).

En el cas de la massa corporal la WHO classifica el **pes per l'edat** segons sexe, en infants de 0-5 anys i de 5-10 anys, sent els punts de tall de la puntuació Z: baix pes ( $<-1$ ) i normopès ( $\leq-1 \geq 1$ ); puntuacions Z superiors no determinen sobrepès ni obesitat i en aquests dos casos el millor marcador serà l'IMC per edat (WHO, 2007a; WHO, 2007b; WHO, 2008).

#### ***2.2.1.2 Talla***

La talla o alçada és la distància entre el vèrtex o part més superior del crani i el punt més inferior dels peus. Per tal de realitzar el mesurament s'utilitza un estadiòmetre. La persona s'ha de col·locar d'esquena al tallímetre en posició antropomètrica, amb els peus junts, i tocant el tallímetre, i el cap en el pla de Frankfurt o pla auriculo-orbital (pla que es crea quan la línia que

uneix els punts orbital i el punt de depressió superior del trague auditiu es troben paral·lels al terra). L'esquadra del tallímetre es col·loca en el vèrtex de la persona. El subjecte ha de realitzar una respiració profunda en el moment en que l'antropometrista li indiqui, coincidint en el moment en el que aquest realitzarà una petita tracció moderada per la zona dels apòfisis mastoides (Esparza-Ros et al., 2019; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).

A part de la talla, la **talla per edat** és un paràmetre utilitzat des dels 0 als 19 anys conegut també com a **longitud per edat** en infants de 0 a 23 mesos d'edat. Es classifica la seva puntuació Z de la següent manera: retard del creixement ( $<-2$ ), talla dins la normal ( $\geq-2$  -  $\leq 2$ ), altura alta ( $>2$ ); aquesta última indica un desordre endocrí i no tant un problema de tipus nutricional (WHO, 2007a; WHO, 2007b; WHO, 2008).

### 2.2.1.3 IMC

L'índex de massa corporal o índex de Quetelet és un dels índex més utilitzats per conèixer la massa corporal i predir l'estat de salut nutricional de la persona. S'estima el valor a partir de la massa corporal i de la talla del subjecte. Sent la fórmula la següent:

$$IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{talla}^2 (\text{m}^2)$$

Segons el resultat obtingut es classifica el seu estat nutricional (en població adulta) de la següent manera:  $<18.5$  kg/m<sup>2</sup> pes insuficient, 18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup> normopès, 25-29.9 kg/m<sup>2</sup> sobrepès, 30- $>50$  kg/m<sup>2</sup> obesitat. (Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015; Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad [SEEDO], 2000).

És l'índex més utilitzat per a predir la obesitat o corpulència en la població però té la limitació de no ser capaç de mostrar la distribució de la grassa corporal ni distingir entre la massa magra i la grassa (Almeida et al., 2016; Bellido Guerrero et al., 2017; Mataix & López-Jurado, 2015; Yoo, 2016).

El **pes per la talla/longitud** i l'**IMC per edat** són dos paràmetres estandarditzats: el pes per la longitud s'utilitza en infants fins els 23 mesos i el pes per la talla fins als 59 mesos. L'IMC per edat, no obstant, encara que pot ser utilitzat des dels 0 anys d'edat, és més comú utilitzar-lo a partir dels 60 mesos. Es classifiquen segons la puntuació Z següent: malnutrició moderada i baix pes ( $<-1$ ), normopès ( $\leq-1$  -  $\geq 1$ ), sobrepès ( $>1$  -  $<2$ ) i obesitat ( $>2$ ) (WHO, 2007a; WHO, 2007b; WHO, 2008).

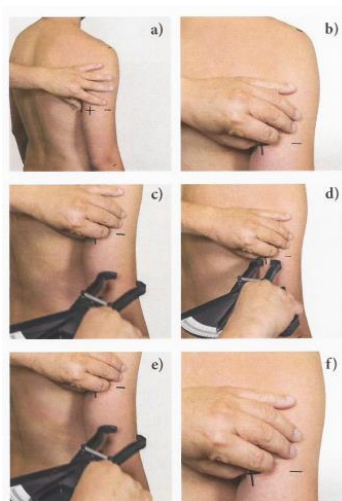
## **2.2.2 Altres mètodes antropomètrics**

Existeixen altres mètodes de valoració corporal antropomètrica, encara que són més invasius però permeten determinar o estimar la massa grassa i muscular de l'individu (Leyes et al., 2019). Aquests són els plecs cutanis i les circumferències o perímetres corporals. Totes aquestes mesures es duen a terme a la part dreta del cos de l'individu, excepte en el cas de no ser factible, aleshores s'utilitzaria l'altre banda del cos per a realitzar-les (Esparza-Ros et al., 2019).

### **2.2.2.1 Plecs cutanis**

Són les mesures antropomètriques més difícil de realitzar, amb els nivells més baixos de certesa i precisió (Leyes et al., 2019). No obstant són de les més efectives per conèixer el greix subcutani i obtenir la massa grassa de l'individu. Es realitzen traccionant la pell i el teixit subcutani, amb el dit polze i l'índex, separant-los del múscul i creant un plec. Per practicar-les, s'han de localitzar de forma acurada els punts on es duren a terme aquests plecs. Un cop realitzat el plec es mesurarà aquest amb el plicòmetre o lipocalibrador en una posició de 90º amb el lloc de mesura. La lectura del plicòmetre es realitzarà dos segons després d'aplicar la pressió total del plicòmetre sobre el plec (Esparza-Ros et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015). Per tal de reduir l'error, cada mesura es realitzarà entre dos i tres vegades; la segona ronda es realitzarà un cop s'hagin realitzat totes les mesures de la primera (Esparza-Ros et al., 2019; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015). A partir d'unes fórmules es calcularà el % de grassa total. Els 8 plecs més utilitzats són els de les extremitats superiors: els plecs tricipital i bicipital; els del tronc: el subescapular, el de la cresta ilíaca, el supraespinal i l'abdominal; i de les extremitats inferiors: els del múscle anterior i la cama. Encara i així, es podria obtenir el % de grassa a partir de 4 (tricipital, bicipital, suprailíac i subescapular) dels 8 totals (Esparza-Ros et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).

**Figura 6.** Exemple de tècnica de mesura dels plecs cutanis.



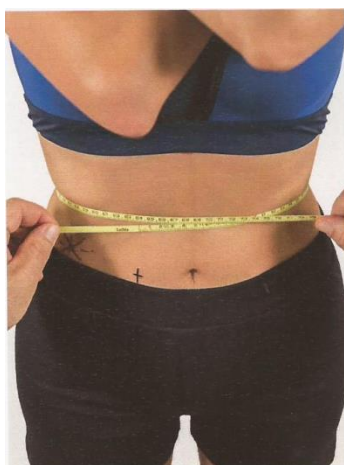
Font: Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R. & Marfell-Jones, M. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría

### **2.2.2.2 Perímetres o circumferències corporals**

S'utilitzen per conèixer o detectar el grau d'obesitat (malnutrició) i desnutrició donat que, juntament amb els plecs cutanis, permeten conèixer la mesura de la massa muscular del subjecte (Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019). Les mesures més comunament realitzades són els perímetres del braç relaxat, de la cintura o abdomen, del maluc, del muscle mig i de la cama (Esparza-Ros et al., 2019). Els perímetres bàsics utilitzats en població infantil són el perímetre del braç, que permet conèixer el grau de desnutrició proteica (massa muscular) i els perímetres cefàlic i toràcic. Aquests dos últims, s'utilitzen de forma conjunta per a conèixer el correcte creixement i desenvolupament en etapes primerenques i són indicadors de desnutrició primerenca; en etapes posteriors del creixement s'utilitzen com a marcador comparatiu d'estat nutricional deixant de ser mesures tant transcendents (Mataix & Leis, 2015; Mataix & López-Jurado, 2015). Els perímetres de cintura i abdomen són més utilitzats per a conèixer la distribució de la massa grassa corporal (Mataix & López-Jurado, 2015).

Per obtenir els perímetres s'utilitza una cinta antropomètrica i un calaix antropomètric, aquest últim per a les mesures del tronc i part inferior del cos. En el moment de la mesura la cinta ha de quedar horitzontal a la zona de mesurament. La lectura de la cinta s'ha de realitzar en el punt en que l'extrem de la mateixa arribi al punt inicial i els ulls de l'antropometrista han d'estar a l'alçada d'aquest punt (Esparza-Ros et al., 2019).

**Figura 7.** Exemple de tècnica per a mesurar els perímetres corporals.



**Recuperada de:** Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R. & Marfell-Jones, M. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría

- **Perímetre del braç relaxat:** la mesura es realitza en el punt mig acromial-radial. També pot utilitzar-se la mesura del braç flexionat i contret on la mesura es realitza en el punt més alt del bíceps (Esparza-Ros et al., 2019; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).  
El **perímetre del braç per l'edat** s'utilitza en població fins a 59 mesos d'edat per identificar malnutrició. La puntuació Z es classifica segons si la circumferència és prima (=malnutrició) ( $<-1$ ) o dins la normalitat ( $\leq-1$  -  $\geq 1$ ). Puntuacions de Z superior mostren una circumferència gran ( $>1$  -  $\leq 2$ ) o molt gran ( $>2$ ) per edat (WHO, 2007a; WHO, 2008) .
- **Perímetre de la cintura o abdomen:** és el punt més estret entre la vora costal lateral inferior (10<sup>a</sup> costella) i la cresta ilíaca. És una de les mesures més utilitzades donat que permet conèixer el contingut de grassa abdominal (Bellido Guerrero et al., 2017; Esparza-Ros et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2009)
- **Perímetre del maluc:** és el punt que passa per la zona més externa del gluti o natja. El subjecte ha de tenir les cames tancades i els braços creuats sobre el tòrax en el moment de la presa de la mesura (Esparza-Ros et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).
- **Perímetre del muscle mig:** és el punt mig entre el plec inguinal i el patellare (punt mig de la zona superior del genoll) (Esparza-Ros et al., 2019).
- **Perímetre de la cama:** és el punt on s'obté el perímetre màxim de la cama (Esparza-Ros et al., 2019).

- **Perímetre cefàlic:** és el punt que passa sobre els ossos frontals del crani, a nivell de la glabella i per la part més protuberant dels crani de la part posterior del cap (Centers for Disease Control and Prevention, 2016a; de Onis et al. 2004). El **perímetre cefàlic per l'edat** es realitza des dels 0 als 59 mesos d'edat. Es classifica segons la puntuació Z en: microcefàlia (<-2), normal ( $\geq -2$  a  $\leq 2$ ), macrocefàlia (>2) (Centers for Disease Control and Prevention, 2016a, WHO, 2007a).
- **Perímetre del tòrax:** Punt mesoesternal (Punt mig de l'estèrnum). La mesura es du a terme al final d'una espiració normal (Mataix & López-Jurado, 2015).

Relacionats amb els perímetres existeixen dos índexs o indicadors que permeten conèixer la distribució de la grassa corporal. El més conegut és l'**índex cintura-maluc (ICM)**, que ha estat molt utilitzat com a indicador de la grassa central i que es calcula a partir dels perímetres de la cintura i el maluc de la següent manera (Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015):

$$ICM = \text{perímetre de la cintura (cm)} / \text{perímetre del maluc (cm)}$$

Els valors de normalitat de referència són: 0,71 – 0,85 en les dones i de 0,78 – 0,90 en els homes, valors superiors es consideren obesitat de tipus central (WHO, 2008). No obstant no distingeix entre grassa subcutània abdominal i visceral per la qual cosa és més utilitzada la mesura del perímetre de la cintura de forma independent com a indicador de grassa intraabdominal (Bellido Guerrero et al., 2017; Mataix & López-Jurado, 2015).

Per una altra banda, actualment està en augment l'ús de l'**índex cintura-talla (ICT)** (*Weight-height ratio* en anglès (WHtR)) el qual ha demostrat una millor predicció d'adipositat central i risc cardiovascular associat que altres mètodes (índex cintura-maluc, IMC o perímetre de la cintura) (Ashwell et al., 2012; Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019; Perona et al., 2017; Yoo, 2016). L'índex cintura-talla és un índex senzill d'utilitzar i poc dependent de l'edat. S'obté a partir de la següent fórmula:

$$ICT = \text{perímetre de la cintura (cm)} / \text{talla (cm)}$$

Es considera universalment com a punt de tall el valor de 0.5. Valors superiors o iguals a aquest correspondrien a una elevada grassa visceral i per lo tant a l'existència d'un risc cardiovascular

tant en població infantil com en adults. No obstant, en població menor a 6 anys no es recomana utilitzar-lo ni tampoc en població preescolar donat que aquest índex no es troba validat en aquesta població (Yoo, 2016). Aquest únic punt de tall per a tota la població es deu a que el propi índex contempla la complexió del subjecte (Leyes et al., 2019) i no com succeeix amb la mesura del perímetre de la cintura, donat que subjectes amb mateix perímetre però diferent talla tindran diferent risc cardiovascular (Ashwell et al., 2012; Yoo, 2016).

### **2.2.2.3 Diàmetres o paràmetres transversals**

S'utilitzen per valorar l'estat nutricional, sobretot el creixement i desenvolupament. Els més bàsics són el de l'húmer (distància entre epicòndil lateral i medial de l'húmer), el del biostiloideu (canell) (distància entre apòfisi estiloides lateral del radi i la part més medial de l'apòfisi estiloides del cúbit) i el del fèmur (distància entre el còndil lateral i medial del fèmur). Per tal de mesurar-los, es situa al subjecte en posició antropomètrica assegut i en el cas del biostiloideu, col·locant la mà sobre el genoll. L'instrument per a prendre les mesures és el paquímetre el qual s'agafa entre les dues mans, una mà en cada braç de l'instrument. Es col·loca el primer braç del paquímetre en el primer punt antropomètric i l'altra braç en el punt final del punt antropomètric (Esparza-Ros et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).

**Figura 8.** Exemple de tècnica per mesurar el diàmetres corporals.



**Recuperat de:** Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R. & Marfell-Jones, M. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría



### **2.2.3 Mètodes de valoració de la composició corporal no antropomètriques:**

Són mètodes que permeten conèixer la composició del cos de forma doblement indirecta permetent distingir entre massa grassa i massa lliure de grassa o distingir en diferents teixits (teixit ossi, muscular, adipós, pell i vísceres). No obstant, la majoria són poc utilitzats en la valoració nutricional en la pràctica clínica degut a l'alt cost i la gran participació que es requereix per part del subjecte, pel que el seu ús queda més restringit a la investigació i estudis clínics. El mètode d'elecció dependrà del comportament corporal a estudiar i el cost assumible. Dels mètodes existents els més comunament utilitzats són:

- **La impedància bioelèctrica (BIA):** és la tècnica més utilitzada tant en clínica com en investigació per la seva senzillesa, per ser poc invasiva, pel baix cost relatiu i per no requerir d'un tècnic especialitzat per a la seva utilització. El mètode es basa en el pas de corrent a baixa freqüència (1-5 kHz) i utilitza la resistència (R) i reactància ( $X_c$ ) corporal per obtenir la composició de l'aigua corporal total i l'aigua intra i extracel·lular permetent, a partir d'aquestes mesures i a través de models matemàtics i referències poblacionals, conèixer la massa lliure de grassa i indirectament obtenir la massa grassa (Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).

S'ha de tenir en consideració que certs factors poden afectar a la conductivitat elèctrica i aquesta a la correcta mesura. Aquests són majoritàriament els factors ambientals com la temperatura de la sala (vasodilatació o vasoconstricció) i les condicions en que es mesura a la persona (dejuni, mateixa hora del dia o temperatura corporal -la persona no ha d'haver realitzat exercici abans o trobar-se en estat febril-), haver buidat la bufeta abans de la mesura, la hidratació corporal (sobretot en persones d'edat avançada la hidratació és menor i pot donar certs errors de mesura) o el període menstrual en cas de les noies, ... (Leyes et al., 2019; Sergi et al., 2016).

- **L'absorciometria de doble energia de raig X (DEXA):** també coneguda com absorciometria de fotons. Es basa en la diferència creada entre la mesura del pas de fotons a dos nivells d'energia (nivells baixos) el que permet estimar la massa grassa, la massa lliure de grassa i la massa òssia. És el mètode de referència actual. Es troba en la majoria d'hospitals pel que és de fàcil accessibilitat, però té la limitació de que es tracta d'un mètode costós i necessita d'un professional qualificat per a la seva utilització (Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).

- **La tomografia axial computeritzada (TAC):** és una tècnica basada en diagnòstic d'imatge total o parcial del cos. El subjecte és sotmès a un feix de rajos X en la part del cos a estudiar. Segons la densitat del teixit la imatge creada per la radiació serà més o menys densa creant la imatge final bidimensional. És el mètode més útil i vàlid per a conèixer la composició corporal a nivell de teixits i el mètode de referència per a conèixer la grassa abdominal degut a que es pot obtenir la imatge del tall d'entre la L3 i la L5. No obstant, té la limitació de la radiació causada al subjecte i l'alt cos del seu ús (Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).
- **La ressonància magnètica:** permet reconstruir els teixits en tres dimensions gràcies a un camp magnètic de protons. L'energia aplicada al subjecte és la que serà remesa de nou pel receptor creant la imatge corporal o la porció corporal concreta a estudiar. És molt útil per conèixer l'agua corporal total i la massa grassa. No té la limitació de la radiació però sí té l'inconvenient del temps de durada de la prova i el seu cost (Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019; Mataix & López-Jurado, 2015).

### 2.3 Valoració bioquímica i biomarcadors clínics

L'anàlisi de la valoració de la ingesta i l'antropometria permet obtenir una primera avaluació de l'estat nutricional de la persona. No obstant, la utilització de paràmetres o marcadors bioquímics són un mètode més precís i sensible de valoració nutricional de l'individu, el qual permet conèixer l'estat de salut de la persona a partir de la biodisponibilitat de un o varis nutrients determinats. Els indicadors bioquímics s'obtenen generalment de mostres biològiques sanguínies o d'excreció (orina, femta), però també de teixits (muscular, adipós), o altres de fàcil obtenció com ungles, cabells o saliva. Els indicadors més utilitzats són: b-carotens,  $\alpha$ -tocoferol, àcid ascòrbic, licopens, homocisteïna, àcid fòlic, vitamina D, calci, fòsfor, seleni, zinc, sodi, potassi, ferro, greixos i fibra (Arija Val, et al., 2019; Henríquez et al., 2006; Picó Segura et al., 2017). No obstant, s'ha de tenir present que també tenen limitacions i no sempre aquests marcadors reflecteixen la quantitat d'aliment i nutrients ingerits. Això es deu a la biodisponibilitat dels nutrients en l'organisme i a certes interaccions entre nutrients, fàrmacs o reaccions enzimàtiques que en modifiquen la seva absorció o al control homeostàtic del propi organisme, o a les variacions temporals entre la ingesta i les concentracions plasmàtica dels nutrients o altres determinants no dietètics com l'estil de vida, l'estat fisiològic o la presència de malaltia (Henríquez et al., 2006; Farran & Corpas, 2019; Parrish et al., 2003).

### 3. Els trastorns del neurodesenvolupament: El trastorn de l'espectre de l'autisme

#### 3.1 Definició i classificació

Els trastorns del neurodesenvolupament o desenvolupament neurològic són un conjunt de trastorns psicològics els quals agrupen la discapacitat intel·lectual, els trastorns de la comunicació, el trastorn de l'espectre de l'autisme (TEA), el trastorn per dèficit d'atenció amb hiperactivitat (TDAH), el trastorn específic de l'aprenentatge, els trastorns motors i els trastorns per tics segons la classificació diagnòstica vigent del *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) (American Psychological Association [APA], 2013).

Concretament, el trastorn de l'espectre de l'autisme és una condició complexa del desenvolupament caracteritzada per afectacions en la interacció social i comunicació (verbal i no verbal), i amb patrons del comportament repetitius i restrictius o comportament estereotipat. Dins el ventall TEA s'engloben diferents subtipus d'autisme els quals es trobaven més diferenciats en el DSM-IV, com són la Síndrome d'Asperger, la Síndrome de Rett, el trastorn desintegratiu de la infància (CDD), el trastorn generalitzat no específic del desenvolupament (PDD-NOS), i el propi autisme.

EL TEA difereix entre persones en la severitat del trastorn i quant a la combinació de la varietat de la simptomatologia, així persones amb el mateix trastorn poden no comportar-se de la mateixa manera. Alhora, aquesta simptomatologia pot, en alguns casos, agreujar-se amb el temps podent expressant-se de manera diferent segons l'edat, sexe i les morbiditats existents. A la **Taula 8** trobem els criteris de diagnòstic vigent publicats pel DSM-V.

**Taula 8.** Criteris de diagnòstic del DSM-5 pel Trastorn de l'Espectre de l'Autisme

<b>Trastorn de l'espectre de l'autisme (DSM-5)</b>	
<b>A.</b>	<b>Dèficits persistents en la comunicació social i en la interacció en diferents contextos</b> , com es manifesta en els punts següents, en el moment actual o en el passat (els exemples són il·lustratius però no exhaustius): <ol style="list-style-type: none"><li>1. Deficiències en la reciprocitat socio-emocional que varien, per exemple, des d'aproximacions socials anormals i fracàs per mantenir una conversa d'anada i tornada, passant per la disminució en interessos, emocions o afectes compartits, fins el fracàs per iniciar o respondre a les interaccions socials.</li><li>2. Deficiències en les conductes comunicatives no verbals emprades en la interacció social que varien, per exemple, des d'una comunicació verbal i no verbal poc integrada, passant per anomalies en el contacte visual i en el llenguatge corporal o deficiències en la comprensió i en l'ús de gestos, fins una falta total d'expressió facial i de comunicació no verbal.</li><li>3. Deficiències en el desenvolupament, manteniment i comprensió de les relacions que varia, per exemple, des de dificultats per ajustar el comportament en diversos contextos socials, passant per dificultats per compartir jocs imaginatius o per fer amics, fins a la manca d'interès per altres persones.</li></ol> <p><i>Especificar</i> la severitat actual: La severitat es basa en el deteriorament de la comunicació social i en patrons de comportament restringits i repetitius</p>
<b>B.</b>	<b>Patrons restrictius i repetitius de comportament, interessos o activitats</b> , que es manifesta en dos o més dels punts següents, en el moment actual o en el passat (els exemples són il·lustratius però no exhaustius): <ol style="list-style-type: none"><li>1. Moviments, ús d'objectes o parla estereotipats o repetitius (p. ex., estereotípies motores simples, alineació de les joguines o canvi de lloc dels objectes, ecolàlia, frases idiosincràtiques).</li><li>2. Insistència en la monotonia, excessiva inflexibilitat de rutines o patrons ritualistes de comportament verbal o no verbal (p. ex., gran angoixa davant petits canvis, dificultats amb transicions, patrons de pensament rígids, salutacions ritualistes, necessitat de fer el mateix camí o de menjar els mateixos aliments cada dia).</li><li>3. Interessos molt restringits i fixes que són anormals en quant a la seva intensitat o focus d'interès (p. ex., fort vincle o preocupació per objectes inusuals, interessos excessivament circumscrits o perseverants).</li><li>4. Hiper- o hiporreactivitat als estímuls sensorials o interès inusual en aspectes sensorials de l'entorn (p. ex., indiferència aparent al dolor/temperatura, resposta adversa a sons o textures específics, ensumar o palpar objectes de forma excessiva, fascinació visual per les llums o moviment).</li></ol> <p><i>Especificar</i> la severitat actual: La severitat es basa en el deteriorament de la comunicació social i en patrons de comportament restringits i repetitius.</p>
<b>C.</b>	<b>Els símptomes han d'estar presents en les primeres fases del període de desenvolupament</b> (però poden no manifestar-se totalment fins que la demanda social supera les capacitats limitades, o poden estar emmascarades per estratègies apreses en fases posteriors de la vida).
<b>D.</b>	<b>Els símptomes generen un deteriorament clínicament significatiu</b> a nivell social, laboral o altres àrees importants del funcionament habitual.

**Nota:** Als pacients amb un diagnòstic ben establert segons el DSM-IV de trastorn autista, trastorn d'Asperger o trastorn generalitzat del desenvolupament no especificat d'un altra forma, s'aplicarà el diagnòstic de trastorn del espectre autista. Els pacients amb deficiències notables de la comunicació social, els símptomes dels quals no compleixen els criteris de trastorn de l'espectre autista, hauran de ser avaluats per diagnosticar el trastorn de la comunicació social (pragmàtica).

*Especificar* si:

**Amb o sense dèficit intel·lectual associat**

**Amb o sense deteriorament del llenguatge associat**

**Associat a una afecció mèdica o genètica, o a un factor ambiental conegut**

**Associat a un altre trastorn del neurodesenvolupament, mental o del comportament**

**Amb catatonía**

Nivells de severitat del trastorn de l'espectre autista		
	Comunicació social	Comportament restrictiu i repetitiu
<b>Nivell 3:</b> "requereix suport molt substancial"	Dèficits severos en les habilitats de comunicació social verbal i no verbal causen severes discapacitats de funcionament; inici d'interaccions socials molt limitat i resposta mínima a les aproximacions socials dels altres.	Les preocupacions, rituals fixos i/o conductes repetitives interfereixen marcadament en el funcionament en tots els àmbits. Malestar accentuat quan s'interrompen rituals o rutines; resulta molt difícil apartar-lo d'un interès fix o bé hi retorna ràpidament.
<b>Nivell 2:</b> "requereix suport substancial"	Dèficits marcats en les habilitats de comunicació social verbal i no verbal; discapacitat social aparent (fins i tot amb suport); inici d'interaccions socials limitat i resposta mínima a les aproximacions socials dels altres.	Apareixen amb prou freqüència com per ser evidents per l'observador casual i interfereixen en el funcionament en contextos diversos. S'evidencia malestar o frustració quan s'interrompen els rituals i conductes repetitives; dificultat per apartar-lo d'un interès fix.
<b>Nivell 1:</b> "requereix suport"	Generen discapacitats observables, sense rebre suport. Té dificultats per iniciar interaccions socials i mostra exemples clars de respostes atípiques o no exitoses a les aproximacions socials d'altres. Pot aparentar una disminució en l'interès a interaccionar socialment.	Causen interferència significativa en el funcionament en un o més contextos. Es resisteix als intents dels altres per interrompre rituals i conductes repetitives o bé a ser apartat d'un interès fix.

Recuperat de: American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>

### 3.2 Prevalença i manifestacions clíniques del TEA

La prevalença dels trastorns del neurodesenvolupament ha anat en augment en els últims anys. Actualment 1 de cada 6 nens/es entre 3-17 anys ha estat diagnosticat d'algun tipus de trastorn del neurodesenvolupament (Zablotsky et al., 2019). En relació al TEA, aquest trastorn afecta en la població infantil a 1 de cada 54 nens/es (Maenner et al., 2020) i en població adulta s'ha trobat recentment afectació en 1 de cada 45 adults (Dietz et al., 2020). Pel que fa al sexe, en general, els estudis realitzats en població TEA mostren una proporció molt més elevada en el sexe masculí amb un rati de 4:1 (Maenner et al., 2020; Morales-Hidalgo et al., 2018).

El diagnòstic i tractament precoços són decisius per tal de reduir els símptomes de l'autisme i millorar la qualitat de vida tant de les persones amb el trastorn com també el dels seus familiars. Des d'una edat primerenca (6 mesos aproximadament) es poden començar a apreciar manifestacions clíniques pròpies del TEA també anomenats signes d'alarma (*red flags*):

- Contacte i seguiment visual atípic
- No resposta al propi nom
- Limitacions davant els estímuls socials

Generalment, els signes d'aquestes manifestacions en els infants es troben en edats entre els 18-36 mesos d'edat, degut a que al voltant dels 24 mesos la estabilitat de la simptomatologia del TEA s'ha consolidat, per lo qual es pot establir un diagnòstic clínic més fiable. No obstant, l'edat de diagnòstic s'estima entre els 4 i els 5 anys d'edat.

En els nens més petits els problemes es relacionen amb el retard o la regressió en el desenvolupament i/o discurs i en comportament inadequat (Mukherjee, 2017; Ozonoff et al., 2014; Palomo et al., 2012; Zwaigenbaum et al., 2015). EL TEA implica una condició persistent al llarg de la vida. Les seves manifestacions evolucionen a mesura que el nen creix , dificultant les relacions socials i afectant-lo en l'àmbit acadèmic. Les principals característiques d'aquesta simptomatologia es detallen a continuació (Mukherjee, 2017; Ozonoff et al., 2014; Palomo et al., 2012; Zwaigenbaum et al., 2015):

En l'àmbit dels **dèficits de comunicació i interès social es troben:**

- Absència de somriure social
- Absència o disminució de comportament no verbal (contacte ocular, expressions facials, llenguatge corporal,...)
- Incapacitat de reaccionar adequadament (timidesa extrema, desatenció,...) davant una situació social. Existeix la necessitat de varis intents en el subjecte per tal d'obtenir-ne resposta.
- Absència o limitació en quant a gaudir amb altres persones.
- Dificultat per a fer amics
- Comportament atípic cap a familiars i cuidadors, excessiva familiaritat o absència d'inhibicions socials
- Excessiva familiaritat o ansietat davant lo desconegut
- Conducta d'instrumentalització de l'adult
- Dificultats en el llenguatge verbal: presentació anormal de sons, discursos sense sentit, ecolàlia (repeticions de paraules i frases), neologismes (substitucions de paraules per sons sense sentit)
- Incapacitat pera mantenir una conversa o discurs
- No comprendre el sarcasme, els acudits o expressions no literals

- Parlar de temes restringits o realitzar preguntes excessives, patrons de pensament rígid
- Incapacitat per respondre adequadament, utilització adequada de gestos i expressions facials

Com a **comportament atípics (com interessos i activitats restrictius i repetitius)** es troben:

- Moviments repetitius: balanceig, donar voltes o girar, moviments amb parts del cos, aleteig,...
- Presència se moviment estereotipats, conductes repetitives com jugar amb objectes i realitzar la mateixa acció una vegada rere l'altre.
- Preocupació inusual i restrictiva per idees o objectes
- Ús estereotipat i repetitiu de joguines i objectes
- Inflexibilitat i adherència a coses específiques, ritual i rutines en l'àmbit quotidià com en el vestir, menjar, ...
- Alteracions sensorial atípiques, irritabilitat i reaccions extremes davant estímuls, dificultats per regular respostes a estímuls sensorials (hipo/hipersensibilitats):
  - auditiva (absència de resposta o reacció exagerada davant del soroll)
  - tàctil (rebutjar menjar certs tipus d'aliments o textures; vestir certs teixits; o necessitats de sabors forts, contacte físic,...)
  - olfactiva (malestar davant certes olors de menjars, objectes o persones, o tot el contrari)
  - visual (poc contacte ocular, malestar davant de molts estímuls visuals com colors, llums, ...)

Juntament amb la simptomatologia del trastorn de l'espectre de l'autisme coexisteixen comorbiditats associades amb una prevalença superior comparat amb la població neurotípica (Hossain et al., 2020; Mannion et al., 2013a, 2013b). Entre elles es troben altres alteracions del neurodesenvolupament com el retard en el llenguatge, condicions físiques com trastorns del son (Díaz-Román et al., 2018), problemes de motricitat (Fournier et al., 2010), la discapacitat intel·lectual, el TDAH (Stevens et al., 2016); problemes fisiològics com són els problemes gastrointestinals (GI) (Iglesias-Vázquez et al., 2020); i altres psicopatològiques com el trastorn obsessiu-compulsiu (TOC), i els problemes conductuals i de regulació emocional (Konst & Matson, 2013; Pisula et al., 2017), generalment l'ansietat (van Steensel & Heeman, 2017) i la depressió (Menezes et al., 2018).

Aquestes condicions persisteixen des de la infantesa-adolescència fins l'edat adulta i s'associen a un funcionament social més deteriorat (Shaltout et al., 2020). Les comorbiditats juntament amb la simptomatologia pròpia del TEA comporten una inferior qualitat de vida en la població TEA (Graham et al., 2020; Shaltout et al., 2020) i una incidència més elevada de mortalitat prematura comparada amb la població neurotípica.

### 3.3 Factors de risc del TEA

El TEA és un trastorn multifactorial d'origen pre i perinatal amb una gran heretabilitat. Estudis realitzats amb germans bessons i familiars de persones amb TEA han trobat que aquesta heretabilitat era superior al 40% i arribava a valors fins el 90% (Ristori et al., 2019; Taylor et al., 2020). Actualment no es coneixen les causes de l'aparició del trastorn, s'ha vist que els marcadors o factors de risc que contribueixen en el desenvolupament del TEA són multi causals. Aquests inclouen factors genètics i ambientals.

- **Factors genètics:** En l'actualitat s'han descobert més de 100 gens i regions gèniques associades a l'autisme. Mutacions heterozigotes de *novo* en una línia germinal podrien donar lloc a canvis des d'un sol nucleòtid (una base) o fins a centenars de milers de bases, també anomenat variacions en el número de còpies (*copy number variations*, CNVs), podent afectar a la codificació de proteïnes del genoma associant-se així a un alt risc d'autisme (Bhandari, et al., 2020a; de Rubeis & Buxbaum, 2015; Lord et al., 2020). Algunes variants podrien transmetre's a través dels progenitors sent aquests portadors asimptomàtics del gen. La relació entre aquestes mutacions i la fisiopatologia de l'autisme segueix sense ser clara a causa de les múltiples funcions possibles dels gens en les regions cerebrals i la seva variabilitat fenotípica. Proteïnes codificades per gens de risc d'autisme podrien modificar l'estructura neuronal alterant la funció sinàptica i traduir-se en una afectació del comportament. Els gens més estudiats, són *SCN2A*, *CHD8*, i el gen *SHANK3*, les mutacions en aquests gens es troben vinculades amb la simptomatologia de l'autisme (Al-Dewik et al., 2020; de Magistris et al., 2010). Generalment, els gens estudiats no es troben exclusivament relacionats amb el TEA, sinó que poden veure's involucrats en altres condicions neurològiques com l'esquizofrènia, l'epilèpsia o altres patologies (de Rubeis & Buxbaum, 2015).
- **Factors ambientals prenatals:** diversos elements ambientals poden ser probables factors contribuents de TEA. Entre ells, es troben:



- **L'edat parental avançada** (tant paterna com materna) com a factor de risc de TEA (Modabbernia et al., 2017), associant-se amb l'augment de la quantitat de mutacions de *novo* amb la progressió de l'edat (Al-Dewik et al., 2020; de Rubeis & Buxbaum, 2015). Wu et al. (2017) en el seu metaanàlisi van trobar un increment del risc de TEA del 18-21% per cada 10 anys que augmentava l'edat parental.
- **L'exposició prenatal** inclou com a factors etiopatogènics principals, el breu interval entre embarassos (Cheslack-Postava et al., 2011), l'estrès, les afectacions inflamatòries, o l'ús de fàrmacs com el *valproat* o psicotròpics en l'embaràs (Christensen et al., 2013; Modabbernia et al., 2017).

També, certs estudis han associat factors dietètics com l'obesitat materna (Wang et al., 2016; Windham et al., 2019), la diabetis mellitus gestacional (Lord et al., 2020) i la pròpia dieta materna amb un risc de TEA. Encara que no s'han trobat els punts claus entre la relació de dèficits nutricionals durant l'embaràs i l'aparició del TEA, certs dèficits nutricionals podrien afectar en el desenvolupament cerebral del nen. Entre els factors de risc dietètics s'inclouen el folat, l'estat de ferro, la ingesta d'àcids grassos poliinsaturats (AGPI) com l'omega-3 ( $\omega$ -3), omega 6 ( $\omega$ -6), el zinc, i les insuficiències de vitamina D (Bhandari, et al., 2020b; Bjørklund et al., 2019; Castro et al., 2016; Field, 2014; Modabbernia et al., 2017; Schmidt et al., 2012; Steenweg-de Graaff et al., 2016). En relació als àcids grassos i centrant-nos en el tipus d'enllaç, Steenweg-de Graaff et al. (2016) i López-Vicente et al. (2019) van suggerir que els AGPI estaven relacionats amb el neurodesenvolupament fetal; un rati elevat de  $\omega$ -6: $\omega$ -3 o inferior d'  $\omega$ -3: $\omega$ -6 en sang materna es van associar a trets de TEA en els fills als 6 anys d'edat (Steenweg-de Graaff et al., 2016) i a índex més elevats de TDAH en els fills als 7 anys (López-Vicente et al., 2019). Aquesta afectació va ser sobretot deguda a la concentració sanguínia superior de  $\omega$ -6 i en la part mitja de l'embaràs, pel que es suggereix una ingesta no només adequada de AGPI  $\omega$ -3 sinó inferior de  $\omega$ -6 (Steenweg-de Graaff et al., 2016).

En relació als àcids grassos i centrant-nos en el nombre de carbonis, els àcids grassos de cadena curta (AGCC) s'han associat a l'alteració de la microbiota intestinal materna i en conseqüència en una afectació fetal. Aquest AGCC, els quals inclouen acetat, propionat i butirac, es produeixen degut a la fermentació de la fibra duta a terme per la microbiota intestinal. D'entre les funcions dels AGCC es troben la regulació de processos relacionats amb el sistema nerviós central (SNC) com la síntesis i alliberament

de neurotransmissors; també juguen un paper en l'expressió gènica i promouen el creixement de cèl·lules mare fetals (neuroesferes) i la diferenciació de cèl·lules mare embrionàries a cèl·lules neuronals; per la qual cosa els AGCC tenen un paper clau en l'eix intestí-cervell i en un possible eix cerebral materno-fetal. No obstant, un estudi en rates va suggerir que una exposició prenatal a elevades quantitats de certs AGCC com el propionat podien comportar una afectació en el comportament social del nonat i en la resta d'etapes del seu desenvolupament (Foley et al., 2014). Yang et al. (2019) van trobar que certs nivells fisiològics de AGCC augmentaven la tasa de creixement de les cèl·lules progenitores neuronals humanes i induïen a mitosis cel·lular, i nivells elevats d'aquests AGCC produïen toxicitat, per lo que els AGCC poden regular el desenvolupament temprà del sistema neuronal.

- **Factors perinatals** com la hipòxia al néixer (Modabbernia et al., 2016), el naixement prematur (Guy et al., 2015; Schendel & Bhasin, 2008); també s'han suggerit com a afavoridors en el desenvolupament de trastorns del neurodesenvolupament, d'entre ells el TEA (Bhandari et al., 2020b).

Altres factors ambientals com **l'exposició a contaminants tòxics** ha estat objecte d'estudi, no obstant, segueix havent controvèrsia en l'evidència en aquests factors de risc i el seu efecte en el desenvolupament del TEA, ja que depenen de diversos factors com el temps d'exposició, la concentració de la toxina i el seu mecanisme d'acció en l'organisme. Aquests inclouen la pol·lució de l'aire, induint a un augment de l'estrès oxidatiu, associant-se amb dèficits cognitius i neurocomportamental; l'exposició prenatal prolongada en el temps a certs pesticides; o el tabac, el qual s'ha associat a comorbiditats del TEA. Quantitats de metalls pesants han estat trobats en alts nivells en població TEA, sobretot el mercuri (Al-Dewik et al., 2020; Bhandari et al., 2020b; Hertz-Picciotto et al., 2010; Lord et al., 2020; Llop et al., 2017).

En canvi, l'evidència científica no associa com a factors de risc d'autisme, la vacunació, el part per cesària o l'ús de la reproducció assistida (Lord et al., 2020; Modabbernia et al., 2017).

#### 4. Estat nutricional en nens amb TEA

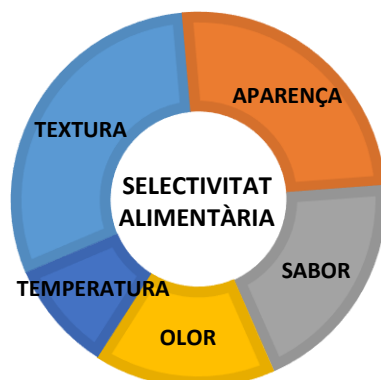
Els patrons de comportament atípic com la rigidesa o les alteracions sensorials i les comorbiditats o condicions mèdiques associades al TEA, poden també comportar dificultats en el moment dels àpats i problemes alimentaris, el que condiciona la possibilitat d'alteracions nutricionals i d'afectació de la salut i creixement de l'infant. També característiques fisiològiques pròpies en els nens amb TEA lligades al tracte digestiu ens poden ajudar a interpretar possibles patrons alimentaris específics.

##### 4.1 Patrons de conducta alimentaria

Diferents problemes alimentaris han estat trobats amb més prevalença en la població TEA que en població neurotípica. Els principals són:

- **Hiper i/o hiposensibilitats del propi comportament atípic del TEA:** Percepcions sensorials augmentades o disminuïdes i les dificultats per regular respostes a estímuls sensorials afectant a nivell auditiu, tàctil, olfactiu, visual (Nadon et al., 2011a).
  
- Generalment es parla de que els nens o la població amb TEA són primmirats amb el menjar, o sigui que tenen major **selectivitat alimentària**. Aquesta selectivitat alimentària està determinada per diferents factors com la textura (69%), aparença (58%), sabor (45%), olor (36%) i la temperatura (22%) dels aliments (Cermak et al., 2010; Hubbard et al., 2014; Johnson et al., 2008; Nadon et al., 2011a; Provost et al., 2010; Rogers et al., 2012; Schmitt & Heiss, 2008; Williams et al., 2000). Això comporta les següents característiques alimentàries (Bandini et al., 2010):
  - **Rebuig d'aliments:** número d'aliments que el nen no menjarà en relació al nombre d'aliments oferts.
  - **Repertori limitat d'aliments:** número d'aliments únics consumits en un període de temps.
  - **Alta freqüència de consum d'un aliment:** un o varis aliments són consumits  $\geq 4$  vegades al dia, poden superar la freqüència de 6 vegades a dia.

**Figura 9.** Factors que podem determinar la selectivitat alimentària



**Recuperada de:** Ristori, M. V., Quagliariello, A., Reddel, S., Ianiro, G., Vicari, S., Gasbarrini, A., & Putignani, L. (2019). Autism, Gastrointestinal Symptoms and Modulation of Gut Microbiota by Nutritional Interventions. *Nutrients*, *11*(11), 2812. <https://doi.org/10.3390/nu11112812>

Altres factors podrien ser causats per problemes motors, molt més prevalent en els infants amb TEA. Aquests comportarien períodes prolongats de retenció d'aliments a la boca, augmentant el risc de la formació de bola d'aliment i portant a problemes d'aspiració; o inclourien problemes d'ennuegament, tos, baveig, o, l'asfíxia (Buckley & Newchok, 2005; Nadon et al., 2011b; Patel et al., 2005)

L'elecció o rebuig dels aliments es podria deure no tant sols al propi aliment sinó a factors com la marca comercial, el nom del productes o l'envàs del mateix. Juntament amb els problemes sensorials i sensibilitat davant el menjar, es troben diversos rituals també davant el menjar (46%), patrons de rutines alimentàries o comportaments atípics com l'ús de certs utensilis i de la vaixel·la segons les seves característiques (13,8%), la forma de presentació del menjar (48,6%) o que els diferents aliments estiguin tocant-se entre si al plat, han estat observats en molts dels infants amb TEA (Cermak et al., 2010; Hubbard et al., 2014; Nadon et al., 2011b; Rogers et al., 2012; Schmitt & Heiss, 2008; Schreck et al., 2006).

## 4.2 Problemes gastrointestinals

Els problemes GI s'han vist associats al TEA. Comparat amb població normotípica, el risc de disfunció GI és cinc vegades superior en els TEA, sent la seva prevalença d'entre el 49,3 i el

82% i les causes d'aquesta, desconegudes. Entre la simptomatologia GI més destacada es troben el dolor abdominal, l'estrenyiment i la diarrea, encara que poden donar-se nàusees, distensió abdominal i reflux gastroesofàgic (Learder et al., 2020; McElhanon et al., 2014). Aquests problemes GI s'associen a ansietats, problemes de son, agressions i agreujament de la simptomatologia general del TEA.

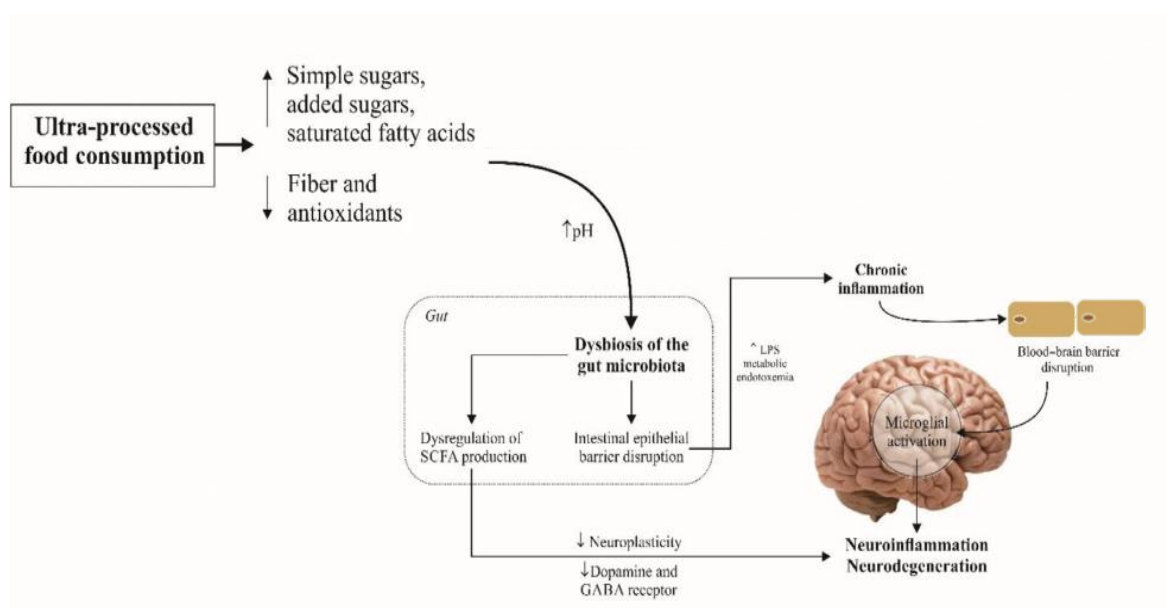
La disfunció GI podria estar relacionada amb la dieta, la permeabilitat intestinal, l'afectació de la mucosa i/o la microbiota intestinal. Sembla ser que varis estudis han observat una associació entre la simptomatologia GI i la severitat de les manifestacions de l'autisme. Estudis recents centren la seva cerca en el conegut *gut-brain microbiota axis* o eix cerebro-intestinal, el qual es centra en com la microbiota intestinal modula la funció cerebral a nivell dels sistema nerviós central a través del torrent sanguini. Això fa pensar que la microbiota intestinal jugaria un paper clau en la simptomatologia GI i per consegüent en la neuropsiquiàtrica. A l'analitzar la microbiota en la població TEA s'ha observat una disbiosi bacteriana o desequilibri microbià intestinal, trobant més microorganismes perjudicials sobretot proinflamatoris com el *Clostridium* i menys de beneficiosos i protectors com els *Bifidobacterium* en el microbioma dels infants amb TEA. El *Bifidobacterium* es troba estretament relacionat amb el metabolisme de l'àcid gammaaminobutíric (GABA), baixes concentracions del qual es trobaven correlacionats amb les conductes atípiques del TEA, l'ansietat i els trastorns socials (Iglesias-Vázquez et al., 2020; Ristori et al., 2019).

Un metaanàlisi recent va observar que les alteracions en la microbiota es relacionaven amb problemes comòrbids intestinals i amb la intensitat de la simptomatologia del TEA, veient-se una interacció bidireccional entre les bactèries intestinals i el cervell (Iglesias-Vázquez et al., 2020). El SNC controla la composició microbiana intestinal a través de pèptids després de la sàtietat, afectant la disponibilitat de nutrients; també regula la *muscina*, una proteïna que forma la mucosa, la qual es troba recobrint els enteròcits intestinals de la membrana intestinal, creant una barrera de protecció davant sobre-poblacions microbianes o d'organisme patògens; a més d'alliberar cortisol per regular la motilitat intestinal (Johansson et al., 2011; Ristori et al., 2019). La disbiosi pot associar-se a una alteració en la barrera intestinal i la seva mucosa augmentant la permeabilitat intestinal i permetent el pas a substàncies tant d'origen alimentari com bacteriana podent afectar a nivell de resposta proinflamatòria a nivell del SNC.

L'alteració microbiana també podria veure's modificada per la dieta i els hàbits alimentaris. Diferents aliments i macronutrients podrien tenir diferents efectes sobre la composició de la

microbiota i els símptomes GI. En el cas del TEA, es podria relacionar amb la pròpia selectivitat alimentària. No obstant, es podria plantejar que la actitud selectiva i rebuig alimentari es donessin com a protecció davant el malestar GI ocasionat per certs aliments (McElhanon et al., 2014; Ristori et al., 2019; Shindler et al., 2020). La preferència de consum de certs grups d'aliments com els ultraprocesats o el rebuig a altres com la verdura també modula aquesta microbiota i la simptomatologia GI i en conseqüència la pròpia del TEA. En el cas del baix consum de verdura, la conseqüent baixa ingesta de fibra implicaria una baixa producció d'àcids grassos de cadena curta (AGCC o SCFA) produïts a partir de la fermentació de la fibra. Aquests àcids grassos es troben involucrats en el bon funcionament intestinal, pel que el transit intestinal es trobaria afectat donant problemes d'estrenyiment; a més, l'alteració en els AGCC provocaria una modificació en la homeòstasis intestinal que podria afectar a la correcta producció de serotonina i dopamina a nivell cerebral, sobretot si l'alteració o el consum alimentari en si (alta en ultraprocesats) provoca una concentració elevada d'àcids grassos de cadena curta com l'àcid propiònic (PPA) (Iglesias-Vázquez et al., 2020; Martínez Leo & Segura Campos, 2020; Ristori et al., 2019).

**Figura 10:** Consum alimentari i eix *gut-brain*



**Recuperada de:** Martínez Leo, E. E., & Segura Campos, M. R. (2020). Effect of ultra-processed diet on gut microbiota and thus its role in neurodegenerative diseases. *Nutrition*, 71, Article 110609. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110609>

Possibles tractaments per la millora de la simptomatologia GI i del TEA inclourien el trasplantament de microbiota fecal o l'ús de probiòtics com a suplementació per tal de modificar la microbiota intestinal (Kang et al., 2019).

### 4.3 Consum d'aliments

#### 4.3.1 Consum alimentari i ingesta nutricional

El consum i la ingesta alimentaris han estat uns dels punts d'interès d'estudi en la població TEA, sobretot la ingesta. Degut a la combinació de la simptomatologia restrictiva i sensorial pròpia del comportament atípic del TEA i a les comorbiditats associades al trastorn, la qualitat de la dieta i la pròpia ingesta podrien estar afectades, existint un risc en l'alteració de la salut i comportant una afectació en el creixement i desenvolupament òptim de l'infant.

Pocs autors han estudiat el consum alimentari en els infants amb TEA; els que ho han fet comparaven aquest amb el de la població neurotípica i pocs amb les recomanacions dietètiques pròpies del país d'origen. Es va trobar una forta preferència alimentaria pels aliments rics en hidrats de carboni i productes amb elevada densitat calòrica com ultraprocessats i els refrescos ensucrats/els suc; les verdures, fruites i làctics eren més comunament rebutjats, sent el seu consum inferior comparat amb els infants neurotípics (Evans et al., 2012; Herndon et al., 2009; Jonhson et al., 2008; Sharp et al., 2013; Schreck et al., 2004). El consum de verdures, fruites i làctics també va ser trobat baix en comparació amb les recomanacions (Graf-Myles et al., 2013). El consum de làctics estava molt lligat a la selectivitat alimentaria o rebuig d'aquest aliment i també es relacionava amb dieta d'exclusió de caseïna de la llet, pel seu hipotètic efecte opioide sobre el sistema nerviós central i la simptomatologia TEA (*veure apartat 4.3.2*). Quant a les proteïnes, el seu consum era més controvertit, podent ser degut al tipus de proteïna consumida (Herndon et al., 2009; Sadowska & Cierebij, 2011; Schreck et al. 2004).

El mal consum alimentari afecta a la ingesta energètica i nutricional. En aquest sentit molts estudis han comparat la ingesta entre els nens/es amb TEA i la població DT. Una ingesta similar en els macronutrients es va observar entre nens/es amb TEA i sense TEA; Sharp et al. (2013) en el seu metaanàlisi trobava un baix consum de proteïna en els TEA, mentre que altres autors mostraven una possible baixa ingesta de fibra en aquesta població (Herndon et al., 2009; Hyman et al., 2012; Lockner et al., 2008). Principalment les diferències van ser observades en els micronutrients on en general els autors trobaven una més baixa ingesta en les vitamines (vitamina A, vitamina D, vitamina E, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina C, vitamina B6, vitamina B12 i àcid fòlic) i en la majoria de minerals (calci, ferro, fòsfor, zinc, potassi, el magnesi i coure) en els infants amb TEA comparat amb els nens/es DT, encara que es van trobar resultats controvertits en alguns dels nutrients estudiats (Bandini et al., 2010; Castro et al., 2016; Emond

et al., 2010; Herndon et al., 2009; Kim et al., 2010; Lockner et al., 2008; Marí-Bauset et al., 2016; Meguid et al., 2017; Raiten & Massaro et al., 1986; Sharp et al., 2013; Shearer et al., 1982; Shmaya et al., 2014; Zimmer et al., 2012).

Existeix una gran controvèrsia entre els resultats obtinguts per diferents autors pel que fa a la comparació de la ingesta dels infants amb TEA amb les recomanacions nutricionals. Alguns troben una inadequació nutricional en la ingesta de proteïna, tiamina, riboflavina, vitamina B12, fòsfor i seleni (Andrew & Sullivan et al., 2010; Hyman et al., 2012; Xia et al., 2010) mentre que aquestes eren adients en altres estudis (Hyman et al., 2012). No obstant, la majoria dels autors coincidien en la baixa i inadequada ingesta de calci i vitamina D (Attlee et al., 2015; Bicer & Alsaffar, 2013; Hyman et al., 2012; Xia et al., 2010). Aquesta vitamina juga un paper clau a nivell cel·lular, cognitiu, orgànic i ossi. En aquest últim nivell, deficiències en aquesta vitamina contribueixen a una hipocalcèmia i consegüentment a una afectació en el desenvolupament ossi; alguns autors han trobat en infants amb TEA una reducció en la densitat òssia al compararlos amb una mostra d'infants DT (Molloy et al., 2010). A més, el baix nivell d'ingesta de calci, un mineral molt necessari per a la osteogènesis òssia en els infants, pot agreujar aquest desenvolupament ossi portant a un augment del risc d'osteomalàcia i osteoporosis. A nivell cognitiu, les deficiències de calci podrien estar associades a la severitat del deteriorament social en els infant amb TEA (Guo et al., 2018); alguns autors han trobat que nivells adequats d'aquest mineral i un bon nivell de ferro es correlacionen amb un desenvolupament cognitiu i neurològic correcte en els infants amb TEA. Inadequació en minerals com el ferro o el magnesi podrien afectar i agreujar la simptomatologia del TEA; els dèficit de ferro comporten canvis d'humor i baixa concentració a més de comportar anèmia i afectació en el creixement; i les deficiències en magnesi en general afecten a la irritabilitat i excitabilitat (Guo et al., 2018; Meguid et al., 2017; Ranjan & Nasser, 2015).

#### **4.3.2 Dietes alimentàries específiques**

Molts nens/es amb TEA segueixen dietes d'eliminació o exclusió com a forma d'intervenció terapèutica. Certes intervencions dietètiques podrien ser útils per a disminuir la simptomatologia del TEA. Les dietes es centren en la millora de l'activitat cerebral gràcies a la seva relació amb el microbioma intestinal (*gut-brain microbiota axis*). Les més utilitzades són:



- **Dieta sense gluten i sense caseïna** (*Gluten-free/casein free diet, (GF/CF diet)*): aquesta és la més utilitzada. L'eliminació del gluten i la caseïna de la dieta es deu a la hipòtesis o la teoria de l' "excés d'opioide" que planteja que el TEA és degut a un trastorn metabòlic. Segons varis estudis, la població amb TEA té una major permeabilitat intestinal (Boukthir et al., 2010; De Magistris et al., 2010). La caseïna és una proteïna la qual es troba en la llet de vaca. Aquesta es degrada en l'intestí en beta-casomorfina (b-casomorfina-7), un pèptid amb activitat opioide (Reichelt et al., 1991, 2012), el qual travessa la barrera intestinal i la hematocefàlica afectant a nivell del sistema nerviós central i perifèric, unint-se als receptors opiacis i activant-los donant activitat opioide similar a la morfina i empitjorant la simptomatologia de l'autisme (Cieślińska et al., 2015). En el cas del gluten la permeabilitat intestinal també permetria més fàcilment el pas de pèptids de gluten desencadenant una resposta immunològica causant inflamació al tracte gastrointestinal i alterant la funció neurològica com la caseïna (González-Domènech et al., 2020; Piwowarczyk et al., 2018).

Diferents estudis mostraven lleugeres millores en la simptomatologia del TEA quan es realitzava una dieta GF/CF incloent millora en l'atenció, comunicació, la interacció social i els problemes de la son (Cekici & Sanlier, 2019; Ghalichi et al., 2016), encara que d'altres no trobaven canvis (González-Domenech et al., 2020; Piwowarczyk et al., 2020). No obstant, existeix una limitada evidència sobre la seva eficàcia i una gran preocupació sobre les possibles deficiències nutricionals i problemes en el creixement ocasionats per la realització d'aquest tipus de dietes. Altrament alguns estudis van trobar dèficits en certs nutrients (Bjørklund et al., 2019). Per aquests motius alguns autors només recomanen dur-la a terme en cas de diagnòstic d'al·lèrgia/intolerància al gluten, i/o a la lactosa, o a la proteïna de llet de vaca (Lange et al., 2015; Marí-Bauset et al., 2015b).

- **Dieta cetogènica** (*ketogenic diet*): És una dieta basada en una ingesta rica en greixos, controlada en proteïnes i baixa en carbohidrats. La fonts principal d'energia són els àcids grassos que les mitocòndries metabolitzen en cossos cetònics. Un augment de la cetona sèrica i contràriament una disminució de la glucosa sèrica i nivells elevats de GABA semblen ser els que podrien generar una reducció de la simptomatologia en els trastorns, degut a la modulació de les vies metabòliques que es troben funcionant de forma anòmala en aquests tipus de trastorns. Aquesta dieta és principalment utilitzada en el tractament de l'epilèpsia o en trastorns associats com la síndrome de Rett. La seva utilització en persones amb TEA es deguda a la relació amb trastorns metabòlics. Hi han pocs estudis realitzats en població

amb TEA, trobant-se millores lleus en la seva simptomatologia, o bé resultats no conclouents (Bjørklund et al., 2019; Cekici & Sanlier, 2019).

Encara que aquest tipus de dieta pugui ser una alternativa terapèutica té certes limitacions. La tolerància a una dieta d'aquestes característiques és baixa, impeding l'ús prolongat en el temps. A nivell nutricional aquest tipus de dieta necessita un control d'ingesta proteica molt exhaustiu degut al baix aport que inclou la pròpia dieta; aquesta ha de ser suficient per a evitar afectacions en el creixement i desenvolupament del nen. A més, les limitacions en els carbohidrats i restriccions alimentaries poden resultar en ingestes inadequades de nutrients afectant al creixement. En els pocs estudis realitzats en població TEA s'inclouïa l'ús de suplementació vitamínica degut a aquestes probables carències. Altres simptomatologia associada a la dieta són els relacionats amb l'alta ingesta de greixos incloent problemes GI. Una bona monitorització del creixement i de la dieta són imprescindibles per assegurar un bon estat de salut (Bjørklund et al., 2019; Cekici & Sanlier, 2019).

#### 4.4 Antropometria

Diferent factors com el comportament atípic, la severitat del TEA, els patrons i preferències alimentaris, la presa de fàrmacs o el sedentarisme juntament amb els problemes motors, poden afectar l'estat nutricional del nen/a comportant un baix pes, sobrepès i fins i tot, obesitat. Per tot plegat, resulta imprescindible l'estudi antropomètric en els nens/es afectes de TEA a fi d'avaluar el risc de malnutrició (Amiri & Behnezhad, 2019; Barnhill et al., 2017; Pisula et al., 2017).

Els paràmetres antropomètrics més utilitzats en la població infantil TEA són el **pes**, **l'alçada** i l'**IMC**; en aquest sentit mentre alguns autors no trobaven diferències significatives en l'IMC entre els nens/es amb TEA i els DT (Wei et al., 2018); altres trobaven resultats controvertits, com un baix pes en població TEA (Marí-Bauset et al., 2015a) o un risc més elevat de sobrepès o obesitat (Levy et al., 2019; Lip et al., 2018; Zheng et al., 2017). Levi et al. (2019) senyalaven una prevalença 1,57 vegades superior de sobrepès /obesitat en infants amb TEA comparat amb els de desenvolupament típic (DT). En nens/es amb TEA de 3,65-6,74 anys, Sharp et al. (2018) van trobar prevalences del 15,7% en sobrepès i del 10% en obesitat; i Helly et al. (2019) i Liu et al. (2019) en els nens/es d'edat escolar (7-13 anys) van trobar prevalences d'entre el 17-20% en

sobrepès i d'entre el 23,94-25,5% en obesitat; veient-se un increment del sobrepès i l'obesitat en relació amb l'edat (Garcia-Pastor et al., 2019; Healy & Haegele, 2019; Kamal Nor et al., 2019). En quant a diferències entre sexes, una elevada prevalença va ser trobada en els nois en comparació amb les noies amb TEA (García-Pastor et al., 2019; Meguid et al., 2014).

Hi ha pocs estudis centrats en paràmetres com els **perímetres corporals, els plecs cutanis** o mètodes de valoració corporal com el BIA. Una prevalença més elevada d'obesitat o valors més alts que els dels infants DT es van trobar utilitzant els perímetres del maluc (Castro et al., 2017; Samir & Patil, 2018), i la cintura (Samir & Patil, 2018). Utilitzant els perímetres del braç, mentre alguns autors trobaven alts valors (Samir & Patil, 2018), altres no trobaven diferències comparat amb els nens/es DT (Meguid et al., 2014). També el **perímetre cranial** ha estat molt estudiat en aquesta població com a biomarcador del trastorn i no tant com a mesura antropomètrica d'estat nutricional. Sembla ser que un major volum cerebral i una macrocefàlia s'associen a una major severitat del trastorn (Green et al., 2015). Alguns autors han trobat perímetre cranial més gran en nens amb TEA que en nens/es amb DT (Meguid et al., 2014; Siddiqi et al., 2019; Wei et al., 2018), encara que prevalences més elevades de microcefàlies (Siddiqi et al., 2019; Wei et al., 2018) o normocefàlies també han estat observades en aquesta població (Setyowati et al., 2019). En relació als plecs cutanis, la grossor dels plecs va resultar superior en els nens/es amb TEA comparat amb els nens/es DT (Meguid et al., 2014).

En quant a **mètodes d'avaluació de la composició corporal** com **BIA**, pocs autors van centrar els seus estudis en aquests mètode d'avaluació i és poca la informació existent en quant a composició corporal en població amb TEA. Entre els pocs que ho van estudiar, Castro et al. (2017) van trobar resultats similars entre la massa grassa dels infants amb i sense TEA. Mentre que García-Pastor et al. (2019), al comparar nens/es amb TEA segons el sexe van obtenir un percentatge més elevat de greix en les noies amb TEA que en els nois.

## **OBJECTIUS I HIPÒTESIS**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## 1. Objectiu i hipòtesis general

L'**objectiu general** d'aquesta tesis és valorar l'estat nutricional d'una població escolar de la província de Tarragona amb trastorns de l'espectre de l'autisme (TEA) corresponent a dos períodes evolutius (Educació Infantil (de 3-6 anys) i d'Educació Primària (10-12 anys)) i comparar-ho amb nens/es de desenvolupament típic (DT).

Ens plantejem com a **hipòtesis general** que els nens/es amb TEA tenen un patró alimentari diferent dels nens/es amb DT i de més risc de desenvolupar excés de pes.

## 2. Objectius i hipòtesis específiques

**2.1 Conèixer l'evidència científica sobre les diferències en el consum alimentari i la ingesta nutricional, així com el seu nivell d'adequació, entre nens/es amb TEA i DT, a través d'una revisió sistemàtica i meta-anàlisi.**

*S'espera trobar un consum en la literatura científica internacional sobre una menor ingesta de nutrients com les proteïnes i el calci en la població TEA, i un consum inferior en alguns aliments com els làctics, les verdures, la fruita o el peix. També postulem que els nens/es amb TEA poden tenir un risc més elevat d'inadequació nutricional en relació a les recomanacions internacionals.*

**2.2 Validar un qüestionari breu de freqüència de consum alimentari per estimar el consum d'aliments i la ingesta d'energia i nutrients en els nens d'educació infantil.**

*Donada la manca d'instruments d'avaluació de consum per població d'edat primerenca, esperem obtenir un qüestionari vàlid i fiable.*

**2.3 Conèixer el consum alimentari dels escolars amb TEA segons diferent nivell de severitat (clínic i subclínic) i grup d'edat, en comparació amb els escolars amb DT. També analitzar el risc d'inadequació del seu consum alimentari.**

*S'espera trobar una pitjor qualitat de la dieta en els nens/es amb TEA amb baix consum de làctics, verdures, fruites i peix, i alt en dolços. Pensem trobar un patró alimentari independent de l'edat i del nivell de severitat del TEA.*

**2.4 Conèixer la ingesta d'energia i nutrients dels escolars amb TEA segons diferent nivell de severitat (clínic i subclínic) i grup d'edat, en comparació amb els de DT. També analitzar les diferències en relació a les recomanacions nutricionals.**

*S'espera trobar un consum inferior en els nens/es amb TEA en comparació amb els DT; sent el consum dels dos grups inferior al recomanat. El consum en la població TEA serà pitjor en el grup d'edat més avançada que en les edats primerenques.*

**2.5 Avaluat l'estat antropomètric i composició corporal dels escolars amb TEA segons diferent nivell de severitat (clínic i subclínic) i grup d'edat, en comparació amb els nens/es amb DT.**

*S'espera trobar una major prevalença de sobrepès i obesitat en els nens/es amb TEA d'edat primerenca i en les nenes.*

# **MATERIAL I MÈTODES**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

Per tal de complir amb els objectius establerts, aquesta tesi compte amb 1) una revisió sistemàtica i metaanàlisi que situa el coneixement que aporta la literatura sobre l'estat nutricional dels nens/es amb TEA, 2) la validació d'un instrument d'avaluació del consum alimentari, necessari per l'estudi empíric en els nens/es d'educació infantil i 3) un estudi epidemiològic observacional en població escolat de la província de Tarragona per a valorar l'estat nutricional dels nen/es d'educació infantil i educació primària diagnosticats amb TEA. La metodologia de cadascun d'ells es troba descrita als articles. A continuació s'exposa de forma breu:

## 1. Metodologia en el metaanàlisi

### 1.1 Estratègies de cerca i criteris de selecció

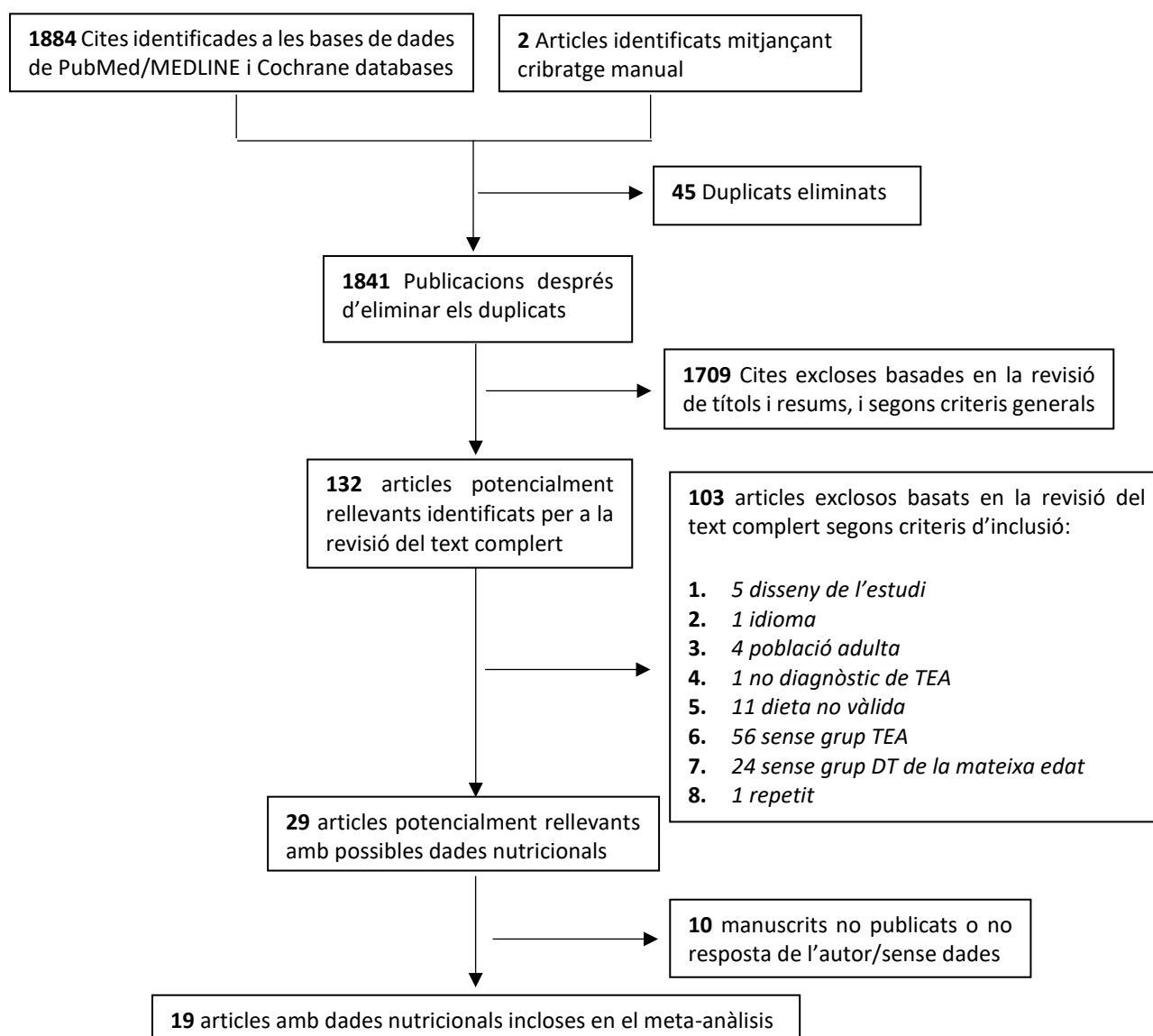
Es va realitzar una **cerca bibliogràfica** exhaustiva en les bases de dades PubMed/Medline i Scopus d'acord amb les pautes MOOSE per a metaanàlisis i revisions sistemàtiques d'estudis observacionals (Stroup et al., 2000). Seguint les directrius PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher et al., 2009), l'estudi va ser enregistrat en el PROSPERO (2016: CRD42016037979), el registre internacional prospectiu de protocols de revisions sistemàtiques sobre temes de salut:

[http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display\\_record.asp?ID=CRD42016037979](http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display_record.asp?ID=CRD42016037979). Tots els articles inclosos van ser publicats abans del dia 1 de novembre del 2017. **L'estratègia de cerca** inclou els següents termes: 'Autism spectrum disorder' OR 'Autistic Disorder' OR 'Autistic traits' OR 'Autistic syndrome' OR 'Autistic spectrum' OR 'Child Development Disorders, Pervasive' (Mesh) OR 'ASD' OR 'Asperger disorder' OR 'Asperger syndrome' OR 'autism spectrum' OR 'PDD' OR 'pervasive developmental disorder' AND 'diet' OR 'Diet' (Mesh) OR 'food' OR 'Food' (Mesh) OR 'eat' OR 'eating' OR 'nutrition'. Es van identificar articles addicionals després de la cerca manual i del seguiment de cites de la bibliografia d'altres estudis.

Els **criteris d'inclusió** van ser els següents: *a)* Estudis observacionals (cas-control, cohort o estudis transversals); *b)* Estudis amb població fins a 18 anys; *c)* Estudis que comparessin els nens/es amb diagnòstic de TEA amb nens/es DT de la mateixa edat; *d)* La ingesta dietètica es valora amb mètodes com QFCA, registres alimentaris de 3 dies, registres alimentaris de 2 dies, registres alimentaris de 24 hores, i registres per pesada; i avaluant la mitjana i la desviació estàndard de la informació del consum d'aliments i la ingesta dietètica.

La selecció incloïa mètodes de valoració estandarditzats tant per l'avaluació del TEA com per la informació dietètica. Per al TEA, es van incloure estudis que valoressin el diagnòstic de TEA seguint els procediments estàndard d'avaluació: *Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R); *Autism Diagnostic Observation Schedule* (ADOS); *Childhood Autism Scale* (CARS); incloent els criteris de diagnòstic del *International Classification of Diseases* (ICD) i del *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM) (Veure apartat 3.2.1 de material i mètodes per a més informació sobre els instruments d'avaluació). En relació a la informació alimentària, van ser escollits mètodes validats com el RA-3d o el QFCA. Es van **excloure** estudis: a) realitzats en animal; b) que incloguessin nens amb un trastorn del neurodesenvolupament que no fos el TEA; c) participants que haguessin realitzat algun tipus de dieta.

**Figura 11.** Diagrama de flux dels estudis inclosos i exclosos del meta-anàlisi



## 1.2 Codificació de les variables i instrumentació

Degut al gran nombre de resultats obtinguts en la cerca, dos dels investigadors van analitzar la cerca, de manera independent, per tal de determinar quins articles havien de ser inclosos en l'estudi basant-se en els criteris d'inclusió, i quins havien de ser inclosos per a una més detallada avaluació posterior. En el cas de no poder obtenir un article d'interès, es va contactar amb l'autor principal. Es va realitzar una cerca manual basada en les referències dels articles.

Posteriorment es van revisar de forma detallada tots els articles per confirmar els criteris d'inclusió i per extreure'n les dades d'interès. Es va contactar amb els autors dels articles via correu electrònic per tal d'obtenir les dades que no estiguessin incloses en els articles per tal d'incloure-les en l'estudi. A partir d'un llistat estandarditzat d'ítems (*Cochrane Consumers and Communication Review Group's Data Extraction Template for Included Studies*) vam crear una taula amb les variables de cada estudi relatives al disseny de cada estudi, les característiques demogràfiques i de la població, el procediment diagnòstic del TEA, el mètode de valoració del consum alimentari i les dades sobre l'alimentació dietètica.

Es va calcular l'acord de concordança o fiabilitat (*inter-rater agreement*) per a variables contínues (any de publicació i nombre de subjectes) a través de correlacions de Pearson; i per les variables categòriques (país, població, diagnòstic de TEA, mètodes de valoració del consum alimentari i les dades sobre l'alimentació dietètica) a través del mètode d'acord de percentatge (*percent agreement method*)  $((\text{nombre d'acords} / (\text{nombre d'acords} + \text{nombre desaccords})) \times 100)$  (Campbell, 2003). L'acord de concordança va ser excel·lent per a les variables contínues (Pearson's  $\kappa=1$ ) i bona per les variables categòriques (96%, interval 91-100%).

Per a cada estudi, es va comparar la ingesta nutricional dels nens/es amb TEA amb les DRI donades per la IOM (IOM, 2000) i la USDA (USDA, 2015).

## 1.3 Anàlisi estadístic

Les dades van ser reportades en un full d'Excel i analitzades mitjançant el "Review manager Software (RevMan 5.3; 2014) creat per "Cochrane Collaboration". Per determinar la qualitat de cada estudi es va utilitzar els criteris "STROBE Statement Checklist" (von Elm et al., 2014) i es va expressar el valor mig total. Els estudis es van considerar d'*alta qualitat* si complien entre

80%-100% dels criteris, *moderat* per a 50-79% i *baix* per a menys de 50%. Tres membres del nostre equip (P.E-F; J.C i V.A.V.) van dur a terme "STROBE Statement" de forma independent. L'acord de concordança o fiabilitat per a la qualitat de l'estudi va ser del 97% (interval 92%-100%).

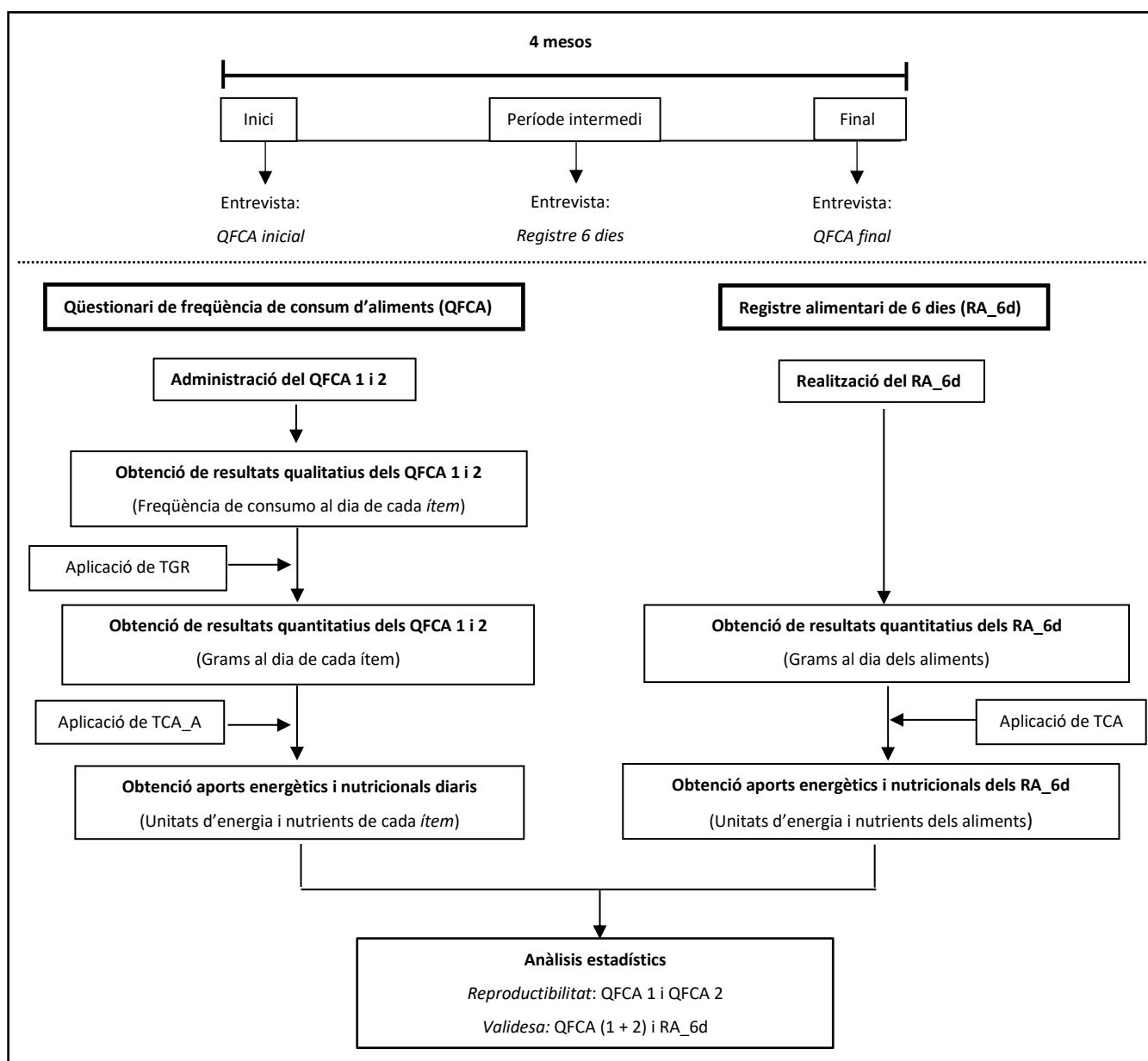
Es va utilitzar el model d'efecte aleatoritzat per estimar la diferència mitjana estandarditzada (SMD; TEA-DT=SMD) així com l'interval de confiança del 95% (CI); els valors de SMD utilitzats per avaluar la diferència de magnitud entre grups van ser de 0,2 = *petit*, 0,5 = *mitjà*; 0,9 = *gran* (Cohen, 1988). El biaix de publicacions potencials es va avaluar mitjançant la prova d'Egger i es va visualitzar mitjançant la gràfica d'embut (*funnel plot*) de Beggs (Egger et al., 1997). Coneixent que resultats no significatius en la prova d'Egger no signifiquen necessàriament asimetria, es va completar l'anàlisi a través de gràfiques d'embut per avaluar la distribució visualment, tal com Sedgwick (2013) recomanava. Es va sotmetre els estudis a anàlisis de sensibilitat. Per a cada grup d'aliment o nutrient se'n va calcular la mida de l'efecte ometent aquells estudis que causaven asimetria en la gràfica d'embut. La significació estadística es va establir en p valor < 0,05; i la heterogeneïtat entre estudis es va mesurar a través de  $I^2$  (percentatge de variació atribuït a la heterogeneïtat). Un  $I^2 > 50%$  (p < 0,1) en els nostres resultats es va considerar com a mesura d'una d'alta heterogeneïtat (Higgins et al., 2011) i una baixa robustesa.

## 2. Metodologia en la validació d'un qüestionari curt de freqüència de consum d'aliments

### 2.1 Disseny i mostra de l'estudi

La **figura 12** mostra el disseny de l'estudi i el procés de validació del QFCA. S'ha valorat el QFCA a l'inici i al final d'un període de 4 mesos (QFCA 1 i QFCA 2), utilitzant com a mètode de referència el RA-6d estimat en el període entremig. S'ha valorat la reproductibilitat comparant els QFCA 1 i 2, i la validesa comparant la mitjana de consum dels QFCA 1 i 2 amb la mitjana dels RA-6d. L'estudi va ser aprovat pel Comitè d'Ètica de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus (CEIC HUSJReus: 13-10-31/10proj5).

**Figura 12.** Disseny de l'estudi i procés de validació del QFCA



Per a la realització de l'estudi es va utilitzar un mostreig de conveniència, pel que es va convidar a participar a 59 famílies amb nens o nenes de 3-6 anys, sense diagnòstic patològic, de la província de Tarragona, realitzant-se dues entrevistes per a la recollida de les variables per part de dos nutricionistes.

## 2.2 Confecció del qüestionari de freqüència

El disseny del QFCA infantil auto-administrat es va basar en un QFCA validat en adolescents i adults, realitzats pel grup investigador (Trinidad Rodríguez et al., 2008) (**Annex I de la tesi**). Aquest QFCA consta de 41 ítems amb el que s'enregistra la freqüència de consum setmanal i mensual, més 9 preguntes sobre el consum alimentari d'alguns aliments (**Annex 1 de l'article**). Posteriorment, per a obtenir el **consum alimentari en grams/dia** es va multiplicar la freqüència pels grams de la ració mitjana de referència de cada ítem en aquest grup d'edat (Agència de Salut Pública de Catalunya, 2005), adaptada per experts del grup (Aparicio et al., 2015; Arija et al., 1996a, 1996b; Jardí et al., 2019a, 2019b) (**Taula 1 de l'article**).

Pel **càlcul de l'energia i els nutrients** es va generar una taula de composició d'aliments adaptada (TCA-A) als ítems del QFCA. Aquesta es va configurar a partir de la taula internacional de composició d'aliments REGAL (Favier et al., 1997), complementada amb la taula de composició d'aliments espanyola Mataix Verdú (Mataix, 2009). Per a això es va estimar el percentatge de consum dels aliments inclosos en cada ítem a partir d'estudis sobre el consum alimentari en nens/es d'aquesta edat realitzats pel grup d'investigació (Aparicio et al., 2015; Arija et al., 1996a, 1996b; Jardí et al., 2019a, 2019b). Aquests percentatge es van utilitzar com a factors de ponderació sobre el contingut energètic i nutricional de la nova TCA-A.

Es va calcular el consum mig entre el QFCA 1 i 2.

## 2.3 Anàlisi estadístic

Les dades es descriuen en mitjana, desviació estàndard i percentils 25, 50 i 75. La **reproductibilitat** entre el QFCA 1 i el QFCA 2, i la **validesa** entre el consum mig del QFCA 1 i 2 i el RA-6d, es van valorar mitjançant els coeficients de correlació d'Spearman (CC-S) i intraclasse (CCI) com a dada complementària. Els valors d'ambdós s'expressen sense ajustar i ajustats per l'energia. Es van considerar el nivell de significació  $p < 0,05$ . Es va utilitzar el software estadístic SPSS (versió 25,0 per a Windows).

### 3. Metodologia de l'estudi epidemiològic

#### 3.1 Disseny de l'estudi i mostra

L'obtenció de les dades de l'estat nutricional amb dels nens del nostre entorn van ser recollides a partir de l'**Estudi Epidemiològic dels Trastorns del Neurodesenvolupament (EPINED)**, un estudi transversal de doble fase el qual es va dur a terme del 2013 al 2019. L'objectiu del projecte va ser determinar la prevalença de TEA, TDAH i el trastorn de la comunicació social (TCS) en una mostra representativa de població escolar de tota la província de Tarragona en dos grups d'edat, un d'educació infantil (preescolars 3-6 anys); i un d'educació primària (escolars 10-12 anys)). La **primera fase** del projecte tenia com a objectiu detectar els possibles problemes relacionats amb el TEA, el TDAH i el TCS. Aquesta informació es va obtenir a partir de qüestionaris emplenats per les famílies (pare/mare o tutor) i els mestres dels nens/es. En la **segona fase** els nens/es que presentaven cribatge positiu per qualsevol d'aquests trastorns van ser avaluats individualment (ells i les seves famílies) per tal de confirmar o descartar el diagnòstic. Es va incloure en aquesta fase un grup control (nens/es amb DT), seleccionat de forma aleatòria i aparellada per edat, sexe, lloc de naixement i centre escolar, els quals també van ser avaluats. També es van obtenir en aquest punt informació psicopatològica, neuropsicològica, antropomètrica i alimentària/nutricional.

La població diana consistia en 17,295 nens/es (9,027 nens/es d'educació infantil i 8,268 nens/es d'educació primària) d'un total de 296 centres escolars. D'aquests, en la **primera fase**, es van seleccionar 86 centres de forma representativa i es va convidar a participar a tots els nens/es assistents a les escoles i cursos seleccionats, els quals incloïen un total de 6,894 nens/es [3,473 nens (50.4%) i 3421 nenes (49,6%)] dels dos grups d'edat [3,374 (49%) 3-6 anys, d'educació infantil i 3,520 (51%) 10-12 anys, d'educació primària]. De tots ells, els mestres van contestar els qüestionaris, no obstant, només el 54% dels pares van proporcionar-ne el consentiment informat i van contestar els qüestionaris familiars. En relació als nens que no tenien consentiment, els test que van contestar els mestre van ser anònims, el que va permetre obtenir una prevalença de risc de trastorn de tota la població, encara que no es realitzés a posteriori cap avaluació. Això va fer que formessin part de la mostra en aquesta primera fase 3,713 nens/es [895 (49.9%) nens d'educació infantil i 894 nens d'educació primària (46.6%)].

En la **segona fase** van ser avaluats 760 el/les nens/es. D'aquests, 61 (8.0%) nens/es van ser diagnosticats amb TEA; 43 (5.7%) nens/es presentaven manifestacions de TEA però no



complien amb tots els criteris del DSM-5, van ser classificats com nens/es amb TEA subclínic o subclínics i 656 (86.3%), nens/es sense TEA i/o sense cap altre tipus de trastorn van ser classificats com a nens/es amb DT o controls. Es van incloure 18 nens/es amb TEA procedents de l'Associació ASPERCAMP (Associació Aperger-Tea del Camp de Tarragona) amb edat similar als de l'estudi (edat mitjana  $9,29 \pm 3,7$  SD). Nens/es amb altres problemes del neurodesenvolupament diferents del TEA van ser exclosos dels estudis d'antropometria i alimentació.

De la mostra anterior, aquells nens/es en els que no va ser possible valorar l'antropometria o no se'ls va realitzar el qüestionari alimentari van ser exclosos/es incloent en **l'estudi d'antropometria** una mostra final de 471 nens/es (205 d'educació infantil i 266 d'educació primària), dels quals 79 eren nens/es amb TEA, 42 subclínics i 350 DT. Els estudis **d'alimentació** i **nutrició** van incloure una mostra final de 451 nens/es (199 d'educació infantil i 251 d'educació primària), amb 77 nens/es amb TEA, 40 subclínics i 333 DT.

## 3.2 Instruments

### 3.2.1 Avaluació psicològica i psicopatològica

A la primera fase es van utilitzar tests validats per a la detecció del TEA com els qüestionaris *Childhood Autism Spectrum Test (CAST)* (Scott et al., 2002; versió espanyola validada per Morales-Hidalgo et al., 2017c) i *EduTEA* (<https://psico.fcep.urv.cat/Q4/EduTEA>; Morales-Hidalgo et al., 2017b). Per la detecció del TDAH, es van administrar a pares i mestres el *Conners Early Childhood Global Index (Conners EC GI)* (Conners & Goldstein, 2009) per a nens/es d'entre 2 i 6 anys i el *Conners 3 ADHD Index (Conners 3 AI)* (Conners, 2008) per a nens/es d'entre 6 i 18 anys, validat per la nostra mostra (Morales-Hidalgo et al., 2017a). El procediment diagnòstic del TEA es va realitzar a través dels instruments *gold Standard* com *Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R)* (Rutter et al., 2003) i l'*Autism Diagnostic Observation Schedule-Second Edition (ADOS-2)* (Lord et al., 2012) administrats per professionals especialitzats i acreditats.

EL rendiment o coeficient intel·lectual es va avaluar a través de *les escales de Wechsler: el WPPSI-IV (Wechsler Scales of Intelligence for Preschool and Primary Scales of Intelligence fourth edition)* i el *WISC-IV (Wechsler Intelligence Scales for Children fourth edition)* (Wechsler 2003, 2012).

La presència de simptomatologia co-ocurrent de problemes interioritzats (retraïment, ansietat/depressió i queixa somàtica), exterioritzats (conducta agressiva, comportament

## MATERIAL I MÈTODES

delinqüent) i problemes psicològics totals (suma dels problemes interioritzats i exterioritzats, i problemes de TDAH, socials i de pensament) es va avaluar a través de les escales d'Achenbach: el *Child Behaviour Checklists/1½-5* (**CBCL/1½-5** (Achenbach & Rescorla, 2000) en el cas dels nens/es d'educació infantil i el CBCL/6-18 (Achenbach & Rescorla, 2001) i el *Youth Self-Report* (**YRS/11-18**; Achenbach, 1991) en educació primària.

A partir del CBCL/6-18 i el YRS/11-18, en la població d'educació primària es va obtenir la informació relativa a l'**activitat física** (activitats esportives i activitats preferides en el temps lliure (jocs/entreteniments)). Aquests qüestionaris proporcionen informació sobre el tipus d'activitat i el temps dedicat a ells.

### **3.2.2 Consum alimentari**

En la segona fase de l'estudi i per tal de conèixer el consum alimentari en la població d'estudi, els pares de cada participant van enregistrar la freqüència de consum setmanal i mensual a través dels QFCAs validats en població espanyola, per a població infantil amb 41 ítems (Esteban-Figuerola et al., 2019) i població adolescent amb 45 ítems d'aliments (Trinidad Rodríguez et al., 2008).

El consum alimentari en grams/dia es va obtenir a partir de la freqüència de consum diari obtinguda dels QFCAs i la ració mitjana de referència de cada ítem en aquests grups d'edat (Agència de Salut Pública de Catalunya, 2005), d'acord amb els experts en aquest àmbit del nostre grup d'investigació (Aparicio et al., 2015; Arija et al., 1996a; Jardí et al., 2019a, 2019b). Els ítems dels QFCAs es van ser classificats en 21 grups d'aliments: 1) *Cereals salats* (pa, pasta, arròs, patata, cereals d'esmorzar); 2) *Cereals dolços* (pastissos/galetes/brioixeria); 3) *Llegums*; 4) *Fruits secs*; 5) *Verdures cuites*; 6) *Verdures crues* (amanides); 7) *Fruita fresca* (fruita cítrica, altres fruites); 8) *Fruita en conserva*; 9) *Sucs de fruita* (natural i comercial); 10) *llet*; 11) *iogurt i formatge*; 12) *Postres làctics*; 13) *Oli d'oliva*; 14) *Carn magra*, 15) *Carn vermella i processada*; 16) *Peix blau*; 17) *Peix blanc*; 18) *Marisc*; 19) *ous*; 20) *Dolços* (xocolata, dolços i sucre); 21) *begudes ensucrades*.

El consum mitjà de cada grup es va comparar amb les directrius d'alimentació espanyoles de la *Sociedad Española de Nutrición Comunitaria* (SENC, 2018).

### **3.2.2.1 Índex de Qualitat de la Dieta Espanyola**

La qualitat de la dieta es va calcular amb l'Índex de Qualitat de la Dieta Espanyola o *Spanish Quality Diet Index (SQDI)*. Es van classificar els ítems dels QFCAs anteriors en 9 grups d'aliments: 1) *Cereals*; 2) *Verdures*; 3) *Fruita*; 4) *Productes làctics*; 5) *Carn magra/peix/ous*; 6) *Llegums*; 7) *Carn vermella i processada*; 8) *Dolços i brioixeria*; 9) *Begudes ensucrades*; grups d'aliments suggerits pels creadors de l'índex (Norte & Ortiz, 2011). El consum es va comparar amb les pautes dietètiques utilitzades en l'estudi de Norte & Ortiz (2011) i es va atorgar una puntuació entre 0 i 10 depenent de si el consum de cada nen/a era proper o allunyat a lo recomanat.

### **3.2.3 Ingesta d'energia i nutrients**

El càlcul de l'energia i dels nutrients es obtenir tenint en compte una taula de composició d'aliments adaptada específicament a aquest qüestionari (TCA-A). Per a comparar la ingesta d'energia, macro i micronutrients de la mostra amb les recomanacions, es van utilitzar els requeriment mitjos de la EFSA (EFSA, 2017) tenint en compte el gènere, l'edat i les ingestes adequades en els casos on els valors dels requeriments mitjos no fossin determinats. En el cas de l'energia es van considerar els nivells d'activitat física de cada nen/a (EFSA, 2017).

La prevalença d'ingesta insuficient d'energia i nutrients es va calcular a partir de la probabilitat d'ingesta inadequada o *probably approach* (IOM, 2000) de la ingesta nutricional. Vam utilitzar la formula següent:  $Z = 1 - (CDF (AR - \mu) / DE) * 100$ , on el CDF mostrava la *cumulative distribution function*,  $\mu$  era la ingesta observada i DE una desviació estàndard del requeriment el qual es va obtenir calculant-se de la següent manera:  $AR$  (requeriment mig) \* 0,1.

Es va calcular el percentatge d'energia provenien dels macronutrients i es va comparar amb valors dins dels intervals recomanats per diferents institucions: proteïnes 10%-30%, greixos <30%, hidrats de carboni >50% (IOM, 2000); AGS <10%, AGPI 7-10%, AGMI >15% (Aranceta & Pérez-Rodrigo, 2012); sucres lliures <10% (WHO, 2015).

### 3.2.4 Avaluació antropomètrica

En la **segona fase**, es a realitzar una avaluació antropomètrica individualitzada de cada subjecte. Les mesures preses van incloure els **perímetres cefàlic** (els seus resultats no es mostren en els articles), **del tòrax, de la cintura, el maluc, el braç i la cama**. Aquests es van mesurar en centímetres amb l'ajuda d'una cinta de mesurar SECA® amb una precisió mil·limètrica (1 mm). També es van mesurar la **talla** en cm amb un estadiometre SECA® amb una precisió de 0,1 mm; i el **pes** en kilograms a través de la TANITA (BC 420SMA). Totes les mesures es van realitzar seguint els protocols internacionals. En la població escolar a través de la TANITA es van obtenir la **composició corporal** a través de la BIA (% i kg de massa grassa). A partir de les mesures anteriors es va calcular IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) a partir del pes i altura; l'altura/longitud per edat, el pes per edat i l'IMC per edat va ser transformat en puntuacions Z amb els programes el *WHO Anthro* i el *WHO Anthroplus*, Anthroplus (WHO, 2009, 2010). Les mesures antropomètriques i els punts de tall saludables de les puntuacions z van ser seleccionats mitjançant les normes i referències internacionals d'antropometria i creixement per edat (des del naixement fins als 5 anys d'edat i nens/adolescents de 5-19 anys) (de Onis et al., 2007; WHO, 2007c). L'**índex cintura-talla (ICT)** es va calcular a partir del perímetre de la cintura i la talla en els dos grups d'edat Ashwell et al., 2012; Bellido Guerrero et al., 2017; Leyes et al., 2019; Perona et al., 2017; Yoo, 2016.

### 3.3 Anàlisi estadístic

Les variables sociodemogràfiques, psicològiques, antropomètriques i dietètiques, es van descriure i comparar segons diagnòstic (TEA, subclínic i DT) i tenint en compte els dos grups d'edat (educació infantil i primària). Per a comparar les variables categòriques es va utilitzar el Chi-quadrat i per a les variables quantitatives l'ANOVA i el t-test. Vam confirmar la normalitat i els criteris d'aplicació de les proves estadístiques abans del seu ús.

En l'estudi de valoració antropomètrica es va explorar quines variables s'associaven a l'índex cintura-tall, per lo que es van realitzar regressions múltiples mitjançant el mètode ENTER. Per introduir els nivells de TEA clínics i subclínic en les regressions múltiples, es van crear les categories de DUMMIES següents: DUMMY de TEA subclínic [DT i diagnòstic TEA (0,1)] i el DUMMY de TEA clínic [DT i diagnòstic TEA (0,1)]. En el primer model, els predictors potencials va ser els DUMMIES de TEA i de TEA subclínic, el gènere, l'edat, el nivell socioeconòmic i el SQDI.

En el segon, es van afegir a la regressió anterior els problemes interioritzats. Al tercer model es va afegir una variable creada la qual mostrava la interacció entre el diagnòstic clínic de TEA i els problemes interioritzats.

També es van realitzar tots els models de regressions múltiples per a tots dos grups d'edat per separat. Els models per als/les nens/es d'edat escolar inclouen la variable activitat física.

El nivell de significació estadística va ser  $p < 0,05$ . Les dades es van analitzar mitjançant l'SPSS Statistics 25.0.

## **RESULTATS**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## 1. Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis

Patricia Esteban-Figuerola, Josefa Canals, José Cándido Fernández-Cao and  
Victoria Arijá Val

Revista: **Autism** (Factor d'Impacte: **3.906**) / Estat: **Publicat 2019**



Els nens amb trastorns de l'espectre de l'autisme mostren una major selectivitat alimentària, cosa que restringeix el consum d'alguns aliments i pot causar deficiències nutricionals. En aquest metaanàlisi es van incloure estudis realitzats en varis països com Estats Units, Espanya, Regne Unit, Egipte, Israel, Índia, Corea del Sud i Xina. Es van incloure estudis publicats entre 2004-2017 i un publicat l'any 1982. El nombre total de participants inclosos va ser de 15,079 (963 amb TEA i 14,116 amb desenvolupament típic (DT o controls)) amb edats d'entre 6 mesos i 16 anys. Aquests estudis inclosos mostraven una qualitat moderada-alta, complint entre el 63,6% i el 87,5% dels criteris STROBE. L'anàlisi de les **dades nutricionals** suggereixen que els nens amb trastorn de l'espectre de l'autisme consumeixen menys proteïnes (diferència mitjana estandarditzada = -0,27, interval de confiança del 95% (-0,45, -0,08)), calci (-0,56 (-0,95, -0,16)), fòsfor (-0,23 (-0,41, -0,04)), seleni (-0,29 (-0,44, -0,13)), vitamina D (-0,34 (-0,57, -0,11)), tiamina (-0,17 (-0,29, -0,05)), riboflavina (-0,25 (-0,45, -0,05)) i vitamina B12 (-0,52 (-0,95, -0,09)); i més AGPI (0,27 (0,11, 0,44)) i vitamina E (0,28 (0,03, 0,54)) que els controls. Els nens autistes també consumeixen menys omega-3 (-0,83 (-1,53, -0,16)) que els nens DT o controls; no obstant això, aquests resultats han de ser considerats amb cura pel poc nombre d'estudis inclosos en l'anàlisi i l'elevada heterogeneïtat obtinguda. La prova d' Egger per al biaix de publicació no va mostrar diferències significatives per a cap dels nutrients. **L'anàlisi de sensibilitat** amb el diagrama d' embut va detectar aquells estudis que provocaven asimetria, els quals van ser eliminats i es van obtenir nous resultats, tots ells amb heterogeneïtats moderades o baixes ( $I^2$  d'entre 0% - 51%). En aquest cas es van obtenir resultats significatius en proteïnes, omega-3, calci, fòsfor, vitamina D, riboflavina, i vitamina B12; no obstant, alguns resultats van esdevenir significatius després de l'anàlisi com en els AGPI, el seleni o la tiamina. No es van obtenir resultats significatius per a l'energia, hidrats de carboni, greixos, AGS, AGMI, colesterol, fibra, ferro, zinc, magnesi, sodi, potassi, iode, coure, vitamina A, vitamina C, vitamina K, niacina, àcid pantotènic, vitamina B6 o àcid fòlic. En relació a les recomanacions, els resultats suggereixen que nen/es amb TEA tenien una ingesta menor de calci, vitamina D i un consum inferior de productes làctics; també d'omega-3 i vitamina E sent la ingesta d'aquests dos últims també inferior en els DT; es va trobar en els nens/es amb TEA un consum adequat de fruites, verdures i d'ingesta de proteïnes, fòsfor, seleni, tiamina, riboflavina i vitamina B12 en comparació amb les recomanacions.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

# Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis

Autism  
2019, Vol. 23(5) 1079–1095  
© The Author(s) 2018  
Article reuse guidelines:  
sagepub.com/journals-permissions  
DOI: 10.1177/1362361318794179  
journals.sagepub.com/home/aut



Patricia Esteban-Figuerola<sup>1,2,3</sup> , Josefa Canals<sup>1,2,3</sup>,  
José Cándido Fernández-Cao<sup>1,4</sup>  and Victoria Arija Val<sup>1,3,5</sup>

## Abstract

Children with autism spectrum disorders show higher food selectivity, which restricts consumption of some foods and may cause nutritional deficiencies. The aims of this meta-analysis are to determine the overall differences in nutritional intake and food consumption between children with autism spectrum disorder and control (typical development) children, as well as determine the extent to which the nutritional intake and food consumption of autistic children comply with the dietary recommendations. Children with autism spectrum disorder consume less protein (standardized mean difference = -0.27, 95% confidence interval (-0.45, -0.08)), calcium (-0.56 (-0.95, -0.16)), phosphorus (-0.23 (-0.41, -0.04)), selenium (-0.29 (-0.44, -0.13)), vitamin D (-0.34 (-0.57, -0.11)), thiamine (-0.17 (-0.29, -0.05)), riboflavin (-0.25 (-0.45, -0.05)) and vitamin B12 (-0.52 (-0.95, -0.09)) and more polyunsaturated fat acid (0.27 (0.11, 0.44)) and vitamin E (0.28 (0.03, 0.54)) than controls. Autistic children also consume less omega-3 (-0.83 (-1.53, -0.16)) and more fruit (0.35 (0.12, 0.59)) and vegetables (0.35 (0.09, 0.61)) than control children; however, these results must be considered with care due to the low number of studies included in the analysis and the high heterogeneity. The results also suggest a lower intake of calcium, vitamin D and dairy and a higher intake of fruit, vegetables, protein, phosphorus, selenium, thiamine, riboflavin and vitamin B12 than recommended.

## Keywords

autism spectrum disorder, children, food consumption, food selectivity, meta-analysis, nutrition/feeding, nutritional intake, nutritional status

## Introduction

Food selectivity, characterized by food refusal, eating a limited food repertoire and the intake of a single food frequently, is commonly observed in childhood (Bandini et al., 2010; Beaudry, 2014). Some authors have described the important association between food selectivity and diet quality and how it can affect children's weight, so they become overweight or obese in many cases (Barnhill et al., 2017; Matheson and Douglas, 2017). Although this food selectivity affects around 17% of children, it has been found to affect above 45% of children with autism spectrum disorder (ASD) (Schmitt et al., 2008). Children with ASD are characterized by social and communication impairment and repetitive and restrictive behaviour patterns that are unusual in terms of their intensity and focus (American Psychiatric Association (APA), 2013). These behaviour patterns, together with other features such as

unwillingness to change and sensory hypersensitivities, could explain this idiosyncratic food behaviour (Raiten and Massaro, 1986; Ritvo and Freeman, 1977; Schreck et al., 2004). Therefore, these children have a higher risk of

<sup>1</sup>Nutrition and Mental Health Research Group (NUTRISAM), Rovira i Virgili University (URV), Tarragona, Spain

<sup>2</sup>Research Centre for Behavioral Assessment (CRAMC), Department of Psychology, URV., Tarragona, Spain

<sup>3</sup>Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili (IISPV), URV., Tarragona, Spain

<sup>4</sup>Departamento de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó, Chile

<sup>5</sup>Institut d'Investigació en Atenció Primària IDIAP Jordi Gol., Barcelona, Spain

## Corresponding author:

Victoria Arija Val, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud: C/ Sant Llorenç, 21. 43201 Reus (Tarragona), Spain.  
Email: victoria.arija@urv.cat

suffering an Avoidant/Restrictive Food Intake Disorder (APA, 2013; Zimmerman and Fisher, 2017), resulting in higher levels of food selectivity and monotony in eating, refusing foods from certain groups and showing an aversion to certain food colours, smells, temperatures and particularly textures (69% of cases) (Cermak et al., 2010; Schreck et al., 2004; Schreck and Williams, 2006; Williams et al., 2005).

These children consume less vegetables and fruit and instead eat more unhealthy products such as snacks or beverages (nutrient-poor food) (Evans et al., 2012; Perry et al., 2015; Sharp et al., 2013; Schreck and Williams, 2006). These unusual feeding habits may affect the children's growth and weight, and optimal child development in general (Hines et al., 2010; Hyman et al., 2012; Matheson and Douglas, 2017). Some researchers have conducted studies to compare the nutrient intake of children with ASD and typical development (TD) children (Hyman et al., 2012; Mari-Bauset et al., 2016a; Raiten and Massaro, 1986). The most complete study is the review and meta-analysis conducted by Sharp et al. (2013), in which the authors compared intake by nutrient subgroups (energy, carbohydrates, protein, total fat, fibre, calcium, iron, zinc, vitamin A, C, D and E) in relation to the growth and health of children with ASD and TD children. They also looked at the feeding behaviour problems of the two groups. They reported a significantly lower intake of calcium and protein in autistic children among all the nutrients studied. In addition, they reported that children with ASD are five times more likely to have feeding problems than TD children. In line with Sharp's work, we conducted a meta-analysis to update the information on the overall differences in nutritional intake between children with ASD and their respective controls (TD). Moreover, our objective is to study the food consumption of the two groups, and the intake and consumption in relation to international recommendations. We hypothesized that children with ASD would have a lower intake of nutrients like protein and calcium and a lower consumption of food groups like dairy products or vegetables and fruits in comparison to TD children. We also postulated that children with ASD may be at a higher risk of nutritional inadequacy based on international recommendations.

## Methods

### Search strategy and selection criteria

An exhaustive bibliographical search was conducted in the PubMed/Medline and the Cochrane Library databases in accordance with the MOOSE guideline for Meta-Analyses and Systematic Reviews of Observational Studies (Stroup et al., 2000) and the PRISMA guideline for Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Moher et al., 2009). Following PRISMA guidelines, this study has been recorded in the

PROSPERO (2016: CRD42016037979) international database of prospectively registered systematic reviews in health and social care: [http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display\\_record.asp?ID=CRD42016037979](http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display_record.asp?ID=CRD42016037979).

All the analysed studies were published on or before 1 November 2017. The search strategy included the following terms: 'Autism spectrum disorder' OR 'Autistic Disorder' OR 'Autistic traits' OR 'Autistic syndrome' OR 'Autistic spectrum' OR 'Child Development Disorders, Pervasive' (Mesh) OR 'ASD' OR 'Asperger disorder' OR 'Asperger syndrome' OR 'autism spectrum' OR 'PDD' OR 'pervasive developmental disorder' AND 'diet' OR 'Diet' (Mesh) OR 'food' OR 'Food' (Mesh) OR 'eat' OR 'eating' OR 'nutrition'. Additional articles were identified after citation tracking and manual searching. Studies that met the following criteria were included:

- Observational studies (case-control, cohort or cross-sectional studies).
- Studies of a population up to 18 years old.
- Studies comparing children diagnosed with ASD and with TD children of the same age.
- Dietary intake evaluated using methods such as the Food Frequency Questionnaire (FFQ), 3-day food diary, 2-day food diary, 24-h food diet recall or 24-h weighed food record; and by assessing mean and standard deviation data regarding food consumption and dietary intake.

The selection included standardized assessments for both ASD and dietary information. For ASD, we included studies that assessed the ASD diagnosis considering standard assessment procedures (Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R), Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS) and Childhood Autism Scale (CARS)) and international diagnosis criteria (International Classification of Diseases (ICD) and *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM)) (Risi et al., 2006; Tarbox et al., 2016). For dietary information, validated methods like the 3-day food diary or FFQ were chosen. Murine model studies, studies including children with non-ASD neurodevelopmental pathologies and studies involving participants who were on a diet, were excluded. Due to the wide range of results related to ASD and nutrition, two of our researchers (P.E.-F. and J.C.F.-C.) independently analysed the search to determine which articles should be included according to the inclusion criteria and which ones should be chosen for a later more complete evaluation. If an interesting article was found but we could not obtain it, we contacted the main author. We also made a manual search based on the articles' references. We then reviewed the full articles to confirm their inclusion and extract their data. We contacted the studies' authors via email to obtain data that had not been published in their studies and included it as well. From a standardized checklist of items (Cochrane Consumers and

**Table 1.** Characteristics of the studies included in the meta-analysis.

Author (year)	Country	Population	Study design	N	Total N	ASD procedure	Micronutrients, macronutrients and food group categories	Food consumption assessment method
Malhi et al. (2017)	India	4- to 10-year-old children	Case-control	113	63	DSM-IV	Iron, zinc, calcium, phosphorus, sodium, potassium, cooper, vitamin A, vitamin C thiamine, riboflavin, niacin, folate, vitamin B12.	3-day food diary
Meguid et al. (2017)	Egypt	4- to 6-year-old children	Case-control	160	80	DSM-IV, CARS, ADI-R	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, selenium, vitamin A, vitamin C thiamine, riboflavin, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat, fibre.	3-day food diary
Castro et al. (2016)	Brazil	4- to 16-year-old male children	Case-control	98	49	DSM-IV	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, selenium, vitamin A, vitamin C, vitamin D, thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, omega-3 fatty acids, fibre.	3-day food diary
Liu et al. (2016)	China	5.21 + 1.83 ASD and 4.83 + 0.84-year-old TD children	Cross-sectional study	227	154	DSM-V	Vitamin A, energy carbohydrates, protein, total fat.	24-h weighed food record and 2-day food diary
Mari-Bauset et al. (2016b)	Spain	6- to 9-year-old children	Case-control	600	105	ADOS-G, ADI-R	Total fat, SFA, MUFA, PUFA, omega-3 fatty acids, cholesterol.	3-day food diary
Mari-Bauset et al. (2016a)	Spain	6- to 9-year-old children	Case-control	600	105	ADOS-G, ADI-R	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, iodine, selenium, cooper, vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin K, vitamin E, thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, fibre.	3-day food diary
Mari-Bauset et al. (2015)	Spain	6- to 10-year-old children	Case-control	153	40	ADOS-G, ADI-R	Iron, zinc, calcium, phosphorus, iodine, vitamin A, vitamin C, vitamin D, Vitamin K, vitamin E, thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat, fibre.	3-day food diary
Shmaya et al. (2014)	Israel	3- to 12-year-old children	Case-control	91	50	CARS, ADOS, ASQ	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, vitamin C, vitamin E, thiamine, riboflavin, niacin, vitamin B6, vitamin B12, carbohydrates, protein, fibre.	3-day food diary
Graf-Myles et al. (2013)	USA	1- to 6-year-old children	Case-control	120	69	ADI-R, ADOS	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, selenium, copper, manganese, vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin K, vitamin E, thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat, fibre, fruit, vegetables, dairy products.	3-day food diary
Evans et al. (2012)	USA	3- to 11-year-old children	Cross-sectional study	111	53	ADI-R	Fruit, vegetables.	FFQ
Zimmer et al. (2012)	USA	5- to 11-year-old children	Case-control	44	22	ADOS, ADI-R	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, vitamin A, vitamin D, niacin, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat.	FFQ

(Continued)

Table 1. (Continued)

Author (year)	Country	Population	Study design	N Total	N ASD	ASD diagnosis procedure	Micronutrients, macronutrients and food group categories	Food consumption assessment method
Bandini et al. (2010)	USA	3- to 11-year-old children	Cross-sectional study	111	53	ADI-R	Iron, zinc, calcium, phosphorus, vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin K, vitamin E, thiamine, riboflavin, vitamin B6, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat, MUFA, PUFA, SFA, cholesterol, fibre.	FFQ, 3-day food diary
Emond et al. (2010)	UK	6-54 months of age children	Prospective cohort	12,980	79	ICD-10	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, iodine, selenium, vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin E, thiamine, riboflavin, niacin, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat, SFA, MUFA, PUFA, omega-3 fatty acids, cholesterol.	FFQ
Kim et al. (2010)	South Korea	7- to 12-year-old boys	Case-control	58	29	DSM-III, DSM-IV	Iron, zinc, calcium, phosphorus, sodium, potassium, vitamin A, vitamin C, vitamin E, thiamine, riboflavin, niacin, vitamin B6, folic acid, energy, carbohydrates, protein, total fat, MUFA, PUFA, SFA, fibre.	24-h diet recall
Herndon et al. (2009)	USA	1- to 8-year-old children	Cross-sectional study	77	46	ADOS-G, SCQ o ADI-R	Iron, zinc, calcium, vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin E, niacin, vitamin B6, folic acid, energy, carbohydrates, protein, total fat, fibre, fruit, vegetables, dairy products.	3-day food diary
Johnson et al. (2008)	USA	2- to 4-year-old children	Cohort	34	19	ADOS, DSM-IV	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, selenium, vitamin C, vitamin D, vitamin K, thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat, PUFA, omega-3 fatty acids, fibre.	FFQ, 24-h diet recall
Lockner et al. (2008)	USA	3- to 5-year-old children	Cross-sectional study	40	20	Clinical diagnosis	Iron, calcium, vitamin A, vitamin C, vitamin E, vitamin B6, folic acid, carbohydrates, protein.	3-day food diary
Schmitt et al. (2008)	USA	7- to 10-year-old children	Case-control	38	20	Clinical diagnosis	Iron, zinc, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, selenium, copper, vitamin A, vitamin C, vitamin D, Vitamin K, vitamin E, thiamine, riboflavin, niacin, vitamin B6, folic acid, vitamin B12, energy, carbohydrates, protein, total fat, MUFA, PUFA, SFA, fibre.	3-day food diary
Shearer et al. (1982)	USA	8 + 0.8-year-old children	Case-control	24	12	Definition of the National Society for Autistic Children	Iron, calcium, phosphorus, vitamin A, vitamin C, thiamine, riboflavin, niacin, energy, carbohydrates, protein, total fat, dairy products.	3-day food diary

ADI-R: Autism Diagnostic Interview-Revised; ADOS-G: Autism Diagnostic Observation Schedule-Generic; CARs: Childhood Autism Scale; ASQ: Autism Screening Questionnaire; FFQ: Food Frequency Questionnaire; ICD-10: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th revision; MUFA: monounsaturated fat acid; SFA: saturated fat acid; PUFA: polyunsaturated fat acid; DSM-III: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 3rd edition; DSM-IV: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th edition.

Communication Review Group's Data Extraction Template for Included Studies), we created a table (Table 1) that shows the variables concerning study design, demographic and population features, ASD diagnosis procedure, food consumption assessment method and data on dietary information. The inter-rater agreement for continuous variables (year of publication and number of subjects) was calculated by Pearson correlations and for categorical variables (country, population, ASD diagnosis, nutrients and food assessment methods) by the percent agreement method (number of agreement/(number of agreements + number of disagreements)  $\times$  100) (Campbell, 2003). The inter-rater agreement was excellent for continuous variables (Pearson's  $r=1$ ) and good for categorical variables (96%, range 91%–100%).

### *Estimating food and nutrient adequacy*

For each study, we compared the nutrient intake of children with ASD to the dietary reference intakes (DRI) given by the Institute of Medicine ([IOM], 2000), and their food consumption to the Dietary Guidelines given by the United States Department of Agriculture ([USDA], 2016).

### *Statistical analysis and analysis of bias*

All data were represented in an Excel spreadsheet and managed using The Review manager Software (RevMan 5.3; 2014) developed by Cochrane Collaboration. To determine the quality of each study, we used the STROBE Statement Checklist (Von Elm et al., 2014) and expressed the total mean value. The studies were considered of 'high quality' if they fulfilled 80%–100% of the checklist items, 'moderate' for 50%–79% and 'low' for less than 50%. Three members of our team (P.E.-F., J.C. and V.A.V.) carried out the STROBE Statement independently. The inter-rater agreement for study quality was 97% (range 92%–100%). A random effect model was used to estimate the overall standardized mean difference (SMD; ASD-TD=SMD) as well as the 95% confidence interval (CI); SMD values used to evaluate the magnitude difference between groups were 0.2=small, 0.5=medium and 0.9=large (Cohen, 1988). The potential publication bias was assessed using Egger's test and visualized using Begg's funnel plot (Egger et al., 1997). Knowing that a non-significant result in Egger's test does not necessarily mean asymmetry, we completed the analysis with a visual funnel plot study distribution, as recommended by Sedgwick (2013). The studies were also subjected to a sensitivity analysis. For some food or nutrient groups, the effect size was recalculated omitting the studies that caused asymmetry in the funnel plot. Statistical significance was set at  $p$ -value  $< 0.05$ , and the heterogeneity between studies was measured by  $I^2$  (percentage of variation attributable to heterogeneity). An  $I^2 > 50\%$  ( $p < 0.1$ )

was considered as a measure of high heterogeneity (Higgins et al., 2011) and low robustness in our results.

## **Results**

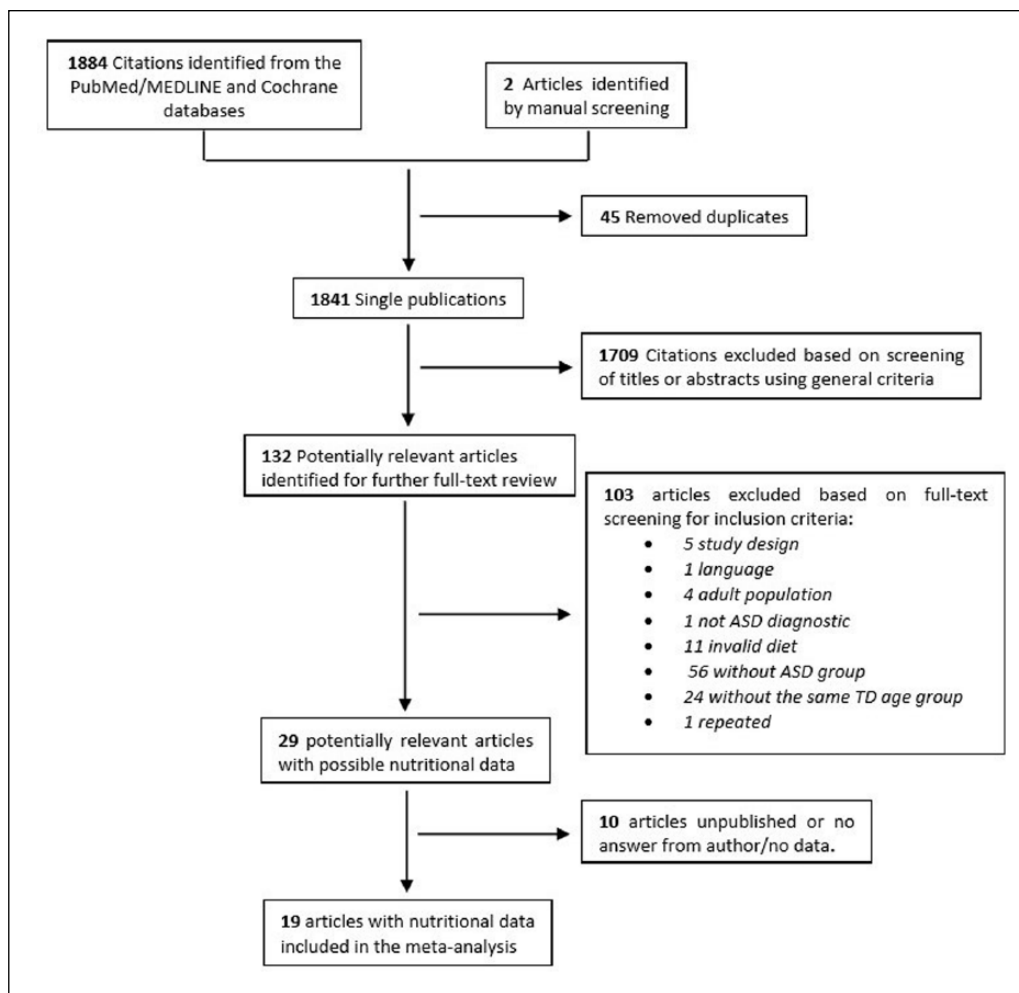
Figure 1 shows a flow diagram of the inclusion process. The search resulted in 1884 published studies from databases and two more relevant publications from manual screening. In total, 29 studies were selected in accordance with the inclusion/exclusion criteria. Some articles mentioned the use of a food intake assessment method but did not present data; therefore, we attempted to contact the corresponding author via email. Of the 29 remaining articles, 10 were excluded because the authors either did not answer, did not have relevant data to send or had still not published their data. Finally, 19 publications were included in the meta-analysis.

Most of the studies selected were conducted in the United States (9), and others were carried out in Spain, the United Kingdom, Egypt, Israel, India, South Korea and China. The studies were published between 2004 and 2017 except for one article published in 1982. Five studies were cross-sectional, twelve were case-control and two were cohort studies. The total number of participants was 15,079; 963 children with ASD and 14,116 TD children, aged between 6 months and 16 years. The studies included in the meta-analysis complied with between 63.6% and 87.5% of the items in the STROBE Statement (Von Elm et al., 2014), thus obtaining a moderate- to high-quality score.

The authors of the studies evaluated food and nutritional intake with: FFQ (Bandini et al., 2010; Emond et al., 2010; Evans et al., 2012; Johnson et al., 2008; Lockner et al., 2008; Zimmer et al., 2012); a 2-day food diary (Liu et al., 2016); a 3-day food diary (Bandini et al., 2010; Castro et al., 2016; Graf-Myles et al., 2013; Herndon et al., 2009; Lockner et al., 2008; Malhi et al., 2017; Mari-Bauset et al., 2015; Mari-Bauset et al., 2016a, 2016b; Meguid et al., 2017; Schmitt et al., 2008; Shearer et al., 1982; Shmaya et al., 2014); and/or a 24-h diet diary (Johnson et al., 2008; Kim et al., 2010); or a 24-h weighed food record (Liu et al., 2016). Three of the studies also conducted parent interviews (Bandini et al., 2010; Evans et al., 2012; Mari-Bauset et al., 2015) (see Table 1).

Table 2 shows the number of contributing studies, the SMD, the standard error (SE), the 95% CI and the heterogeneity for nutrient and food groups.

In terms of the different types of nutrient intake, 16 studies analysed iron and calcium; 15 analysed carbohydrates, proteins, vitamin A and vitamin C; 14 analysed energy, zinc, phosphorus and vitamin B6; 13 analysed total fats, thiamine, riboflavin, niacin and folic acid; 12 analysed vitamin B12; 11 analysed fibre; 10 analysed sodium, vitamin D and vitamin E; 9 analysed magnesium and potassium; 7 analysed selenium; 6 analysed polyunsaturated fatty acids (PUFA) and vitamin K; 5 analysed saturated fatty acids



**Figure 1.** Flow diagram of included and excluded studies.

(SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), omega-3 fatty acids and pantothenic acid; and 4 analysed cholesterol, iodine and copper. Moreover, some studies looked at the following food groups: fruit, 3 studies; vegetables, 3 studies; and dairy, 3 studies.

The main objective of the meta-analysis was to determine the overall difference in food consumption and nutritional intake between children with ASD and their respective controls (TD children). The analysis of the nutritional data suggests that autistic children have a significantly lower intake of protein (-0.27 (-0.45, -0.08)), omega-3 (-0.84 (-1.53, -0.16)), calcium (-0.56 (-0.95, -0.16)), phosphorus (-0.23 (-0.41, -0.04)), vitamin D (-0.34 (-0.57, -0.11)), riboflavin (-0.25 (-0.45, -0.05)), vitamin B12 (-0.52 (-0.95, -0.09)) and a significantly higher intake of vitamin E (0.28 (0.03, 0.54)) compared to TD children (see Table 2 and Figures 2 to 9). The analysis also suggests that children with ASD consume significantly more fruit (0.35 (0.12, 0.59)) and vegetables (0.35 (0.09, 0.61)) than TD children (see Table 2, figures not shown).

Egger's test for publication bias did not show any significant differences for any of the nutrients, with a value of  $p < 0.05$  in all cases. A funnel plot was used to detect the studies that caused asymmetry. These studies were removed and new results were obtained. For nutrients with significant data, we observed a moderate or low heterogeneity between children with ASD and TD children for protein when we removed Liu et al. (2016) (-0.20 (-0.35, -0.04),  $I^2=51%$ ); for omega-3 (-0.20 (-0.38, -0.02),  $I^2=0%$ ) when we removed Castro et al. (2016) and Emond et al. (2010); for calcium (-0.26 (-0.41, -0.10),  $I^2=43%$ ) when we removed Meguid et al. (2017), Castro et al. (2016), Shearer et al. (1982) and Graf-Myles et al. (2013); for phosphorus (-0.26 (-0.41, -0.10),  $I^2=43%$ ) when we removed Castro et al. (2016) and Shearer et al. (1982); for vitamin D (-0.33 (-0.54, -0.13),  $I^2=46%$ ) when we removed Mari-Bauset et al. (2016a) and Castro et al. (2016); for vitamin E (0.30 (0.13, 0.47),  $I^2=26%$ ) when we removed Emond et al. (2010) and Mari-Bauset et al. (2015); for riboflavin (-0.18 (-0.32, -0.04),  $I^2=44%$ ) when we removed Shearer et al. (1982); and for vitamin

**Table 2.** Mean differences in the food and nutritional data of ASD and TD as found in the studies included in the meta-analysis.

Nutrients and food groups	Number of contributing studies	Radom effects model						I <sup>2</sup> (%)	p heterogeneity
		SMD	SE	95% confidence interval		p value			
				LCL	UCL				
Energy (kcal/d)	14	0.34	0.24	-0.13	0.80	0.16	95	<0.001	
Carbohydrate (g/d)	15	0.02	0.07	-0.12	0.16	0.78	45	0.03	
Protein (g/d)	15	-0.27	0.09	-0.45	-0.08	0.005	69	<0.001	
Total fats (g/d)	13	-0.10	0.13	-0.35	0.14	0.42	81	<0.001	
SFA (g/d)	5	-0.09	0.17	-0.42	0.24	0.58	79	<0.001	
MUFA (g/d)	5	0.08	0.08	-0.09	0.25	0.36	28	0.23	
PUFA (g/d)	6	0.11	0.12	-0.13	0.35	0.36	59	0.03	
Omega-3 fatty acids (g/d)	5	-0.84	0.35	-1.53	-0.16	0.02	95	<0.001	
Cholesterol (mg/d)	4	-0.12	0.08	-0.27	0.02	0.10	14	0.32	
Fibre (g/d)	11	0.17	0.11	-0.04	0.37	0.11	61	0.005	
Iron (mg/d)	16	-0.08	0.17	-0.41	0.25	0.62	91	<0.001	
Zinc (mg/d)	14	-0.08	0.07	-0.21	0.06	0.26	40	0.06	
Calcium (mg/d)	16	-0.56	0.20	-0.95	-0.16	0.006	93	<0.001	
Phosphorus (mg/d)	14	-0.23	0.09	-0.41	-0.04	0.02	67	<0.001	
Magnesium (mg/d)	9	-0.07	0.34	-0.73	0.59	0.83	96	<0.001	
Sodium (mg/d)	10	-0.23	0.18	-0.58	0.13	0.22	89	<0.001	
Potassium (mg/d)	9	0.10	0.15	-0.20	0.40	0.51	85	<0.001	
Iodine (mcg/d)	4	-0.06	0.13	-0.31	0.18	0.60	61	0.06	
Selenium (mcg/d)	7	-0.07	0.15	-0.36	0.22	0.62	79	<0.001	
Cooper (mg/d)	4	0.01	0.22	-0.42	0.44	0.96	81	0.001	
Vitamin A (mcg/d)	15	-0.07	0.06	-0.19	0.05	0.27	32	0.11	
Vitamin C (mg/d)	15	-0.04	0.12	-0.28	0.19	0.73	81	<0.001	
Vitamin D (mcg/d)	10	-0.34	0.12	-0.57	-0.11	0.004	72	<0.001	
Vitamin K (mcg/d)	6	-0.06	0.17	-0.40	0.29	0.75	77	<0.001	
Vitamin E (mg/d)	10	0.28	0.13	0.03	0.54	0.03	78	<0.001	
Thiamine (mg/d)	13	-0.13	0.07	-0.27	-0.00	0.05	36	0.09	
Riboflavin (mg/d)	13	-0.25	0.10	-0.45	-0.05	0.01	71	<0.001	
Niacin (mg/d)	13	0.01	0.06	-0.10	0.11	0.88	2	0.42	
Pantothenic acid (mg/d)	5	-0.03	0.15	-0.33	0.26	0.84	67	0.02	
Vitamin B6 (mg/d)	14	0.10	0.16	-0.22	0.42	0.55	89	<0.001	
Folic acid (mcg/d)	13	-0.23	0.20	-0.63	0.17	0.27	93	<0.001	
Vitamin B12 (mcg/d)	12	-0.52	0.22	-0.95	-0.09	0.02	94	<0.001	
Fruits (s/d)	3	0.35	0.12	0.12	0.59	0.004	0	0.88	
Vegetables (s/d)	3	0.35	0.13	0.09	0.61	0.008	18	0.29	
Dairy (s/d)	3	-1.22	0.64	-2.47	0.04	0.06	92	<0.001	

ASD: autism spectrum disorder; TD: typical development; SMD: standardized mean difference; SE: standard error; LCL: lower confidence limit; UCL: upper confidence limit; SFA: saturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid; s: servings; d: day.

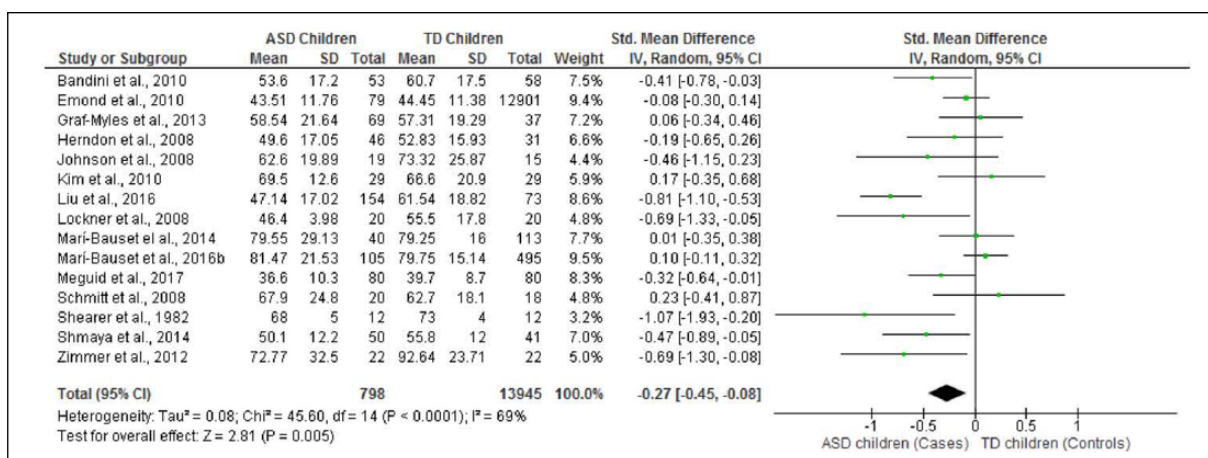
B12 (-0.23 (-0.35, -0.08), I<sup>2</sup>=44%) when we removed Meguid et al. (2017). Some non-significant nutrients became significant after a sensitivity analysis: PUFA when Emond et al. (2010) was removed (0.27 (0.11, 0.44) I<sup>2</sup>=0%); selenium when Castro et al. (2016) and Emond et al. (2010) were removed (-0.29 (-0.44, -0.13), I<sup>2</sup>=0%); and for thiamine when Mari-Bauset et al. (2016a) was removed (-0.17 (-0.29, -0.05), I<sup>2</sup>=7%).

No significant differences were found for energy, carbohydrates, total fats, SFA, MUFA, cholesterol, fibre, iron, zinc, magnesium, sodium, potassium, iodine, copper,

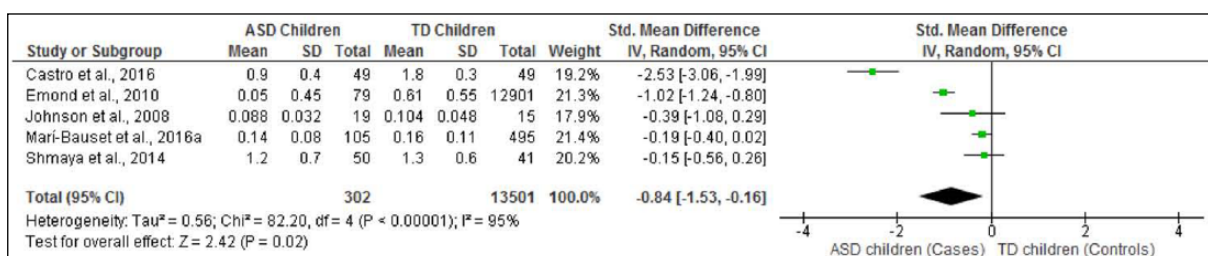
vitamin A, vitamin C, vitamin K, niacin, pantothenic acid, vitamin B6 or folic acid (see Table 2, figures not shown).

Table 3 shows the DRI by nutrient and age group, and the ranges of intake found in the different studies for children with ASD and TD children. In general, most autistic children of school age (4–13 years) showed a lower calcium and vitamin D intake with respect to recommendations. Omega-3 and vitamin E intake were, for some studies, also lower than recommended; however, TD children also showed a tendency towards a lower intake of these nutrients. However, most of the studies found that

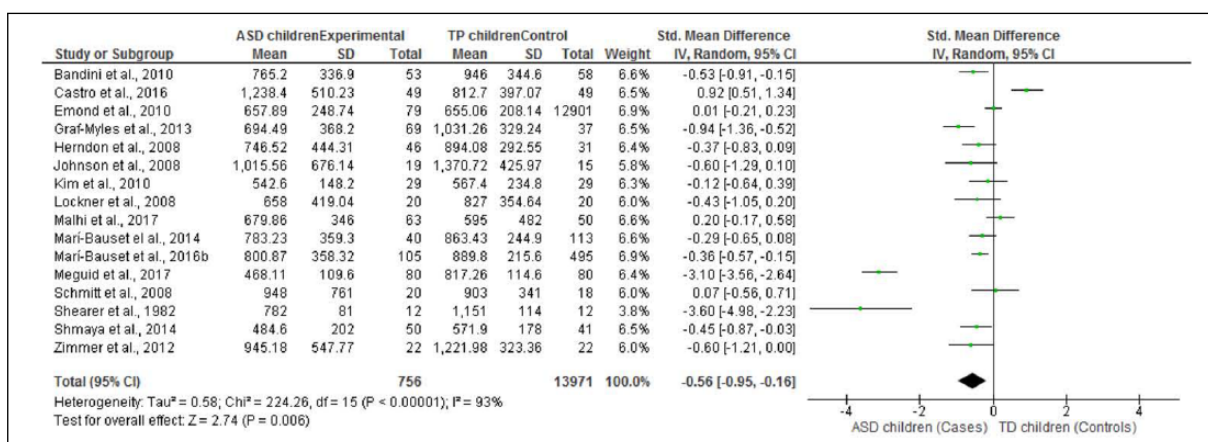




**Figure 2.** Forest plot of overall standardized mean difference in protein intake between TD and ASD children.



**Figure 3.** Forest plot of overall standardized mean difference in omega-3 fatty acids intake between TD and ASD children.



**Figure 4.** Forest plot of overall standardized mean difference in calcium intake between TD and ASD children.

children with ASD had an adequate intake of protein, phosphorus, vitamin E, riboflavin, vitamin B12, selenium and thiamine. Protein intake was two to three times higher than recommended. In relation to food groups, autistic children had an adequate fruit and vegetable consumption, which in fact was higher than TD children. Nevertheless, the consumption of dairy products was lower than recommendations for children with ASD, but adequate for TD children.

## Discussion

This meta-analysis describes a dietary pattern in children with ASD characterized by a lower intake of proteins, minerals such as calcium, phosphorus and selenium, and important groups of vitamins, such as vitamins D and B, and omega-3 fatty acids, in comparison to TD children. However, intake of vitamin E and PUFA was found to be higher than in TD children. Autistic children in this study

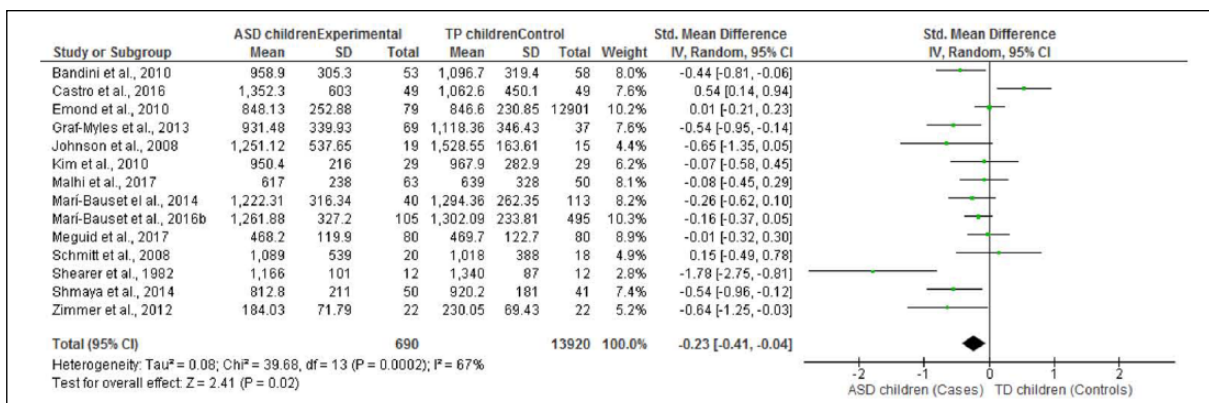


Figure 5. Forest plot of overall standardized mean difference in phosphorus intake between TD and ASD children.

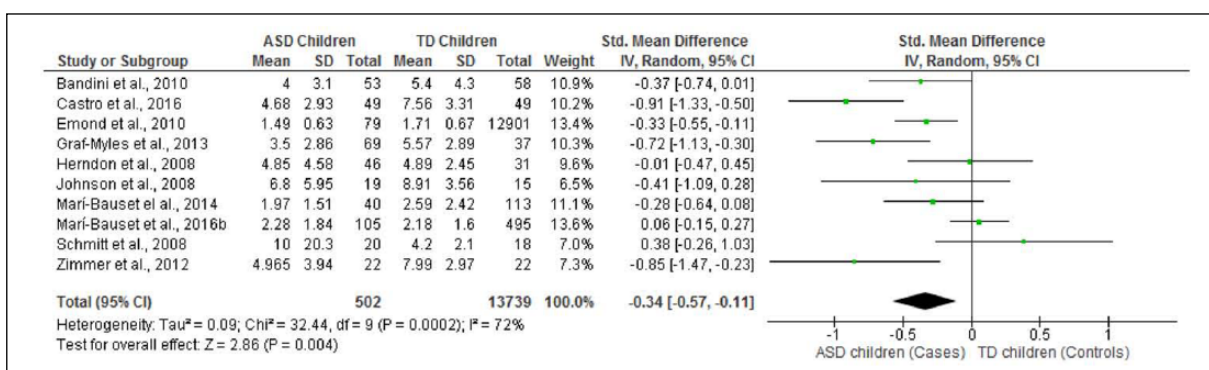


Figure 6. Forest plot of overall standardized mean difference in vitamin D intake between TD and ASD children.

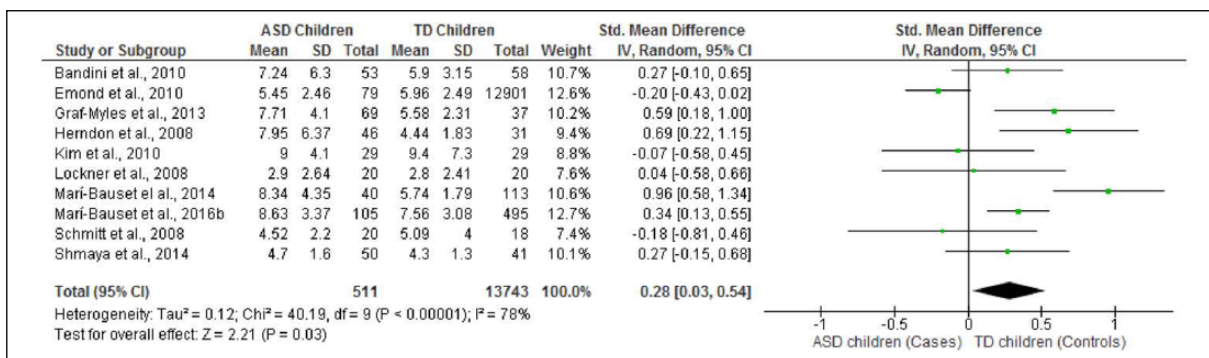
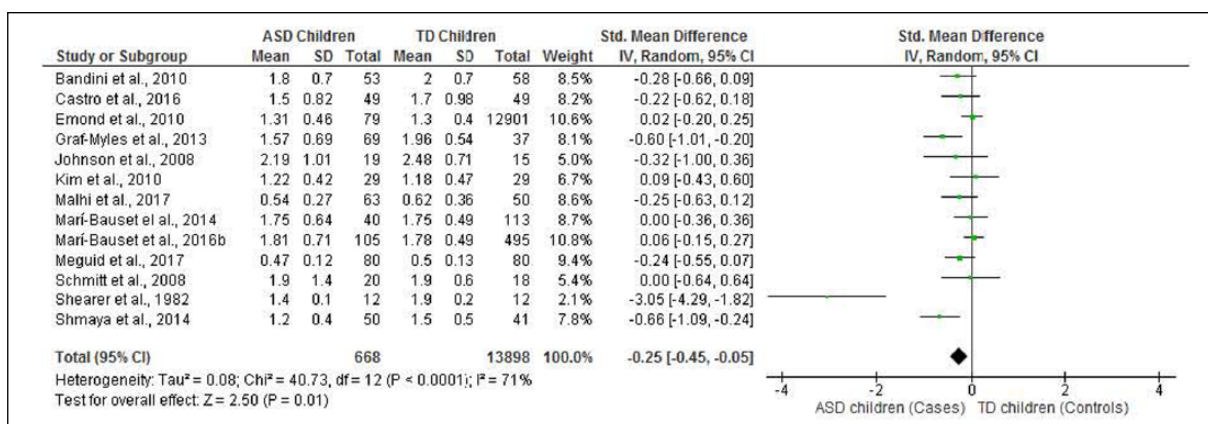


Figure 7. Forest plot of overall standardized mean difference in vitamin E intake between TD and ASD children.

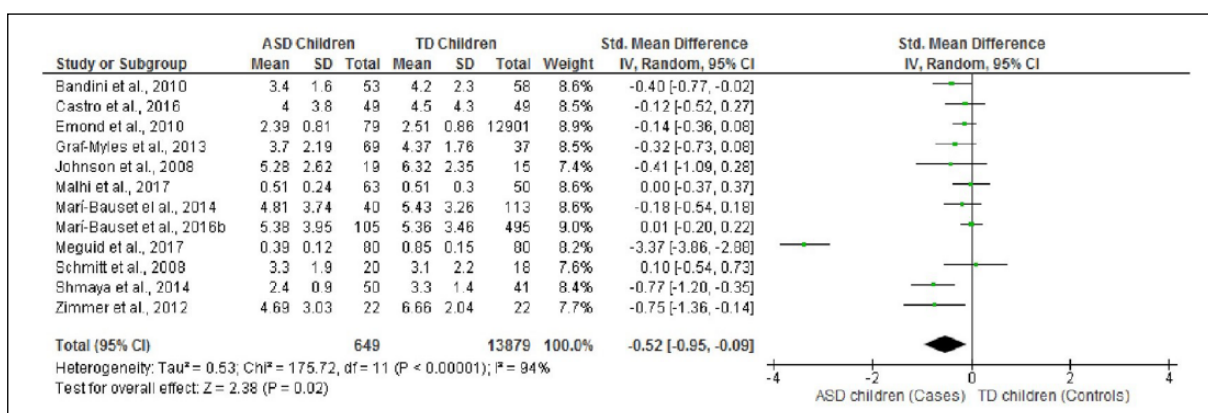
showed a higher consumption of fruit and vegetables than TD children.

The meta-analysis followed the MOOSE (Stroup et al., 2000) and PRISMA (Moher et al., 2009) guidelines at the beginning of the publication search, which was then completed by complementary manual screening, including all data published up to November 2017. Evidence of an apparent increase in new ASD cases in recent years has also led to increased scientific interest in this topic, and thus, the current published articles about dietary intake and

ASD show a greater homogenization in study methodologies. The studies included in the present analysis made up a large sample size (15,079 participants), and included studies carried out in the United States, Europe, Africa, South America, Asia and the Middle East, which gives robustness to the results of our analysis. A comparison of our study with the most recently published meta-analysis (Sharp et al., 2013) shows that the present analysis includes a higher number of publications (10 publications more), covers previously excluded geographical areas (Southern



**Figure 8.** Forest plot of overall standardized mean difference in riboflavin intake between TD and ASD children.



**Figure 9.** Forest plot of overall standardized mean difference in vitamin B12 intake between TD and ASD children.

Europe, Asia and the Middle East) and includes a greater number of nutrients and several food groups. These new inclusions have not only confirmed the lower protein and calcium intake in children with ASD found by Sharp et al. (2013) but also identified significant differences between autistic children and non-autistic children groups regarding eight nutrients (phosphorus, selenium, vitamin D, E, thiamine, riboflavin, vitamin B12 and omega-3 fatty acids) and other food groups (fruits and vegetables) (see Table 2).

Protein intake was lower in the group of autistic children than in the TD group; however, both groups had a much higher intake than recommended (IOM, 2000). In addition, some authors who were not included in the meta-analysis because they did not fulfil our study selection criteria found similar results in children with ASD (Bicer and Alsaffar, 2013; Bowers, 2002; Cornish, 1998; Hyman et al., 2012; Levy et al., 2007; Xia et al., 2010). The high protein intake in the children with ASD is related to the consumption of animal products as Sadowska and Cierebij (2011) reported. Although we were unable to obtain data on the protein food group in the present meta-analysis, we believe that it comes from the meat, since children with

ASD usually consume lower amounts of fish than TD children (Hertz-Picciotto et al., 2010; Mari-Bauset et al., 2015). The low fish consumption is related to the low intake of omega-3 fatty acids. When we compared the omega-3 intake of the two groups, the group of autistic children had a significantly lower intake of omega-3 fatty acids than TD children. However, we should be cautious about interpreting this, because in this meta-analysis, a higher heterogeneity (I<sup>2</sup>=75%) was found and only 5 studies could be included, while at least 6 are required for a correct interpretation (Fu et al., 2011; Higgins et al., 2011). Omega-3 and omega-6 deficiencies affect brain function and cell neuroinflammation from early neurologic development phases (Gumprich and Rockway, 2014; Mari-Bauset et al., 2016b). An omega-3 fatty acid supplementation has been mentioned by some authors as helping to improve the ASD symptomatology (Gumprich and Rockway, 2014; James et al., 2011). A recent meta-analysis of randomized controlled trials (Cheng et al., 2017) found an improvement in social withdrawal, stereotyped patterns of behaviour and hyperactivity in children with ASD who were supplemented with omega-3.

**Table 3.** Comparison of average intake of ASD children and their controls.w

Nutrient intake and food group consumption	Age			
	1-3	4-8	9-13	14-18
DRI	13 (g/d)	19 (g/d)	34 (g/d)	46/52 (g/d)
ASD (Range)	44-63 <sup>(1-5)</sup>	47-68 <sup>(6,7)</sup>	68-81 <sup>(9-13)</sup>	
TD (Range)	44-73 <sup>(1-5)</sup>	50-54 <sup>(14,15)</sup>	63-93 <sup>(9-13)</sup>	
DRI	0.7 (g/d)	0.9 (g/d)	1.0/1.2 (g/d)	1.1/1.6 (g/d)
ASD (Range)	0.09-0.05 <sup>(1-4)</sup>	1.2 <sup>(14)</sup>	0.14 <sup>(18)</sup>	
ASD (Range)	0.10-0.61 <sup>(14)</sup>	1.3 <sup>(14)</sup>	0.16 <sup>(18)</sup>	
TD (Range)			1.8 <sup>(17)</sup>	
DRI	500 (g/d)	800 (g/d)	1300 (g/d)	1300 (g/d)
ASD (Range)	658-1016 <sup>(1-5)</sup>	782 <sup>(6)</sup>	543-945 <sup>(9-13)</sup>	
TD (Range)		485-765 <sup>(14,15)</sup>		
ASD (Range)			1238.4 <sup>(17)</sup>	
TD (Range)	655-1371 <sup>(1-5)</sup>	115 <sup>(6)</sup>	567-1222 <sup>(9-13)</sup>	
DRI	460 (mg/d)	500 (mg/d)	1250 (mg/d)	1250 (mg/d)
ASD (Range)	848-1251 <sup>(1,2,4)</sup>	1166 <sup>(6)</sup>	184-1262 <sup>(9-13)</sup>	
TD (Range)		813-959 <sup>(14,15)</sup>		
ASD (Range)			1352 <sup>(17)</sup>	
TD (Range)	847-1529 <sup>(1,2,4)</sup>	1340 <sup>(6)</sup>	230-1302 <sup>(9-13)</sup>	
DRI		920-1097 <sup>(14,15)</sup>		
ASD (Range)			1067 <sup>(17)</sup>	

(Continued)

Table 3. (Continued)

	DRI	20 (mcg/d)	30 (mcg/d)	40 (mcg/d)	55 (mcg/d)
Selenium (mcg/d) <sup>a</sup>	ASD (Range)	81.19-86.67 <sup>(2,4)</sup>	50-94.76 <sup>(11,13)</sup>		
	TD (Range)	81.79-98.75 <sup>(2,4)</sup>	59.6-102.9 <sup>(11,13)</sup>		
	DRI	5 (mcg/d)	5 (mcg/d)	5 (mcg/d)	5 (mcg/d)
		1.5-6.8 <sup>(1,4)</sup>	4 <sup>(15)</sup>	1.9-10 <sup>(10,13)</sup>	
Vitamin D (mcg/d)	ASD (Range)	1.7-8.9 <sup>(1,4)</sup>	2.2-8 <sup>(10,13)</sup>	4.7 <sup>(17)</sup>	
	TD (Range)	5.4 <sup>(15)</sup>			
	DRI	6 (mg/d)	7 (mg/d)	11 (mg/d)	15 (mg/d)
Vitamin E (mg/d)	ASD (Range)	2.9-8 <sup>(1,3,5)</sup>	4.5-9 <sup>(9,11-13)</sup>		
	TD (Range)	2.8-5.9 <sup>(1,3,5)</sup>	5.1-9.4 <sup>(9,11-13)</sup>		
	DRI	0.5 (mg/d)	0.6 (mg/d)	0.9 (mg/d)	1.0/1.2 (mg/d)
		0.94-1.49 <sup>(1,2,4)</sup>	1.1 <sup>(6)</sup>	1.06-1.5 <sup>(9,12,13)</sup>	
Thiamine (mg/d) <sup>a</sup>	ASD (Range)	0.7-1.5 <sup>(1,4,15)</sup>		1.5 <sup>(17)</sup>	
	TD (Range)	0.96-1.46 <sup>(1,2,4)</sup>	1.2 <sup>(6)</sup>	1.27-1.5 <sup>(9,12,13)</sup>	
	DRI	0.5 (mg/d)	0.6 (mg/d)	0.9 (mg/d)	1.0/1.3 (mg/d)
Riboflavin (mg/d)	ASD (Range)	1.3-2.2 <sup>(1,2,4)</sup>	1.2-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>		
	TD (Range)	1.2-1.8 <sup>(1,4,15)</sup>			
	DRI	0.5 (mg/d)	0.6 (mg/d)	0.9 (mg/d)	1.0/1.3 (mg/d)
		1.3-2.2 <sup>(1,2,4)</sup>	1.4 <sup>(6)</sup>	1.22-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>	
Riboflavin (mg/d)	ASD (Range)	1.3-2.5 <sup>(1,2,4)</sup>	1.9 <sup>(6)</sup>	1.18-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>	
	TD (Range)	1.5-2 <sup>(1,4,15)</sup>			
	DRI	0.5 (mg/d)	0.6 (mg/d)	0.9 (mg/d)	1.0/1.3 (mg/d)
	1.3-2.5 <sup>(1,2,4)</sup>	1.4 <sup>(6)</sup>	1.22-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>		
Riboflavin (mg/d)	ASD (Range)	1.3-2.5 <sup>(1,2,4)</sup>	1.9 <sup>(6)</sup>	1.18-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>	
	TD (Range)	1.5-2 <sup>(1,4,15)</sup>			
	DRI	0.5 (mg/d)	0.6 (mg/d)	0.9 (mg/d)	1.0/1.3 (mg/d)
	1.3-2.5 <sup>(1,2,4)</sup>	1.4 <sup>(6)</sup>	1.22-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>		
Riboflavin (mg/d)	ASD (Range)	1.3-2.5 <sup>(1,2,4)</sup>	1.9 <sup>(6)</sup>	1.18-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>	
	TD (Range)	1.5-2 <sup>(1,4,15)</sup>			
	DRI	0.5 (mg/d)	0.6 (mg/d)	0.9 (mg/d)	1.0/1.3 (mg/d)
	1.3-2.5 <sup>(1,2,4)</sup>	1.4 <sup>(6)</sup>	1.22-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>		

**Table 3.** (Continued)

	DRI	0.9 (mcg/d)	1.2 (mcg/d)	1.8 (mcg/d)	2.4 (mcg/d)
Vitamin B12 (mcg/d)					
ASD (Range)		2.4-5.3 <sup>(1,2,4)</sup>	2.4-3.4 <sup>(1,4,15)</sup>	3.3-5.4 <sup>(10,13)</sup>	
TD (Range)		2.5-6.3 <sup>(1,2,4)</sup>	3.3-4.2 <sup>(1,4,15)</sup>	3.1-1.8 <sup>(10,13)</sup>	4 <sup>(17)</sup>
DRI	1 (s/d)		1/1.5 (s/d)	1.5/1.5 (s/d)	1.5/2-2.5 (s/d)
Fruit (s/d) <sup>b</sup>					
ASD (Range)		2.3-3.29 <sup>(2,3)</sup>		2.2 <sup>(19)</sup>	
TD (Range)		1.82-2.56 <sup>(2,3)</sup>		1.8 <sup>(19)</sup>	
DRI	1 (s/d)		1/1-2.5 (s/d)	1/2.5 (s/d)	2.5/3-4 (s/d)
Vegetables (s/d) <sup>b</sup>					
ASD (Range)		1.35-1.58 <sup>(2,3)</sup>		2.1 <sup>(19)</sup>	
TD (Range)		1.1-1.29 <sup>(2,3)</sup>		1.3 <sup>(19)</sup>	
DRI	2 (s/d)		2.5/2.5-3 (s/d)	3/3 (s/d)	3/3 (s/d)
Dairy products (s/d) <sup>b</sup>					
ASD (Range)		1.57-2.18 <sup>(2,3)</sup>		1.9 <sup>(6)</sup>	
TD (Range)		2.57-3.42 <sup>(2,3)</sup>		3.3 <sup>(6)</sup>	

ASD: autism spectrum disorder; TD: typical development; CI: confidence interval; PUFA: polyunsaturated fat acid.

Data from Meguid et al. (2017) (8) and Malhi et al. (2017) (16) were excluded from the table because of they included very low intakes compared to the other studies included in meta-analysis to DRI in calcium, phosphorus, riboflavin, vitamin B12 and thiamine.

<sup>a</sup>Data before sensitivity analysis.

<sup>b</sup>Data from results including less than six studies and with significant data and food groups studied.

- (1) Emond et al. (2010): 6 months to 4.5 years.
- (2) Graf-Myles et al. (2013): 1-6 years.
- (3) Herndon et al. (2008): 1-8 years.
- (4) Johnson et al. (2008): 2-4 years.
- (5) Lockner et al. (2008): 3-5 years.
- (6) Shearer et al. (1982): 8 ± 0.8 years.
- (7) Liu et al. (2016): 4.83 (±0.84)-5.21 (± 1.83).
- (8) Meguid et al. (2017): 4-6 years.
- (9) Kim et al. (2010): 7-12 years.
- (10) Zimmer et al. (2008): 5-11 years.
- (11) Mari-Bauset et al. (2016a): 6-9 years.
- (12) Mari-Bauset et al. (2015): 6-10 years.
- (13) Schmitt et al. (2008): 7-10 years.
- (14) Shmaya et al. (2014): 3-12 years.
- (15) Bandini et al. (2010): 3-11 years.
- (16) Malhi et al. (2017): 4-10 years.
- (17) Castro et al. (2016): 4-16 years.
- (18) Mari-Bauset et al. (2016b): 6-9 years.
- (19) Evans et al. (2012): 3-11 years.

Comparing the micronutrient intake between groups showed that children with ASD had a lower intake of minerals, such as phosphorus and selenium and vitamins such as thiamine, riboflavin and B12, than TD children. However, in all cases, intake was higher than recommended (IOM, 2000), and therefore, there is no risk of deficiency of these micronutrients in this population. We did not find the intake of phosphorus to be lower than recommendations, in contrast to data referenced by other authors (Cornish et al., 1998; Sadowska and Cierebij, 2011). For selenium, riboflavin, thiamine and vitamin B12 intake, the meta-analysis data do not support the findings of Cornish et al. (1998), Vogelaar (2000), Andrew and Sullivan (2010), Hyman et al. (2012) or Al-Farsi et al. (2013), which suggested a possible deficiency of these nutrients in children with ASD. However, other authors have reported an adequate intake of riboflavin and thiamine (Hyman et al., 2012; Xia et al., 2010).

The meta-analysis data also showed a lower intake in calcium and vitamin D in children with ASD in comparison to TD children and compared to the DRI. Other studies have also reported an inadequate intake in calcium (Bicer et al., 2013; Hyman et al., 2012; Xia et al., 2010 and Sadowska and Cierebij, 2011) as well as in vitamin D (Hyman et al., 2012; Saad et al., 2015; Sadowska and Cierebij, 2011 and Cornish et al., 1998) in subjects with ASD. However, in the present meta-analysis, the lower intake of vitamin D and calcium was mainly shown in school aged children (4–13 years), and the younger children had an adequate intake. A persistently low intake could lead to certain health disorders related to bone and dental tissue development, immune function, muscle receptors, arterial pressure, nerve functioning or basal insulin secretion (Hines et al., 2010). The lower intake of these two micronutrients might be related to a lower consumption of dairy products. In our study, we also found that children with ASD have a tendency to consume less dairy products than TD children ( $p=0.06$ ), which is supported by other studies (Graf-Myles et al., 2013; Herndon et al., 2009; Mari-Bauset et al., 2016a and Shearer et al., 1982). In addition, in this meta-analysis children with ASD, in contrast to TD children, consumed less dairy products than recommended in food guidelines (USDA, 2016). Low consumption of dairy products among autistic children might be due to the widely known hypothesis that milk can aggravate symptoms of autism because of the casein protein, which turns into opioid  $\beta$ -casomorphin-7 (BMC-7, an opioid peptide) in the gut. Although the BMC-7 biological function is not clear, it might have an influence on the gastrointestinal, immunological and nervous systems. Children with ASD might have higher intestinal permeability (De Magistris et al., 2010) and an alteration in the dipeptidyl peptidase IV enzyme (DPPIV), which is involved in  $\beta$ -casomorphin-7 metabolism (Reichelt et al., 1991). The peptide could cross the blood–brain barrier and reach the central nervous system, causing

changes in the child's behaviour and worsening symptoms of autism (Cieślińska et al., 2015). Although this hypothesis has not been sufficiently corroborated, we could speculate that some parents might not offer their children with ASD a sufficient dairy intake due to professional advice and the popularity of gluten-free and casein-free diets (GFCF) (Bicer and Alsaffar, 2013).

We also analysed fruit and vegetable consumption, which was reported in only three studies. We found a significantly higher consumption in children with ASD in comparison to TD children. Mari-Bauset et al. (2016a) also found that autistic children had a higher consumption of vegetables than TD children. Children with ASD in our meta-analysis showed a higher than average fruit consumption and an adequate vegetable consumption in relation to the food guidelines (USDA, 2016). Some authors added details about vegetable consumption in autistic children, finding that children with ASD prefer simple carbohydrates more than complex ones like vegetables and fruit (Cornish, 1998; Ho and Eaves, 1997; Williams et al., 2005). Although more studies are needed to clearly determine the consumption level of these food groups in this population, it should be remembered that a diet rich in fruit and vegetables in children with ASD is a healthy eating pattern due to the vitamins and fibre content of these foods.

Finally, children with ASD showed a higher intake of vitamin E compared to TD children; however, their intake was inappropriately low in our study and in some studies for both autistic and TD children according to DRI. This finding was also reported by Hyman et al. (2010) who found a low intake in both groups and most of the TD children didn't achieve the recommendations. However, Xia et al. (2010) reported an adequate intake in both groups. Deficiency in vitamin E is usually related to a low intake of other macronutrients (especially fatty acids) and has been reported in cases of severe malnutrition, malabsorption syndromes and genetic disorders, such as mutation in proteins like the  $\alpha$ -tocopherol transfer protein, which transports  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E) through the hepatocyte, or in apolipoprotein B, which carries lipoproteins to all body cells (Traber, 2014). This vitamin is essential for the integrity and good functioning of the muscular, reproductive, circulatory, nervous and immune systems (Bielsalski, 2009; Traber, 2014).

Our meta-analysis has some limitations. First, when we compared the intake and consumption to the recommendations, we used American references. We have to take into account that every country has and uses their own recommendations because of the variety of food available and also differences in population demographics.

Another difficulty might be the fact that the nutritional data were collected exclusively by the parents and were not verified by the children themselves, so they might not have been recorded accurately. Not having direct information from the children might cause a small bias in the results. Another limitation was that the various studies

grouped the foods according to different criteria and described consumption in terms of either servings or grammes, which causes problems during the data analysis process and prevents, for example, evaluating the meat and fish or cereals groups. However, in the vast majority of cases, it was possible to assess the fruit, vegetable and dairy product food groups. Only a few authors studied the relationship between children with ASD and TD children regarding food groups and the consumption of essential fatty acids. Some authors have reported that the data from at least six studies are required for a meta-regression (Fu et al., 2011; Higgins et al., 2011); therefore, analyses with a lower number of studies might only provide weak evidence.

Finally, even though some studies found that children with ASD improve their feeding habits with age (Bandini et al., 2010; Mascola et al., 2010), we could not study how age impacted on our results because studies used different population samples.

## Conclusion

Children with ASD in this meta-analysis showed a significantly lower intake of protein, calcium, phosphorus, selenium, vitamin D, thiamine, riboflavin and vitamin B12 and a significantly higher intake of PUFA and vitamin E in comparison to TD children. In contrast to the hypothesis, we found a higher fruit and vegetable consumption in the group of autistic children from among the food groups, although these results should be viewed with caution because they are based on a very limited number of studies. Likewise, the data on lower omega-3 intake must also be considered with care due to high data heterogeneity and the low number of studies analysed. According to the DRI recommendations, children with ASD might be at risk of a deficient intake of calcium, vitamin D and dairy; however, in general, they showed an adequate intake of protein, phosphorous, riboflavin, B12, thiamine, selenium, fruit and vegetables.

Future studies with larger samples are needed to determine whether there are differences in the intake of other nutrients and to identify possible deficiencies. Future research could include the study of food group consumption and differences in dietary variety and food selectivity between ages, which could give us a more overall view of the food consumption of these children.

## Acknowledgements

The authors thank all research groups and authors that provided the data from their studies. The authors also thank Ana Lorente and Sara Siles for their help in this manuscript and all our co-workers for their general support.

## Declaration of conflicting interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship and/or publication of this article.

## Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship and/or publication of this article.

## ORCID iDs

Patricia Esteban-Figuerola  <https://orcid.org/0000-0001-8687-5331>

José Cándido Fernández-Cao  <https://orcid.org/0000-0002-1697-3443>

## References

- Al-Farsi YM, Waly MI, Deth RC, et al. (2013) Low folate and vitamin B12 nourishment is common in Omani children with newly diagnosed autism. *Nutrition* 29: 537–541.
- American Psychiatric Association (APA) (2013) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5th ed. Washington, DC: APA.
- Andrew MJ and Sullivan PB (2010) Feeding difficulties in disabled children. *Paediatrics and Child Health* 20: 321–326.
- Bandini LG, Anderson SE, Curtin C, et al. (2010) Food selectivity in children with autism spectrum disorders and typically developing children. *Journal of Pediatrics* 157(2): 259–264.
- Barnhill K, Gutierrez A, Ghossainy M, et al. (2017) Growth status of children with autism spectrum disorder: a case-control study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 30(1): 59–65.
- Beaudry IB (2014) Food refusal and food selectivity in toddlers: a complex combination of medical, sensorimotor and behavioural issues. *Acta Paediatrica Española* 72(5): 92–97.
- Bicer AH and Alsaffar AA (2013) Body mass index, dietary intake and feeding problems of Turkish children with autism spectrum disorder (ASD). *Research in Developmental Disabilities* 34: 3978–3987.
- Bielsalski HK (2009) Vitamin E requirements in parenteral nutrition. *Gastroenterology* 137: S92–S104.
- Bowers L (2002) An audit of referrals of children with autistic spectrum disorder to the dietetic service. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 15: 141–144.
- Campbell JM (2003) Efficacy of behavioral interventions for reducing problem behavior in persons with autism: a quantitative synthesis of single-subject research. *Research in Developmental Disabilities* 24: 120–138.
- Castro K, Faccioli LS, Baronio D, et al. (2016) Feeding behavior and dietary intake of male children and adolescents with autism spectrum disorder: a case-control study. *International Journal of Developmental Neuroscience* 5: 368–374.
- Cermak SA, Curtin C and Bandini LG (2010) Food Selectivity and Sensory Sensitivity in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of the American Dietetic Association* 110(2): 238–246.
- Cheng Y, Tseng P, Chen Y, et al. (2017) Supplementation of omega 3 fatty acids may improve hyperactivity, lethargy, and stereotypy in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 13: 2531–2543.
- Cieślińska A, Sienkiewicz-Szlapka E, Wasilewska J, et al. (2015) Influence of candidate polymorphisms on the dipeptidyl peptidase IV and  $\mu$ -opioid receptor genes expression



- in aspect of the  $\beta$ -casomorphin-7 modulation functions in autism. *Peptides* 65; 6–11.
- Cohen J (1988) *Statistical Power Analysis for Behavioural Sciences*. New York, NY: Routledge.
- Cornish E (1998) A balanced approach towards healthy eating in autism. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 11(6): 501–509.
- De Magistris L, Familiari V, Pascotto A, et al. (2010) Alterations of the intestinal barrier in patients with autism spectrum disorders and in their first-degree relatives. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 51; 418–424.
- Egger M, Davey Smith G, Schneider M, et al. (1997) Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal* 315(7109): 629–634.
- Emond A, Emmett P, Steer C, et al. (2010) Feeding symptoms, dietary patterns, and growth in young children with autism spectrum disorders. *Pediatrics* 126(2): 337–342.
- Evans EW, Must A, Anderson SE, et al. (2012) Dietary patterns and body mass index in children with autism and typically developing children. *Research in Autism Spectrum Disorders* 6(1): 399–405.
- Fu R, Gartlehner G, Grant M, et al. (2011) Conducting quantitative synthesis when comparing medical interventions: AHRQ and the Effective Health Care Program. *Journal of Clinical Epidemiology* 64: 1187–1197.
- Graf-Myles J, Farmer C, Thurm A, et al. (2013) Dietary adequacy of children with autism compared to controls and the impact of restricted diet. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics* 34(7): 130–134.
- Gumprich E and Rockway S (2014) Can  $\omega$ -3 fatty acids and tocotrienol-rich vitamin E reduce symptoms of neurodevelopment disorders? *Nutrition* 30: 733–738.
- Herndon AC, DiGiuseppi C, Johnson SL, et al. (2009) Does nutritional intake differ between children with autism spectrum disorders and children with typical development? *Journal of Autism and Developmental Disorders* 39(2): 212–222.
- Hertz-Picciotto I, Green PG, Delwiche L, et al. (2010) Blood mercury concentrations in CHARGE study children with and without autism. *Environmental Health Perspectives* 118(1): 161–166.
- Higgins JPT and Green S (2011) *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.10. Available at: <http://handbook.cochrane.org>
- Hines SL, Jorn HKS, Thompson KM, et al. (2010) Breast cancer survivors and vitamin D: a review. *Nutrition* 26(3): 255–262.
- Ho HH and Eaves LC (1997) Nutrient intake and obesity in children with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities* 12: 187–193.
- Hyman SL, Stewart PA, Schmidt B, et al. (2012) Nutrient intake from food in children with autism. *Pediatrics* 130: S145–S153.
- Institute of Medicine (IOM) (2000) *Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment*. Washington, DC: National Academy Press.
- James S, Montgomery P and Williams K (2011) Omega-3 fatty acids supplementation for autism spectrum disorders (ASD). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 11: CD007992.
- Johnson CR, Handen BL and Mayer-Costa M (2008) Eating habits and dietary status in young children with autism. *Journal of Developmental and Physical Disabilities* 20(5): 437–448.
- Kim EK, Neggers YH, Shin CS, et al. (2010) Alterations in lipid profile of autistic boys: a case control study. *Nutrition Research* 30(4): 255–260.
- Levy SE, Souders MC, Ittenbach RF, et al. (2007) Relationship of dietary intake to gastrointestinal symptoms in children with autistic spectrum disorders. *Biological Psychiatry* 61: 492–497.
- Liu X, Liu J, Xiong X, et al. (2016) Correlation between nutrition and symptoms: nutritional survey of children with autism spectrum disorder in Chongqing, China. *Nutrients* 8(5): 1–15.
- Lockner DW, Crowe TK and Skipper BJ (2008) Dietary intake and parents' perception of mealtime behaviors in preschool-age children with autism spectrum disorder and in typically developing children. *Journal of the American Dietetic Association* 108(8): 1360–1363.
- Malhi P, Venkatesh L, Bharti B, et al. (2017) Feeding problems and nutrient intake in children with and without autism: a comparative study. *Indian Journal of Pediatrics* 84(4): 283–288.
- Marí-Bauset S, Llopis-Gonzalez A, Zazpe I, et al. (2016a) Comparison of nutritional status between children with autism spectrum disorder and typically developing children in the Mediterranean Region (Valencia, Spain). *Autism* 21(3): 310–322.
- Marí-Bauset S, Llopis-González A, Zazpe I, et al. (2016b) Fat intake in children with autism spectrum disorder in the Mediterranean region (Valencia, Spain). *Nutritional Neuroscience* 19(9): 377–386.
- Marí-Bauset S, Llopis-González A, Zazpe-García I, et al. (2015) Nutritional status of children with autism spectrum disorders (ASDs): a case-control study. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 45(1): 203–212.
- Mascola AJ, Bryson SW and Agras WS (2010) Picky eating during childhood: a longitudinal study to age 11 years. *Eating Behaviors*: 11253–11257.
- Matheson BE and Douglas JM (2017) Overweight and obesity in children with Autism Spectrum Disorder (ASD): a critical review investigating the development, and maintenance of this relationship. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*: 4142–4156.
- Meguid NA, Anwar M, Bjørklund G, et al. (2017) Dietary adequacy of Egyptian children with autism spectrum disorder compared to healthy developing children. *Metabolic Brain Disease* 32(2): 607–615.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. (2009) Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine* 151: 264–269.
- Perry RA, Mallan MM, Koo J, et al. (2015) Food neophobia and its association with diet quality and weight in children aged 24 months: a cross sectional study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 12: 13.
- Raiten DJ and Massaro T (1986) Perspectives on the nutritional ecology of autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 16: 133–143.
- Reichelt K, Knivsberg A, Lind G, et al. (1991) Probable etiology and possible treatment of childhood autism. *Brain Dysfunktion* 4: 308–319.
- Review Manager (2014) RevMan [Computer program] Version 5.3 and Copenhagen: the Nordic Cochrane Centre The Cochrane Collaboration. Available at: <https://community.cochrane.org/help/tools-and-software/revman-5>

- Risi S, Lord C, Gotham K, et al. (2006) Combining information from multiple sources in the diagnosis of autism spectrum disorders. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 45(9): 1094–1103.
- Ritvo ER and Freeman BJ (1977) National society for autistic children definition of the syndrome of autism *Journal of Pediatric Psychology* 2(4): 146–148.
- Saad K, Abdel-Rahman AA, Elserogy YM, et al. (2015) Vitamin D status in autism spectrum disorders and the efficacy of vitamin D supplementation in autistic children. *Nutritional Neuroscience* 19(8): 346–351.
- Sadowska J and Cierebij M (2011) Evaluation of the nutrition manner and nutritional status of children with autism. Preliminary investigators. *Pediatrics Współczesna* 13(3): 155–160.
- Schmitt L, Heiss CJ and Campbell EE (2008) A comparison of nutrient intake and eating behaviors of boys with and without autism. *Topics in Clinical Nutrition* 23(1): 23–31.
- Schreck AK and Williams K (2006) Food preferences and factors influencing food selectivity for children with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities* 27(4): 353–363.
- Schreck AK, Williams K and Smith FA (2004) A comparison of eating behaviors between children with and without autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 34(4): 433–438.
- Sedgwick P (2013) Meta-analyses: how to read a funnel plot. *British Medical Journal* 346: f1342.
- Sharp WG, Berry RC, McCracken C, et al. (2013) Feeding problems and nutrient intake in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis and comprehensive review of the literature. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 43(9): 2159–2173.
- Shearer TR, Larson K, Neuschwander J, et al. (1982) Minerals in the hair and nutrient intake of autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 12(1): 25–34.
- Shmaya Y, Eilat-Adar S, Leitner Y, et al. (2014) Nutritional deficiencies and overweight prevalence among children with autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities* 38; 1–6.
- Stroup D, Berlin J, Morton S, et al. (2000) Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis of observational studies in epidemiology (MOOSE) group. *Journal of the American Medical Association* 283(4): 2008–2012.
- Tarbox J, La Cava S and Hoang K (2016) Types of assessment. In: Matson J (ed.) *Handbook of Assessment and Diagnosis of Autism Spectrum Disorder*. Basel: Springer, pp.11–26.
- Traber MG (2014) Vitamin E inadequacy in humans: causes and consequences. *Advances in Nutrition* 5: 503–514.
- US Department of Health and Human Services and US Department of Agriculture (USDA) (2016) *2015–2020 Dietary Guidelines for Americans*. 8th ed. Available at: <http://health.gov/dietaryguidelines/2015>
- Vogelaar A (2000) *Studying the Effects of Essential Nutrients and Environmental Factors on Autistic Behavior. DAN! (Defeat Autism Now!) Think Tank*. San Diego, CA: Autism Research Institute.
- Von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. (2014) The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery* 12(12): 1495–1499.
- Williams KE, Gibbons BG and Schreck KA (2005) Comparing selective eaters with and without developmental disabilities. *Journal of Developmental and Physical Disabilities* 17(3): 299–309.
- Xia W, Zhou Y, Sun C, et al. (2010) A preliminary study on nutritional status and intake in Chinese children with autism. *European Journal of Pediatrics* 169(10): 1201–1206.
- Zimmer MH, Hart LC, Manning-Courtney P, et al. (2012) Food variety as a predictor of nutritional status among children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 42(4): 549–556.
- Zimmerman J and Fisher M (2017) Avoidant/restrictive food intake disorder (ARFID). *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care* 47(4): 95–100.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

# Corrigendum to Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis

Autism  
2020, Vol. 24(2) 531–536  
© The Author(s) 2020  
Article reuse guidelines:  
sagepub.com/journals-permissions  
DOI: 10.1177/1362361319898028  
journals.sagepub.com/home/aut



Patricia Esteban-Figuerola, Josefa Canals, José Cándido Fernández-Cao and Victoria Arija Val (2018) Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis. *Autism*, 23(5), 1079–1095. DOI: 10.1177/1362361318794179

The authors of the above article informed the Journal that they had been notified of some errors by the authors of the referenced article: “Dietary patterns and body mass index in children with autism and typically developing children”. Evans, Must, Anderson, Curtin, Scampini, Maslin and Bandini detected an error in Esteban-Figuerola et al.’s reading of their data on fruit and vegetable consumption in TD children and children with ASD. Esteban-Figuerola et al. have now re-analysed data of both fruit and vegetables consumption among ASD and TD children present. The updated findings are as follows:

## Abstract

The abstract of the article has now been updated:

Children with Autism Spectrum Disorders show higher food selectivity, which restricts consumption of some foods and may cause nutritional deficiencies. The aims of this meta-analysis are to determine the overall differences in nutritional intake and food consumption between children with autism spectrum disorder and control (typical development) children as well as the extent to which the nutritional intake and food consumption of autistic children comply with the dietary recommendations. Children with autism spectrum disorder consume less protein (standardized mean difference = -0.27, 95% confidence interval (-0.45, -0.08)); calcium (-0.56 (-0.95, -0.16)); phosphorus (-0.23 (-0.41, -0.04)); selenium (-0.29 (-0.44, -0.13)); vitamin D (-0.34 (-0.57, -0.11)); thiamine (-0.17 (-0.29, -0.05)); riboflavin (-0.25 (-0.45, -0.05)); vitamin B12 (-0.52 (-0.95, -0.09)); and more polyunsaturated fat acid (0.27 (0.11, 0.44)) and vitamin E (0.28 (0.03, 0.54)) than controls. Autistic children also consume less omega-3 (-0.83 (-1.53, -0.16)) than control children, but these results must be considered with care due to the low number of studies included

in the analysis and the high heterogeneity. The results also suggest a lower intake of calcium, vitamin D and dairy and a higher intake of protein, phosphorus, selenium, thiamine, riboflavin and vitamin B12 than recommended.

## Results

Paragraph 6 of the results section has been updated:

The main objective of the meta-analysis was to determine the overall difference in food consumption and nutritional intake between children with ASD and their respective controls (TD children). The analysis of the nutritional data suggests that autistic children have a significantly lower intake of protein (-0.27 (-0.45, -0.08)), omega-3 (-0.84 (-1.53, -0.16)), calcium (-0.56 (-0.95, -0.16)), phosphorus (-0.23 (-0.41, -0.04)), vitamin D (-0.34 (-0.57, -0.11)), riboflavin (-0.25 (-0.45, -0.05)), vitamin B12 (-0.52 (-0.95, -0.09)) and a significantly higher intake of vitamin E (0.28 (0.03, 0.54)) compared to TD children (see Table 2 and Figures 2 to 9).

Table 2 has now been updated and a new version is represented here in full:

Paragraph 8 of the results section has been updated:

Table 3 shows the DRI by nutrient and age group, and the ranges of intake found in the different studies for children with ASD and TD children. In general, most autistic children of school age (4-13 years) showed a lower calcium and vitamin D intake with respect to recommendations. Omega-3 and vitamin E intake were, for some studies, also lower than recommended; however, TD children also showed a tendency towards a lower intake of these nutrients. However, most of the studies found that children with ASD had an adequate intake of protein, phosphorus, vitamin E, riboflavin, vitamin B12, selenium and thiamine. Protein intake was two to three times higher than recommended. In relation to food groups, autistic children had an adequate fruit and vegetable consumption. Nevertheless, the consumption of dairy products was lower than recommendations for children with ASD but adequate for TD children.

**Table 2.** Mean differences in the food and nutritional data of ASD and TD as found in the studies included in the meta-analysis.

Nutrients and food groups	Number of contributing studies	Radom effects model					I <sup>2</sup> (%)	P Heterogeneity
		SMD	(SE)	95% confidence interval		P value		
		LCL	UCL					
Energy (Kcal/d)	14	0.34	(0.24)	-0.13	0.80	0.16	95	<0.001
Carbohydrate (g/d)	15	0.02	(0.07)	-0.12	0.16	0.78	45	0.03
Protein (g/d)	15	-0.27	(0.09)	-0.45	-0.08	0.005	69	<0.001
Total fats (g/d)	13	-0.10	(0.13)	-0.35	0.14	0.42	81	<0.001
SFA (g/d)	5	-0.09	(0.17)	-0.42	0.24	0.58	79	<0.001
MUFA (g/d)	5	0.08	(0.08)	-0.09	0.25	0.36	28	0.23
PUFA (g/d)	6	0.11	(0.12)	-0.13	0.35	0.36	59	0.03
Omega-3 fatty acids (g/d)	5	-0.84	(0.35)	-1.53	-0.16	0.02	95	<0.001
Cholesterol (mg/d)	4	-0.12	(0.08)	-0.27	0.02	0.10	14	0.32
Fibre (g/d)	11	0.17	(0.11)	-0.04	0.37	0.11	61	0.005
Iron (mg/d)	16	-0.08	(0.17)	-0.41	0.25	0.62	91	<0.001
Zinc (mg/d)	14	-0.08	(0.07)	-0.21	0.06	0.26	40	0.06
Calcium (mg/d)	16	-0.56	(0.20)	-0.95	-0.16	0.006	93	<0.001
Phosphorus (mg/d)	14	-0.23	(0.09)	-0.41	-0.04	0.02	67	<0.001
Magnesium (mg/d)	9	-0.07	(0.34)	-0.73	0.59	0.83	96	<0.001
Sodium (mg/d)	10	-0.23	(0.18)	-0.58	0.13	0.22	89	<0.001
Potassium (mg/d)	9	0.10	(0.15)	-0.20	0.40	0.51	85	<0.001
Iodine (mcg/d)	4	-0.06	(0.13)	-0.31	0.18	0.60	61	0.06
Selenium (mcg/d)	7	-0.07	(0.15)	-0.36	0.22	0.62	79	<0.001
Cooper (mg/d)	4	0.01	(0.22)	-0.42	0.44	0.96	81	0.001
Vitamin A (mcg/d)	15	-0.07	(0.06)	-0.19	0.05	0.27	32	0.11
Vitamin C (mg/d)	15	-0.04	(0.12)	-0.28	0.19	0.73	81	<0.001
Vitamin D (mcg/d)	10	-0.34	(0.12)	-0.57	-0.11	0.004	72	<0.001
Vitamin K (mcg/d)	6	-0.06	(0.17)	-0.40	0.29	0.75	77	<0.001
Vitamin E (mg/d)	10	0.28	(0.13)	0.03	0.54	0.03	78	<0.001
Thiamine (mg/d)	13	-0.13	(0.07)	-0.27	-0.00	0.05	36	0.09
Riboflavin (mg/d)	13	-0.25	(0.10)	-0.45	-0.05	0.01	71	<0.001
Niacin (mg/d)	13	0.01	(0.06)	-0.10	0.11	0.88	2	0.42
Pantothenic acid (mg/d)	5	-0.03	(0.15)	-0.33	0.26	0.84	67	0.02
Vitamin B6 (mg/d)	14	0.10	(0.16)	-0.22	0.42	0.55	89	<0.001
Folic Acid (mcg/d)	13	-0.23	(0.20)	-0.63	0.17	0.27	93	<0.001
Vitamin B12 (mcg/d)	12	-0.52	(0.22)	-0.95	-0.09	0.02	94	<0.001
Fruits (s/d)	3	0.07	(0.24)	-0.41	0.55	0.77	76	0.02
Vegetables (s/d)	3	0.23	(0.22)	-0.20	0.66	0.29	73	0.02
Dairy (s/d)	3	-1.22	(0.64)	-2.47	0.04	0.06	92	<0.001

Abbreviations: ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Typical development; SMD: Standardized Mean Difference; SE: Standard Error; LCL: Lower Confidence Limit; UCL: Upper Confidence limit; SFA: Saturated Fatty Acid; MUFA: Monounsaturated Fatty Acid; PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid; s: servings; d: day.

**Discussion**

Paragraph 1 of the discussion section has been updated:

This meta-analysis describes a dietary pattern in children with ASD characterized by a lower intake of proteins, minerals such as calcium, phosphorus and selenium, and important groups of vitamins, such as vitamins D and B, and omega-3 fatty acids, in comparison to TD children. However, intake of vitamin E and PUFA was found to be higher than in TD children.

Paragraph 2 of the discussion section has been updated:

The meta-analysis followed the MOOSE (Stroup et al., 2000) and PRISMA (Moher et al., 2009) guidelines at the beginning of the publication search, which was then completed by complementary manual screening, including all data published up to November 2017. Evidence of an apparent increase in new ASD cases in recent years has also led to increased scientific interest in this topic, and thus the current published articles about dietary intake and

**Table 3.** Comparison of average intake of ASD children and their controls.

Nutrient intake and food group consumption	Age			
	1-3	4-8	9-13	14-18
<b>DRI</b>	<b>13 (g/d)</b>	<b>19 (g/d)</b>	<b>34 (g/d)</b>	<b>46/52 (g/d)</b>
<b>Protein (g/d)</b>				
<b>ASD (Range)</b>	44-63 <sup>(1-5)</sup>	47-68 <sup>(6,7)</sup>	68-81 <sup>(9-13)</sup>	
<b>TD (Range)</b>	44-73 <sup>(1-5)</sup>	62-73 <sup>(6,7)</sup>	63-93 <sup>(9-13)</sup>	
<b>DRI</b>	<b>0.7 (g/d)</b>	<b>0.9 (g/d)</b>	<b>1.0/1.2 (g/d)</b>	<b>1.1/1.6 (g/d)</b>
<b>Omega-3 fatty acids (g/d)<sup>a</sup></b>				
<b>ASD (Range)</b>	0.09-0.05 <sup>(1-4)</sup>	0.14 <sup>(18)</sup>		
<b>TD (Range)</b>	0.10-0.61 <sup>(1-4)</sup>	1.2 <sup>(14)</sup>	0.9 <sup>(17)</sup>	
		1.3 <sup>(14)</sup>	1.8 <sup>(17)</sup>	
<b>DRI</b>	<b>500 (g/d)</b>	<b>800 (g/d)</b>	<b>1300 (g/d)</b>	<b>1300 (g/d)</b>
<b>Calcium (g/d)</b>				
<b>ASD (Range)</b>	658-1016 <sup>(1-5)</sup>	782 <sup>(6)</sup>	543-945 <sup>(9-13)</sup>	
		485-765 <sup>(14,15)</sup>		1238.4 <sup>(17)</sup>
<b>TD (Range)</b>	655-1371 <sup>(1-5)</sup>	1151 <sup>(6)</sup>	567-1222 <sup>(9-13)</sup>	
		572-946 <sup>(14,15)</sup>		813 <sup>17</sup>
<b>DRI</b>	<b>460 (mg/d)</b>	<b>500 (mg/d)</b>	<b>1250 (mg/d)</b>	<b>1250 (mg/d)</b>
<b>Phosphorus (mg/d)</b>				
<b>ASD (Range)</b>	848-1251 <sup>(1,2,4)</sup>	1166 <sup>(6)</sup>	184-1262 <sup>(9-13)</sup>	
		813-959 <sup>(14,15)</sup>		1352 <sup>(17)</sup>
<b>TD (Range)</b>	847-1529 <sup>(1,2,4)</sup>	1340 <sup>(6)</sup>	230-1302 <sup>(9-13)</sup>	
		920-1097 <sup>(14,15)</sup>		1067 <sup>(17)</sup>

(Continued)

**Table 3.** (Continued)

Nutrient intake and food group consumption	Age			
	1-3	4-8	9-13	14-18
<b>Selenium (mcg/d)<sup>a</sup></b>				
<b>DRI</b>	<b>20 (mcg/d)</b>	<b>30 (mcg/d)</b>	<b>40 (mcg/d)</b>	<b>55 (mcg/d)</b>
<b>ASD (Range)</b>	81.19-86.67 <sup>(2,4)</sup>	50-94.76 <sup>(11,13)</sup>		
<b>TD (Range)</b>	81.79-98.75 <sup>(2,4)</sup>	59.6-102.9 <sup>(11,13)</sup>		
<b>DRI</b>	<b>5 (mcg/d)</b>	<b>5 (mcg/d)</b>	<b>5 (mcg/d)</b>	<b>5 (mcg/d)</b>
<b>ASD (Range)</b>	1.5-6.8 <sup>(1-4)</sup>	4 <sup>(15)</sup>	1.9-10 <sup>(10-13)</sup>	
<b>TD (Range)</b>	1.7-8.9 <sup>(1-4)</sup>	5.4 <sup>(15)</sup>	2.2-8 <sup>(10-13)</sup>	
<b>DRI</b>	<b>6 (mg/d)</b>	<b>7 (mg/d)</b>	<b>11 (mg/d)</b>	<b>15 (mg/d)</b>
<b>ASD (Range)</b>	2.9-8 <sup>(1-3,5)</sup>	4.7-7.2 <sup>(14,15)</sup>	4.5-9 <sup>(9,11-13)</sup>	
<b>TD (Range)</b>	2.8-5.9 <sup>(1-3,5)</sup>	4.3-5.9 <sup>(14,15)</sup>	5.1-9.4 <sup>(9,11-13)</sup>	
<b>DRI</b>	<b>0.5 (mg/d)</b>	<b>0.6 (mg/d)</b>	<b>0.9 (mg/d)</b>	<b>1.0/1.2 (mg/d)</b>
<b>ASD (Range)</b>	0.94-1.49 <sup>(1,2,4)</sup>	1.1 <sup>(6)</sup>	1.06-1.5 <sup>(9,12,13)</sup>	
<b>TD (Range)</b>	0.96-1.46 <sup>(1,2,4)</sup>	0.9-1.5 <sup>(14,15)</sup>	1.27-1.5 <sup>(9,12,13)</sup>	
<b>DRI</b>	<b>0.5 (mg/d)</b>	<b>0.6 (mg/d)</b>	<b>0.9 (mg/d)</b>	<b>1.0/1.3 (mg/d)</b>
<b>ASD (Range)</b>	1.3-2.2 <sup>(1,2,4)</sup>	1.4 <sup>(6)</sup>	1.22-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>	
<b>TD (Range)</b>	1.2-1.8 <sup>(14,15)</sup>	1.2-1.8 <sup>(14,15)</sup>	1.6 <sup>(17)</sup>	
<b>Riboflavin (mg/d)</b>				
<b>ASD (Range)</b>	1.3-2.5 <sup>(1,2,4)</sup>	1.9 <sup>(6)</sup>	1.18-1.8 <sup>(9,11-13)</sup>	
<b>TD (Range)</b>	1.5-2 <sup>(14,15)</sup>	1.5-2 <sup>(14,15)</sup>	1.7 <sup>(17)</sup>	

(Continued)

**Table 3.** (Continued)

Nutrient intake and food group consumption	Age			
	1-3	4-8	9-13	14-18
<b>Vitamin B12 (mcg/d)</b>	<b>0.9 (mcg/d)</b>	<b>1.2 (mcg/d)</b>	<b>1.8 (mcg/d)</b>	<b>2.4 (mcg/d)</b>
<b>ASD (Range)</b>	2.4-5.3 <sup>(1,2,4)</sup>	2.4-3.4 <sup>(14,15)</sup>	3.3-5.4 <sup>(10-13)</sup>	
<b>TD (Range)</b>	2.5-6.3 <sup>(1,2,4)</sup>	3.3-4.2 <sup>(14,15)</sup>	3.1-1.8 <sup>(10-13)</sup>	4 <sup>(17)</sup>
<b>DRI</b>	<b>1 (s/d)</b>	<b>1/1.5 (s/d)</b>	<b>1.5/1.5 (s/d)</b>	<b>1.5/2-2.5 (s/d)</b>
<b>Fruit (s/d)</b> <sup>b</sup>	<b>ASD (Range)</b>	2.3-3.29 <sup>(2,3)</sup>	1.8 <sup>(19)</sup>	
	<b>TD (Range)</b>	1.82-2.56 <sup>(2,3)</sup>	2.2 <sup>(19)</sup>	
<b>Vegetables (s/d)</b> <sup>b</sup>	<b>ASD (Range)</b>	1.35-1.58 <sup>(2,3)</sup>	1.3 <sup>(19)</sup>	
	<b>TD (Range)</b>	1.1-1.29 <sup>(2,3)</sup>	2.1 <sup>(19)</sup>	
<b>Dairy products (s/d)</b> <sup>b</sup>	<b>2 (s/d)</b>	<b>2.5/2.5-3 (s/d)</b>	<b>3/3 (s/d)</b>	<b>3/3 (s/d)</b>
	<b>ASD (Range)</b>	1.57-2.18 <sup>(2,3)</sup>	1.9 <sup>(6)</sup>	
	<b>TD (Range)</b>	2.57-3.42 <sup>(2,3)</sup>	3.3 <sup>(6)</sup>	

Abbreviations: ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Typical development; CI: Confidence Interval; PUFA: Polyunsaturated Fat Acid.  
<sup>a</sup>Data before sensitivity analysis / <sup>b</sup>Data from results including less than 6 studies and with significant data and food groups studied.

- (1) Emond et al., 2010: 6month-4.5years
- (2) Graf-Myles et al., 2013: 1-6y
- (3) Herndon et al., 2008: 1-8y
- (4) Johnson et al., 2008: 2-4y
- (5) Lockner et al., 2008: 3-5y
- (6) Shearer et al., 1982: 8+0.8y
- (7) Liu et al., 2016: 4.83(+0.84)-5.21(+1.83)y
- (8) Meguid et al., 2017: 4-6y
- (9) Kim et al., 2010: 7-12y
- (10) Zimmer et al., 2008: 5-11y
- (11) Mari-Bauset et al., 2016b: 6-9y
- (12) Mari-Bauset et al., 2014: 6-10y
- (13) Schmitt et al., 2008: 7-10y
- (14) Shmaya et al., 2014: 3-12y
- (15) Bandini et al., 2010: 3-11y
- (16) Malhi et al., 2017: 4-10y
- (17) Castro et al., 2016: 4-16y
- (18) Mari-Bauset et al., 2016a: 6-9y
- (19) Evans et al., 2012: 3-11y

Data from Meguid et al., 2017 (8) and Malhi et al., 2017 (16) were excluded from the table because of they included very low intakes compared to the other studies included in meta-analysis to DRI in calcium, phosphorus, riboflavin, vitamin B12 and thiamine.



ASD show a greater homogenization in study methodologies. The studies included in the present analysis made up a large sample size (15,079 participants), and included studies carried out in the United States, Europe, Africa, South America, Asia and the Middle East, which gives robustness to the results of our analysis. A comparison of our study with the most recently published meta-analysis (Sharp et al., 2013) shows that the present analysis includes a higher number of publications (10 publications more), covers previously excluded geographical areas (Southern Europe, Asia and the Middle East), and includes a greater number of nutrients and several food groups. These new inclusions have not only confirmed the lower protein and calcium intake in children with ASD found by Sharp et al. (2013) but have also identified significant differences between autistic children and non-autistic children groups regarding eight nutrients (phosphorus, selenium, vitamin D, E, thiamine, riboflavin, vitamin B12 and omega-3 fatty acids) (See Table 2).

Table 3 has been updated and a new version is represented here in full:

Paragraph 6 of the discussion section has been updated:

We also analysed fruit and vegetable consumption, which was reported in only three studies. We did not find significant results in fruit and vegetable consumption in children with ASD in comparison to TD children. However, children with ASD in our meta-analysis showed a higher than average fruit

consumption and an adequate vegetable consumption in relation to the food guidelines (USDA, 2016). Some authors added details about vegetable consumption in autistic children, finding that children with ASD prefer simple carbohydrates more than complex ones like vegetables and fruit (Cornish, 1998; Ho and Eaves, 1997; Williams et al., 2005). Although more studies are needed to clearly determine the consumption level of these food groups in this population, it should be remembered that a diet rich in fruit and vegetables in children with ASD is a healthy eating pattern due to the vitamins and fibre content of these foods.

### Conclusion

Paragraph one of the conclusion has been updated:

Children with ASD in this meta-analysis showed a significantly lower intake of protein, calcium, phosphorus, selenium, vitamin D, thiamine, riboflavin and vitamin B12 and a significantly higher intake of PUFA and vitamin E in comparison to TD children. We did not find significant results among food groups consumption between autistic and TD children, although these results are based on a very limited number of studies. Likewise, the data on lower omega 3 intake must be considered with care due to high data heterogeneity and the low number of studies analysed. According to the DRI recommendations, children with ASD might be at risk of a deficient intake of calcium, vitamin D and dairy; however, in general, they showed an adequate intake of protein, phosphorous, riboflavin, B12, thiamine, selenium, fruit and vegetables.

## 2. Validación de un cuestionario corto de frecuencia de consumo alimentario en niños pequeños

*Patricia Esteban-Figuerola, Cristina Jardí, Josefa Canals y Victoria Arijá Val*

Revista: **Nutrición Hospitalaria** (Factor d'Impacte: **0.759**) / Estat: **Publicat 2020**



Els qüestionaris de freqüència de consum alimentari validats en l'edat infantil disponibles en la literatura són escassos, sent habitualment llargs i aportant dades del consum alimentari. Per la qual cosa es veia necessari disposar d'un QFCA curt que valorés la ingesta d'energia i nutrients .

Per lo que vam fer la validació d'un qüestionari amb un total de 49 nens/es, amb un percentatge elevat de participants dins del normopès i amb nivell socioeconòmic mitjà.

Es va obtenir una bona **reproductibilitat**, on els Coeficient de Correlació d'Spearman mostraven valors d'entre 0,363 i 0,751 en els grups d'aliments (0,566 de mitjana), concretament amb correlacions  $> 0,70$  per a la majoria d'aliments, i entre 0,5 i 0,7 per a carns, peixos, patates, dolços-refrescs i oli. Entre els nutrients, els valors variaven entre 0,435 i 0,778 (0,623 de mitjana) ( $p < 0,01$ ). Totes les correlacions van incrementar els seus valors quan es va ajustar per l'energia.

En relació a la **validesa**, aquesta va ser forta o moderada en els aliments, amb correlacions  $> 0,7$  pels làctics i la llet, i entre 0,4 i 0,7 pels embotits, ous, iogurt/formatge, verdures i oli (0,4 de mitjana). En els nutrients la validesa va ser bona amb correlacions d'Spearman  $> 0,5$  per greixos, AGS, AGP, fòsfor, calci, vitamina E i vitamina C; entre 0,3 i 0,5 per a energia, midons, fibra, AGMI, colesterol, sodi, magnesi, potassi, retinol, riboflavina, niacina, àcid pantotènic, vitamina B 6 i folats i  $< 0,3$  en la resta de nutrients. Les correlacions ajustades van obtenir valors de 0,944 per als midons, situant-se la resta entre 0,337 i 0,407. En totes les anàlisis ajustats millora el nivell de significació, obtenint sempre Correlacions d'Spearman i Intraclasse.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola



# Nutrición Hospitalaria



## Trabajo Original

Epidemiología y dietética

### Validación de un cuestionario corto de frecuencia de consumo alimentario en niños pequeños

*Validation of a short food frequency questionnaire in small children*

Patricia Esteban-Figuerola<sup>1</sup>, Cristina Jardí<sup>2</sup>, Josefa Canals<sup>1</sup> y Victoria Arijá<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Psicología. Grup de Recerca Nutrició i Salut Mental (NUTRISAM). Centre de Recerca en Avaluació i Mesura de la Conducta (CRAMC). Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili (IISPV). Universitat Rovira i Virgili. Reus, Tarragona. <sup>2</sup>Unidad de Nutrición y Salud Pública. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Grup de Recerca Nutrició i Salut Menta (NUTRISAM). Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili (IISPV). Universitat Rovira i Virgili. Reus, Tarragona

### Resumen

**Introducción:** los cuestionarios de frecuencia de consumo alimentario validados en la edad infantil son escasos, principalmente largos y solo aportan datos del consumo alimentario.

**Objetivo:** nuestro objetivo fue evaluar la reproducibilidad y validez de un cuestionario de frecuencia corto que estimara la frecuencia del consumo de alimentos y la ingesta energética y nutricional en edades de 3 a 6 años.

**Material y métodos:** en 49 niños y niñas (57 % varones) se valoró la reproducibilidad y la validez de un cuestionario de frecuencia de 41 ítems mediante los coeficientes de correlación de Spearman e intraclass, ajustados y sin ajustar por la energía. Se usó como método de referencia un registro alimentario de 6 días.

**Resultados:** se obtuvo una reproducibilidad elevada en los alimentos con correlaciones > 0,70 para la mayoría de alimentos, y entre 0,5 y 0,7 para carnes, pescados, patatas, dulces-refrescos y aceite; para la energía y los nutrientes, las correlaciones fueron > 0,9 y > 0,7, respectivamente. Se obtuvo una validez fuerte o moderada en los alimentos, con correlaciones > 0,7 para lácteos y leche, y entre 0,4 y 0,7 para embutidos, huevos, yogur/queso, verduras y aceite, y en los nutrientes, con correlaciones > 0,5 para lípidos, AGS, AGP, fósforo, calcio, vitamina E y vitamina C, y entre 0,3 y 0,5 para energía, almidones, fibra, AGMI, colesterol, sodio, magnesio, potasio, retinol, rivotoflavina, niacina, ácido pantoténico, vitamina B<sub>6</sub> y folatos. Las correlaciones fueron significativas y se incrementaron al ajustar la energía.

**Conclusiones:** el cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto para niños de 3-6 años de edad resultó tener una reproducibilidad elevada y buena validez, con resultados tan buenos como los de un cuestionario largo.

#### Palabras clave:

Cuestionario de frecuencia de consumo.  
Reproducibilidad.  
Validez. Niños pequeños.

### Abstract

**Introduction:** validated food frequency questionnaires in children are scarce, mostly long, and only provide data about food consumption.

**Objective:** the aim of this study was to evaluate the reproducibility and validity of a short food frequency questionnaire that estimates energy, nutritional intake, and the frequency of food consumption in children aged between 3 and 6 years.

**Material and methods:** in 49 children (57 % boys), the reproducibility and validity of a frequency questionnaire with 41 items was assessed using Spearman's and intraclass correlations, both adjusted and not adjusted for energy. A 6-day record was used as a reference method.

**Results:** reproducibility was high in food groups with correlations > 0.70 for most of them and between 0.5 and 0.7 for meat, fish, potatoes, sweets/soft drinks, and oil. For energy and nutrients correlations were > 0.9 and > 0.7, respectively. Validity was strong to moderate for foods with correlations > 0.7 (dairy and milk) and between 0.4 and 0.7 (sausages, eggs, yogur/cheese, vegetables and oil), and for nutrients with correlations > 0.5 (lipids, AGS, AGP, phosphorus, calcium, vitamin E and vitamin C) and between 0.3 and 0.5 (energy, starches, fiber, MUFA, cholesterol, sodium, magnesium, potassium, retinol, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B<sub>6</sub> and folates). All correlations were significant and increased after they had been adjusted for energy.

**Conclusions:** the short food frequency questionnaire for children between 3 and 6 years old has high reproducibility and good validity with results that are as good as those of long food frequency questionnaires.

#### Keywords:

Food frequency questionnaire.  
Reproducibility.  
Validity. Children.

Recibido: 14/05/2019 • Aceptado: 06/08/2019

*Agradecimiento: Los autores agradecen a las familias su participación en este estudio.*

*Conflicto de intereses: no existen conflictos de interés.*

Esteban-Figuerola P, Jardí C, Canals J, Arijá V. Validación de un cuestionario corto de frecuencia de consumo alimentario en niños pequeños. Nutr Hosp 2020;37(1):101-113

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02670>

#### Correspondencia:

Victoria Arijá. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Sant Llorenç, 21. 43201 Reus, Tarragona  
e-mail: [victoria.arija@urv.cat](mailto:victoria.arija@urv.cat)

## INTRODUCCIÓN

Los estudios epidemiológicos que valoran el consumo alimentario en grandes poblaciones utilizan métodos que permiten obtener información válida y precisa y son fáciles de aplicar. Los más utilizados son el registro alimentario, el recuerdo de 24 horas –ambos valoran varios días– y el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) validado. Estos cuestionarios de frecuencia estiman el consumo alimentario habitual, siendo los más fáciles de aplicar en estudios poblacionales, ya que pueden ser auto-administrados y no necesitan un entrevistador especializado para su cumplimentación (1-3).

En general, los CFCA más útiles serán los que aporten información de mayor calidad y más amplia (alimentos, energía y nutrientes) con menor esfuerzo y recursos, características que no siempre coinciden en un mismo cuestionario. Así, los CFCA con estas características suelen tener una lista elevada de alimentos (> 100) y preguntan por el tamaño de la ración consumida por el sujeto para así calcular el consumo de alimentos, energía y nutrientes de forma cuantitativa, lo que les confiere algunos inconvenientes: mayor complejidad en la cumplimentación del cuestionario, mayor tiempo de respuesta y mayor fatiga del sujeto que lo cumplimenta, lo que finalmente puede disminuir la calidad de las respuestas. Por el contrario, los CFCA cortos ( $\leq 50$  ítems) son más sencillos y fáciles de cumplimentar, aunque por lo general solo suelen valorar la frecuencia del consumo alimentario y no la ingesta energética y nutricional (4-9).

En relación al tipo de población, existen escasos CFCA validados en la población infantil de países desarrollados occidentales, siendo la mayoría cuestionarios largos (10-13) y, con menor frecuencia, cortos (14). En el momento actual, los CFCA cortos disponibles solamente aportan datos de frecuencia de consumo (5-7,9) o de consumo de alimentos en gramos/día (8), sin valorar ninguno de ellos la ingesta de energía y nutrientes. Y en concreto, en niños europeos tenemos el CFCA corto de 43 ítems, realizado en una población multicultural de diferentes áreas de Europa (6), y el CFCA corto de 13 ítems, realizado en niños flamencos (8).

Por ello nos planteamos como objetivo validar la reproducibilidad y la validez de un CFCA corto que estime la frecuencia del consumo de alimentos, el consumo de alimentos y la ingesta de energía y nutrientes en niños de 3-6 años.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO DEL ESTUDIO

La figura 1 muestra el diseño del estudio y el proceso de validación del CFCA. Se ha valorado el CFCA al inicio y al final de un período de tiempo de 4 meses (CFCA 1 y CFCA 2), utilizando como método de referencia el Registro Alimentario de 6 días (RA-6d) estimado durante el período intermedio. Se ha valorado la reproducibilidad comparando los CFCA 1 y 2, y la validez comparando la media de consumo de los CFCA 1 y 2 con la media de los RA-6d.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Universitario Sant Joan de Reus (CEIC HUSJReus: 13-10-31/10proj5).

## CARACTERÍSTICAS DE LOS SUJETOS Y PROCEDIMIENTO

Se invitó a participar a 59 familias con un niño o niña de 3-6 años, sin diagnóstico patológico, de la provincia de Tarragona, realizándose dos entrevistas para la recogida de las variables por parte de dos nutricionistas.

En la primera visita se firmó el consentimiento informado, confirmando los criterios de inclusión (no haber padecido un problema grave de salud). Se entregó el CFCA 1 para cumplimentarlo en los días siguientes y el RA-6d para rellenarlo en unas fechas concretas, indicándoles la forma de realizarlo. Los padres refirieron el consumo de sus hijos. Se recordaron telefónicamente estas fechas.

Se registraron las variables sociodemográficas. Se clasificó el nivel socioeconómico en 3 categorías (bajo, medio y alto) mediante el índice de Hollingshead (15). Se midió el peso con una báscula TANITA (modelo DC-360S) y la altura con un tallímetro SECA con precisión de 0,1 cm (modelo PERILB-STND). El IMC para la edad se calculó a partir de las "Z-score" con los programas informáticos WHO Anthro y Antroplus (16), que usan los estándares internacionales de la OMS, y el valor Z se clasificó como: bajo peso ( $< -1$  y  $\geq -3$ ), normopeso ( $\geq -1$  y  $\leq +1$ ) y sobrepeso/obesidad ( $> 1$  y  $> 2$ ) (17).

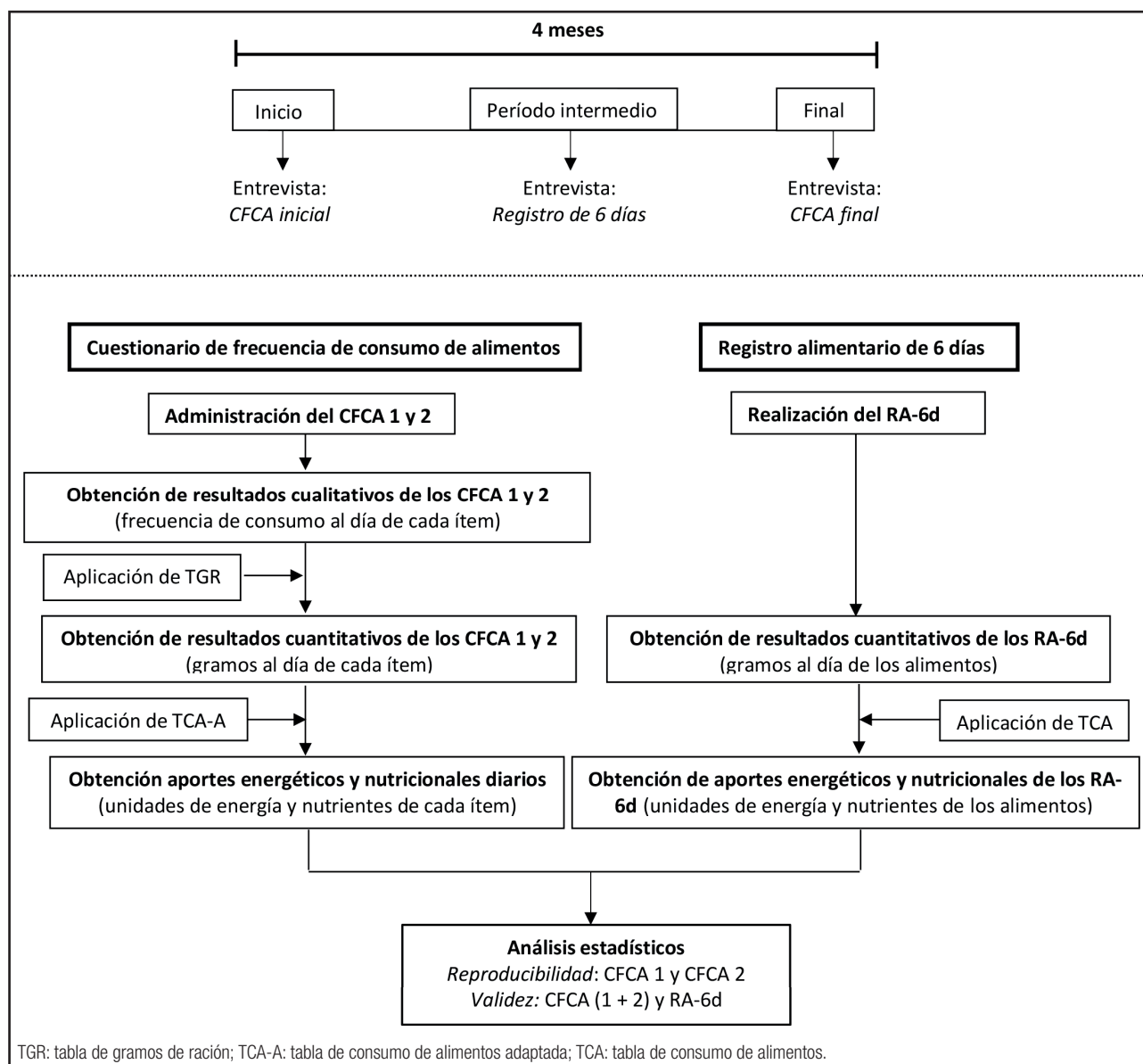
En la segunda visita, se cuantificó el consumo alimentario del RA-6d y se entregó el CFCA 2, indicando su cumplimentación a los 4 meses del primero. Se recordó telefónicamente la fecha de cumplimentación y se acordó la recogida del cuestionario.

## CONFECCIÓN DEL CUESTIONARIO DE FRECUENCIA

El diseño del CFCA infantil auto-administrado se basó en un CFCA validado en adolescentes y adultos, realizado por el grupo investigador (18). En esta adaptación para niños se revisó el listado de ítems por expertos del grupo en consumo alimentario (19-23) y se eliminaron los ítems referentes a bebidas alcohólicas. Este CFCA consta de 41 ítems con los que se registra la frecuencia de consumo semanal y mensual, más 9 preguntas sobre el consumo de algunos alimentos (Anexo 1). Se comprobaron con 5 familias la comprensión de las instrucciones de cumplimentación y el diseño del CFCA.

Para obtener la frecuencia de consumo diaria se dividieron las frecuencias semanales y mensuales por 7 y 30, respectivamente, y se sumaron ambas frecuencias.

Posteriormente, para obtener el consumo de alimentos en gramos/día se multiplicó la frecuencia por los gramos de la ración media de referencia de cada ítem en este grupo de edad (24), adaptada por expertos del grupo (19-23) (Tabla I). Para calcular el aceite (no incluido en el CFCA) se consideró un consumo me-



**Figura 1.**  
 Diseño del estudio y procedimiento de validación.

dio de 25 g/día, según datos previos referentes a este grupo de edad (19-24), que se ajustó por la ingesta energética: energía ingerida por el sujeto \* 25 g de aceite/energía media del grupo. A esta cantidad se sumó el nivel de aceite utilizado para cocinar: 5 g, abundante; 2,5 g, moderado, 0 g, poco, y el añadido a los bocadillos: 7 g, habitualmente; 5 g, alguna vez, 0 g, casi nunca, expresados en las preguntas 8 y 9 del CFCA (Anexo 1). Se agrupó el consumo alimentario en 11 grupos.

Para el cálculo de la energía y los nutrientes se generó una tabla de composición de alimentos adaptada (TCA-A) a los ítems del CFCA. Esta se configuró a partir de la tabla internacional de composición de alimentos REGAL (25), complementada con la tabla de composición de alimentos española de Mataix Verdú (26). Para ello

se estimó el porcentaje de consumo de los alimentos incluidos en cada ítem a partir de los estudios sobre el consumo alimentario en niños de esta edad realizados por el grupo de investigación (19-23). Estos porcentajes se utilizaron como factores de ponderación sobre el contenido energético y nutricional de la nueva TCA-A.

Se calculó el consumo medio entre el CFCA 1 y 2.

### MÉTODO DE REFERENCIA: REGISTRO DE 6 DÍAS

Los padres rellenaron los RA-6d en el momento intermedio del período de 4 meses del estudio de la siguiente manera: 4 días labora-

**Tabla I. Tabla de gramos de ración**

Leche o yogur	Taza de leche (200 ml) o 1 yogur (125 g)
Chocolate: tableta, bombones, "Kit-Kat", "Mars", etc.	2 piezas o 1 tira (20 g)
Cereales inflados de desayuno ("Corn-Flakes", "Kellog's")	2 cucharadas soperas (30 g)
Galletas tipo "María" o galletas de chocolate, crema, etc.	2-4 unidades de galletas "María" (20 g) o 1-2 unidades de galletas de chocolate o crema (15 g)
Madalenas/bizcocho o ensaimada/ donut/cruasán	1 unidad pequeña (madalena) (30 g) o 1 unidad (ensaimada) (45 g)
Ensalada: lechuga, tomate, escarola, etc.	½ tomate mediano, 1 plato pequeño llano de lechuga (70 g)
Judías verdes, acelgas, espinacas y verduras de guarnición (berenjena, calabacín, champiñón)	1 plato pequeño llano (50 g)
Patatas al horno, fritas o hervidas	Una unidad pequeña tamaño huevo (100 g)
Legumbres: lentejas, guisantes, garbanzos, alubias	2 cucharadas soperas (35 g)
Arroz (blanco o paella) y pasta (macarrones, etc.)	1 cucharada soperas (arroz) y 2 cucharadas soperas de pasta (35 g)
Sopas y cremas	1 plato hondo mediano de sopa o ½ plato pequeño llano de verdura (15 g)
Huevos	1 unidad mediana (55 g)
Pollo o pavo	1 muslito pequeño (80 g)
Ternera, cerdo, cordero (bistec, empanada)	1 filete, 1 chuleta de cerdo, 2 costillas de cordero (80 g)
Carne picada: longaniza, hamburguesa	1 plato pequeño, 1 hamburguesa, 1 longaniza (80 g)
Pescado blanco: merluza, mero, etc.	1 filete pequeño (100 g)
Pescado azul: sardinas, atún, salmón, etc.	1 filete pequeño (100 g)
Marisco: mejillones, gambas, langostinos, pulpo, calamares, etc.	3-4 mejillones, 2 gambas, 12 berberechos o chirlas, 6 almejas, etc. (30 g)
Croquetas, empanadillas, pizza	2 croquetas, 1-2 empanadillas, 1/8 pizza mediana (40 g)
Pan (bocadillos, en comidas)	1 porción pequeña/4 dedos de longitud (45 g)
Jamón salado, dulce, embutidos	1 loncha fina (25 g)
Queso blanco o fresco (Burgos, etc.) o bajo en calorías/quesos curados o semicurados, cremosos	1 loncha fina, 1/3 tarrina individual (25 g)/2 porciones triangulares, 1 cucharada soperas (25 g)
Frutas/frutas en conserva (en almíbar)	1 unidad pequeña (110 g)/2 unidades (100 g)
Zumos de fruta naturales o zumos de fruta comerciales	1 vaso o 1 tetrabrik (200 ml)
Frutos secos: cacahuetes, avellanas, almendras	1 puñado pequeño (15 g)
Postres lácteos: natillas, flan, cuajada	1 unidad (125 g)
Pasteles de crema y chocolate	1 porción (100 g)
Bolsas de aperitivos ("chips", "chetos", "fritos", etc.)	1 bolsa pequeña (30 g)
Golosinas: caramelos, gominolas, etc.	1 unidad (5 g)
Helados: en verano/en invierno	1 unidad (125 g)
Bebidas azucaradas: "Coca-cola", "Fanta", etc.; bajas en calorías (light, cero)	1 vaso (200 ml)

*Gramaje estimado en crudo. Adaptado de: La alimentación saludable en etapa escolar. 2005*

bles distintos entre lunes y viernes, un sábado y un domingo, todos en semanas distintas. Los padres anotaron en medidas caseras todos los alimentos consumidos cada día por el niño o niña. Dos nutricionistas entrenadas y estandarizadas en esta metodología cuantificaron en gramos el consumo utilizando diferentes estrategias: archivo fotográfico (27), parte comestible de los alimentos, tamaño de las porciones estándar, tamaños de productos comercializados, etc.

Se realizaron los mismos grupos de alimentos que en el CFCA. Se calculó la ingesta de energía y nutrientes a partir de la tabla de

composición REGAL (25), complementada con la tabla de composición de alimentos española de Mataix Verdú (26).

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se describen en forma de media, desviación estándar y percentiles 25, 50 y 75. La reproducibilidad entre el CFCA 1 y el CFCA 2, y la validez entre el consumo medio del CFCA 1 y 2 y el

RA-6d, se valoraron mediante los coeficientes de correlación de Spearman (CC-S) e intraclass (CCI) como dato complementario. Los valores de ambos se expresan sin ajustar y ajustados por la energía.

Según los valores del CC-S se ha considerado la correlación: fuerte/elevada ( $> 0,50$ ), moderada/buena ( $0,30-0,50$ ) o débil ( $0,10-0,30$ ); con el CCI: muy buena ( $0,80-1,0$ ), sustancial ( $0,61-0,80$ ), moderada ( $0,41-0,60$ ) o leve ( $0,11-0,40$ ) (28).

Los valores de consumo alejados más de 1,5 veces de la amplitud intercuartílica se consideraron extremos y se excluyeron.

Se consideró el nivel de significación  $p < 0,05$ . Se utilizó el software estadístico SPSS (versión 25.0 para Windows).

## RESULTADOS

De la muestra inicial de 59 sujetos, 9 no finalizaron el estudio y 1 fue eliminado por dar valores extremos. Finalmente participaron 49 niños y niñas (57 % varones) de  $5,0 \pm 0,35$  años de edad media con las siguientes características: nivel socioeconómico bajo (10,2 %), medio (77,5 %) o alto (12,3 %); valores antropométricos medios de peso:  $18,8 \pm 3,0$  kg y talla:  $109,1 \pm 5,3$  cm (8,2 %, bajo peso; 71,4 %, normopeso; 6,1 %, obesidad). Un 26,5 % utilizan el comedor escolar más de 4 días por semana y un 24,3 % de uno a tres días por semana (Tabla II).

Las tablas III y IV muestran el consumo medio de los grupos de alimentos, energía y nutrientes, y la distribución porcentual de los CFCA 1 y 2, así como el análisis de reproducibilidad entre ambos, observándose un consumo y distribución similar entre los dos CFCA. El CC-S obtuvo valores de entre 0,363 y 0,751 en los grupos de alimentos (0,566 de promedio) y entre 0,435 y 0,778 en los nutrientes (0,623 de promedio) ( $p < 0,01$ ). Estas correlaciones se incrementaron cuando se ajustó la energía, obteniéndose valores de entre 0,736 y 0,988 para los alimentos (0,964 de promedio) y entre 0,970 y 0,990 para los nutrientes (0,985 de promedio). Los CCI fueron más elevados.

Las tablas V y VI muestran el consumo medio de los grupos de alimentos, energía y nutrientes, y la distribución porcentual de los CFCA 1 y 2 y del RA-6d, además del análisis de validez entre ambos métodos. En general, el consumo de varios alimentos (embutido, yogur/queso, cereales dulces, patatas, fruta, dulces/refrescos) y de la mayoría de nutrientes es mayor en el RA-6d, cosa que no se observa en la energía. El análisis no ajustado de la validez indica correlaciones  $> 0,7$  para lácteos y leche, y entre 0,4 y 0,7 para embutidos, huevos, yogur/queso, verduras y aceite (0,400 de promedio).

Para la energía y los nutrientes se obtuvieron CC-S  $> 0,5$  en lípidos, AGS, AGP, fósforo, calcio, vitamina E y C; entre 0,3 y 0,5 en energía, almidones, fibra, AGM, colesterol, sodio, magnesio, potasio, retinol, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, vitamina B<sub>6</sub> y folatos, y  $< 0,3$  en el resto de los nutrientes. Las correlaciones ajustadas obtuvieron valores de 0,944 para los almidones, situándose el resto entre 0,337 y 0,407.

En todos los análisis ajustados mejora el nivel de significación, obteniéndose siempre CC-S y CCI significativos.

**Tabla II. Características de los sujetos del estudio**

	n = 49
<b>Características de los sujetos</b>	
Edad (años)	5,0 (0,35)
Género, %	
Niños	57
Niñas	43
Antropometría (Z-score)*	
Peso (kg)	18,8 (3,0)
Talla (cm)	109,1 (5,3)
Estado ponderal, %	
Bajo peso	8,2
Normopeso	71,4
Obesidad	6,1
Nivel socioeconómico, %	
Alto	12,3
Medio	77,5
Bajo	10,2
Comedor escolar, %	
> 4 días/semana	26,5
1-3 días/semana	24,3
Ningún día	49,2

Los valores son expresados como media (desviación estándar) o porcentaje (n). \*Datos obtenidos y clasificación según el "WHO Children Growth Standards Program".

## DISCUSIÓN

Este estudio ha demostrado la elevada reproducibilidad y validez de un CFCA corto, fácil y rápido de utilizar en niños de 3-6 años, en la valoración del consumo alimentario y la ingesta energética y nutricional, ofreciendo un instrumento útil y escaso en esta edad.

Han participado en el estudio una muestra de niños sanos, siendo el tamaño de la muestra aceptable (29) para la obtención de resultados en este tipo de estudios (13,29-31).

El tiempo de ejecución del estudio, de 4 meses entre CFCA, es adecuado para valorar la reproducibilidad del consumo (6,8).

El consumo medio de alimentos, energía y nutrientes, así como su distribución, obtenida mediante los CFCA, es muy similar entre ellos, tal como observaron otros estudios (10,11,13). Cuando comparamos el consumo de los CFCA 1 y 2 con el de los RA-6d se observa una pequeña subestimación en los resultados de los CFCA. Sin embargo, otros autores observan una sobreestimación en sus resultados, principalmente cuando sus CFCA incluyen un número elevado de ítems, posiblemente debido a la suma de las frecuencias de consumo de muchos de ellos (29).



Tabla III. Reproducibilidad según grupos de alimentos

	CFCA 1				CFCA 2				CC Spearman		CCI	
	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	No ajustado	Ajustado por energía	No ajustado	Ajustado por energía
	Grupos de alimentos (gramos)											
Carnes	73,67 (26,18)	54,19	74,29	93,33	75,26 (24,86)	54,29	71,90	91,43	0,445 <sup>†</sup>	0,987 <sup>†</sup>	0,578 <sup>†</sup>	0,795 <sup>†</sup>
Embutidos	13,92 (9,02)	7,14	14,29	17,86	15,49 (9,74)	8,93	14,29	21,43	0,602 <sup>†</sup>	0,971 <sup>†</sup>	0,751 <sup>†</sup>	0,909 <sup>†</sup>
Pescados	42,30 (23,11)	28,57	38,40	52,62	75,26 (24,86)	54,29	71,90	91,43	0,523 <sup>†</sup>	0,970 <sup>†</sup>	0,601 <sup>†</sup>	0,722 <sup>†</sup>
Huevos	13,92 (7,25)	7,86	15,71	15,71	16,38 (9,23)	11,79	15,71	19,64	0,704 <sup>†</sup>	0,976 <sup>†</sup>	0,824 <sup>†</sup>	0,942 <sup>†</sup>
Lácteos totales	424,87 (175,19)	304,46	382,74	508,15	399,13 (148,43)	297,32	385,95	474,70	0,686 <sup>†</sup>	0,988 <sup>†</sup>	0,798 <sup>†</sup>	0,991 <sup>†</sup>
Leche	260,83 (160,80)	200,00	200,00	342,86	255,22 (133,42)	200,00	228,57	335,71	0,718 <sup>†</sup>	0,985 <sup>†</sup>	0,778 <sup>†</sup>	0,971 <sup>†</sup>
Yogur-queso	103,54 (53,20)	55,98	96,43	138,39	93,51 (47,66)	58,04	92,86	127,68	0,574 <sup>†</sup>	0,974 <sup>†</sup>	0,794 <sup>†</sup>	0,995 <sup>†</sup>
Postres lácteos	60,51 (46,95)	22,02	41,37	93,45	50,40 (32,20)	26,64	41,96	74,11	0,366 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,466 <sup>†</sup>	0,985 <sup>†</sup>
Cereales totales-tubérculos	155,62 (51,50)	120,96	143,76	185,38	171,91 (52,32)	122,05	175,05	209,43	0,565 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,770 <sup>†</sup>	0,994 <sup>†</sup>
Cereales dulces	32,29 (19,95)	17,52	27,76	44,83	33,18 (20,50)	19,21	28,43	44,06	0,363 <sup>*</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,457 <sup>*</sup>	0,924 <sup>†</sup>
Cereales salados	74,71 (32,90)	54,32	65,71	89,46	88,64 (35,80)	58,39	91,43	120,36	0,637 <sup>†</sup>	0,983 <sup>†</sup>	0,732 <sup>†</sup>	0,993 <sup>†</sup>
Patatas	47,39 (26,77)	31,07	47,14	62,21	50,09 (22,74)	31,71	52,50	63,93	0,440 <sup>†</sup>	0,979 <sup>†</sup>	0,625 <sup>†</sup>	0,994 <sup>†</sup>
Legumbres	10,46 (7,65)	5,00	10,00	12,50	10,56 (5,71)	6,25	10,00	13,75	0,459 <sup>†</sup>	0,936 <sup>†</sup>	0,810 <sup>†</sup>	0,928 <sup>†</sup>
Verduras	101,01 (55,55)	62,33	88,57	140,71	102,33 (49,54)	62,14	101,43	138,93	0,639 <sup>†</sup>	0,736 <sup>†</sup>	0,796 <sup>†</sup>	0,522 <sup>†</sup>
Fruta total	199,77 (103,29)	111,67	180,00	247,62	197,90 (99,51)	114,40	164,29	276,79	0,567 <sup>†</sup>	0,979 <sup>†</sup>	0,730 <sup>†</sup>	0,989 <sup>†</sup>
Dulces-refrescos	9,37 (10,16)	3,62	5,89	11,92	12,07 (12,66)	4,14	7,68	16,37	0,751 <sup>†</sup>	0,981 <sup>†</sup>	0,613 <sup>†</sup>	0,991 <sup>†</sup>
Aceite	32,85 (4,20)	29,97	32,63	35,64	32,68 (4,96)	29,36	33,05	35,17	0,589 <sup>†</sup>	0,988 <sup>†</sup>	0,765 <sup>†</sup>	0,986 <sup>†</sup>

DE: desviación estándar. CC Spearman: coeficiente de correlación de Spearman; CCI: coeficiente de correlación intraclass. Nivel de significación: \* $p < 0,05$ ;  $^{\dagger}p < 0,01$ .

Tabla IV. Reproducibilidad según energía y nutrientes

	CFCA 1				CFCA 2				CC Spearman		CCI	
	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	No ajustado	Ajustado por energía	No ajustado	Ajustado por energía
	<b>Energía y nutrientes (unidades/día)</b>											
Energía (kcal/d)	1840,28 (297,45)	1620,83	1820,51	1995,09	1838,69 (305,11)	1617,24	1830,66	2011,47	0,993 <sup>†</sup>	-----	0,996 <sup>†</sup>	-----
Proteína (g/d)	55,33 (10,23)	47,21	53,84	61,33	57,73 (14,64)	48,31	55,85	63,58	0,676 <sup>†</sup>	0,987 <sup>†</sup>	0,817 <sup>†</sup>	0,963 <sup>†</sup>
Carbohidratos totales (g/d)	158,69 (39,35)	129,36	156,33	182,78	161,86 (42,95)	137,15	153,23	181,30	0,633 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,839 <sup>†</sup>	0,995 <sup>†</sup>
Azúcares (g/d)	72,80 (24,50)	54,21	68,46	89,42	69,20 (25,40)	53,46	65,21	77,07	0,556 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,846 <sup>†</sup>	0,997 <sup>†</sup>
Almídonos (g/d)	64,13 (19,10)	51,14	62,51	75,38	71,70 (21,31)	52,65	71,96	87,54	0,695 <sup>†</sup>	0,983 <sup>†</sup>	0,795 <sup>†</sup>	0,991 <sup>†</sup>
Fibra total (g/d)	11,94 (3,22)	9,29	11,83	13,65	12,45 (3,47)	9,72	11,95	14,36	0,697 <sup>†</sup>	0,981 <sup>†</sup>	0,835 <sup>†</sup>	0,981 <sup>†</sup>
Lípidos totales (g/d)	74,01 (8,59)	69,27	73,41	79,56	74,27 (10,01)	67,95	75,02	78,96	0,507 <sup>†</sup>	0,987 <sup>†</sup>	0,653 <sup>†</sup>	0,970 <sup>†</sup>
AGS (g/d)	22,70 (4,38)	19,05	23,42	25,59	22,49 (4,65)	19,04	22,62	24,93	0,597 <sup>†</sup>	0,988 <sup>†</sup>	0,689 <sup>†</sup>	0,981 <sup>†</sup>
AGM (g/d)	38,04 (3,27)	36,00	37,75	39,80	38,18 (3,75)	36,00	38,42	40,68	0,499 <sup>†</sup>	0,988 <sup>†</sup>	0,605 <sup>†</sup>	0,869 <sup>†</sup>
AGP (g/d)	7,76 (0,94)	6,86	7,79	8,34	7,98 (1,23)	7,03	7,78	8,69	0,635 <sup>†</sup>	0,988 <sup>†</sup>	0,782 <sup>†</sup>	0,947 <sup>†</sup>
Colesterol total (mg/d)	208,13 (48,16)	171,07	199,52	235,68	218,54 (63,84)	182,69	200,46	247,93	0,435 <sup>†</sup>	0,986 <sup>†</sup>	0,684 <sup>†</sup>	0,963 <sup>†</sup>
Sodio (mg/d)	1459,94 (366,34)	1181,64	1358,22	1651,16	1592,73 (453,87)	1212,40	1543,28	1849,21	0,778 <sup>†</sup>	0,987 <sup>†</sup>	0,858 <sup>†</sup>	0,989 <sup>†</sup>
Magnesio (mg/d)	189,28 (37,43)	160,58	188,07	214,56	192,50 (45,90)	157,60	191,94	213,84	0,701 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,863 <sup>†</sup>	0,968 <sup>†</sup>
Fósforo (mg/d)	866,64 (175,54)	727,03	838,43	972,54	868,58 (220,14)	727,59	843,39	951,97	0,676 <sup>†</sup>	0,987 <sup>†</sup>	0,813 <sup>†</sup>	0,970 <sup>†</sup>
Potasio (µg/d)	2289,20 (503,16)	1958,97	2272,59	2685,32	2303,30 (584,50)	1786,91	2300,87	2475,14	0,714 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,868 <sup>†</sup>	0,979 <sup>†</sup>
Calcio (mg/d)	746,28 (213,95)	585,01	708,77	902,61	724,08 (207,73)	606,35	713,44	838,27	0,655 <sup>†</sup>	0,989 <sup>†</sup>	0,794 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>
Hierro (mg/d)	6,91 (1,41)	5,77	7,00	8,12	7,11 (1,73)	5,92	6,95	7,89	0,562 <sup>†</sup>	0,986 <sup>†</sup>	0,765 <sup>†</sup>	0,951 <sup>†</sup>
Retinol (µg/d)	364,45 (101,26)	286,76	360,22	429,37	371,90 (101,02)	311,76	367,51	421,43	0,535 <sup>†</sup>	0,990 <sup>†</sup>	0,647 <sup>†</sup>	0,959 <sup>†</sup>
β-caroteno (µg/d)	1832,91 (833,48)	1068,02	1693,84	2414,59	1851,41 (837,67)	1274,79	1820,99	2286,68	0,669 <sup>†</sup>	0,970 <sup>†</sup>	0,840 <sup>†</sup>	0,883 <sup>†</sup>
Vitamina D (µg/d)	1,78 (0,82)	1,25	1,68	2,14	1,98 (1,01)	1,29	1,83	2,32	0,457 <sup>†</sup>	0,977 <sup>†</sup>	0,594 <sup>†</sup>	0,778 <sup>†</sup>
Vitamina E (mg/d)	7,40 (0,86)	6,76	7,27	7,96	7,49 (1,03)	6,66	7,35	8,03	0,671 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,837 <sup>†</sup>	0,912 <sup>†</sup>
Vitamina C (mg/d)	77,08 (31,29)	56,66	68,97	94,43	78,25 (32,46)	55,53	76,70	100,60	0,705 <sup>†</sup>	0,976 <sup>†</sup>	0,809 <sup>†</sup>	0,956 <sup>†</sup>
Tiamina (mg/d)	0,92 (0,21)	0,75	0,90	1,02	0,95 (0,26)	0,77	0,89	1,10	0,641 <sup>†</sup>	0,986 <sup>†</sup>	0,827 <sup>†</sup>	0,978 <sup>†</sup>
Riboflavina (mg/d)	1,40 (0,34)	1,17	1,36	1,57	1,40 (0,40)	1,14	1,32	1,59	0,628 <sup>†</sup>	0,989 <sup>†</sup>	0,790 <sup>†</sup>	0,971 <sup>†</sup>
Niacina (mg/d)	11,43 (2,62)	9,89	11,13	12,66	12,07 (3,41)	9,40	11,33	13,67	0,592 <sup>†</sup>	0,986 <sup>†</sup>	0,777 <sup>†</sup>	0,922 <sup>†</sup>
Ácido pantoténico (mg/d)	3,60 (0,75)	3,08	3,43	4,00	3,68 (0,94)	3,05	3,56	4,03	0,705 <sup>†</sup>	0,986 <sup>†</sup>	0,856 <sup>†</sup>	0,970 <sup>†</sup>
Vitamina B <sub>6</sub> (mg/d)	1,21 (0,31)	0,97	1,19	1,36	1,26 (0,37)	0,97	1,20	1,43	0,652 <sup>†</sup>	0,984 <sup>†</sup>	0,842 <sup>†</sup>	0,951 <sup>†</sup>
Vitamina B <sub>12</sub> (µg/d)	4,14 (1,00)	3,43	4,00	4,80	4,42 (1,29)	3,54	4,16	4,98	0,462 <sup>†</sup>	0,989 <sup>†</sup>	0,669 <sup>†</sup>	0,880 <sup>†</sup>
Folatos (ng/d)	197,00 (59,13)	149,95	189,14	244,25	203,89 (66,66)	146,32	200,15	237,24	0,713 <sup>†</sup>	0,982 <sup>†</sup>	0,847 <sup>†</sup>	0,940 <sup>†</sup>

DE: desviación estándar; CC-Spearman: coeficiente de correlación de Spearman; CCI: coeficiente de correlación intraclass; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos polinsaturados.

Nivel de significación: \*p &lt; 0,05; †p &lt; 0,01.

Tabla V. Validez según grupos de alimentos

	CFCA				R6d				CC Spearman		CCI	
	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	No ajustado	Ajustado por energía	No ajustado	Ajustado por energía
<b>Grupos de alimentos (gramos)</b>												
Carnes	74,47 (21,41)	57,3	72,76	92,14	78,03 (35,88)	49,58	71,67	110,83	0,284*	0,402†	0,385*	0,679†
Embutidos	14,70 (8,40)	9,82	15,18	19,64	30,89 (18,88)	16,25	25,42	42,92	0,490†	0,348*	0,536†	0,588†
Pescados	45,81 (22,33)	28,82	42,86	59,03	41,58 (32,75)	9,58	45,00	64,33	0,305*	0,429†	0,439*	0,523†
Huevos	15,15 (7,65)	9,82	15,71	18,66	17,87 (13,14)	9,17	17,08	26,25	0,430†	0,342*	0,660†	0,633†
Lácteos totales	335,01 (138,21)	240,96	300,6	423,28	366,68 (138,8)	258,58	363,25	495,83	0,715†	0,376†	0,786†	0,647†
Leche	258,02 (133,63)	200	221,43	335,71	258,11 (151,75)	129,17	254,17	400,00	0,763†	0,995†	0,827†	0,993†
Yogur, queso	98,52 (45,98)	65,77	99,11	122,14	131,65 (66,85)	86,25	128,67	159,50	0,472†	0,405†	0,668†	0,606†
Postres lácteos	55,45 (32,5)	30,06	48,21	78,65	23,08 (23,13)	0,92	19,17	41,67	0,190	0,355*	0,341	0,563†
Cereales totales, tubérculos	163,79 (37,54)	134,73	163,82	176,35	191,98 (52,93)	156,59	192,82	214,61	0,321*	0,375†	0,546†	0,529†
Cereales dulces	32,66 (7,01)	27,27	32,64	35,58	48,44 (27,35)	28,33	45,83	61,38	0,298*	0,380†	0,462*	0,813†
Cereales salados	81,67 (30,53)	55,55	80,89	107,95	77,07 (33,20)	50,39	72,92	98,15	0,271	0,380†	0,413*	0,526†
Patatas	48,74 (21,18)	34,68	47,5	59,64	66,46 (35,15)	37,43	58,40	91,20	0,213	0,357*	0,328	0,690†
Legumbres	10,51 (6,19)	7,5	10	12,5	10,72 (13,61)	0,00	2,50	21,50	0,153	0,306*	0,256	0,400*
Verduras	101,67 (45,61)	69,64	98,21	130,89	99,11 (62,66)	50,67	93,58	132,29	0,599†	0,334*	0,752†	0,595†
Fruta total	198,83 (89,99)	122,68	185,12	259,82	230,29 (140,02)	125,42	205,42	282,92	0,476†	0,382†	0,697†	0,677†
Dulces, refrescos	21,44 (19,49)	8,52	13,57	28,45	18,01 (18,27)	7,21	11,67	20,28	0,312*	0,312*	0,343	0,499†
Aceite	29,41 (4,06)	27,12	29,61	31,88	30,51 (7,56)	26,04	30,33	35,04	0,490†	0,297*	0,583†	0,575†

DE: desviación estándar. CC Spearman: coeficiente de correlación de Spearman; CCI: coeficiente de correlación intraclass. Nivel de significación: \*p < 0,05; †p < 0,01.

Tabla VI. Validez según energía y nutrientes

	CFCA					R6d					CC Spearman		CCI		
	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	Media (DE)	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>75</sub>	No ajustado	Ajustado por energía	No ajustado	Ajustado por energía		
	<b>Energía y nutrientes (unidades/día)</b>														
Energía (kcal/d)	1735,99 (289,82)	1508,85	1730,96	1837,82	1784,51 (256,73)	1573,24	1738,42	1925,02	0,381†	0,394†	0,688†	-----	0,689†		
Proteína (g/d)	56,53 (11,61)	49,45	55,35	61,19	72,05 (12,84)	62,70	70,47	81,82	0,297*	0,389†	0,572†	0,394†	0,689†		
Carbohidratos totales (g/d)	160,28 (38,22)	133,29	153,76	177,12	182,39 (35,93)	157,53	185,88	202,42	0,198	0,395†	0,495†	0,389†	0,680†		
Azúcares (g/d)	71,00 (23,23)	56,46	64,40	79,30	78,16 (20,94)	61,26	72,75	92,19	0,155	0,303*	0,396*	0,395†	0,660†		
Almidones (g/d)	37,92 (18,43)	50,76	66,83	82,24	80,47 (20,89)	62,89	79,24	93,72	0,303*	0,389†	0,481*	0,944†	0,588†		
Fibra total (g/d)	12,19 (3,10)	9,50	12,36	13,99	14,74 (4,91)	11,51	13,41	17,33	0,435†	0,389†	0,699†	0,389†	0,662†		
Lípidos totales (g/d)	74,14 (8,03)	67,96	73,66	78,7	57,71 (9,47)	50,52	58,52	62,71	0,586†	0,382†	0,764†	0,382†	0,688†		
AGS (g/d)	22,6 (3,94)	19,46	22,79	25,16	28,02 (6,09)	24,03	27,65	31,74	0,625†	0,383†	0,717†	0,383†	0,678†		
AGM (g/d)	38,11 (2,98)	36,06	38,14	40,26	40,94 (6,88)	36,63	39,18	45,23	0,466†	0,382†	0,519†	0,382†	0,580†		
AGP (g/d)	7,87 (0,99)	7,05	7,72	8,46	9,73 (3,09)	7,33	9,13	11,32	0,521†	0,347†	0,350	0,347†	0,624†		
Colesterol total (mg/d)	213,33 (49,28)	180,97	202,78	238,04	288,97 (75,92)	219,58	248,53	316,67	0,307*	0,378†	0,571†	0,378†	0,682†		
Sodio (mg/d)	1526,33 (385,95)	1215,73	1445,84	1823,80	2182,49 (539,67)	1940,34	2175,01	2354,28	0,350*	0,385†	0,560†	0,385†	0,687†		
Magnesio (mg/d)	190,89 (39,27)	158,52	186,04	206,89	262,49 (97,73)	203,15	247,16	280,59	0,381†	0,385†	0,504†	0,385†	0,617†		
Fósforo (mg/d)	867,61 (182,71)	756,95	844,06	944,60	1084,81 (198,61)	928,49	1045,70	1285,75	0,502†	0,395†	0,732†	0,395†	0,671†		
Potasio (µg/d)	2296,25 (512,59)	1933,15	2283,31	2585,21	2698,29 (532,39)	2292,92	2688,12	3033,50	0,432†	0,387†	0,726†	0,387†	0,665†		
Calcio (mg/d)	735,18 (192,00)	587,19	719,46	855,77	784,97 (214,53)	622,45	820,09	938,87	0,639†	0,384†	0,764†	0,384†	0,667†		
Hierro (mg/d)	6,91 (1,41)	5,77	7,00	8,12	9,49 (3,26)	7,46	8,97	10,09	0,169	0,394†	0,458*	0,394†	0,579†		
Retinol (µg/d)	364,45 (101,26)	286,76	360,22	429,37	272,04 (106,66)	190,46	261,01	335,29	0,340*	0,386†	0,502†	0,386†	0,687†		
β-caroteno (µg/d)	1842,16 (775,26)	1217,74	1738,87	2382,70	2767,72 (1834,78)	1264,99	2314,43	3693,66	0,259	0,375†	0,414*	0,375†	0,495†		
Vitamina D (µg/d)	1,88 (0,77)	1,36	1,71	2,29	1,51 (1,37)	0,48	1,19	2,17	0,141	0,428†	0,264	0,428†	0,680†		
Vitamina E (mg/d)	7,44 (0,88)	6,75	7,40	7,80	8,25 (2,4)	6,78	7,98	9,40	0,543†	0,337*	0,445*	0,337*	0,646†		
Vitamina C (mg/d)	77,66 (29,11)	55,62	78,05	96,28	79,97 (42,89)	46,22	69,03	106,63	0,593†	0,364*	0,766†	0,364*	0,644†		
Tiamina (mg/d)	0,93 (0,22)	0,81	0,91	1,07	1,29 (0,34)	1,07	1,24	1,45	0,241	0,402†	0,505†	0,402†	0,675†		
Riboflavina (mg/d)	1,40 (0,33)	1,19	1,36	1,54	1,68 (0,42)	1,35	1,64	1,95	0,385†	0,392†	0,589†	0,392†	0,671†		
Niacina (mg/d)	11,75 (2,75)	9,96	11,77	13,54	14,87 (4,42)	11,69	14,74	17,43	0,298*	0,399†	0,527†	0,399†	0,664†		
Ácido pantoténico (mg/d)	3,64 (0,79)	3,02	3,52	4,08	4,33 (0,92)	3,56	4,07	4,89	0,380†	0,384†	0,671†	0,384†	0,673†		
Vitamina B <sub>6</sub> (mg/d)	1,23 (0,32)	1,01	1,24	1,37	1,6 (0,5)	1,36	1,48	1,89	0,353*	0,407†	0,579†	0,407†	0,665†		
Vitamina B <sub>12</sub> (µg/d)	4,28 (1,00)	3,58	3,92	4,74	3,53 (1,23)	2,55	3,29	4,43	0,139	0,403†	0,222	0,403†	0,688†		
Folatos (ng/d)	200,45 (58,68)	148,01	199,52	234,15	242,7 (98,35)	168,83	226,95	292,54	0,453†	0,394†	0,616†	0,394†	0,649†		

DE: desviación estándar; CC Spearman: coeficiente de correlación de Spearman; CCI: coeficiente de correlación intraclass; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos polinsaturados.

Nivel de significación: \*p &lt; 0,05; †p &lt; 0,01.

También cuando se subestima el consumo en los RA-6d por parte de los padres que no conocen con exactitud el consumo de sus hijos, a veces relacionado con la utilización del comedor escolar (10). En nuestro estudio, la proximidad o pequeña subestimación del consumo puede relacionarse con el número limitado de ítems, con la poca frecuencia de utilización del comedor escolar en nuestro entorno y con la estimación realizada por nutricionistas expertas.

Atendiendo a la reproducibilidad de nuestro CFCA, observamos elevadas correlaciones para los grupos de alimentos. Los valores del CC-S fueron  $> 0,70$  para la mayoría (Tabla III), hecho reforzado por los altos CCI. Comparado con otros cuestionarios validados en la población infantil, nuestro estudio ha obtenido correlaciones similares e incluso superiores a las de otros cuestionarios cortos (32,33) y largos (10). No obstante, la reproducibilidad puede estar influenciada por otros factores, siendo más fácil obtener mejores resultados cuando se comparan períodos de tiempo menores (32,33) o cuando el número de ítems del CFCA es más corto (3,10). Sin embargo, períodos de tiempo demasiado cortos ( $< 4$  semanas) entre cuestionarios ya no son útiles para valorar la reproducibilidad por estar presente el efecto del recuerdo (8).

Las correlaciones obtenidas en energía y nutrientes con el CC-S y el CCI fueron muy elevadas:  $> 0,9$  (energía) y  $> 0,7$  (nutrientes), excepto para la vitamina B<sub>12</sub> (0,462) entre el CFCA 1 y 2. Al no conocer otros CFCA cortos que valoren energía y nutrientes, comparamos nuestros resultados con otros largos. Por ejemplo, uno con diseño y muestra similar al nuestro obtuvo datos similares en la mayoría de nutrientes o algo superiores para energía, Fe, vitamina B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub> (13). En otros CFCA largos la obtención de valores similares puede en parte deberse al período de tiempo muy corto entre cuestionarios (1 mes) (11,31), mientras que en otros las menores correlaciones observadas pueden deberse al más largo período de tiempo entre los cuestionarios (9 meses) (10). Las correlaciones ajustadas mejoran los valores tanto en nuestro estudio como en otros (10,34), ya que al ajustar la energía se reduce la confusión de la ingesta nutricional en los nutrientes con aporte energético.

El análisis de validez de nuestro estudio indica un CC-S  $> 0,7$  para lácteos y leche, y entre 0,4 y 0,7 para embutidos, huevos, yogur/queso, verduras y aceite, siendo estos resultados significativos en todos los alimentos al ajustarse la energía, con un promedio de 0,4 de correlación. Las correlaciones fueron superiores en aquellos grupos consumidos de forma regular que en los consumidos esporádicamente (3,6). Nuestros resultados coinciden con el nivel de validez obtenido por el único CFCA europeo corto (8) ensayado en una población flamenca, que utiliza un RA-3d para valorar únicamente el consumo alimentario y no el energético y nutricional. Los resultados fueron similares para: yogur/queso, cereales dulces y salados, patatas y fruta, e inferiores para alimentos proteicos, lácteos y verduras.

Nuestro CFCA, obtuvo también valores similares a otros CFCA largos en legumbres, verduras, pescado (32), fruta (11,12,32) y dulces/refrescos (11), y superiores para carnes, huevos (12,32), lácteos, cereales totales/tubérculos, aceite (32) y verduras (11,12). Estos estudios utilizaron un RA de 3 (10,13,32,35) o 4 días (11,12), aunque 7 es el número de días más favorable para obtener mejores correlaciones y no incrementar el cansancio, ni afectar a la calidad de los resultados (1,8,29).

En el análisis de la validez de la ingesta energética y nutricional obtuvimos un CC-S  $> 0,5$  para lípidos, AGS, AGP, fósforo, calcio y vitamina E y C; entre 0,3 y 0,5 para energía, almidones, fibra, AGMI, colesterol, sodio, magnesio, potasio, retinol, rivotfabina, niacina, ácido pantoténico, vitamina B<sub>6</sub> y folatos, y  $< 0,3$  para el resto. Como ocurre con los alimentos, nuestros resultados son parecidos a los hallados con CFCA largos como en el caso de Buch-Andersen y cols. (2015) (11), con correlaciones menores para la energía (0,12), o de Vioque y cols. (2016) (10), Leventakou y cols. (2014) (12), Sahashi y cols. (2008) (13) y Fumagalli y cols. (2011) (35), con valores inferiores en energía, lípidos, ácidos grasos y vitamina E y C. La energía y estos nutrientes (10,13,35) están muy relacionados con el consumo de aceite, alimentos difíciles de valorar en el CFCA y en los RA si no se realiza su estimación por profesionales.

Las correlaciones ajustadas a la energía suelen aumentar sus valores en el nuestro y en otros estudios (8,10-12). En general, las correlaciones de los alimentos son peores que las de los nutrientes (6,32), lo cual puede deberse a la variabilidad entre días referente al RA-6d (3).

Algunos aspectos metodológicos utilizados favorecen la obtención de resultados de mayor calidad, como la cuantificación del consumo alimentario por nutricionistas estandarizadas y entrenadas en el método (1), la aproximación del aceite al consumo individual o la creación y utilización de una TCA-A para los ítems del CFCA, aplicando una metodología validada anteriormente por los investigadores (18). Así mismo, el número de días valorado en el método de referencia (RA-6d: 4 días laborables, un sábado y un domingo, en semanas distintas) permite disminuir el sesgo intrapersonal y resulta adecuado y suficiente para valorar la ingesta habitual con buena precisión, permitiendo conocer la esporádica (29,36,37). Como limitaciones del estudio se pueden señalar que el consumo de los niños fue valorado por los padres, asumiendo consumos medios en los niños que asisten al comedor escolar y pequeños consumos entre horas, el moderado tamaño muestral, la baja detección de la variación alimentaria estacional (29), aunque influye poco en un período de 4 meses, y la no utilización de biomarcadores como método de referencia para la ingesta nutricional.

En general, este cuestionario corto, fácil de realizar y rápido permite obtener datos cualitativos de frecuencia de consumo alimentario y cuantitativos del consumo alimentario y la ingesta energética y nutricional con elevada reproducibilidad entre CFCA ( $> 0,50$  de promedio), buena validez para los grupos de alimentos (0,400 de promedio) y una validez entre fuerte ( $> 0,50$ ) y moderada (0,30-0,50) para la energía y la mayoría de los nutrientes. Por todo ello, este cuestionario corto ofrece resultados tan útiles como los de otros cuestionarios largos.

## CONCLUSIÓN

El CFCA corto, fácil y rápido de realizar permite obtener datos cualitativos y cuantitativos de consumo de alimentos e ingesta energética y nutricional con una elevada reproducibilidad y buena validez en niños de 3-6 años de edad. Es una herramienta útil ante la escasez de este tipo de cuestionarios en esta población.

**Anexo 1**

1. ¿Qué tipo de leche o bebida vegetal toma habitualmente?	1. Vaca	2. Bebida de soja	3. Otros (cuál)
2. ¿Qué tipo de leche de vaca toma habitualmente?	1. Entera	2. Semidesnatada	3. Desnatada
3. ¿Qué tipo de yogur toma habitualmente?	1. Entero	2. Desnatado	3. Ambos
4. ¿Endulza con azúcar, miel o edulcorante alimentos como leche, yogur, etc.? ¿O le echa "Cola Cao" o "Nesquik"?	1. No	2. Sí (n.º de cucharadas_____)	
5. ¿Qué tipo de pan toma habitualmente?	1. Blanco	2. Integral	3. Ambos
6. ¿Qué aceite utiliza habitualmente para aliñar?	1. Oliva	2. Semillas (girasol, maíz, etc.)	3. Indistintamente
7. ¿Qué aceite utiliza habitualmente para cocinar?	1. Oliva	2. Semillas (girasol, maíz, etc.)	3. Indistintamente
8. ¿Qué cantidad de aceite utiliza para cocinar?	1. Abundante	2. Moderada	3. Poca
9. ¿Le añade aceite al pan o los bocadillos?	1. Habitualmente	2. Alguna vez	3. Casi nunca

El siguiente cuestionario le pregunta sobre la frecuencia con la que su hijo/a consume. La frecuencia de consumo se debe especificar en los recuadros de la derecha del listado de alimentos de este cuestionario. Para cada alimento del listado debe apuntar el número de veces que lo consume su hijo:

– Si su hijo lo consume todos los días de la semana (una vez al día), ponga un 7 en la columna A LA SEMANA.

– Si su hijo lo consume alguna vez a la semana, ponga las veces: 1, 2, 3, 4, 5 o 6 en la columna A LA SEMANA.

Piense siempre en sumar el consumo de todas las comidas del día (desayuno, comida, merienda, cena, otras). Por ejemplo:

– Si su hijo toma todos los días leche para el desayuno y alguna vez a la semana para cenar:  $7 + 3 = 10$  veces a la semana

– Si su hijo toma carne 4 veces a la semana para comer y 2 para cenar:  $4 + 2 = 6$  veces a la semana

Únicamente marque una casilla por cada alimento (A LA SEMANA o AL MES)

– Si su hijo consume el alimento alguna vez al mes, ponga las veces: 1, 2, 3, etc., en la columna: AL MES

– Si su hijo no lo consume nunca o casi nunca, deje la casilla en blanco, sin poner nada.

**Cuestionario de frecuencias de consumo infantil de alimentos**

<b>¿CUÁNTAS VECES COME?</b>	<b>A LA SEMANA</b>	<b>AL MES</b>
Leche		
Yogur		
Chocolate: tableta, bombones, "Kit-Kat", "Mars", etc.		
Cereales inflados de desayuno ("Corn-Flakes", "Kellogg's")		
Galletas tipo "María"		
Galletas con chocolate, crema, etc.		
Madalenas, bizcocho		
Ensamada, donut, cruasán		
Ensalada: lechuga, tomate, escarola, etc.		
Judías verdes, acelgas, espinacas		
Verduras de guarnición: berenjena, calabacín, champiñón		
Patatas al horno, fritas o hervidas		
Legumbres: lentejas, guisantes, garbanzos, alubias		
Arroz blanco, paella		
Pasta: fideos, macarrones, espaguetis, etc.		
Sopas y cremas		
Huevos		
Pollo o pavo		
Ternera, cerdo, cordero (bistec, empanada)		

(Continúa en la página siguiente)

**Anexo 1 (Cont.)**

<b>¿CUÁNTAS VECES COME?</b>	<b>A LA SEMANA</b>	<b>AL MES</b>
Carne picada: longaniza, hamburguesa		
Pescado blanco: merluza, mero, etc.		
Pescado azul: sardinas, atún, salmón, etc.		
Marisco: mejillones, gambas, langostinos, pulpo, calamares, etc.		
Croquetas, empanadillas, pizza		
Pan (bocadillos, en comidas)		
Jamón salado, dulce, embutidos		
Queso blanco o fresco (Burgos, etc.) o bajo en calorías		
Otros quesos curados o semicurados, cremosos		
Frutas cítricas: naranja, mandarina		
Otras frutas: manzana, pera, melocotón, albaricoque, plátano		
Frutas en conserva (en almíbar)		
Zumos de fruta natural		
Zumos de fruta comerciales		
Frutos secos: cacahuets, avellanas, almendras		
Postres lácteos: natillas, flan, cuajada		
Pasteles de crema y chocolate		
Bolsas de aperitivos ("chips", "chetos", "fritos")		
Golosinas: caramelos, gominolas		
Helados: en verano/en invierno		
Bebidas azucaradas (Coca-cola, Fanta, etc.)		
Bebidas bajas en calorías (Coca-Cola light, cero, etc.)		

**BIBLIOGRAFÍA**

- Baranowski T. 24-Hour recall and Diet Record Methods. En: Willett W. Nutritional Epidemiology. 3rd ed. New York: Oxford University Press. 2012. p. 49-69. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199754038.003.0004
- Willett W. Food Frequency Methods. En: Willett W. Nutritional Epidemiology. 3rd ed. New York: Oxford University Press. 2012. p. 70-95. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199754038.003.0005
- Willett W, Lenart E. Reproducibility and Validity of Food Frequency Questionnaires. En: Willett W. Nutritional Epidemiology. 3rd ed. New York: Oxford University Press. 2012. p. 96-141. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199754038.003.0006
- Flood VM, Wen LM, Hardy LL, Rissel C, Simpson JM, Baur LA. Reliability and validity of a short FFQ for assessing the dietary habits of 2-5-year-old children, Sydney, Australia. Public Health Nutr 2014;17(3):498-509. DOI: 10.1017/S1368980013000414
- Hendrie GA, Viner Smith E, Golley RK. The reliability and relative validity of a diet index score for 4-11-year-old children derived from a parent-reported short food survey. Public Health Nutr 2014;17(7):1486-97. DOI: 10.1017/S1368980013001778
- Lanfer A, Hebestreit A, Ahrens W, Krogh V, Sieri S, Lissner L, et al. Reproducibility of food consumption frequencies derived from the Children's Eating Habits Questionnaire used in the IDEFICS study. Int J Obes (Lond) 2011;35(1):61-8. DOI: 10.1038/ijo.2011.36
- Magarey A, Golley R, Spurrier N, Goodwin E, Ong F. Reliability and validity of the Children's Dietary Questionnaire; a new tool to measure children's dietary patterns. Int J Pediatr Obes 2009;4(4):257-65. DOI: 10.3109/17477160902846161
- Huybrechts I, De Backer G, De Bacquer D, Maes L, De Henauw S. Relative validity and reproducibility of food-frequency questionnaire for estimating food intakes among Flemish preschoolers. Int J Environ Res Public Health 2009;6(1):382-99. DOI: 10.3390/ijerph6010382
- Randall Simpson JA, Keller HH, Rysdale LA, Beyers JE. Nutrition Screening Tool for Every Preschooler (NutriSTEP): validation and test-retest reliability of a parent-administered questionnaire assessing nutrition risk of preschoolers. Eur J Clin Nutr 2008;62(6):770-80. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602780
- Vioque J, Giménez-Monzo D, Navarrete-Muñoz EM, García de la Hera M, González-Palacios S, Rebagliato M, et al. Reproducibility and Validity of a Food Frequency Questionnaire Designed to Assess Diet in Children Aged 4-5 Years. PLoS One 2016;29:11. DOI: 10.1371/journal.pone.0167338
- Buch-Andersen T, Pérez-Cueto FJ, Toft U. Relative validity and reproducibility of parent-administered semi-quantitative FFQ for assessing food intake in Danish children aged 3-9 years. Public Health Nutr 2006;19(7):1184-94. DOI: 10.1017/S136898001500275X
- Leventakou V, Georgiou V, Chatzi L, Sarri K. Relative validity of an FFQ for pre-school children in the mother-child 'Rhea' birth cohort in Crete, Greece. Public Health Nutr 2015;18(3):421-7. DOI: 10.1017/S1368980014000445
- Sahashi Y, Tsuji M, Wada K, Tamai Y, Nakamura K, Nagata C. Validity and reproducibility of food frequency questionnaire in Japanese children aged 6 years. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) 2011;57(5):372-6. DOI: 10.3177/jnsv.57.372
- Golley RK, Bell LK, Hendrie GA, Rangan AM, Spence A, McNaughton SA, et al. Validity of short food questionnaire items to measure intake in children and adolescents: a systematic review. J Hum Nutr Diet 2017;30(1):36-50. DOI: 10.1111/jhn.12399
- Hollingshead AB. Four factor index of social status. Yale J Sociol 2011;8:21-52 [consultado 3 septiembre 2018]. Disponible en: [http://www.yale.edu/sociology/yjs/yjs\\_fall\\_2011.pdf](http://www.yale.edu/sociology/yjs/yjs_fall_2011.pdf).
- World Health Organization WHO Child Growth Standards. Weight-for-age, weight-for-height, weight-for-length, weight-for-height and body mass

- index-for-age. Methods and development. W.H.Organization, Ed. Geneva: 2015.
17. de Onis M, Garza C, Onyango AW, Martorell R. WHO Child Growth Standards. *Acta Paediatrica (Supplementum)* 2006;450:1-101.
  18. Rodríguez IT, Ballart JF, Pastor GC, Jordà EB, Val VA. Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto: reproducibilidad y validez. *Nutr Hosp* 2008;23(3):242-52.
  19. Jardi C, Aranda N, Bedmar C, Arija V. Excess nutritional risk in infants and toddlers in a Spanish city. *Int J Vitam Nutr Res* 2019;12:1-11. DOI: 10.1024/0300-9831/a000530
  20. Jardi C, Aranda N, Bedmar C, Ribot B, Elias I, Aparicio E, et al. Consumption of free sugars and excess weight in infants. A longitudinal study. *An Pediatr (Barcelona)* 2019;90(3):165-72. DOI: 10.1016/j.anpedi.2018.03.018
  21. Aparicio E, Canals J, Pérez S, Arija V. Dietary intake and nutritional risk in Mediterranean adolescents in relation to the severity of the eating disorder. *Public Health Nutr* 2015;18(8):1461-73. DOI: 10.1017/S1368980014002043
  22. Arija V, Salvado JS, Fernández-Ballart J, Cuco G, Marti-Henneberg C. Consumo alimentario, hábitos, y estado nutricional de la población de Reus (VIII). Evolución de la ingesta energética y nutricional desde 1983 a 1993. *Med Clin (Barc)* 1996;106:45-50.
  23. Arija V, Salvado JS, Fernández-Ballart J, Cuco G, Marti-Henneberg C. Consumo, hábitos alimentarios y estado nutricional de la población de Reus (IX). Evolución del consumo alimentario, la ingesta de energía y nutrientes y su relación con el nivel socioeconómico y cultural, 1983-1993. *Med Clin (Barc)* 1996;106:174-9.
  24. Agència de Salut Pública de Catalunya. Generalitat de Catalunya. La alimentación saludable en la etapa escolar. Barcelona: Agència de Salut Pública de Catalunya; 2005.
  25. Favier A, Ireland-Ripert J, Toque C, Feinberg M. Répertoire general des aliments. Table de composition. Paris: TEC; 1997.
  26. Mataix Verdú J. Tablas de composición de alimentos. 5.ª ed. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos; 2009.
  27. Hercberg S, Deheeger M. Portions alimentaires: manuel photos pour l'estimation des quantités. Paris: SU-VI-MAX, 1994.
  28. Kramer MS, Feinstein AR. Clinical biostatistics: LIV. The biostatistics of concordance. *Clin Pharmacol Ther* 1981;29:111-23. DOI: 10.1038/clpt.1981.18
  29. Cade J, Thompson R, Burley V, Warm D. Development, validation and utilization of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr* 2002;5(4):567-87. DOI: 10.1079/PHN2001318
  30. Bertoli S, Petroni ML, Pagliato E, Mora S, Weber G, Chiumello G, et al. Validation of food frequency questionnaire for assessing dietary macronutrients and calcium intake in Italian children and adolescents. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005;40(5):555-60. DOI: 10.1097/01.MPG.0000153004.53610.0E
  31. Kobayashi T, Kamimura M, Imai S, Toji C, Okamoto N, Fukui M, et al. Reproducibility and validity of the food frequency questionnaire for estimating habitual dietary intake in children and adolescents. *Nutr J* 2011;10:27. DOI: 10.1186/1475-2891-10-27
  32. Livingstone MB, Robson PJ. Measurement of dietary intake in children. *Proc Nutr Soc* 2000;59:279-93. DOI: 10.1017/S002966510000318
  33. Birch LL, Johnson SL, Andresen G, Peters JC, Schulte MC. The variability of young children's energy intake. *N Engl J Med* 1991;324(4):232-5. DOI: 10.1056/NEJM199101243240405
  34. Klohe DM, Clarke KK, George GC, Milani TJ, Hanss-Nuss H, Freeland-Graves J. Relative validity and reliability of a food frequency questionnaire for a triethnic population of 1-year-old to 3-year-old children from low-income families. *J Am Diet Assoc* 2005;105(5):727-34. DOI: 10.1016/j.jada.2005.02.008
  35. Metcalf PA, Scragg RK, Sharpe S, Fitzgerald ED, Schaaf D, Watts C. Short-term repeatability of a food frequency questionnaire in New Zealand children aged 1-14 y. *Eur J Clin Nutr* 2003;57(11):1498-503. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601717
  36. Moghames P, Hammami N, Hwalla N, Yazbeck N, Shoib H, Nasreddine L, et al. Validity and reliability of a food frequency questionnaire to estimate dietary intake among Lebanese children. *Nutr J* 2016;15:4. DOI: 10.1186/s12937-015-0121-1
  37. Fumagalli F, Pontes J, Saes D, Neves M, Pires M. Validation of a food frequency questionnaire for assessing dietary nutrients in Brazilian children 5 to 10 years of age. *Nutrition* 2008;24:427-32. DOI: 10.1016/j.nut.2008.01.008



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

### 3. Do Children with Autism Spectrum Disorders Eat Differently and Less Adequately than Those with Subclinical ASD and Typical Development? EPINED Epidemiological Study

Patricia Esteban-Figuerola\*, Josefa Canals-Sans\*, Paula Morales-Hidalgo, Victoria Arijalva (\*Equal contribution)



Revista: **Journal of Autism and Developmental Disorders** (Factor d'Impacte: **3.250**) / Estat: Enviat

Les característiques dels nens/es amb TEA com l'inflexible adherència a les rutines o les desregulacions sensorials poden afectar el seu consum i l'estat nutricional. Es van valorar les diferències entre el consum d'aliments segons grups diagnòstics (TEA, subclínic i DT) i segons edat. El voltant del 25% de la mostra d'educació infantil i primària tenia una qualitat de la dieta poc saludable i es van trobar valors d'IMC més elevats en els escolars amb TEA que en els DT. No es van trobar diferències entre el consum dels nens/es **TEA, els TEA subclínic i els DT** en la majoria dels principals grups d'aliments: farinacis, productes làctics, verdures, i fruites. No obstant, el consum d'aliments proteics va ser inferior en els TEA d'educació infantil comparat amb els altres diagnòstics, amb tendència contrària en els d'educació primària. La majoria de les diferències entre diagnòstics es van trobar en els subgrups d'aliments. Entre els **TEA i els subclínic** i en relació als nens/es d'educació infantil, els nens/es amb TEA consumien menys llegums, peixos blanc i blau i ous, i més dolços. En la mostra d'educació primària, els nens/es amb TEA també consumien menys llegums, i més carns vermelles/processades, suc de fruita comercial i dolços. La **mostra dins l'espectre** va ser **comparada amb el DT**. No es van trobar diferències en la majoria de grups principals d'aliments (farinacis, productes làctics, verdures, fruites i greixos), però sí en el consum en subgrups d'aliments i per edat. En els nens/es d'educació infantil la mostra dins l'espectre mostrava un consum inferior en productes proteics, específicament en peix (blanc i blau), ous i verdura crua que els DT; mentre que els nens/es d'educació primària dins l'espectre tenien un menor consum en llegums, fruita cítrica i suc de fruita natural, formatge/iogurt i greixos, i superior en altres fruites, carns i dolços. Entre els subclínic i la mostra subclínica DT es van veure diferències en el menor consum de verdures crues i dolços en els subclínic d'educació infantil, aquesta última tendència es va veure també en els nens/es subclínic d'educació primària. Comparat el consum amb les **guies dietètiques**, es va veure un adequat consum en tota la mostra en els grups de farinacis (encara que inferior en llegums, i fruits secs i superiors en cereals dolços), en productes làctics, greixos visibles-olis i aliments proteics (encara que inferior en peixos i ous). Tota la mostra tenia un consum inferior a lo recomanat en fruita i verdures i superior en productes i begudes ensucrades. Aquests patró alimentari és més pronunciat en la població TEA, allunyant-se més el seu consum de les recomanacions i per tant augmentant-ne el risc de dèficits nutricional, problemes de salut així com percentatges superiors en obesitat comparat amb els DT.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## Journal of Autism and Developmental Disorders

# Do Children with Autism Spectrum Disorders Eat Differently and Less Adequately than Those with Subclinical ASD and Typical Development? Epined Epidemiological Study --Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>							
<b>Full Title:</b>	Do Children with Autism Spectrum Disorders Eat Differently and Less Adequately than Those with Subclinical ASD and Typical Development? Epined Epidemiological Study						
<b>Article Type:</b>	Article						
<b>Keywords:</b>	Autism spectrum disorders; preschool children; primary school age children; food consumption; food groups; food variety.						
<b>Corresponding Author:</b>	Victoria Arija Val Universitat Rovira i Virgili SPAIN						
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>							
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	Universitat Rovira i Virgili						
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>							
<b>First Author:</b>	Patricia Esteban-Figuerola						
<b>First Author Secondary Information:</b>							
<b>Order of Authors:</b>	Patricia Esteban-Figuerola Josefa Canals-Sans Paula Morales-Hidalgo Victoria Arija Val						
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>							
<b>Funding Information:</b>	<table border="1"> <tr> <td>Spain's Ministry of Economy and Competitiveness and the European Regional Development Fund (ERDF) (grant PSI2015-64837-P)</td> <td>Prof. Josefa Canals-Sans</td> </tr> <tr> <td>Spain's Ministry of Science, Innovation and Universities and the European Regional Development Fund (ERDF) (Project RTI2018-097124-B-I00)</td> <td>Prof. Josefa Canals-Sans</td> </tr> <tr> <td>Catalan Government's Department of Universities, Research and Information Society and the European Social Fund (FSE) (grant 2019FI_B2_00148)</td> <td>Mrs. Patricia Esteban-Figuerola</td> </tr> </table>	Spain's Ministry of Economy and Competitiveness and the European Regional Development Fund (ERDF) (grant PSI2015-64837-P)	Prof. Josefa Canals-Sans	Spain's Ministry of Science, Innovation and Universities and the European Regional Development Fund (ERDF) (Project RTI2018-097124-B-I00)	Prof. Josefa Canals-Sans	Catalan Government's Department of Universities, Research and Information Society and the European Social Fund (FSE) (grant 2019FI_B2_00148)	Mrs. Patricia Esteban-Figuerola
Spain's Ministry of Economy and Competitiveness and the European Regional Development Fund (ERDF) (grant PSI2015-64837-P)	Prof. Josefa Canals-Sans						
Spain's Ministry of Science, Innovation and Universities and the European Regional Development Fund (ERDF) (Project RTI2018-097124-B-I00)	Prof. Josefa Canals-Sans						
Catalan Government's Department of Universities, Research and Information Society and the European Social Fund (FSE) (grant 2019FI_B2_00148)	Mrs. Patricia Esteban-Figuerola						
<b>Abstract:</b>	The purpose of this study was to compare food consumption in children with ASD, subclinical ASD and typical development (TD), and to investigate the adequacy of their consumption in relation to dietary recommendations. From a school population, 77 children with ASD, 40 with subclinical ASD, and 333 with TD participated. However, compared to children with TD, pre-schoolers with ASD were found to eat fewer raw vegetables and less fish and eggs, while primary school children consume fewer legumes, raw vegetables, citrus fruits, cheese /yogurt and olive oil, and more meat. Excess sugar was consumed among children with ASD in both age groups. Children with ASD exhibit an eating pattern of risk of developing obesity as they get older.						

## **Abstract**

The purpose of this study was to compare food consumption in children with ASD, subclinical ASD and typical development (TD), and to investigate the adequacy of their consumption in relation to dietary recommendations. From a school population, 77 children with ASD, 40 with subclinical ASD, and 333 with TD participated. However, compared to children with TD, pre-schoolers with ASD were found to eat fewer raw vegetables and less fish and eggs, while primary school children consume fewer legumes, raw vegetables, citrus fruits, cheese /yogurt and olive oil, and more meat. Excess sugar was consumed among children with ASD in both age groups. Children with ASD exhibit an eating pattern of risk of developing obesity as they get older.

*Keywords:* Autism spectrum disorders; preschool children; primary school age children; food consumption; food groups; food variety.

## **Introduction**

Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental disability whose prevalence has increased in recent decades. Now affecting 1 in 54 children, ASD is more common in boys than in girls (Maenner et al. 2020). In addition, subclinical ASD affects 2.6% of the school population (Morales-Hidalgo et al. 2017) and 14.5% of the population with risk factors for developmental alterations (very preterm children) (Vermeirsch et al. 2020). Some of the main characteristics of ASD, such as insistence on sameness, inflexible adherence to routines or hyper-or-hypo reactivity to sensory input, may affect subjects' daily functioning and could contribute to the development of eating disorders. Problems such as food selectivity, food refusal, picky eating and/or mealtime behaviour difficulties are reported in ASD populations with a wide range of impact, from 13 to 80% (Cermak, Curtin and Bandini 2010; Marí-Bauset et al. 2014; Nadon et al. 2011a, 2011b; Schreck, Williams and Smith 2004). These atypical eating behaviours may be related to sensory sensitivity about the type, temperature, texture or colour of food, and affect their consumption and the child's nutritional intake (Bandini et al. 2010; Castro et al. 2016; Curtin et al. 2015; Johnson et al. 2014; Marí-Bauset et al. 2014; Ranjan and Nasser 2015; Zimmer et al. 2012).

Other comorbid conditions can also affect the consumption and nutritional intake of the ASD population. Gastrointestinal (GI) symptoms, reported generally as abdominal pain, constipation, and diarrhoea, have been well documented in children with ASD, affecting from 49.3 to 82% of the population. Some authors indicate that children with ASD and GI concerns are at a higher risk of developing eating behaviour problems than those without them (Leader et al. 2020; Mannion, Leader and Healy. 2013; McElhanon 2014; Santocchi et al. 2016). Moreover, many disorders, including attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), intellectual disabilities and emotional disorders, coexist with ASD, which constitute other factors that may contribute to these eating patterns (Barnhill et al. 2017; Salazar et al. 2015). The combination of all these factors may affect the diet quality, growth and optimal development of children with ASD (Bandini et al. 2017; Barnhill et al. 2017; Matheson and Douglas 2017).

Some authors have studied the consumption of children with ASD compared to those with typical development. In general, they found stronger preferences for energy-dense foods like snacks, sweets, sugary beverages and juice in children with ASD (Berding and Donovan 2018; Evans et al. 2012; Wallace et al. 2020). In contrast, children with ASD tend to eat less from food groups like vegetables (Bandini et al. 2010; Emond et al. 2010; Evans et al. 2012; Ranjan and Nasser 2015), fruit (Chistol et al. 2018; Evans et al. 2012; Schreck, Williams and Smith 2004; Smith et al. 2020) and dairy products (Herndon et al. 2009; Marí-Bauset et al. 2017; Neumeyer et al. 2018) than children with TD. However, a previous study conducted in Spain found that children with ASD followed a traditional Mediterranean diet and ate more legumes and vegetables than children with TD (Marí-Bauset et al. 2017). So, the studies undertaken to date do not coincide in all their observations, and although some studies have reported that the consumption of vegetables, fruit and dairy products among children with ASD is below that recommended (Al-Thbiany 2017; Diolordi et al. 2014; Webber et al. 2018), other research has not found this deficiency (Evans et al. 2012; Herndon et al. 2009), or has even found contradictory results, as in the case of the protein food group (Herndon et al. 2009; Schreck, Williams and Smith 2004).

Given that the inadequate consumption of some foods may affect optimal growth in children (Esteban-Figuerola et al. 2019; Marí-Bauset et al. 2017; Sharp et al. 2013), we believe it is important to analyse the degree of dietary imbalance compared to children without ASD and in relation to recommended daily intake in order to assess the degree of risk associated with their eating behaviours.

Therefore, the aim of this study was to investigate the food consumption of a school population with ASD (clinical and subclinical diagnosis) compared to children with TD, and to compare their food consumption to the dietary guidelines. We hypothesise that: 1) The consumption of vegetables, fruit and dairy products

will be lower, and the consumption of sweet foods higher, among children with ASD than among those with TD. 2) Children with subclinical ASD will have an eating pattern more similar to those with ASD than to those with TD. 3) We will find the same food consumption characteristics among children with ASD of both preschool and primary school age. 4) For some food groups, like fruit and vegetables, children with ASD will consume less than that recommended in the dietary guidelines.

## **Material and methods**

### *Study design and sample*

The participants were recruited from the Neurodevelopmental Disorders Epidemiological Research Project (EPINED) which aimed to determine the prevalence of ASD and ADHD (DSM-5 criteria) in a representative school population of preschool and primary school children in the province of Tarragona (Catalonia, Spain). In the first phase of the project, parents and teachers responded to screening tests to detect children at risk of both ASD and ADHD. In the second phase, children identified as at risk for ASD and/or ADHD and a control group without any risk were individually assessed to confirm the diagnoses. From the primary school population of 6,894 children in the two age groups (3,374 aged 3–6 and 3,520 aged 10–12), parents of 3,713 children (895 pre-school age [49.9% boys] and 894 primary school age [46.6% boys]) signed the informed consent form and completed the questionnaires. In the second phase, 760 children were assessed individually, of which 61 were diagnosed with ASD, 43 with subclinical ASD, 259 with ADHD, and 397 had neither ASD nor ADHD. In addition to this sample, 22 children with ASD from clinical services were invited to participate and included in our study (mean age 9.29 years  $\pm$  3.7 SD). The present study excluded children with neurodevelopmental problems other than ASD, those whose parents did not complete the food questionnaires and children who exceeded the age ranges. This resulted in a total sample of 451 participants (199 pre-school children and 251 primary school children), of whom 77 were diagnosed with ASD, 40 were classified as subclinical ASD, and 333 children were classified as controls or children with TD, including children without ASD, subclinical ASD or any other neurodevelopmental disorder (ADHD, intellectual disability).

Socio-demographic information was reported by the parents. Socio-economic status was estimated using the Hollingshead Index (Hollingshead 2011). EPINED was approved by the Research and Ethics Committee of the Sant Joan University Hospital (13-10-31/10proj5) and by the Catalan Department of

Education. Written consent forms were obtained from the children's parents and the children and schools agreed to take part in the study.

### *Psychological assessment and diagnostic procedure*

In the first phase, parents completed the Childhood Autism Spectrum Test (CAST; Scott, et al. 2002) and teachers the EduTEA questionnaire (<https://psico.fcep.urv.cat/Q4/EduTEA>; Morales-Hidalgo et al. 2017) to screen for the risk of ASD.

In the second phase, ASD was diagnosed using the DSM-5 criteria from the Autism Diagnostic Observation Schedule, Second Edition (ADOS-2; Lord et al. 2012) and the Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Rutter, Couteur and Lord 2003). Autism severity was determined based on the ADOS cut-off points described by Gotham et al. (2009; i.e.  $\leq 3$  non ASD, 4–5 ASD, 6–10 autism). Children who presented manifestations of ASD but did not meet all the DSM-5 criteria were classified as subclinical ASD. The Wechsler Scales of Intelligence for preschool and primary school children (WPPSI-IV, Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence; and WISC-IV, Wechsler Intelligence Scales for Children (Wechsler, 2003, 2012) were used to assess cognitive function. To collect data on the presence of ADHD diagnosis, the Kiddie Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia (K-SADS-PL; Kaufman et al. 1997) interview was administered to the families. All diagnoses and tests were performed by trained psychologists and psychiatrists.

### *Anthropometric measures*

In the second phase, anthropometric measurements were taken by a certificated dietitian in accordance with the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocols. A SECA® stadiometer accurate to 0.1 mm (PERILB-STND) was used to measure height (cm), and TANITA scales (BC 420SMA) to measure weight (kg). Subjects' body mass index (BMI) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) was obtained based on the international World Health Organization Child Growth Standards (from birth to 5 years of age and children/teenagers 5–19 years of age (de Onis et al. 2007; World Health Organization [WHO] 2007)

### *Food consumption and the Healthy Eating Index*

The participants' parents reported their children's eating habits and the weekly frequency of food consumption using the food frequency questionnaires (FFQ) validated in Spanish adolescents and



consisting of 45 items (Trinidad et al. 2008) and the FFQ validated in preschool children with 41 items (Esteban-Figuerola et al. 2019). The questionnaires yielded data on servings/day, servings/week, and grams/day. Grams/day of food consumption was calculated based on the items in the daily consumption frequency questionnaire according to the reference gram ration for each item and age group (Agència de Salut Pública de Catalunya 2005), and in agreement with the experts in this field from our research group (Arija et al. 1996a, 1996b; Jardí et al. 2018, 2019; Aparicio et al. 2015).

Items were classified into the following seven main food groups and 23 subgroups: 1) *Starch group*: 1 - Savoury cereals and tubers (bread, pasta, rice, potatoes, breakfast cereals); 2 - sweet cereals (biscuits, pastries, cookies); 3 - legumes; 4 - nuts; 2) *Vegetable group*: 5 - boiled vegetables, 6 - raw vegetables; 3) *Fruit group*: 7 - citrus fruit, 8 - other fruit, 9 - preserved fruit, 10 - natural fruit juice (mostly orange juice), 11 - commercial fruit juice; 4) *Dairy products group*: 12 - cheese and yogurt, 13 - milk, 14 - dairy desserts; 5) *Fat group*: 15 - olive oil; 6) *Protein group* (also includes legumes): 16 - poultry (chicken, turkey, etc.), 17 - red and processed meat (beef, pork, etc.), 18 - oily fish, 19 - white fish, 20 - seafood, 21 - eggs; 7) *Sweets/Sugary Beverages group*: 22 - sweets, 23 - sugary beverages.

The average servings/day (s/d) or servings/week (s/w) per food group was compared with the recommended Spanish dietary/eating guidelines (R-DG) of the Spanish Society of Community Nutrition (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria [SENC] 2018).

Diet quality was also estimated using the Spanish Quality Diet Index (SQDI) proposed by Norte Navarro and Ortiz Moncada (2011) based on the food recommendations of the SENC (2004). The SQDI includes nine food groups based on their nutritional quality. So, meat, fish and eggs were re-grouped into a single group, and sweets and sweet cereals also were grouped into a single group. The consumption of each group by serving was compared to the recommended consumption and scored 0–100. The final index scores were classified as  $\geq 80$  points 'healthy', 50–79 points 'needs to improve' and  $\leq 49$  points 'unhealthy'.

#### *Statistical analysis*

All variables were described and compared by age group and diagnosis (ASD, subclinical ASD and control/TD). ANOVA and Chi-square analyses were used to compare quantitative and qualitative variables, respectively. Prior to their application, we confirmed the normality of the variables and the criteria for the application of the statistical tests. The significance level for all statistical comparisons was set at  $P < 0.05$ . Data were analysed using SPSS Statistics 25.0.

## Results

Table 1 shows the subjects' sociodemographic, psychological, and anthropometrical characteristics by age (preschool or primary school children) and by ASD diagnosis (ASD, subclinical and control). There were significantly more boys on the autism spectrum (ASD and subclinical level) than girls. Between 80% and 85% of the sample were autochthons, and no clear differences in socioeconomic status were found between the autism spectrum groups and the children with TD. Around 25% of the pre-school and primary school children with ASD fell within the unhealthy diet group. BMI values were higher in primary school children with ASD than with TD, but these significant differences were not observed in the pre-school group. The mean IQ score was in the normal range for all groups, but TD children exhibited the highest IQs. ASD severity (ADOS-2) was low-moderate. Comorbidity between ASD and ADHD was high and increased in relation to age. ADHD was not present in children with TD because we excluded subjects with other neurodevelopmental disorders from the control sample.

[Table 1]

Table 2 shows food group consumption in grams/day (g/d) and servings/day (s/d) or servings/week (s/w) by diagnosis status (ASD, subclinical ASD and TD), age, and recommended consumption. The consumption of children with ASD was similar to that of children with subclinical ASD in most food groups, including starches, dairy products, vegetables, fruit and fats. However, preschool children with ASD consumed fewer protein groups like legumes, fish (white fish) and eggs, and more sweets than preschoolers with subclinical ASD. Primary school children with ASD also consumed fewer legumes, but had a higher consumption of red and processed meat, commercial juices and sweets than those with subclinical ASD.

No differences were found between the diets of children with ASD (ASD and subclinical ASD) and that of children with TD in most food groups, including the starch, vegetable, fruit and dairy product, . However, some differences were found by age and food subgroups. Pre-schoolers with ASD consumed significantly fewer proteins and specifically lower g/d and servings of fish (both white and oily) and eggs. The primary school children with ASD consumed less in the subgroup of legumes, citrus fruit and natural fruit juices, cheese/yogurt and fat, and higher in other fruit, meats and sweets. The consumption of children with subclinical ASD was only significantly different from those of children with TD for raw vegetables and sweets in preschool children. At this age, preschool children with ASD consumed fewer raw vegetables than those with TD, a trend also observed in primary school children with ASD.

[Table 2]

We also studied how the children's food consumption compared to dietary guidelines (R-DG) (Table 2), and found that, in general, the children have adequate consumption, or close to the R-DG, for the starch (although lower than the R-DG for legumes and nuts, and higher for sweet cereals), dairy, visible fats and protein groups (although lower than the R-DG for eggs). In contrast, all of the children consumed much fewer vegetables and fruits and more sweet foods and sugary beverages than recommended. However, according to the R-DG, in some food groups the consumption of children with ASD put them at higher risk for the development of diet-related issues than those of TD children. For example, children with ASD consumed even fewer raw vegetables and more sweets than TD children. In addition, at the preschool age, they deviate from the recommendations consuming less fish and eggs than TD children. And primary school children with ASD deviate even more from the recommendations consuming fewer legumes, citrus fruits, natural fruit juices and olive oil, and more meat than did TD children.

### Discussion

This study describes food consumption and compliance with the dietary guidelines in a school population sample (3–6 years and 10–12 years) of children with ASD (clinical and subclinical diagnosis) and TD. Although a poorer quality diet was reported for the children with ASD than for the subclinical and control sample, all of the groups need to improve their diet. Differential intakes of some types of food were found among children with ASD compared to those with TD, as well as a higher consumption of sweets, possibly related to the organoleptic characteristics of these foods and the idiosyncrasy of this pathology.

#### *1) Food consumption differences between children with ASD and TD*

To our knowledge, this is the first study to compare the food consumption of children with subclinical ASD and ASD, and subclinical ASD and TD. The analysis comparing the food consumption of subclinical ASD and ASD subjects yielded few differences overall. However, differences were found between the subclinical ASD and TD subjects. Among the differences found, it is striking that in both age groups, children with subclinical ASD tend to consume more legumes than children with ASD or even with TD, and this is the one group that reached the recommended number of servings. The consumption of legumes is recommended by public health agencies around the world on the basis that they are a good source of protein, fibre, and several micronutrients, including iron and zinc (Venn, Thies and O'Neil 2020). In our

study, the lowest consumption of legumes was found among children with ASD, in contrast to the data presented by Mari-Bauset et al. (2017), which was also collected from a Spanish population in a Mediterranean environment. On the other hand, favourably, children with subclinical ASD consumed fewer sweets than children with ASD. Other differences in food consumption between subclinical ASD and other groups are related to age group. Preschool children with subclinical ASD had higher consumption in the protein groups than ASD children in the same age group, specifically related to the reduced consumption of fish and eggs, while primary school children with subclinical ASD consumed less meats than those with ASD. Our data did not support the hypothesis of a consistent eating pattern within the broad autism phenotype. We did not find a progression in food consumption according to the level of severity of ASD (from diagnostic to subclinical). Only in raw vegetables did preschool children with ASD and subclinical ASD consume significantly less than children with TD, and the same trend was observed among primary school children. However, although a low degree of acceptance of vegetables has been referred to in several studies with ASD children (Chistol et al. 2018; Dickerson Mayes and Zickgraf 2019; Tsujigushi et al. 2020), the small sample size of subclinical ASD children and the non-generalisation with other foods does not allow us to draw conclusions in this case.

We found that the differences between children along the entire autism disorder spectrum and those with TD occur mainly with children diagnosed with ASD and not with the subclinical ASD group. However, although it should be noted that the consumption of most food groups is quite similar between children with ASD and those with TD, some interesting peculiarities emerged when comparing food subgroups. Our data were not consistent with those of Mari-Bauset et al. (2017), who, also in Spain, found a healthy eating index for children with ASD and no significant differences in the food variety score. In the current study, differences between food subgroups may be related to the sensory characteristics of the food, which, together with the clinical characteristics of children with ASD, such as disordered sensorial processing, inflexible adherence to routines and gastrointestinal disturbances (Cemark, Curtin and Bandini 2010; Hubbart et al. 2014; Ranjan and Nasser, 2015; Santocchi et al. 2016; Smith et al. 2020), may give rise to the food preferences and aversions typical in this population (Emond et al. 2010; Evans et al. 2012; Graf-Myles et al. 2013; Liu et al. 2016). In addition, as mentioned in Schreck and Williams (2006), along with the diagnostic characteristics of autism, family food preferences could also influence the food selection of the children.

In addition, we observed specific differences in dietary patterns by age. We found an evolutionary change in dietary protein sources: preschool children with ASD consumed less protein groups than TD children (-

35.3 g; -22.5%) ( $p=0.002$ ), and this is opposite to the consumption of primary school children (22.5 g; 11.7%) ( $p=0.058$ ), which is related to the high consumption of meats in this age group. Vissoker et al. (2018), working with a group of preschool children, and Malhi et al. (2017), with children between 4-10 years old, found that ASD children consume less protein food groups than TD children. However, neither Williams, Gibbons and Schreck (2005) nor Diolordi et al. (2014) found any differences with samples of a wide age range (2–12 years old and 6–9.5 years old, respectively). In our study, the lower consumption of protein found in preschool children with ASD was due to the reduced consumption of fish and eggs. In different cultural settings, Al-Farsi et al. (2013) also found a lower consumption of fish, eggs, legumes and vegetables in Egyptian ASD preschool children than in TD preschool children, and Hertz-Picciotto et al. (2010) found a lower consumption of fish in Californian ASD preschool children than in TD children. The reduced consumption of fish could be related to the particular smell and flavour of fish or to its bones (Chistol et al. 2018; Diolordi et al. 2014). In contrast, Zhu et al. (2020) in China and other authors in the USA (Berding and Donovan 2018; Graf-Myles et al. 2013) found only a lower consumption of dairy in ASD preschool children compared to their TD peers, which is not supported by our data. Unlike some of these authors, the children with autism in our sample were not reported to follow intentional diets, such as casein-free diets. We found that primary school children with ASD consumed less cheese and yogurt than their peers with TD, which does not coincide with the lesser consumption of dairy described by Mari-Bauset et al. (2017) in Spanish children aged 6 to 9. Furthermore, the high consumption of meats within the protein food groups found in the sample of 10–11 years old in our study is not consistent with the data of other researchers, in which the consumption of meat was lower in children with ASD (Diolordi et al. 2014; Vissoker et al. 2019) or was the same in ASD and TD children (Zhu et al. 2020). Our data are similar to those of Huxham (2012), who found that in the UK 69.2% of children with ASD had preferences for processed meat products. Apart from these age differences in the consumption of proteins, primary school children with ASD also consumed fewer citrus fruits and less natural fruit juice, which in our country comes mainly from citrus fruit (oranges). This reduced consumption may be related to the acidic taste of these fruits, which may make them less accepted by children with ASD who present higher oral sensory sensitivity (Cermak, Curtin and Bandini 2010; Chistol et al. 2018). On the other hand, the consumption of other fruits was higher in primary school children with ASD, which means that overall, no significant differences were detected in the total consumption of fruits. The higher consumption of non-citrus fruits could be related to their sweet and savoury taste (Diolordi et al. 2014; Schreck, Williams and Smith 2004). The preference for these tastes may also be one reason for the higher consumption of sweets and commercial

fruit juices in ASD children compared to the other diagnosis groups. Most studies have considered fruit consumption as a global value without differentiating fruit types. So, like us, the meta-analysis by Esteban et al. (2019) did not find any differences in overall fruit consumption, although only three studies could be analysed. However, other authors (Araujo et al. 2018; Evans et al. 2012; Smith et al. 2020; Vissoker et al. 2019; Zhu et al. 2020) found that fruit and vegetables were the least consumed foods among children with ASD. To promote the acceptance of fruit and vegetables, a recent study (Chung, Law, Fong 2020) physically changed these foods, improving impaired sensory processing and consequently increasing their consumption in children with ASD. In the fat group, primary school children with ASD consumed less olive oil than their peers with TD. We think that this slight decrease in oil consumption may be associated with a stronger dislike of stews; however, olive oil consumption is very common in Spain and specifically in the Mediterranean region, and we have not found other studies including this analysis to date.

Regardless of age group, children with ASD consumed fewer raw vegetables. These foods are characterised by strong flavours and tough textures, which make them less accepted by children with ASD (Chistol et al. 2018; Dickerson, Mayes and Zickgraf 2019; Tsujigushi et al. 2020). Another possible reason for this food selectivity may be gastrointestinal disturbances, as described in Santocchi et al. (2016). Other authors (Al-Farsi et al. 2013; Bandini et al. 2010; Diolordi et al. 2014; Vissoker et al. 2019; Wallace et al. 2020; Zhu et al. 2020) have also observed a reduced consumption of vegetables, but they did not explore subgroups within vegetables. Only Al-Thbiany et al. (2017) described non-significant differences in raw and boiled vegetable consumption between children with ASD and TD. Lastly, and in agreement with previous data (Berding and Donovan 2018; Evans et al. 2012; Vissoker et al. 2019; Wallace et al. 2020), we found that the children with ASD consumed more sweets and sweetened beverages than children with TD. This excessive consumption has often been attributed to these children's preference for sweet flavours (Schreck, Williams and Smith 2004), but Wallace et al. (2020) found that among children with ASD, emotional over-eating was related to the increased consumption of sweet foods. This eating behaviour linked to negative emotions like anxiety may have both immediate and eventual health effects. On the other hand, the diet of children with ASD in our study, rich in simple sugars, added sugars and saturated fatty acids and low in fibre and antioxidants, may have consequences at the neurological level. This dietary pattern, as described Martínez Leo and Segura Campos (2020) in a neurobiological model, favours the dysbiosis of the gut microbiota and, through a series of systemic repercussions, facilitates the neuroinflammation process.

## *2) Diets of ASD and TD children and their alignment with recommendations*

We compared our subjects' food consumption with the serving/days recommended in the dietary guidelines to evaluate the degree of dietary adequacy. In general, we observed that the children in the different subject groups met the R-DG in terms of average values in the starch (with a lower consumption of legumes in children with ASD), dairy, oil (with a lower consumption in children with ASD), and protein groups (with lower fish and egg consumption in preschool children with ADS). The adequate consumption of these food groups ensures an adequate average supply of energy, proteins, carbohydrates, fats and MUFAs, calcium, fat-soluble vitamins and some minerals in the children.

However, we also observed some risky dietary behaviours among the children due to their very low consumption of legumes (between 0.19–0.31 s/w vs 2–4 s/w R-DG), vegetables (between 1.08–1.49 s/d vs 2–3 s/d R-DG) and fruit (between 1.36–1.74 s/d vs 2–3 s/d R-DG), and their higher consumption of sweet foods and sugary beverages (4.17–7.65 s/d vs occasionally R-DG), sweet cereals (between 0.86–1.33 s/d vs occasionally R-DG) compared to the R-DG.

Like other authors, we also observed that children with ASD generally consume a lower quantity of some foods than the R-DG in some food groups, almost all coinciding with a reduced consumption of fruits and vegetables (Araujo et al. 2018; Berding and Donovan 2018; Diolordi et al. 2014; Evans et al 2012; Graf-Myles et al. 2013; Malhi et al. 2017; Sharp et al. 2013), but not the other food groups. However, our study did not reveal a lower consumption of dairy products or protein than that recommended in the dietary guidelines, nor a reduced consumption in children with ASD in relation to TD children, though other authors have observed a lower consumption of dairy products among children with ASD (Al-Thbiany et al. 2017; Berding and Donovan 2018; Diolordi et al 2014; Graf-Myles et al. 2013; Malhi et al. 2017; Marí-Bauset et al. 2017) proteins (Al-Thbiany et al. 2017; Malhi et al. 2017; Sharp et al. 2013), and fish (Al-Thbiany et al. 2017; Berding and Donovan 2018). Nevertheless, the samples used in most studies come from a clinical population, which may represent a greater severity of autism than in this study (severity in ADOS is low). In our sample, only the preschool children with ASD failed to meet the recommendations for fish consumption, while the fish consumption habits of all the other groups aligned with the guidelines. Our data are consistent with those of most studies conducted with children from developed countries, in which the consumption of sweet food products and sugary drinks is much higher than the recommended occasional consumption (Araujo et al. 2018; Berding and Donovan 2018; Evans et al. 2012; Sharp et al. 2013). It has been well established that a higher consumption of sugary products is associated with the

development of obesity, type 2 diabetes mellitus and cardiovascular diseases (Ludwing et al. 2018; Makarem et al. 2018; WHO 2015).

In general, a dietary pattern with a low content of fibres from legumes, nuts, fruits and vegetables is related to a decreased feeling of satiety during meals (Clark & Slavin 2013). This, together with an excess intake of high energy density food, such as sweet cereals, sweets and sugary drinks, constitute an eating pattern of high energy intake in all children. However, it is important to note that this high-risk eating pattern is more pronounced among children with ASD, since their specificities in the consumption of some food groups leads them to an eating pattern that diverges even further from the R-DG. This is the case of the reduced consumption of legumes, raw vegetables, some types of fruit, and fish (in preschool children) and the higher consumption of sweets among children with ASD compared to children with TD.

This pattern coincides with the higher percentage of obesity observed in children with ASD versus TD children (preschool: 16.7% vs 7.0%;  $p=0.240$ ; primary school: 29.3% vs 19.3 %;  $p= 0.046$ ). Other authors have also observed this relationship between the eating patterns in ASD subjects and the higher prevalence of obesity (Araujo et al. 2018; Evans et al. 2012).

### *3) Strengths and limitations*

One of the strengths of the design of this study is that the participants come from a representative school sample from a Spanish province. The two-phase design allowed us to detect both children at risk and not at risk of ASD, all of whom underwent the diagnostic procedure, which yielded three groups: ASD, subclinical ASD and TD. In addition, the study of two age groups allowed us to explore differences related to age. Most published studies come from clinical samples, so it is difficult to include children with subclinical ASD and children with TD with equivalent age and geographical characteristics. However, our results cannot be generalised for ASD and subclinical ASD, because the number of subjects in these age subgroups was not very high.

At a methodological level, the diagnostic procedure for ASD was very rigorous, and both validated techniques and questionnaires were used to determine the anthropometric and nutritional variables, specifically, the CFCA has been validated in the Spanish population for both age groups participating in the study.



## Conclusion

The consumption habits of children with ASD, subclinical ASD and TD present no differences in the major food groups. However, the consumption of some food subgroups is different between children with ASD and TD and undergoes changes with age. Preschool children with ASD eat fewer raw vegetables, fish, and eggs, and primary school children with ASD consume fewer legumes, raw vegetables, citrus fruits and natural juices, cheese and yogurt and olive oil and more meat (red and processed meat) than children with TD. Both age groups with ASD consumed more sugar than the TD group. None of the children met the recommended dietary guidelines for fruit, vegetables, legumes or eggs, but children with ASD diverged even further from the recommendations than the TD group. Their eating pattern (poor in legumes, fruit, vegetables, and rich in sugary cereals, red and processed meat, sweets and sugary drinks) puts them at higher risk of developing obesity than TD children. Children in general, and especially children with autism, would benefit from the promotion of a healthy diet. It would be interesting to confirm the health risk that their eating habits may have through follow-up studies.

## References

- Agència de Salut Pública de Catalunya. (2005). *La alimentación saludable en la etapa escolar*. Barcelona: Agència de Salut Pública de Catalunya. Generalitat de Catalunya. <https://es.calameo.com/read/000784569c7c9f5e80645>. Accessed 4 April 2020.
- Al-Farsi, Y. M., Waly, M. I., Deth, R. C., Al-Sharbati, M. M., Al-Shafae, M., Al-Farsi, et al. (2013). Impact of nutrition on serum levels of docosahexaenoic acid among Omani children with autism. *Nutrition*, 29(9), 1142–1146. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.03.009>
- Al-Thbiany, A., Farghal, S., Al-Harbi, G., Abdullah, M., Al-Rehaly, R., Al-Johani, G., et al. (2017). Assessment of some Nutritional Risk Factors that Predispose to Autism Among Preschool & School Saudi Children Living in AL-Madinah Al-Monawarah City. *Journal of Studies and Searches of Specific Education*, 3 (1) 133-145.
- Aparicio, E., Canals, J., Pérez, S., & Arija, V. (2015). Dietary intake and nutritional risk in Mediterranean adolescents in relation to the severity of the eating disorder. *Public Health Nutrition*, 18(8), 1461–1473. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002043>

- Araujo, A., Almeida, P., Alves, L., Carvalho, W., Zagmignan, A., Rodrigues de Oliveira, B., et al. (2018). Consumption of ultra-processed foods and nutritional status of children with autism spectrum disorder. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*. <https://core.ac.uk/download/pdf/235419963.pdf>
- Arija, V., Salas Salvadó, J., Fernández-Ballart, J., Cucó, G., & Martí-Henneberg, C. (1996a). Consumption, dietary habits and nutritional status of the Reus (IX) population. Evolution of food consumption, energy and nutrient intake and relationship with the socioeconomic and cultural level, 1983-1993. *Medicina clinica*, *106*(5), 174–179.
- Arija, V., Salas Salvadó, J., Fernández-Ballart, J., Cucó, G., & Martí-Henneberg, C. (1996b). Food consumption, habits, and nutritional status of the population of Reus (VIII). Evolution of energy and nutrient intake from 1983 to 1993. *Medicina Clínica (Barcelona)*, *106*(2), 45–50
- Bandini, L. G., Curtin, C., Phillips, S., Anderson, S. E., Maslin, M., & Must, A. (2017). Changes in Food Selectivity in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, *47*(2), 439–446. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2963-6>
- Bandini, L. G., Anderson, S. E., Curtin, C., Cermak, S., Evans, E. W., Scampini, R., et al. (2010). Food selectivity in children with autism spectrum disorders and typically developing children. *The Journal of Pediatrics*, *157*(2), 259–264. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.02.013>
- Barnhill, K., Gutierrez, A., Ghossainy, M., Mareidiya, Z., Marti, C. N., & Hewitson, L. (2017). Growth status of children with autism spectrum disorder: a case-control study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, *30*(1), 59–65. <https://doi.org/10.1111/jhn.12396>
- Berding, K., & Donovan, S. M. (2018). Diet Can Impact Microbiota Composition in Children With Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Neuroscience*, *12*, 515. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00515>
- Carlsson, L. H., Norrelgen, F., Kjellmer, L., Westerlund, J., Gillberg, C., & Fernell, E. (2013). Coexisting disorders and problems in preschool children with autism spectrum disorders. *The Scientific World Journal*, *2013*. <https://doi.org/10.1155/2013/213979>
- Castro, K., Faccioli, L. S., Baronio, D., Gottfried, C., Perry, I. S., & Riesgo, R. (2016). Feeding behavior and dietary intake of male children and adolescents with autism spectrum disorder: A case-control

- study. *International journal of developmental neuroscience: the official journal of the International Society for Developmental Neuroscience*, 53, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2016.07.003>
- Cermak, S. A., Curtin, C., & Bandini, L. G. (2010). Food selectivity and sensory sensitivity in children with autism spectrum disorders. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(2), 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.10.032>
- Chistol, L. T., Bandini, L. G., Must, A., Phillips, S., Cermak, S. A., & Curtin, C. (2018). Sensory Sensitivity and Food Selectivity in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 48(2), 583–591. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3340-9>
- Chung, L., Law, Q., & Fong, S. (2020). Using Physical Food Transformation to Enhance the Sensory Approval of Children with Autism Spectrum Disorders for Consuming Fruits and Vegetables. *Journal of alternative and complementary medicine (New York, N.Y.)*, 26(11), 1074–1079. <https://doi.org/10.1089/acm.2020.0215>
- Clark, M. J. & Slavin, J. L. (2013). The Effect of Fiber on Satiety and Food Intake: A Systematic Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 32. <https://doi.org/10.1080/07315724.2013.791194>
- de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497>
- Dickerson Mayes, S., & Zickgraf, H. (2019). Atypical eating behaviors in children and adolescents with autism, ADHD, other disorders, and typical development. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 64, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2019.04.002>
- Diolordi, L., del Balzo, V., Bernabei, P., Vitiello, V., & Donini, L. M. (2014). Eating habits and dietary patterns in children with autism. *Eating and Weight Disorders*, 19(3), 295–301. <https://doi.org/10.1007/s40519-014-0137-0>
- Emond, A., Emmett, P., Steer, C., & Golding, J. (2010). Feeding symptoms, dietary patterns, and growth in young children with autism spectrum disorders. *Pediatrics*, 126(2), e337–e342. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2391>

- Esteban-Figuerola, P., Canals, J., Fernández-Cao, J. C. & Arija Val, V. (2019). Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis. *Autism*, 23(5), 1079-1095. <https://doi.org/10.1177/1362361318794179>
- Evans, E. W., Must, A., Anderson, S. E., Curtin, C., Scampini, R., Maslin, M., & Bandini, L. (2012). Dietary Patterns and Body Mass Index in Children with Autism and Typically Developing Children. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.06.014>
- Gotham, K., Pickles, A., & Lord, C. (2009). Standardizing ADOS scores for a measure of severity in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(5), 693–705. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0674-3>
- Graf-Myles, J., Farmer, C., Thurm, A., Royster, C., Kahn, P., Soskey, L., Rothschild, L., & Swedo, S. (2013). Dietary adequacy of children with autism compared with controls and the impact of restricted diet. *Journal of Developmental and Behavioral Paediatrics*, 34(7), 449–459. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e3182a00d17>
- Herndon, A. C., DiGuseppi, C., Johnson, S. L., Leiferman, J., & Reynolds, A. (2009). Does nutritional intake differ between children with autism spectrum disorders and children with typical development? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(2), 212–222. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0606-2>
- Hertz-Picciotto, I., Green, P. G., Delwiche, L., Hansen, R., Walker, C., & Pessah, I. N. (2010). Blood mercury concentrations in CHARGE Study children with and without autism. *Environmental Health Perspectives*, 118(1), 161–166. <https://doi.org/10.1289/ehp.0900736>
- Hollingshead, A. B. (2011). Four Factor Index of Social Status. *Yale Journal of Sociology*, 8, 21-52.
- Hubbard, K. L., Anderson, S. E., Curtin, C., Must, A., & Bandini, L. G. (2014). A comparison of food refusal related to characteristics of food in children with autism spectrum disorder and typically developing children. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(12), 1981–1987. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.04.017>

- Huxham, L. (2012). Feeding Problems and Current Dietary Practices in Children with Autism Spectrum Disorder in England [Doctoal Thesi, University of Stellenbosch].  
<http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/20190>
- Jardí, C., Aranda, N., Bedmar, C., & Arija, V. (2019a). Excess nutritional risk in infants and toddlers in a Spanish city. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 89(3-4), 210–220.  
<https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000530>
- Jardí, C., Aranda, N., Bedmar, C., Ribot, B., Elias, I., Aparicio, E., et al. (2019b). Consumption of free sugars and excess weight in infants. A longitudinal study. *Anales de Pediatría*, 90(3), 165–172.  
<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.03.018>
- Johnson, C.R., Handen, B.L., Mayer-Costa, M., & Sacco, K. (2008). Eating Habits and Dietary Status in Young Children with Autism. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 20, 437–448.  
<https://doi.org/10.1007/s10882-008-9111-y>
- Kaufman, J., Birmaher, B., Brent, D., Rao, U., Flynn, C., Moreci, P., et al. (1997). Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL): initial reliability and validity data. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(7), 980–988. <https://doi.org/10.1097/00004583-199707000-00021>
- Leader, G., Tuohy, E., Chen, J. L., Mannion, A., & Gilroy, S. P. (2020). Feeding Problems, Gastrointestinal Symptoms, Challenging Behavior and Sensory Issues in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(4), 1401–1410.  
<https://doi.org/10.1007/s10803-019-04357-7>
- Liu, X., Liu, J., Xiong, X., Yang, T., Hou, N., Liang, X., et al. (2016). Correlation between Nutrition and Symptoms: Nutritional Survey of Children with Autism Spectrum Disorder in Chongqing, China. *Nutrients*, 8(5), 294. <https://doi.org/10.3390/nu8050294>
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P., Risi, S., Gotham, K., & Bishop, S. (2012). *Autism diagnostic observation schedule (ADOS)*. (2nd ed.). Western Psychological Corporation.

- Ludwig, D. S., Hu, F. B., Tappy, L., & Brand-Miller, J. (2018). Dietary carbohydrates: role of quality and quantity in chronic disease. *British Medical Journal*, *361*, Article k2340. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2340>
- Maenner, M. J., Shaw K. A., Baio, J., Washington, A., Patrick, M., DiRienzo, M., et al. (2020). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*, *69*(16), 1–12. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss6904a1>
- Makarem, N., Bandera, E. V., Nicholson, J. M., & Parekh, N. (2018). Consumption of Sugars, Sugary Foods, and Sugary Beverages in Relation to Cancer Risk: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Annual Review of Nutrition*, *38*(1), 17-39. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-082117-051805>
- Malhi, P., Venkatesh, L., Bharti, B., & Singhi, P. (2017). Feeding Problems and Nutrient Intake in Children with and without Autism: A Comparative Study. *The Indian Journal of Pediatrics*, *84*(4), 283-288. <https://doi.org/10.1007/s12098-016-2285-x>
- Mannion, A., & Leader, G & Healy, O. (2013a). Comorbidity in autism spectrum disorder: A literature review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *7*(12), 1595–1616. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.09.006>
- Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., & Suárez-Varela, M. (2017). Comparison of nutritional status between children with autism spectrum disorder and typically developing children in the Mediterranean Region (Valencia, Spain). *Autism*, *21*(3), 310–322. <https://doi.org/10.1177/1362361316636976>
- Marí-Bauset, S., Zazpe, I., Mari-Sanchis, A., Llopis-González, A., & Suárez-Varela, M. (2014). Evidence of the gluten-free and casein-free diet in autism spectrum disorders: a systematic review. *Journal of Child Neurology*, *29*(12), 1718–1727. <https://doi.org/10.1177/0883073814531330>
- Martínez Leo, E. E., & Segura Campos, M. R. (2020). Effect of ultra-processed diet on gut microbiota and thus its role in neurodegenerative diseases. *Nutrition*, *71*, Article 110609. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110609>

- Matheson, B. E., & Douglas, J. M. (2017). Overweight and obesity in children with Autism Spectrum Disorder (ASD): a critical review investigating the development, and maintenance of this relationship. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 4, 4142–4156. <https://doi.org/10.1007/s40489-017-0103-7>
- McElhanon, B. O., McCracken, C., Karpen, S., & Sharp, W. G. (2014). Gastrointestinal symptoms in autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133(5), 872–883. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3995>
- Morales-Hidalgo, P., Hernández-Martínez, C., Voltas, N., & Canals, J. (2017). EDUTEA: A DSM-5 teacher screening questionnaire for autism spectrum disorder and social pragmatic communication disorder. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 17(3), 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2017.05.002>
- Nadon, G., Feldman, D. E., Dunn, W., & Gisel, E. (2011a). Association of sensory processing and eating problems in children with autism spectrum disorders. *Autism Research and Treatment*, Article 541926. <https://doi.org/10.1155/2011/541926>
- Nadon, G., Feldman, D. E., Dunn, W., & Gisel, E. (2011b). Mealtime problems in children with autism spectrum disorder and their typically developing siblings: a comparison study. *Autism*, 15(1), 98–113. <https://doi.org/10.1177/1362361309348943>
- Neumeyer, A. M., Cano Sokoloff, N., McDonnell, E. I., Macklin, E. A., McDougale, C. J., Holmes, T. M., et al. (2018). Nutrition and Bone Density in Boys with Autism Spectrum Disorder. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(5), 865–877. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2017.11.006>
- Norte Navarro, A. I., & Ortiz Moncada, R. (2011). Calidad de la dieta española según el índice de alimentación saludable. [Spanish diet quality according to the healthy eating index]. *Nutrición Hospitalaria*, 26(2), 330-336. <https://doi.org/10.1590/S0212-16112011000200014>
- Ranjan, S., & Nasser, J. A. (2015). Nutritional status of individuals with autism spectrum disorders: do we know enough?. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 6(4), 397–407. <https://doi.org/10.3945/an.114.007914>

- Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2003). *Autism Diagnostic Interview Revised (ADI-R)*. Western Psychological Services.
- Salazar, F., Baird, G., Chandler, S., Tseng, E., O'sullivan, T., Howlin, P., et al. (2015). Co-occurring Psychiatric Disorders in Preschool and Elementary School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(8), 2283–2294. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2361-5>
- Santocchi, E., Guiducci, L., Fulceri, F., Billeci, L., Buzzigoli, E., Apicella, F., et al. (2016). Gut to brain interaction in Autism Spectrum Disorders: a randomized controlled trial on the role of probiotics on clinical, biochemical and neurophysiological parameters. *BMC psychiatry*, 16, 183. <https://doi.org/10.1186/s12888-016-0887-5>
- Schreck, K. A., & Williams, K. (2006). Food preferences and factors influencing food selectivity for children with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 27(4), 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2005.03.005>
- Schreck, K. A., Williams, K., & Smith, A. F. (2004). A comparison of eating behaviors between children with and without autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34(4), 433–438. <https://doi.org/10.1023/b:jadd.0000037419.78531.86>
- Scott, F. J., Baron-Cohen, S., Bolton, P., & Brayne, C. (2002). The CAST (Childhood Asperger Syndrome Test): preliminary development of a UK screen for mainstream primary-school-age children. *Autism*, 6(1), 9–31. <https://doi.org/10.1177/1362361302006001003>
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (2004). *Guía de Alimentación Saludable*. <https://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/guia-de-alimentacion-saludablesenc>. Accessed 4 April 2020.
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2018). *Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y colectivos ciudadanos. La alimentación saludable en la etapa escolar*. Planeta. <https://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/guia-alimentacion-saludable-ap>. Accessed 4 April 2020.



- Sharp, W. G., Berry, R. C., McCracken, C., Nuhu, N. N., Marvel, E., Saulnier, C. A., et al. (2013). Feeding problems and nutrient intake in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis and comprehensive review of the literature. *Journal of autism and Developmental Disorders*, 43(9), 2159–2173. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1771-5>
- Smith, B., Rogers, S. L., Blissett, J., & Ludlow, A. K. (2020). The relationship between sensory sensitivity, food fussiness and food preferences in children with neurodevelopmental disorders. *Appetite*, 150, Article 104643. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104643>
- Trinidad Rodríguez, I., Fernández Ballart, J., Cucó Pastor, G., Biarnés Jordà, E., & Arija Val, V. (2008). Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto: reproducibilidad y validez. *Nutrición Hospitalaria*, 23(3), 242-252.
- Tsujiguchi, H., Miyagi, S., Nguyen, T., Hara, A., Ono, Y., Kambayashi, Y., et al.. (2020). Relationship between Autistic Traits and Nutrient Intake among Japanese Children and Adolescents. *Nutrients*, 12(8), 2258. <https://doi.org/10.3390/nu12082258>
- Venn, B., Thies, F., & O'Neil, C. (2012). Whole grains, legumes, and health. *Journal of nutrition and metabolism*, 2012, 903767. <https://doi.org/10.1155/2012/903767>
- Vermeirsch, J., Verhaeghe, L., Casaer, A., Faes, F., Oostra, A., & Roeyers, H. (2020). Diagnosing Autism Spectrum Disorder in Toddlers Born Very Preterm: Estimated Prevalence and Usefulness of Screeners and the Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS). *Journal of autism and developmental disorders*, 10.1007/s10803-020-04573-6. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04573-6>
- Vissocker, R.E., Latzer Y., Stolar O., Rabenbach A., & Gal E. (2019). Eating problems and patterns among toddlers and young boys with and without autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 59, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.12.001>
- Wallace, G. L., Richard, E., Wolff, A., Nadeau, M., & Zucker, N. (2020). Increased emotional eating behaviors in children with autism: Sex differences and links with dietary variety. *Autism: the international journal of research and practice*, 1362361320942087. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/1362361320942087>

- Webber, A., Sinha, S., Robinson, C., & Gray, H. L. (2018). Associations Among Diet Variety, Mealtime Behaviors, and Diet Quality in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 50(7), Article S27. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2018.04.071>
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children - Fourth Edition (WISC-IV)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2012). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - Fourth Edition (WPPSI-IV)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- World Health Organization. (2007c). *WHO Growth Standards: Head Circumference-for-Age, Arm Circumference-for-Age, Triceps Skinfold-for-Age and Subscapular Skinfold-for-Age: Methods and Development*. Geneva: World Health Organization  
[https://www.who.int/childgrowth/standards/second\\_set/technical\\_report\\_2.pdf?ua=1](https://www.who.int/childgrowth/standards/second_set/technical_report_2.pdf?ua=1). Accessed 2 January 2020.
- World Health Organization. (2015). *Guideline: sugars intake for adults and children*. Geneva, W January  
orld Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>. Accessed 10 June 2020.
- Williams, K. E., Gibbons, B. G., & Schreck, K. A. (2005). Comparing selective eaters with and without developmental disabilities. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 17(3):299–309. <https://doi.org/10.1007/s10882-005-4387-7>
- Zhu, J., Guo, M., Yang, T., Lai, X., Tang, T., Chen, J. et al. (2020). Nutritional Status and Symptoms in Preschool Children With Autism Spectrum Disorder: A Two-Center Comparative Study in Chongqing and Hainan Province, China. *Frontiers in pediatrics*, 8, 469. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00469>
- Zimmer, M. H., Hart, L. C., Manning-Courtney, P., Murray, D. S., Bing, N. M., & Summer, S. (2012). Food variety as a predictor of nutritional status among children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(4), 549–556. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1268-z>

**Table 1.** Sociodemographic, anthropometrical and psychological characteristics by age group and ASD diagnosis

	Preschool-age children			Primary-school-age children				
	ASD <sup>a</sup> (n=36)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=21)	TD <sup>c</sup> (n=142)	P	ASD <sup>a</sup> (n=41)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=19)	TD <sup>c</sup> (n=191)	P
<b>Age (years)*</b>	5.07 (0.67)	4.79 (0.40)	5.09 (0.51)	0.05 (0.008) <sup>bc</sup>	11.19 (1.48)	10.96 (0.54)	11.06 (0.52)	0.499
<b>Gender (males) (%)</b>	80.6 (29)	71.4 (15)	57.7 (82)	0.029 (0.012) <sup>bc</sup>	85.4 (35)	84.2 (16)	56.0 (107)	<0.001 (<0.001) <sup>bc</sup> (0.017) <sup>bc</sup>
<b>Ethnicity (Autochthon) (%)</b>	83.3 (30)	95.2 (20)	74.6 (106)	0.074 (0.036) <sup>bc</sup>	87.8 (36)	78.9 (15)	85.3 (163)	0.665
<b>Hollingshead classification (%)</b>								
Low	22.2 (8)	23.8 (5)	12.00 (17)		9.8 (4)	36.8 (7)	15.2 (29)	
Medium	50.0 (18)	57.1 (12)	66.9 (95)		65.9 (27)	57.9 (11)	63.4 (121)	0.064
High	27.8 (10)	19.0 (4)	21.1 (30)	0.259	24.4 (10)	5.3 (1)	21.5 (41)	(0.019) <sup>ab</sup> (0.029) <sup>bc</sup>
<b>SQDI classification (%)</b>								
Unhealthy	25.0 (9)	4.8 (1)	6.3 (9)	0.004 (<0.001) <sup>bc</sup>	24.4 (10)	5.3 (1)	8.9 (17)	0.012
Need to improve	75.0 (27)	90.5 (19)	93.0 (132)		75.6 (31)	94.7 (18)	91.1 (174)	(0.005) <sup>bc</sup> (0.019) <sup>ab</sup>
Healthy	-	4.8 (1)	0.7 (1)		-	-	-	
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)*</b>	16.11 (2.35)	16.15 (1.94)	15.94 (2.17)	0.819	21.17 (4.16)	19.20 (3.79)	19.77 (3.97)	0.087 (0.043) <sup>bc</sup>
<b>Total IQ (WISC/WPPSI) (score)*</b>	89.44 (20.87)	89.20 (17.60)	100.51 (14.35)	<0.001 (0.001) <sup>bc</sup> (0.002) <sup>bc</sup>	97.14 (17.55)	98.47 (18.27)	103.92 (16.28)	0.046 (0.025) <sup>bc</sup>
<b>ADHD Comorbidity (%)</b>	22.2 (8)	19.0 (4)	-	<0.001 (<0.001) <sup>bc/abc</sup>	36.6 (15)	47.4 (9)	-	<0.001 (<0.001) <sup>bc/abc</sup>
<b>ADOS-2 severity (score)*</b>	5.53 (1.91)	3.43 (1.91)	1.44 (1.00)	<0.001 (<0.001) <sup>bc/ab/bc</sup>	5.12 (2.10)	3.68 (1.74)	1.19 (0.60)	<0.001 (<0.001) <sup>bc/abc</sup> (0.012) <sup>abc</sup>

Values are expressed in: \*Mean (SD) or in Percentage (n). ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Children with typical development; SQDI: Spanish Quality Diet Index; IQ: intelligence quotient; WISC: Wechsler Intelligence Scales for Children; WPPSI: Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence; ADHD: Attention Deficit Hyperactivity Disorder; ADOS: Autism Diagnostic Observational Schedule

Table 2. Food Consumption by age group and ASD diagnosis

	Preschool-age children				School-age Children				Recommended servings
	ASD <sup>a</sup> (n=36)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=21)	TD <sup>c</sup> (n=142)	P	ASD <sup>a</sup> (n=41)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=19)	TD <sup>c</sup> (n=191)	P	
<b>STARCH</b>	g/d	193.14 (77.71)	177.91 (50.08)	183.43 (79.75)	0.728	232.14 (88.27)	197.48 (60.66)	214.51 (75.72)	0.228
	s/d	4.65 (1.99)	4.12 (0.99)	4.36 (1.85)	0.534	4.45 (1.56)	3.80 (1.29)	4.26 (1.54)	0.313
<b>Savoury cereals &amp; tubers</b>	g/d	142.08 (59.93)	130.47 (45.32)	135.17 (64.86)	0.494	183.92 (85.92)	145.21 (66.25)	164.72 (62.16)	0.095
	s/d	2.78 (0.96)	2.39 (0.74)	2.61 (1.30)	0.766	2.89 (1.19)	2.43 (1.28)	2.77 (1.15)	0.359
<b>Sweet cereals</b>	g/d	39.11 (29.37)	32.82 (28.53)	36.48 (28.85)	0.729	34.57 (28.35)	31.62 (21.56)	31.66 (24.76)	0.795
	s/d	1.33 (1.01)	1.16 (1.10)	1.31 (0.97)	0.798	1.18 (0.97)	0.86 (0.56)	1.03 (0.69)	0.261
<b>Legumes*</b>	g/d	6.82 (6.43)	10.73 (7.40)	8.95 (5.95)	0.058 (0.041) <sup>pb</sup>	10.82 (9.01)	17.32 (8.69)	14.95 (9.93)	0.020 (0.015) <sup>pc</sup> (0.011) <sup>pb</sup>
	s/d	0.19 (0.18)	0.31 (0.21)	0.26 (0.17)	0.058 (0.041) <sup>pb</sup>	0.20 (0.18)	0.29 (0.14)	0.25 (0.17)	0.093
<b>Nuts</b>	g/d	5.13 (15.66)	3.89 (6.24)	2.83 (3.66)	0.251	2.82 (4.30)	3.33 (3.60)	3.17 (3.67)	0.843
	s/d	0.34 (1.04)	0.26 (0.42)	0.19 (0.24)	0.251	0.18 (0.27)	0.22 (0.24)	0.21 (0.25)	0.688
<b>VEGETABLES</b>	g/d	77.88 (77.02)	97.01 (61.38)	94.24 (48.91)	0.268	104.76 (86.60)	98.32 (57.59)	109.30 (67.68)	0.776
	s/d	1.49 (1.52)	1.87 (1.15)	1.72 (0.87)	0.365	1.10 (0.89)	1.08 (0.65)	1.21 (0.77)	0.584
<b>Boiled Vegetables</b>	g/d	66.24 (75.48)	85.10 (50.31)	64.79 (35.59)	0.179 (0.023) <sup>pc</sup>	88.04 (68.73)	75.43 (43.35)	81.23 (50.87)	0.657
	s/d	1.32 (1.51)	1.70 (1.01)	1.30 (0.71)	0.734 (0.023) <sup>pc</sup>	0.88 (0.69)	0.75 (0.43)	0.81 (0.51)	0.657
<b>Raw Vegetables</b>	g/d	11.64 (17.66)	11.90 (21.59)	29.45 (29.18)	<0.001 (<0.001) <sup>pc</sup> (0.002) <sup>pc</sup>	16.72 (29.57)	22.89 (21.94)	28.07 (26.89)	0.047 (0.017) <sup>pc</sup>
	s/d	0.17 (0.25)	0.17 (0.31)	0.42 (0.42)	<0.001 (<0.001) <sup>pc</sup> (0.009) <sup>pc</sup>	0.22 (0.36)	0.33 (0.31)	0.40 (0.38)	0.018 (0.006) <sup>pc</sup>

Table 2. Continued

											3-4 s/d	
<b>FRUIT</b>	g/d	233.18 (158.14)	181.07 (138.22)	232.34 (135.45)	0.284	245.62 (155.81)	227.55 (101.86)	226.66 (153.98)	0.765			
	s/d	1.64 (1.05)	1.36 (0.87)	1.68 (0.87)	0.323	1.74 (1.03)	1.68 (0.76)	1.59 (1.02)	0.669			
<b>FRESH FRUIT</b>	g/d	93.77 (83.77)	88.23 (58.23)	99.85 (57.70)	0.680	122.13 (87.75)	130.24 (78.24)	105.33 (69.23)	0.184			
	s/d	0.92 (0.78)	0.88 (0.58)	1.00 (0.58)	0.680	1.11 (0.77)	1.18 (0.72)	0.96 (0.63)	0.184			
Citrus fruit	g/d	22.79 (33.72)	29.73 (32.00)	35.09 (31.85)	0.117	25.74 (53.23)	52.49 (48.18)	46.32 (42.54)	0.020			
	s/d	0.23 (0.34)	0.30 (0.32)	0.35 (0.32)	0.117	0.23 (0.48)	0.48 (0.44)	0.42 (0.39)	(0.008) <sup>pc</sup>			
Other fruit	g/d	70.81 (77.70)	58.50 (39.36)	64.76 (42.97)	0.664	96.39 (71.75)	77.74 (50.91)	59.01 (40.30)	<0.001			
	s/d	0.71 (0.78)	0.59 (0.39)	0.65 (0.43)	0.664	0.88 (0.65)	0.71 (0.46)	0.54 (0.37)	(0.002) <sup>pc</sup>			
<b>PRESERVED FRUIT</b>	g/d	3.10 (8.84)	2.36 (6.88)	2.82 (7.58)	0.940	2.59 (5.46)	2.78 (5.26)	5.81 (17.40)	0.386			
	s/d	0.03 (0.09)	0.02 (0.07)	0.03 (0.08)	0.940	0.02 (0.06)	0.03 (0.05)	0.06 (0.17)	0.386			
<b>FRUIT JUICE</b>	g/d	136.31 (140.83)	90.48 (124.65)	129.67 (113.56)	0.330	120.91 (124.66)	94.54 (77.45)	115.52 (112.25)	0.688			
	s/d	0.68 (0.70)	0.45 (0.62)	0.65 (0.57)	0.330	0.60 (0.62)	0.47 (0.39)	0.58 (0.56)	0.688			Occasionally
Natural fruit juice	g/d	41.30 (77.27)	24.49 (42.65)	42.66 (59.02)	0.448	28.83 (42.75)	55.99 (74.71)	55.51 (81.52)	0.122			
	s/d	0.20 (0.37)	0.12 (0.21)	0.21 (0.30)	0.448	0.14 (0.21)	0.28 (0.37)	0.28 (0.41)	0.122			
Commercial fruit juice	g/d	95.01 (97.36)	65.99 (114.15)	87.02 (93.38)	0.541	92.08 (125.07)	38.55 (53.93)	60.01 (69.91)	0.027			
	s/d	0.48 (0.49)	0.33 (0.57)	0.44 (0.47)	0.541	0.46 (0.63)	0.19 (0.27)	0.30 (0.35)	(0.024) <sup>pb</sup>			

Table 2. Continued

<b>DAIRY PRODUCTS</b>	g/d	429.40 (175.97)	433.73 (212.80)	416.31 (160.99)	0.855	370.02 (186.34)	349.15 (161.52)	369.14 (160.94)	0.877
	s/d	2.84 (1.15)	2.83 (1.31)	2.85 (1.02)	0.996	2.41 (1.27)	2.59 (1.12)	2.77 (1.12)	0.184
<b>Cheese and yogurt</b>	g/d	118.01 (91.78)	94.51 (71.39)	103.59 (59.89)	0.392	95.29 (68.93)	97.82 (76.71)	98.69 (66.72)	0.958 (0.001) <sup>pc</sup>
	s/d	1.13 (0.85)	0.98 (0.63)	1.15 (0.62)	0.535	0.77 (0.64)	1.07 (0.77)	1.18 (0.68)	0.003 (0.001) <sup>pc</sup>
<b>Milk</b>	g/d	260.26 (152.27)	287.07 (159.71)	267.49 (143.03)	0.796	222.24 (138.93)	198.50 (104.97)	223.63 (130.33)	0.724
	s/d	1.30 (0.76)	1.44 (0.80)	1.34 (0.72)	0.796	1.11 (0.69)	0.99 (0.52)	1.12 (0.65)	0.724
<b>Dairy desserts</b>	g/d	51.13 (46.96)	52.14 (46.96)	45.22 (44.07)	0.669	52.50 (57.99)	52.84 (53.04)	46.82 (38.48)	0.667
	s/d	0.41 (0.38)	0.42 (0.37)	0.36 (0.35)	0.669	0.53 (0.58)	0.52 (0.53)	0.47 (0.38)	0.667
<b>FATS- Olive oil</b>	g/d	30.16 (9.02)	32.14 (7.93)	31.53 (8.00)	0.600	37.71 (12.34)	40.51 (5.80)	42.54 (9.13)	0.012 (0.004) <sup>pc</sup>
	s/d	3.02 (0.90)	3.21 (0.79)	3.15 (0.80)	0.600	3.14 (1.03)	3.38 (0.48)	3.55 (0.76)	0.012 (0.004) <sup>pc</sup>
<b>PROTEIN GROUPS</b>	g/d	136.87 (53.06)	176.71 (77.47)	172.21 (63.58)	0.009 (0.002) <sup>pc</sup> (0.025) <sup>pb</sup>	217.20 (84.92)	185.39 (62.19)	191.70 (59.74)	0.058
	s/d	1.11 (0.58)	1.58 (0.78)	1.52 (0.56)	0.001 (<0.001) <sup>pc</sup> (0.013) <sup>pb</sup>	1.54 (0.60)	1.52 (0.65)	1.47 (0.54)	0.751
<b>MEATS</b>	g/d	91.15 (41.48)	102.96 (43.53)	96.43 (41.44)	0.582	142.99 (80.90)	109.31 (43.98)	115.83 (41.16)	0.005 (0.042) <sup>pc</sup> (0.042) <sup>pb</sup>
	s/w	7.71 (3.67)	8.60 (3.79)	8.03 (3.50)	0.658	9.56 (4.71)	7.79 (3.19)	8.28 (2.98)	0.057
<b>Poultry</b>	g/d	31.49 (31.22)	36.57 (18.20)	31.82 (16.59)	0.583	51.05 (40.70)	43.96 (23.88)	41.48 (19.99)	0.083
	s/w	2.76 (2.73)	3.20 (1.59)	2.78 (1.45)	0.583	3.24 (2.42)	3.08 (1.67)	2.90 (1.40)	0.463
<b>Red and processed meat</b>	g/d	59.66 (32.79)	66.38 (29.82)	64.62 (31.47)	0.653	91.95 (59.47)	65.35 (31.54)	74.34 (31.43)	0.010 (0.028) <sup>pb</sup>
	s/w	4.96 (2.90)	5.40 (2.57)	5.24 (2.63)	0.794	6.32 (3.82)	4.72 (2.34)	5.37 (2.33)	0.049

Table 2. Continued

												3-4 s/w
<b>FISH</b>	g/d	26.75 (21.76)	44.56 (30.25)	49.04 (29.56)	<0.001 ( <sup>&lt;0.001</sup> pc <sub>(0.024)</sub> pb	42.22 (26.59)	38.08 (28.36)	43.52 (28.07)	0.710			
	s/w	2.17 (1.70)	3.37 (2.10)	3.82 (2.23)	<0.001 ( <sup>&lt;0.001</sup> pc <sub>(0.033)</sub> pb	3.43 (2.33)	2.89 (2.17)	3.41 (2.16)	0.599			
<b>Oily Fish</b>	g/d	8.81 (10.48)	11.16 (11.59)	17.37 (16.79)	0.006 (0.004)pc	15.61 (19.35)	16.89 (18.91)	16.14 (15.25)	0.959			
	s/w	0.62 (0.73)	0.78 (0.81)	1.22 (1.18)	0.006 (0.004)pc	1.09 (1.35)	1.18 (1.32)	1.13 (1.07)	0.959			
<b>White Fish</b>	g/d	16.13 (17.13)	31.90 (24.80)	29.31 (20.92)	0.001 (0.015)pb	19.76 (16.97)	18.03 (13.48)	22.15 (16.24)	0.440			
	s/w	1.13 (1.20)	2.23 (1.74)	2.05 (1.46)	0.002 (0.001)pc <sub>(0.015)</sub> pb	1.38 (1.19)	1.26 (0.94)	1.55 (1.14)	0.440			
<b>Seafood</b>	g/d	1.80 (3.20)	1.50 (2.71)	2.36 (2.97)	0.338	6.84 (10.75)	3.16 (4.10)	5.23 (5.39)	0.114			
	s/w	0.42 (0.75)	0.35 (0.63)	0.55 (0.69)	0.338	0.96 (1.50)	0.44 (0.57)	0.73 (0.75)	0.114			
<b>EGGS</b>	g/d	12.15 (9.13)	18.46 (14.17)	17.79 (11.16)	0.022 (0.006)pc <sub>(0.046)</sub> pb	21.16 (15.04)	20.68 (13.15)	17.40 (8.89)	0.068			
	s/w	1.55 (1.16)	2.35 (1.80)	2.26 (1.42)	0.022 (0.006)pc <sub>(0.046)</sub> pb	2.69 (1.91)	2.63 (1.63)	2.21 (1.13)	0.068			
<b>SWEETS/BEVERAGES</b>	g/d	48.63 (80.44)	50.34 (109.11)	33.25 (46.54)	0.267	72.28 (108.54)	39.27 (45.05)	55.94 (67.23)	0.242			
	s/w	5.79 (5.63)	4.17 (4.42)	4.21 (3.40)	0.100	7.65 (8.73)	4.54 (3.48)	5.04 (4.70)	0.018			
<b>Sweets</b>	g/d	16.18 (15.15)	8.01 (7.56)	12.10 (8.97)	0.013 (0.025)pb <sub>(0.049)</sub> pc	19.30 (22.00)	10.04 (9.79)	11.61 (10.33)	0.002 (0.034)pc <sub>(0.028)</sub> pb			
	s/w	4.65 (3.97)	2.69 (2.70)	3.47 (2.80)	0.041 (0.031)pb	5.80 (7.05)	3.52 (3.49)	3.50 (3.60)	0.009 (0.041)pc			
<b>Sweetened beverages</b>	g/d	32.45 (70.99)	42.34 (110.15)	21.15 (44.85)	0.238	52.98 (101.82)	29.22 (46.96)	44.33 (63.92)	0.476			
	s/w	1.14 (2.48)	1.48 (3.86)	0.74 (1.57)	0.238	1.85 (3.56)	1.02 (1.64)	1.55 (2.24)	0.476			

Food groups with recommended consumption. ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Children with typical development. Mean (SD). g/d: grams/day; s/w: servings/week. \*Legumes are also included in protein group.

#### 4. Nutrients Intake and Adequacy of Children with Autism Spectrum Disorder. EPINED Epidemiological Study

Victòria Arija-Val\*, Patrícia Esteban-Figuerola\*, Paula Morales-Hidalgo,  
Cristina Jardí, Josefa Canals-Sans  
(\*Equal contribution)



Revista: **Autism** (Factor d'Impacte: **4.609**) / Estat: Enviat

En valorar la **ingesta de tota la mostra**, es van obtenir valors d'ingestes d'energia i macronutrients similars entre els grups de diagnòstic en les dues mostres d'edat. En general no es van trobar diferències entre diagnòstics en energia, macronutrients, ni micronutrients. Tota la mostra tenia ingesta energètica molt adequada de proteïnes, AGPI i AGMI; mentre que la ingesta d'energia dels hidrats de carboni era inferior a la recomanada en un percentatge elevat de nens (entre el 71,8%-89,5%). Per contra, era superior al recomanat pels sucres lliures, lípids totals i AGS. Les ingestes d'energia i proteïnes van ser similars entre el diagnòstic de TEA i els TD en ambdós grups d'edat, amb una ingesta d'adequació entre 9,4%-16,3% en nens d'edat preescolar i entre 36,1%-45,0% entre els d'educació primària. En micronutrients vam observar una ingesta inadequada notablement alta (80-100%) de vitamina D i vitamina E; alta (50% - 80%) en fibra, b-carotè (excepte el grup TD) i en magnesi. Els nens en edat preescolar també tenien una ingesta moderada d'insuficiència (25% - 50%) en calci, i els d'educació primària, una ingesta alta d'insuficiència en calci i retinol i una ingesta moderada d'insuficiència (25% - 50%) en vitamina C (en el grup TEA), folat (en el grup TEA i TD) i en ferro. Entre el **TEA i el TEA subclínic** vam observar que els nens/es en edat preescolar amb TEA tenien una ingesta inferior en vitamina B12 i en els d'educació primària una ingesta més alta de proteïnes, tiamina, niacina i magnesi. Entre els nens amb **TEA i TD**, els nens/es en d'educació infantil amb TEA tenien una ingesta inferior de vitamina D, vitamina B<sub>12</sub> i una ingesta d'adequació més alta en b-carotè. També els nens/es d'educació primària amb TEA tenien una ingesta més elevada de proteïnes i colesterol. En aquest grup d'edat, no es van observar diferències en la ingesta de micronutrients entre nens amb TEA i TD. Inadequacions nutricional comporten afectacions en la salut i pot afectar al creixement del nen/a, a més de empitjorar la simptomatologia pròpia del TEA.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

Autism  
The International Journal of Research and Practice

## Nutrient intake and adequacy of children with autism spectrum disorder: EPINED EPIDEMIOLOGICAL STUDY

Journal:	<i>Autism</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Keywords:	Autism spectrum disorders, Nutrition/feeding, Vitamin, Mineral, School-age children, Pre-school children
Abstract:	<p>The objective was to assess the nutritional intake and adequacy of school children with autism spectrum disorder (ASD), subclinical ASD and typical development (TD). 117 children with ASD and 333 with TD were assessed. Few nutritional differences were found between children with ASD and with TD. Pre-schoolers with ASD had a lower energy intake of MUFAs and a higher inadequacy of vitamin D, b-carotene and vitamin B12 than their TD peers. Primary school children with ASD had a higher intake of cholesterol, protein and a higher percentage of obesity than children with TD. All sample with ASD had a poorer quality diet than those with TD. Children with ASD and TD had an unbalanced energy intake (high content of free sugars, lipids, SFAs) and a very highly inadequate intake (80%-100%) of vitamins D and E, a highly (50%-80%) of fibre, b-carotene (except pre-schoolers with TD), calcium (except pre-school children) and magnesium, and a moderately (25%-50%) of vitamin C, folate and iron (primary school children). The few scarce differences between children with ASD and TD are possibly related to the low level of ASD severity in this school sample. We conclude that all children need nutrition advice, especially children with ASD.</p>

SCHOLARONE™  
Manuscripts

### **Lay Abstract**

Children with ASD have a fivefold-elevated risk of developing eating problems, which predisposes them to nutritional deficiencies. This study compares the nutritional intake and its adequacy according to the recommendations between pre-school and primary school children with ASD and typical development children (TD). Pre-schoolers with ASD had a lower energy intake of monounsaturated fatty acids and a higher inadequacy of vitamin D, beta-carotene and vitamin B12 than children with TD. Primary school children with ASD had a higher intake of cholesterol, protein and a higher percentage of obesity than children with TD. All sample with ASD had a poorer quality diet than those with TD. Children with ASD and TD had an intake higher in sugars, fats and saturated fatty acids, and a very highly inadequate intake of vitamins as vitamins D and E; highly inadequate of fibre, beta-carotene, calcium and magnesium, and moderately of vitamin C, folate and iron. All children need nutrition advice, but especially children with ASD.

### **Abstract**

The objective was to assess the nutritional intake and adequacy of school children with autism spectrum disorder (ASD), subclinical ASD and typical development (TD). 117 children with ASD and 333 with TD were assessed. Few nutritional differences were found between children with ASD and with TD. Pre-schoolers with ASD had a lower energy intake of MUFAs and a higher inadequacy of vitamin D, beta-carotene and vitamin B12 than their TD peers. Primary school children with ASD had a higher intake of cholesterol, protein and a higher percentage of obesity than children with TD. All sample with ASD had a poorer quality diet than those with TD. Children with ASD and TD had an unbalanced energy intake (high content of free sugars, lipids, SFAs) and a very highly inadequate intake (80%-100%) of vitamins D and E, a highly (50%-80%) of fibre, beta-carotene (except pre-schoolers with TD), calcium (except pre-school children) and magnesium, and a moderately (25%-50%) of vitamin C, folate and iron (primary school children). The few scarce differences between children with ASD and TD are possibly related to the low level of ASD severity in this school sample. We conclude that all children need nutrition advice, especially children with ASD.

*Keywords:* Autism spectrum disorder, Nutrition/feeding, Vitamin, Mineral, School-age children, Pre-school children.

## Introduction

Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder of neurobiological origin that begins in childhood. It affects the development of both social communication and interaction, as well as behaviour, and is characterised by the presence of restricted or, repetitive patterns of behaviour, interests, or activities (APA, 2013). Over the last few years, research has recognized ASD as a continuum of severity, ranging from autistic traits to subclinical disorders (Constantino & Charman, 2016; Morales et al., 2017). The prevalence of ASD has increased in recent years, currently affecting 1 in 54 children (Maenner et al., 2020), and subclinical cases are found in rates in the population than cases of children diagnosed with ASD (Jussila et al., 2020; Morales et al., 2017).

Children with ASD have a fivefold-elevated risk of developing eating disorders. These problems may be related to the clinical characteristics of ASD itself, such as sensory abnormalities or insistence on sameness, but may also be related to the physical and psychological comorbidities present in people with ASD. Parents of children with ASD commonly report food selectivity related to hypersensitivity to food odours, temperatures, textures or colours (Jussila et al., 2020; Leader et al., 2020; Smith et al., 2020) which predisposes them to nutritional vulnerability (Ranjan & Nasser, 2015). Moreover, comorbidities associated with ASD may also affect food consumption (Barnhill et al., 2017; Matheson & Douglas, 2017). Some authors have reported a higher frequency of oral motor impairments, sleep problems, emotional disorders, abnormalities in microbiota composition and difficulties with digestion, intestinal absorption and nutrient utilisation in people with ASD (Adams et al., 2004; Mannion et al., 2013a, 2013b; Vanuza & Cordeiro, 2018; Williams et al., 2005). Other authors have highlighted an increased need for some antioxidant vitamins in the ASD population compared to children with TD, because oxidative stress biomarkers, among other metabolic abnormalities, were found to be higher in this population (Bjørklund et al., 2019; Geraghty et al., 2010; Leader et al., 2020).

Research on the food consumption and nutritional intake of children with ASD has reported little variety in the foods that comprise their diets, in which an overall preference for energy-dense foods and fewer fruits, vegetables and dairy products predominates (Graf-Myles et al., 2013; Schreck & Williams, 2006). This eating pattern could translate to a greater degree of nutritional inadequacy in children with ASD compared to children with typical development (TD) in some nutrients (calcium, iron, phosphorus, selenium, zinc, vitamin A, vitamin D, vitamin C; thiamine, riboflavin, niacin, vitamin B6, vitamin B12 and/or folate), as reported in recent reviews and meta-analysis (Esteban-Figuerola et al., 2019; Sharp et al.,

## TESI

2013). However, the results found in the literature are controversial. While some research has observed an adequate intake of protein, phosphorus, selenium, thiamine, riboflavin, and vitamin B12 in children with ASD (Esteban-Figuerola et al., 2019; Hyman et al., 2012), others have found that the intake of these same nutrients was inadequate (Andrew & Sullivan, 2010; Hyman et al., 2012; Vogelaar, 2000; Xia et al., 2010) or found deficiencies of other nutrients such as vitamin A and fibre.

Therefore, the objective of this study was to assess the nutritional intake and adequacy in of preschool and primary school age children with ASD, subclinical ASD and TD. We hypothesise that 1) children with ASD will have a lower intake of some nutrients than children with TD; and 2) children with ASD will have a lower intake of some nutrients than recommended.

## Methods

### Study design and sample

We conducted a two-phase epidemiological study in a representative school population of preschool and primary school-children in Tarragona (Spain). The study, Neurodevelopmental Disorders Epidemiological Research Project (EPINED), was conducted for the purpose of determining the prevalence of ASD and ADHD diagnoses in children (DSM-5 criteria). It was approved by the Research and Ethics Committee of the Sant Joan University Hospital (13-10-31/10proj5) and by the Catalan Department of Education.

In the first phase of the project, 6,894 children of the two age groups (3,374 children from 3 to 6 year old and 3,520 children from 10 to 12 years old) were invited to participate. However, the parents of only 3,713 children signed the informed consent form. These children comprised the initial study sample. Teachers and parents filled out questionnaires to screen for ASD and ADHD risk in the children.

In the second phase, children at risk for ASD and/or ADHD and children with TD were called to assess their diagnoses. Of 760 children, 61 were diagnosed with ASD, 43 with subclinical ASD, 259 were diagnosed with ADHD and 397 had neither ASD nor ADHD. To increase the sample with ASD for the present study, 18 children with ASD from clinical services were invited to participate (mean age 9.29 years + 3.7 SD). Children whose food questionnaires were not complete were excluded. A total sample of 450 participants (199 pre-school and 251 primary school-children) were finally ultimately included, of whom 77 were diagnosed with ASD, 40 classified as subclinical ASD, and 333 were included as controls (TD). The control sample did not include subjects with any other neurodevelopmental

disorders (ADHD, intellectual disability).

The socio-economic status of all subjects was estimated using the Hollingshead index (Hollingshead, 2011).

### ***Psychological assessment and diagnostic procedure***

In the first phase, to screen for the risk of ASD, the parents completed the Childhood Autism Spectrum Test (CAST; Scott et al., 2002) and the teachers completed the EduTEA questionnaire (<https://psico.fcep.urv.cat/Q4/EduTEA>; Morales-Hidalgo et al., 2017).

In the second phase, the Autism Diagnostic Observation Schedule, Second Edition (ADOS-2; Lord et al., 2012) and the Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Rutter et al., 2003) were used to diagnose ASD (DSM-5 criteria). Autism severity was classified based on the ADOS cut-offs suggested by Gotham et al. (2009), where a score of <3 was 'non ASD', 4-5 'ASD' and 6-10 'autism'. Children with manifestations of ASD but who did not fulfil all the DSM-5 criteria were classified as subclinical ASD.

### ***Anthropometric measures***

Anthropometric measures were taken in accordance with the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocols. To measure height (cm), A SECA® stadiometer accurate to 0.1 mm (PERILB-STND) was used, and TANITA scales (BC 420SMA) were used to measure weight (kg). The body mass index (BMI) (kg/m<sup>2</sup>) was obtained and recorded as z-scores (de Onis, 2007; WHO, 2007). BMIs recorded as z-scores were classified into the following categories: normoweight, overweight and obese.

### ***Energy and nutrient intake***

The children's food consumption frequency was recorded by the participants' parents using the food frequency questionnaire (FFQ) validated in Spanish for young children with 41 items (Esteban-Figuerola et al., 2019) and for adolescents with 45 items (Trinidad et al., 2008).

First, the frequency of consumption was transformed into grams per day based on the portion size described for each item and age group in our population (ASPC, 2005). Next, the energy and nutrients corresponding to each item were calculated using a composition table specifically adapted to this questionnaire. For this calculation, the percentage of consumption of the foods included in each item was considered for the population (for example fruit: %apples, %pears, %peaches, etc.), based on food consumption assessment studies conducted by our research group (Aparicio et al., 2015; Arija et al., 1996a; Jardí et al.,

## TESI

2019a, 2019b) in the same population. These proportions were applied to the nutritional composition of each item in the REGAL food composition table (Répertoire Général des Aliments) (Favier et al. 1997), complemented by the Mataix Verdú food composition table for specific Spanish foods (Mataix, 2009). The total intake of natural sugars and free sugars was calculated following WHO recommendations (WHO, 2015). The natural sugar group included sugar group, included the sugars from whole fruits, vegetables, milk and savoury cereals (rice, bread, pasta, flour). The free sugar group included the sugar in sweetened drinks and juices (commercial and natural juice), sweet cereals, such as sweetened breakfast cereals, cookies, cakes, and other sweet foods such as chocolate and dairy desserts.

We calculated the percentage of children with energy intakes under 75% and exceeding 125% of the Estimated Average Requirements (EAR) recommended by the European Food Safety Authority (EFSA, 2017). The probability of inadequate intake was calculated as below the EAR based on the EFSA recommended values (EFSA, 2017) using the following formula:  $Z = 1 - (\text{CDF}((\text{AR} - \mu) / \text{SD})) * 100$ , where CDF assesses the cumulative distribution function,  $\mu$  is the subject's nutrient intake, and SD is the one standard deviation of AR (which is calculates as  $\text{AR} * 0.1$  (IOM, 2000). When AR was not determined, we used the adequate intake, as in the case of magnesium, vitamin B12, vitamin D, and vitamin E.

The percentage of energy provided by macronutrients was calculated and compared with the values most frequently recommended by international organisations: protein 10%-30%, carbohydrates >50%, fat <30% (IOM, 2000), saturated fatty acids (SFAs) <10%, polyunsaturated fatty acids (PUFAs) 7%-10%, monounsaturated fatty acids (MUFAs) >15% (Aranceta et al., 2012) and free sugars <10% (WHO, 2015).

### ***Statistical analysis***

The variables were described and compared by age group and diagnosis (children with ASD, subclinical ASD and TD/controls). ANOVA and Chi-square analyses were used to compare variables. Results were expressed as mean and standard deviation for quantitative variables and in percentages for qualitative variables. The significance level for all statistical comparisons was set at  $p < .05$ . The data were analysed using SPSS Statistics 25.0.

## **Results**

Table 1 shows the sociodemographic, anthropometrical and psychological characteristics by age group and diagnosis (ASD, subclinical ASD and TD). Children with ASD scored lower in the diet quality index. The mean ADOS-2 score for the children with ASD was in the non-severe range. The primary school children with ASD had higher BMIs than those with TD.

Tables 2 and 3 describe the energy and nutrient intakes and the probability of inadequate intake below EAR in the different groups. A high percentage of children had energy intakes exceeding 125% of the EAR (21.1%-47.9%), with no differences between children with ASD and TD in either age group. Protein (73.1 g/d) and cholesterol (286.6 mg) intake was higher in primary school children with ASD than in children with TD (65.5 g/d and 240.8 mg/d, respectively). For micronutrients, we observed a remarkably highly inadequate intake (80%-100%) of vitamin D and vitamin E, and a high inadequacy (50%-80%) of fibre, b-carotene (except in the TD group) and magnesium intake. Pre-schoolers also had a moderately inadequate intake (25%-50%) of calcium, and primary school children had highly inadequate intake of calcium and retinol, and a moderately inadequate intake (25%-50%) of vitamin C (in the ASD and TD group), folate (in the ASD and TD group) and iron.

Among the children with ASD and subclinical ASD, we observed that the pre-schoolers with ASD had a lower intake of vitamin B12 than those subclinical-ASD. And primary school children with ASD had a higher intake of protein, thiamine, niacin and magnesium than children with subclinical ASD.

Differences were found between children with different diagnoses only among the pre-school group: preschool-age children with ASD had a lower intake of vitamin D (1.47 mcg/d vs 2.11 mcg/d), and vitamin B12 (3.77 mcg/d vs 4.62 mcg/d), and higher inadequate intake of b-carotene (62.4% vs. 37.7%) than children with TD.

Tables 4 and 5 describe the percentage of energy provided by macronutrients and the percentage of individuals below or above the recommended values. An adequate energy intake from proteins and MUFAs was reported in all children. Energy provided from carbohydrates was lower than recommended in a high percentage of children (between 71.8%-89.5%). In contrast, energy provided by free sugars, total lipids and SFAs was higher than recommended. Primary school children with ASD were found to consume an inadequate and higher percentage of proteins and fewer MUFAs compared to those with TD.

### Discussion

Our study contributes new data on the energy and nutritional intake of children with ASD (clinical and subclinical diagnoses) in a sample of the school population from a developed country in the European Mediterranean area. Their nutritional intake and the degree of adherence to recommendations was compared to that of children with TD from the same school environment, belonging to two age groups: preschool (3-6 years) and primary school



## TESI

(10-12 years). The analysis of our results illustrates the extent to which the diet of children with mild ASD affects their nutritional status.

In general terms, the energy and nutrient intake in our study was similar to that found in studies conducted with subjects of similar ages and in school populations from developed countries or countries in nutritional transition, such as those conducted in children from the United States (Barnhill et al., 2018, Hyman et al., 2012 Johnson et al., 2008; Lockner et al., 2008), Japan (Tsujiuchi et al., 2020) and Brazil (Vanuza & Cordeiro, 2018). In these societies, nutritional patterns have been documented that meet or exceed the recommendations for energy and macronutrient intakes and the energy intake from lipids, together with a highly inadequate intakes of vitamin A, D, E and calcium, with quite similar results for both children with ASD and children with TD.

We observed that primary school children with ASD had a significantly higher intake of proteins than children with subclinical-ASD or TD. These data contrast with the lower protein intake in these children described in the meta-analysis by Sharp et al. (2013), as well as in the meta-analysis conducted by our research group (Esteban-Figuerola et al., 2019), and with the results of many other studies (Barnhill et al., 2018; Hyman et al., 2012; Malhi et al., 2017; Mari-Bauset et al., 2014; Munira et al., 2020; Neumeyer et al., 2018; Shmaya et al., 2014; Tsujiuchi et al., 2020). However, other research is consistent with our results and found a similar protein contribution in children with ASD and TD (Al-Thbiany, 2017; Li, 2018; Lockner, 2008; Rithika, 2019; Xia et al., 2010). All of the above-cited studies found that protein intake exceeds the recommended intake in all age groups, among children with all diagnoses and TD, which may adversely affect health. An interesting line of research relates the high protein intake of children with ASD to an increased prevalence of digestive disorders in this population. These children appear to experience greater absorption of intestinal proteins, due to greater intestinal permeability and an increased formation of peptides (Reichelt et al., 2012).

We found that an excessively high percentage of children exhibited an imbalance in the energy intake provided by macronutrients, a pattern typical of developed countries. A lower contribution of carbohydrates and PUFAs and a higher contribution of free sugars, total lipids and SFAs were observed in all the groups studied. The energy intake of MUFAs, related to the Mediterranean diet, was adequate. The imbalance that is the most potentially damaging to our participants' health is related to the high consumption of free sugars, which affected between 52.6% and 75% of the children, and of total lipids and SFAs, which affected between 88.9% and 100% of the children in our study. We also found small differences indicative of a

less healthy in children with ASD compared to children with TD, with a higher contribution of protein (only in primary school children) and a lower contribution of MUFAs to total energy intake.

In general, our data do not support the lower intake of energy (Neumeyer et al., 2018; Zimmer et al., 2012), or protein (Malhi et al., 2017; Marí-Bauset et al., 2014; Munira et al., 2020; Neumeyer et al., 2018; Tsujiguchi et al., 2020; Shmaya et al., 2014) or unbalanced energy (Meguid et al., 2017; Neumeyer et al., 2018) observed in children with ASD at clinics or specialised schools where subjects tend to have more severe ASD.

All the children in our study, regardless of age or diagnosis, had low intakes of micronutrients, with a very high risk of inadequate intake (80%) of vitamin D and vitamin E and a high risk (50%-80%) of inadequate b-carotene and magnesium intake. Inadequate calcium intake affected primary school children more (72.6%-75.7%) than pre-schoolers (26.8%-41.9%). However, although it is assumed that children with ASD may be at a higher risk of inadequate intake than children with TD due to their food selectivity (Jussila et al., 2020; Leader et al., 2020; Smith et al., 2020), our results indicate differences that are only narrowly significant. We detected a lower intake of vitamin D (1.47 mcg/d vs 2.11 mcg/d), vitamin B12 (3.77 mcg/d vs 4.62 mcg/d) and a higher intake of b-carotene (62.4% vs 37.7%) in children with ASD compared to children with TD. Other studies have also found higher deficiencies in children with ASD than in TD children, which frequently corresponds to samples of children with a higher degree of severity of the disorder (Attlee et al., 2015; Malhi et al., 2017; Marí-Bauset et al. 2015; Marí-Bauset et al., 2016; Neumeyer et al., 2018; Shmaya et al., 2014; Tsujiguchi et al., 2020; Zimmer et al., 2012).

The high intake some vitamins and minerals in our sample were very worrying, as they are related to the pathophysiology of ASD: vitamin D and calcium, vitamin E, b-carotene, vitamin C, and magnesium. Vitamin D has an important function at the cellular, organic, cognitive and bone level. Deficiencies in this vitamin contribute to hypocalcaemia and, consequently, can affect bone mass development. Molloy et al. (2010) reported a reduction in bone density in ASD children compared to their peers. Related to vitamin D, the highly inadequate intake of calcium in primary school children (62.1%-72.6%) may have an adverse effect on bone health. Low levels of calcium may increase the risk of osteomalacia and osteoporosis due to its important role in bone osteogenesis during childhood. One study (Guo et al., 2020) suggested that calcium deficiency may be associated with the severity of social impairment in children with ASD. Moreover, some authors have found that adequate levels of calcium and iron are correlated with appropriate cognitive and neurological function

## TESI

and development in children with ASD. Other studies have also found deficient intakes of vitamin D (Al-Thbiany et al., 2017; Attlee et al., 2015; Barnhill et al., 2017; Hyman et al., 2012; Lockner et al., 2008; Marí-Bauset et al. 2015; Tsujiguchi et al., 2020) and calcium (Barnhill et al., 2018; Marí-Bauset et al., 2015; Marí-Bauset et al., 2016; Herndon et al., 2009; Hyman et al., 2012; Tsujiguchi et al., 2020; Vanuza & Cordeiro, 2018; Xia et al., 2020). Over 63% of our sample had an inadequate intake of vitamin A (b-carotene and retinol), which plays an important role in growth, vision and the central nervous system. In children with ASD, some authors have also described lower vitamin A intakes (Hyman, 2012; Lockner, 2008; Tsujiguchi et al., 2020; Vanuza & Cordeiro, 2018) which can exacerbate symptomatology and behavioural problems (Guo et al., 2020). Vitamins C and vitamin E play an important role as antioxidants, preventing oxidative stress and performing a wide range of physiological functions in the human body. Other authors have also observed at-risk intakes of vitamins (Attlee et al., 2015; Hyman et al., 2012; Malhi et al., 2017; Tsujiguchi et al., 2020; Xia et al., 2010), including vitamin E (Barnhill et al., 2017; Herndon et al., 2009; Hyman 2012; Lockner et al., 2008; Marí-Bauset et al., 2015; Xia et al., 2020). Magnesium deficiencies cause irritability, excitability, and noise discomfort that can exacerbate the symptoms of ASD. These deficiencies were also found in Meguid et al. (2017), Tsujiguchi et al. (2020), Xia et al. (2020) and Zimmer et al. (2012).

In general, the results of previous studies illustrate the lack of consensus in the definition of specific differences in the intake of vitamins and minerals in children with ASD compared to those with TD. This may be related to several factors, including the characteristics of the sample studied in terms of its age and, of course, in this case in terms of the diet of its social and family environment. Diet is widely recognised as being closely tied to the socio-economic, cultural and religious characteristics of the social environment and to family habits and relationships. Differences in diet between children with ASD and those without it may also depend on the degree of severity of the disorder. Our sample of children from the general school population is made up of cases with a lower degree of ASD severity than those from clinics or special education schools used in other studies. Children with more severe ASD tend to have more clinical characteristics related to the adherence to sameness, sensory disturbances, gastrointestinal disorders, and psychopathological comorbidities, which may affect their eating behaviours and therefore their nutritional status.

Despite the scarcity of differences found in micronutrient intakes between the different groups, the set of small differences describes an intake pattern in children with ASD that is somewhat different from that of children with TD. Children with ASD scored worse on the diet quality index, had higher BMIs and represented more cases of obesity

(a trend in preschool children and a significant difference in primary school children). They had a higher intake of protein and cholesterol and a lower intake of vitamin D and b-carotenes (preschool age children). They had a lower energy contribution from MUFAs. All this, added to the other inadequate intakes shared with children with TD, describe a deficient nutritional pattern that is related to an increased risk of future cardiovascular diseases, obesity, type 2 diabetes mellitus, and osteoporosis, among others disorders (Ludwing et al., 2018; Makarem et al., 2018).

A strong point of the design of this study is that the participants come from a representative school sample in a Spanish province. This has made it possible to include children with ASD, subclinical ASD and children with TD with the same age characteristics and geographical area, avoiding biases due to samples from different sources. However, the number of subjects with ASD and subclinical-ASD was not very high, limiting our ability to generalise the results from those groups. At a methodological level, the ASD diagnostic procedure was very rigorous, and the questionnaires used are validated.

### Conclusions

Compared to children with TD, children with ASD were found to have a poorer quality diet and a lower energy intake from MUFAs. At the preschool age, they were found to have a more inadequate intake of vitamin D, b-carotene and vitamin B12, and at the primary school age, a higher percentage of obesity and higher cholesterol and protein intake. Regardless of the ASD diagnosis, energy and protein intake was moderately high, and the intake of free sugars, total lipids and SFAs was very high, in all children. All of the children in our sample also had inadequate intakes of vitamins D, E, fibre, b-carotene, magnesium, and calcium. The limited differences between children with ASD and TD are possibly related to the school population origin of the sample of children with ASD. We conclude that all children need nutrition advice, including those with ASD.

### References

- Adams, J. B., & Holloway, C. (2004). Pilot study of a moderate dose multivitamin/mineral supplement for children with autistic spectrum disorder. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10(6), 1033–1039. <https://doi.org/10.1089/acm.2004.10.1033>
- Agència de Salut Pública de Catalunya (ASPC). (2005). *La alimentación saludable en la etapa escolar*. Barcelona: Agència de Salut Pública de Catalunya. Generalitat de Catalunya. <https://es.calameo.com/read/000784569c7c9f5e80645>

## TESI

- Al-Thbiany, A., Farghal, S., Al-Harbi, G., Abdulllah, M., Al-Rehaly, R., Al-Johani, G., Hammouda, S. A. I., & Al Areefy, A. A. E. (2017). Assessment of some Nutritional Risk Factors that Predispose to Autism Among Preschool & School Saudi Children Living in AL-Madinah Al-Monawarah City. *Journal of Studies and Searches of Specific Education*, 3(1), 133-145.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Andrew, M. J., & Sullivan, P. B. (2010). Feeding difficulties in disabled children. *Paediatrics and Child Health*, 20(7), 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.paed.2010.02.005>
- Aparicio, E., Canals, J., Pérez, S., & Arija, V. (2015). Dietary intake and nutritional risk in Mediterranean adolescents in relation to the severity of the eating disorder. *Public Health Nutrition*, 18(8), 1461–1473. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002043>
- Aranceta, J., & Pérez-Rodrigo, C. (2012). Recommended dietary reference intakes, nutritional goals and dietary guidelines for fat and fatty acids: a systematic review. *The British Journal of Nutrition*, 107(2), S8–S22. <https://doi.org/10.1017/S0007114512001444>
- Arija, V., Salas, J., Fernández-Ballart, J., Cucó, G., & Martí-Henneberg, C. (1996a). Consumption, dietary habits and nutritional status of the Reus (IX) population. Evolution of food consumption, energy and nutrient intake and relationship with the socioeconomic and cultural level, 1983-1993. *Medicina Clínica*, 106(5), 174–179.
- Attlee, A., Kassem, H., Hashim, M., & Obaid, R. S. (2015). Physical Status and Feeding Behavior of Children with Autism. *Indian Journal of Pediatrics*, 82(8), 682–687. <https://doi.org/10.1007/s12098-015-1696-4>
- Barnhill, K., Gutierrez, A., Ghossainy, M., Marediya, Z., Devlin, M., Sachdev, P., Marti, C. M., & Hewitson, L. (2018). Dietary status and nutrient intake of children with autism spectrum disorder: A case-control study. *Research in Autism Spectrum Disorder*, 50, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.03.002>
- Barnhill, K., Gutierrez, A., Ghossainy, M., Marediya, Z., Marti, C. N., & Hewitson, L. (2017). Growth status of children with autism spectrum disorder: a case-control study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 30(1), 59–65. <https://doi.org/10.1111/jhn.12396>
- Bjørklund, G., Waly, M. I., Al-Farsi, Y., Saad, K., Dadar, M., Rahman, M. M., Elhoufey, A., Chirumbolo, S., Jóźwik-Pruska, J., & Kałużna-Czaplińska, J. (2019). The Role of Vitamins in

- Autism Spectrum Disorder: What Do We Know? *Journal of Molecular Neuroscience*, 67(3), 373–387. <https://doi.org/10.1007/s12031-018-1237-5>
- Constantino, J. N., & Charman, T. (2016). Diagnosis of autism spectrum disorder: reconciling the syndrome, its diverse origins, and variation in expression. *The Lancet. Neurology*, 15(3), 279–291. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(15\)00151-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(15)00151-9)
- de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497>
- European Food Safety Authority. (2017). Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report. EFSA supporting publication. Article e15121. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
- Esteban-Figuerola, P., Canals, J., Fernández-Cao, J. C., & Arija, V. (2019). Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis. *Autism*, 23(5), 1079-1095. <https://doi.org/10.1177/1362361318794179>
- Favier, J. C., Ireland-Ripert, J., Toque, C., & Feinberg, M. (1997). *Répertoire general des Aliments: Tables de Composition; Technique & Documentation*: INRA: Paris, France.
- Geraghty, M. E., Depasquale, G. M., Lane, A. E. (2010). Nutritional Intake and Therapies in Autism. A Spectrum of What We Know: Part 1. ICAN: Infant, Child, & Adolescent Nutrition, 2(1), 62-69. <https://doi.org/10.1177/1941406409358437>
- Gotham, K., Pickles, A., & Lord, C. (2009). Standardizing ADOS scores for a measure of severity in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(5), 693–705. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0674-3>
- Graf-Myles, J., Farmer, C., Thurm, A., Royster, C., Kahn, P., Soskey, L., Rothschild, L., & Swedo, S. (2013). Dietary adequacy of children with autism compared with controls and the impact of restricted diet. *Journal of Developmental and Behavioral Paediatrics*, 34(7), 449–459. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e3182a00d17>
- Guo, M., Li, L., Zhang, Q., Chen, L., Dai, Y., Liu, L., Feng, J., Cai, X., Cheng, Q., Chen, J., Wei H., & Li, T. (2020). Vitamin and mineral status of children with autism spectrum disorder in Hainan Province of China: associations with symptoms. *Nutritional Neuroscience*, 23(10), 803-810. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1558762>

## TESI

- Herndon, A. C., DiGiuseppi, C., Johnson, S. L., Leiferman, J., & Reynolds, A. (2009). Does nutritional intake differ between children with autism spectrum disorders and children with typical development? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(2), 212–222. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0606-2>
- Hollingshead, A. B. (2011). Four Hollingshead, A. B. (2011). Four Factor Index of Social Status. *Yale Journal of Sociology*, 8, 21–52. [http://www.yale.edu/sociology/yjs/yjs\\_fall\\_2011.pdf](http://www.yale.edu/sociology/yjs/yjs_fall_2011.pdf).
- Hyman, S. L., Stewart, P. A., Schmidt, B., Cain, U., Lemcke, N., Foley, J. T., Peck, R., Clemons, T., Reynolds, A., Johnson, C., Handen, B., James, S. J., Courtney, P. M., Molloy, C., & Ng, P. K. (2012). Nutrient intake from food in children with autism. *Pediatrics*, 130(Suppl 2), S145–S153. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-0900L>
- Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, & Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (2000). *DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment*. National Academies Press (US). <https://doi.org/10.17226/9956>
- Jardí, C., Aranda, N., Bedmar, C., & Arija, V. (2019a). Excess nutritional risk in infants and toddlers in a Spanish city. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 89(3-4), 210–220. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000530>
- Jardí, C., Aranda, N., Bedmar, C., Ribot, B., Elias, I., Aparicio, E., & Arija, V. (2019b). Consumption of free sugars and excess weight in infants. A longitudinal study. *Anales de Pediatría*, 90(3), 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.03.018>
- Johnson, C. R., Handen, B. L., Mayer-Costa, M., & Sacco, K. (2008). Eating Habits and Dietary Status in Young Children with Autism. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 20(5), 437–448. <https://doi.org/10.1007/s10882-008-9111-y>
- Jussila, K., Junttila, M., Kielinen, M., Ebeling, H., Joskitt, L., Moilanen, I., & Mattila, M. L. (2020). Sensory Abnormality and Quantitative Autism Traits in Children with and Without Autism Spectrum Disorder in an Epidemiological Population. *Journal of autism and developmental disorders*, 50(1), 180–188. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04237-0>
- Leader, G., Tuohy, E., Chen, J. L., Mannion, A., & Gilroy, S. P. (2020). Feeding Problems, Gastrointestinal Symptoms, Challenging Behavior and Sensory Issues in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(4), 1401–1410. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04357-7>

- Li, X. S., Pinto-Martin, J. A., Thompson, A., Chittams, J., & Kral, T. (2018). Weight status, diet quality, perceived stress, and functional health of caregivers of children with autism spectrum disorder. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 23(1), 10.1111/jspn.12205. <https://doi.org/10.1111/jspn.12205>
- Lockner, D. W., Crowe, T. K., & Skipper, B. J. (2008). Dietary intake and parents' perception of mealtime behaviors in preschool-age children with autism spectrum disorder and in typically developing children. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(8), 1360–1363. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.05.003>
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P., Risi, S., Gotham, K., & Bishop, S. (2012). *Autism diagnostic observation schedule (ADOS)*. (2nd ed.). Western Psychological Corporation.
- Ludwig, D. S., Hu, F. B., Tappy, L., & Brand-Miller, J. (2018). Dietary carbohydrates: role of quality and quantity in chronic disease. *British Medical Journal*, 361, k2340. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2340>
- Maenner, M. J., Shaw K. A., Baio, J., Washington, A., Patrick, M., DiRienzo, M., Christensen, D. L., Wiggins, L. D., Pettygrove, S., Andrews, J. G., Lopez, M., Hudson, A., Baroud, T., Schwenk, Y., White, T., Rosenberg, C. R., Lee, L., Harrington, R. A., Huston, M., ... Dietz, P. M. (2020). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*, 69(16), 1–12. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss6904a1>
- Makarem, N., Bandera, E. V., Nicholson, J. M., & Parekh, N. (2018). Consumption of Sugars, Sugary Foods, and Sugary Beverages in Relation to Cancer Risk: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Annual Review of Nutrition*, 38(1), 17-39. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-082117-051805>
- Malhi, P., Venkatesh, L., Bharti, B., & Singhi, P. (2017). Feeding Problems and Nutrient Intake in Children with and without Autism: A Comparative Study. *The Indian Journal of Pediatrics*, 84(4), 283-288. <https://doi.org/10.1007/s12098-016-2285-x>
- Mannion, A., Leader, G., & Healy, O. (2013a). Comorbidity in autism spectrum disorder: A literature review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(12), 1595–1616. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.09.006>
- Mannion, A., Leader, G., & Healy, O. (2013b). An investigation of comorbid psychological disorders, sleep problems, gastrointestinal symptoms and epilepsy in children and



TESI

adolescents with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(1), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.05.002>

Marí-Bauset, S., Zazpe, I., Mari-Sanchis, A., Llopis-González, A., & Suárez-Varela, M. (2014). Evidence of the gluten-free and casein-free diet in autism spectrum disorders: a systematic review. *Journal of Child Neurology*, 29(12), 1718–1727. <https://doi.org/10.1177/0883073814531330>

Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., & Suárez-Varela, M. (2015). Nutritional status of children with autism spectrum disorders (ASDs): a case-control study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(1), 203–212. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2205-8>

Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., & Suárez-Varela, M. M. (2016). Fat intake in children with autism spectrum disorder in the Mediterranean region (Valencia, Spain). *Nutritional Neuroscience*, 19(9), 377–386. <https://doi.org/10.1179/1476830515Y.0000000029>

Mataix, J., García-Diz, L., Mañas, M., Martínez de Vitoria, E., & Llopis, J. (2009). *Tablas de composición de alimentos españoles (5th ed.)*. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Editorial Universidad de Granada.

Matheson, B. E., & Douglas, J. M. (2017). Overweight and obesity in children with Autism Spectrum Disorder (ASD): a critical review investigating the development, and maintenance of this relationship. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 4, 4142–4156. <https://doi.org/10.1007/s40489-017-0103-7>

Meguid, N. A., Anwar, M., Bjørklund, G., Hashish, A., Chirumbolo, S., Hemimi, M., & Sultan, E. (2017). Dietary adequacy of Egyptian children with autism spectrum disorder compared to healthy developing children. *Metabolic Brain Disease*, 32(2), 607–615. <https://doi.org/10.1007/s11011-016-9948-1>

Molloy, C. A., Kalkwarf, H. J., Manning-Courtney, P., Mills, J. L., & Hediger, M. L. (2010). Plasma 25(OH)D concentration in children with autism spectrum disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(10), 969–971. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03704.x>

Morales-Hidalgo, P., Hernández-Martínez, C., Voltas, N., & Canals, J. (2017). EDUTEA: A DSM-5 teacher screening questionnaire for autism spectrum disorder and social pragmatic

- communication disorder. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 17(3), 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2017.05.002>
- Munira, S., Islam, T., Hawladar, M. H., & Ud-Dawla, A. (2020). Food Consumption and Anthropometric Assessment Survey of Autism Affected Children, Adolescents and, Adults: A Pilot Study. *Journal of Nutrition and Food Security*, 5(1), 20-28. <http://doi.org/10.18502/jnfs.v5i1.2314>
- Neumeyer, A. M., Cano Sokoloff, N., McDonnell, E. I., Macklin, E. A., McDougale, C. J., Holmes, T. M., Hubbard, J. L., & Misra, M. (2018). Nutrition and Bone Density in Boys with Autism Spectrum Disorder. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(5), 865–877. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2017.11.006>
- Ranjan, S., & Nasser, J. A. (2015). Nutritional status of individuals with autism spectrum disorders: do we know enough? *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 6(4), 397–407. <https://doi.org/10.3945/an.114.007914>
- Reichert, K. L., Tveiten, D., Knivsberg, A. M., & Brønstad, G. (2012). Peptides' role in autism with emphasis on exorphins. *Microbial ecology in health and disease*, 23, 18958. <https://doi.org/10.3402/mehd.v23i0.18958>
- Rithika, P. H., & Sushma, B. V. (2019). Correlates of Dietary Profile, Nutritional, and Health status among children with reference to autism spectrum disorder. *International Journal of Biological & Medical Research*, 10(3), 6828-6832.
- Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2003). *Autism diagnostic interview-revised (ADI-R)*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Schreck, K. A., & Williams, K. (2006). Food preferences and factors influencing food selectivity for children with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 27(4), 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2005.03.005>
- Scott, F. J., Baron-Cohen, S., Bolton, P., & Brayne, C. (2002). The CAST (Childhood Asperger Syndrome Test): preliminary development of a UK screen for mainstream primary-school-age children. *Autism*, 6(1), 9–31. <https://doi.org/10.1177/1362361302006001003>
- Sharp, W. G., Berry, R. C., McCracken, C., Nuhu, N. N., Marvel, E., Saulnier, C. A., Klin, A., Jones, W., & Jaquess, D. L. (2013). Feeding problems and nutrient intake in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis and comprehensive review of the literature. *Journal of autism and Developmental Disorders*, 43(9), 2159–2173. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1771-5>

## TESI

- Shmaya, Y., Eilat-Adar, S., Leitner, Y., Reif, S., & Gabis, L. (2014). Nutritional deficiencies and overweight prevalence among children with autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities, 38*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.11.020>
- Smith, B., Rogers, S. L., Blissett, J., & Ludlow, A. K. (2020). The relationship between sensory sensitivity, food fussiness and food preferences in children with neurodevelopmental disorders. *Appetite, 150*, 104643. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104643>
- Trinidad, I., Fernández, J., Cucó, G., Biarnés, E., & Arija, V. (2008). Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto: reproducibilidad y validez. *Nutrición Hospitalaria, 23*(3), 242-252.
- Tsujiguchi, H., Miyagi, S., Nguyen, T., Hara, A., Ono, Y., Kambayashi, Y., Shimizu, Y., Nakamura, H., Suzuki, K., Suzuki, F., & Nakamura, H. (2020). Relationship between Autistic Traits and Nutrient Intake among Japanese Children and Adolescents. *Nutrients, 12*(8), 2258. <https://doi.org/10.3390/nu12082258>
- Vanuza, M., & Cordeiro, D. (2018). Nutritional profile of children bearing autism spectrum disorder. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde, 31*(1), 1-11. <https://doi.org/10.5020/18061230.2018.6714>
- Vogelaar A. (2000) Studying the effects of essential nutrients and environmental factors on autistic behavior. DAN! (Defeat Autism Now!) Think Tank. Autism Research Institute, San Diego.
- Wechsler, D. (2003). Wechsler intelligence scale for children - Fourth Edition (WISC-IV). San Antonio. TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2012). Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - Fourth Edition (WPPSI-IV). San Antonio. TX: The Psychological Corporation.
- Williams, K. E., Gibbons, B. G., & Schreck, K. A. (2005). Comparing selective eaters with and without developmental disabilities. *Journal of Developmental and Physical Disabilities, 17*(3), 299–309. <https://doi.org/10.1007/s10882-005-4387-7>
- World Health Organization. (2007). WHO Growth Standards: Head Circumference-for-Age, Arm Circumference-for-Age, Triceps Skinfold-for-Age and Subscapular Skinfold-for-Age: Methods and Development. Geneva: World Health Organization [https://www.who.int/childgrowth/standards/second\\_set/technical\\_report\\_2.pdf?ua=1](https://www.who.int/childgrowth/standards/second_set/technical_report_2.pdf?ua=1)

- World Health Organization. (2015). Guideline: sugars intake for adults and children. Geneva, World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>
- Xia, W., Zhou, Y., Sun, C., Wang, J., & Wu, L. (2010). A preliminary study on nutritional status and intake in Chinese children with autism. *European Journal of Pediatrics*, 169(10), 1201–1206. <https://doi.org/10.1007/s00431-010-1203-x>
- Zimmer, M. H., Hart, L. C., Manning-Courtney, P., Murray, D. S., Bing, N. M., & Summer, S. (2012). Food variety as a predictor of nutritional status among children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(4), 549–556. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1268-z>

**Table 1.**  
*Sociodemographic anthropometrical and psychological characteristics by age group and subgroups of diagnosis*

	Preschool-age children				Primary-school-age children			
	ASD <sup>a</sup> (n=36)	ASD-SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=21)	TD <sup>c</sup> (n=142)	P	ASD <sup>a</sup> (n=41)	ASD-SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=19)	TD <sup>c</sup> (n=191)	P
<b>Age (years) #</b>	5.07 (0.67)	4.79 (0.40)	5.09 (0.51)	.05 (0.008) <sup>bc</sup>	11.19 (1.48)	10.96 (0.54)	11.06 (0.52)	.499
<b>Gender (males) %(n)</b>	80.60 (29)	71.40 (15)	57.70 (82)	.029 (.012) <sup>oc</sup>	85.40 (35)	84.20 (16)	56.00 (107)	<.001 (<.001) <sup>bc</sup> (.017) <sup>bc</sup>
<b>Hollingshead classification %(n)</b>								
	22.20 (8)	23.80 (5)	12.00 (17)	.153	9.80 (4)	36.80 (7)	15.20 (29)	.024 (.012) <sup>ob</sup> (.017) <sup>bc</sup>
	77.80 (28)	76.20 (16)	88.00 (125)		90.20 (37)	63.20 (12)	84.80 (162)	
<b>Diet Quality Index (score)</b>	57.07 (10.80)	61.05 (9.63)	61.66 (7.20)	.012 (.020) <sup>oc</sup>	56.84 (8.93)	64.50 (8.24)	60.08 (6.31)	<.001 (.032) <sup>oc</sup> (.002) <sup>ob</sup> (.034) <sup>bc</sup>
<b>BMI-for-age categories (z-score) %(n)</b>								
	72.20 (26)	66.70 (14)	71.10 (101)		36.60 (15)	57.90 (11)	54.50 (104)	
	11.10 (4)	19.00 (4)	21.80 (31)	.474	34.10 (14)	36.80 (7)	26.20 (50)	.249
	16.70 (6)	14.30 (3)	7.00 (10)	.240	29.30 (12)	5.30 (1)	19.30 (37)	.046
<b>Autism diagnostic severity (score) #</b>	5.53 (1.91)	3.43 (1.91)	1.44 (1.00)	<.001 (<.001) <sup>oc/ob/bc</sup>	5.12 (2.10)	3.68 (1.74)	1.19 (0.60)	<.001 (<.001) <sup>oc/bc</sup> (.012) <sup>ob</sup>

Note. # Mean (SD). ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Children with typical development.

**Table 2.**  
*Energy and nutrients intake and their inadequacy in pre-school age children by diagnosis*

Energy and Nutrients (units/day) in mean (SD). [EAR]	ASD <sup>a</sup> (n=36)		ASD-SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=21)		TD <sup>c</sup> (n=142)		P Intake	P % Children				
	Intake Mean (SD)	% Children <75% EAR	Intake Mean (SD)	% Children >125% EAR	Intake Mean (SD)	% Children <75% EAR			% Children >125% EAR			
<b>Energy (kcal/d)</b> [1719.1-2507.7]	1866.70 (443.5)	2.80	47.20	1835.40 (483.0)	0.00	33.30	1902.7 (523.7)	0.70	47.90	.815	<75% p=.451	>125% p=.455
<b>Proteins (g/d)<sup>¶</sup></b> [9.6-15.7]	57.60 (19.0)	0.00	0.00	58.00 (18.7)	0.00	0.00	58.50 (15.9)	0.00	0.00	.952	1.000	
<b>Carbohydrates (g/d)<sup>‡</sup></b>	200.00 (68.1)	-	-	173.50 (69.9)	-	-	191.00 (77.8)	-	-	.442	-	-
<b>Starch (g/d)</b>	69.10 (22.5)	-	-	61.50 (14.5)	-	-	64.90 (28.4)	-	-	.547	-	-
<b>Free sugar (g/d)</b>	63.30 (40.6)	-	-	51.10 (33.3)	-	-	57.50 (38.2)	-	-	.495	-	-
<b>Natural sugar (g/d)</b>	18.90 (8.9)	-	-	18.10 (8.7)	-	-	19.90 (7.5)	-	-	.541	-	-
<b>Lipids (g/d)<sup>*</sup></b>	66.80 (12.2)	-	-	68.50 (13.9)	-	-	68.90 (13.6)	-	-	.721	-	-
<b>SFA (g/d)</b>	23.30 (5.2)	-	-	23.40 (6.5)	-	-	23.40 (6.2)	-	-	.995	-	-
<b>PUFA (g/d)</b>	7.80 (2.0)	-	-	8.10 (1.7)	-	-	7.90 (1.6)	-	-	.737	-	-
<b>MUFA (g/d)</b>	35.80 (7.58)	-	-	39.30 (6.2)	-	-	38.00 (5.9)	-	-	.078	-	-
<b>Cholesterol (mg/d)</b>	212.30 (66.6)	-	-	238.10 (100.4)	-	-	234.40 (81.6)	-	-	.320	-	-
<b>Fibre (g/d)</b> [10-14]	12.90 (5.2)	64.70	70.40	11.9 (4.875)	70.40	66.10	13.10 (4.6)	66.10	66.10	.563	.862	

**Table 2.**

*Continued*

<b>Retinol (mcg/d)</b> [245-320]	352.60 (126.7)	15.50	388.50 (136.2)	11.20	384.30 (142.1)	12.50	.448	.796
<b>b-carotene (mcg/d)</b> [1470-1920]	1648.40 (1851.7)	62.40	1558.00 (894.2)	64.00	1878.50 (903.0)	37.70	.321	.002 (.003) <sup>pc</sup> (.012) <sup>pc</sup>
<b>Vitamin C (mg/d)</b> [25-40]	65.10 (31.7)	4.90	69.00 (35.5)	4.00	74.60 (31.6)	0.29	.253	.153
<b>Vitamin D (mcg/d)</b> [15]	1.47 (1.16)	99.00	1.91 (1.05)	99.00	2.11 (1.09)	99.00	.008 (.002) <sup>pc</sup>	.826
<b>Vitamin E (mg/d)</b> [9]	7.21 (2.22)	86.40	7.53 (1.27)	81.80	7.32 (1.22)	85.40	.728	.804
<b>Thiamine (mg/d)</b> [0.40-0.48]	1.00 (0.29)	0.00	0.96 (0.29)	2.30	1.00 (0.30)	0.00	.871	.025
<b>Riboflavin (mg/d)</b> [0.6-0.8]	1.49 (0.37)	0.00	1.48 (0.49)	2.40	1.51 (0.44)	0.00	.915	.031
<b>Niacin (mg/d)</b> [7.3-8.7]	12.50 (4.4)	10.80	12.50 (4.3)	19.00	13.00 (4.2)	7.10	.763	.140
<b>Vitamin B6 (mg/d)</b> [0.6-0.9]	1.34 (0.45)	2.60	1.28 (0.47)	4.30	1.35 (0.44)	0.00	.790	.055
<b>Vitamin B12 (mcg/d)</b> [1.5-2.5]	3.77 (1.26)	5.10	4.60 (1.67)	1.50	4.62 (1.58)	0.00	.012 (.003) <sup>pc</sup> (.038) <sup>pb</sup>	.005
<b>Folate (mcg/d)</b> [110-160]	193.30 (70.0)	5.10	191.1 (69.3)	9.50	208.60 (72.0)	3.30	.353	.300
<b>Calcium (mg)</b> [680]	772.30 (218.6)	26.80	747.10 (291.1)	41.90	760.60 (233.1)	39.90	.926	.305
<b>Iron (mg/d)</b> [8]	8.80 (5.2)	10.60	7.60 (2.3)	6.90	8.20 (2.7)	3.50	.388	.379
<b>Magnesium (mg/d)</b> [230]	221.40 (91.2)	65.70	192.10 (54.4)	80.00	201.90 (56.3)	72.90	.172	.484

Note. ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Children with typical development; EAR: Estimated Average Requirements; Inadequacy intake: probability of inadequate intake below EAR; SFA: saturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid.

**Table 3.**  
*Nutrients intake and their inadequacy in primary-school-age children by diagnosis*

Energy and Nutrients (units/day) in mean (SD). [EAR]	ASD <sup>a</sup> (n=41)				ASD-SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=19)				TD <sup>c</sup> (n=191)			
	Intake Mean (SD)		% Children <75% EAR		Intake Mean (SD)		% Children <75% EAR		Intake Mean (SD)		% Children <75% EAR	
	Intake Mean (SD)		% Children >125% EAR		Intake Mean (SD)		% Children >125% EAR		Intake Mean (SD)		% Children >125% EAR	
<b>Energy (kcal/d)</b> [1719.1-2507.7]	2125.80 (450.8)	9.80	21.90	2066.70 (293.1)	5.30	21.10	2210.80 (530.8)	3.70	31.90	.351	<75% p=.168	>125% p=.030 (.012) <sup>bc</sup>
<b>Proteins (g/d)</b> [17.54-40.29 g/d]	73.10 (23.0)	0.00	0.00	61.00 (11.5)	0.00	0.00	65.50 (17.0)	0.00	.021 (.049) <sup>bc</sup> (.008) <sup>pb</sup>	.890		
<b>Carbohydrates (g/d)*</b>												
<b>Starch (g/d)</b>	211.20 (61.1)	-	-	186.80 (45.6)	-	-	207.80 (75.7)	-	.439	-		
<b>Free sugar (g/d)</b>	95.10 (31.6)	-	-	80.20 (34.1)	-	-	89.40 (33.5)	-	.270	-		
<b>Natural sugar (g/d)</b>	61.70 (36.7)	-	-	44.00 (21.7)	-	-	53.00 (33.8)	-	.137	-		
<b>Lipids (g/d)*</b>	19.80 (8.1)	-	-	22.30 (7.4)	-	-	21.30 (10.3)	-	.576	-		
<b>SFA (g/d)</b>	85.00 (24.0)	-	-	78.60 (7.3)	-	-	81.40 (13.1)	-	.245	-		
<b>PUFA (g/d)</b>	26.80 (9.0)	-	-	24.20 (4.0)	-	-	25.50 (5.8)	-	.296	-		
<b>MUFA (g/d)</b>	10.20 (4.0)	-	-	9.30 (1.1)	-	-	9.50 (1.5)	-	.142	-		
<b>Cholesterol (mg/d)</b>	44.50 (11.5)	-	-	46.10 (3.5)	-	-	46.70 (5.2)	-	.162	-		
<b>Fibre (g/d)</b> [16-19]	286.60 (113.4)	-	-	243.40 (54.7)	-	-	240.80 (68.5)	-	.003 (.016) <sup>bc</sup>	-		
	14.60 (5.2)	74.40	78.40	14.40 (3.3)	78.40	67.70	15.20 (5.2)	67.70	.685	.355		



Table 3.

Continued

<b>Retinol (mcg/d)</b> [320-480]	417.40 (522.5)	66.30	361.50 (75.4)	63.20	391.50 (122.6)	54.70	.678	.245
<b>b-carotene (mcg/d)</b> [1920-2880]	2015.80 (1989.2)	72.70	1901.70 (741.8)	76.00	2036.30 (1060.3)	67.20	.903	.560
<b>Vitamin C (mg/d)</b> [40-60]	74.20 (37.42)	34.10	87.70 (30.0)	8.90	84.80 (41.6)	21.30	.273	.046 (.009) <sup>ab</sup>
<b>Vitamin D (mcg/d)</b> [15]	1.94 (1.41)	99.00	1.80 (0.97)	99.00	2.00 (1.08)	99.00	.751	.351
<b>Vitamin E (mg/d)</b> [9-13]	8.93 (2.84)	85.30	8.90 (0.69)	96.50	8.99 (1.31)	92.60	.966	.038 (.029) <sup>ab</sup>
<b>Thiamin (mg/d)</b> [0.52-0.76]	1.28 (0.54)	2.33	1.06 (0.24)	0.00	1.13 (0.32)	2.20	.025 (.030) <sup>ab</sup>	.674
<b>Riboflavin (mg/d)</b> [0.8-1.1]	1.65 (0.56)	13.90	1.40 (0.27)	9.20	1.54 (0.45)	9.80	.234	.672
<b>Niacin (mg/d)</b> [9.4-13.7]	16.90 (6.5)	23.00	13.80 (3.6)	17.0	15.10 (4.6)	21.10	.047 (.023) <sup>ab</sup>	.835
<b>Vitamin B6 (mg/d)</b> [0.9-1.2]	1.63 (0.56)	19.50	1.50 (0.32)	12.10	1.55 (0.48)	16.30	.379	.700
<b>Vitamin B12 (mg/d)</b> [2.5-3.5]	4.92 (3.76)	21.40	4.40 (0.93)	8.20	4.81 (1.45)	10.80	.628	.082
<b>Folate (mcg/d)</b> [160-210]	242.70 (89.7)	30.30	238.0 (52.8)	17.90	244.50 (82.0)	26.90	.870	.516
<b>Calcium (mg)</b> [680-960]	745.30 (261.7)	72.60	695.40 (184.2)	72.60	754.70 (249.0)	62.10	.606	.447
<b>Iron (mg/d)</b> [8]	9.40 (2.9)	35.10	8.30 (1.7)	48.40	9.00 (2.7)	37.30	.288	.479
<b>Magnesium (mg/d)</b> [230-300]	229.80 (69.2)	79.50	205.20 (30.1)	99.00	221.70 (62.5)	78.60	.360	.093 (.003) <sup>ab</sup> ( <i>&lt;.001</i> ) <sup>bc</sup>

Note. ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Children with typical development; EAR: Estimated Average Requirements; Inadequacy intake: probability of inadequate intake below EAR; SFA: saturated fatty acid;

PUFA: polyunsaturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid.

**Table 4.** Percentage of energy provided by macronutrients and their inadequacy in pre-school age children by diagnosis

	ASD <sup>a</sup> (n=36)		ASD-SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=21)				TD <sup>c</sup> (n=142)		P % Energy % children out RD
	% Energy Mean (SD)	% Children < RD	% Energy Mean (SD)	% Children < RD	% Children > RD	% Energy Mean (SD)	% Children < RD	% Children > RD	
<b>Proteins (%)</b> [RD: 10% -30%]	14.30 (3.4)	5.60	15.0 (2.6)	0.00	0.00	14.70 (2.2)	1.40	0.00	.525
<b>Carbohydrates (%)</b> [RD: >50 %]	48.20 (6.6)	77.80	44.10 (7.6)	85.70	-	46.00 (6.9)	71.80	-	.070 (.032) <sup>ab</sup>
<b>Starch (%)</b>	16.90 (4.3)	-	16.30 (3.2)	-	-	15.90 (4.9)	-	-	.478
<b>Free sugar (%)</b> [RD: <10%]	14.80 (6.9)	75.00	12.60 (6.5)	61.90	73.20	13.20 (5.8)	-	73.20	.315
<b>Natural sugar (%)</b>	4.80 (2.2)	-	4.70 (1.8)	-	-	5.10 (1.9)	-	-	.527
<b>Lipids (%)</b> [RD: <30 %]	37.50 (4.5)	-	40.90 (5.9)	-	90.50	39.30 (5.2)	-	98.60	.044 (.017) <sup>ab</sup>
<b>SFA (%)</b> [RD: <10%]	13.10 (2.3)	-	13.90 (2.9)	-	90.50	13.20 (1.9)	-	95.80	.402
<b>PUFA (%)</b> [RD: 7% -10%]	4.40 (1.0)	97.20	4.80 (0.7)	100.00	0.00	4.50 (0.7)	99.30	0.00	.099
<b>MUFA (%)</b> RD: [>15%]	20.10 (3.9)	2.80	23.60 (3.6)	0.00	-	22.00 (3.9)	0.70	-	.003 (.010) <sup>ac</sup> (.001) <sup>ab</sup>

Note. ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Children with typical development; SFA: saturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid. RD: recommendations

**Table 5.**  
*Percentage of energy provided by macronutrients and their inadequacy in primary-school-age children by diagnosis*

	ASD <sup>a</sup> (n=41)			ASD-SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=19)			TD <sup>c</sup> (n=191)			P % Energy	P % children out RD
	% Energy Mean (SD)	% Children < RD	% Children > RD	% Energy Mean (SD)	% Children < RD	% Children > RD	% Energy Mean (SD)	% Children < RD	% Children > RD		
	<b>Proteins (%)</b> [RD: 10% -30%]	15.30 (3.0)	2.40	0.00	14.40 (1.8)	5.30	0.00	14.50 (1.84)	1.00		
<b>Carbohydrates (%)</b> [RD: >50 %]	44.20 (6.7)	82.90	-	43.60 (4.6)	89.50	-	44.50 (6.06)	81.20	-	.799	.667
<b>Starch (%)</b>	20.20 (5.2)	-	-	18.50 (5.9)	-	-	19.40 (4.86)	-	-	.472	-
<b>Free sugar (%)</b> [RD: <10%]	12.50 (6.0)	-	63.40	10.10 (4.7)	-	52.60	11.00 (4.77)	-	53.90	.128	.128
<b>Natural sugar (%)</b>	4.30 (1.7)	-	-	5.40 (2.2)	-	-	4.70 (1.85)	-	-	.073 (.049) <sup>ab</sup>	-
<b>Lipids (%)</b> [RD: <30 %]	40.40 (5.5)	-	100.00	42.00 (4.2)	-	100.00	41.10 (5.16)	-	99.50	.502	1.000
<b>SFA (%)</b> [RD: <10%]	12.60 (2.0)	-	92.70	12.90 (2.0)	-	94.70	12.70 (1.72)	-	95.30	.796	.796
<b>PUFA (%)</b> [RD: 7% -10%]	4.80 (1.2)	92.70	7.30	5.00 (0.5)	100.00	0.00	4.80 (0.68)	100.00	0.00	.666	.001 / .031
<b>MUFA (%)</b> RD: >15%]	21.50 (4.3)	0.00	-	24.70 (2.5)	0.00	-	23.90 (4.03)	0.00	-	.001 (.001) <sup>ac</sup> (.001) <sup>ab</sup>	.001 (.048) <sup>ac</sup> (.028) <sup>ab</sup>

Note. ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Children with typical development; SFA: saturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid. RD: Recommendations.

## 5. Are There Anthropometric and Body Composition Differences between Children with Autism Spectrum Disorder and Children with Typical Development? Analysis by Age and Spectrum Severity in a School Population

*Patricia Esteban-Figuerola, Paula Morales-Hidalgo, Victoria Arija-Val and Josefa Canals-Sans*

Revista: **Autism** (Factor d'Impacte: **4.609**) / Estat: **Pendent decisió final** / Data enviament: **9 juny 2020**



S'ha vist que el sobrepès i l'obesitat són més prevalent en poblacions amb trastorn de l'espectre autista (TEA) que en nens/es amb desenvolupament típic (DT). Per la qual cosa es va comparar l'estat antropomètric dels nens amb TEA (diagnosticats i subclínic) i els nens/es amb TD a través de varies mesures antropomètriques poc utilitzades i a través de la impedància bioelèctrica (BIA).

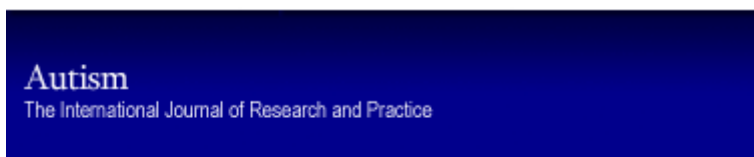
Es va trobar que els nens/es d'EI dins de l'espectre autista eren significativament més alts que els d'EI amb DT (13,2% i 2,7%, respectivament) i presentaves taxes d'**obesitat** superior que de sobrepès. Els nens/es d'EP amb TEA van mostrar un IMC significativament més alt amb percentatges de sobrepès i obesitat més alts (63,4%; 29,3% obesos) que en els subclínic (45%; 5% obesos) i els DT (46,3; 19% obesos). En relació al percentatge de massa grassa (BIA), no es van obtenir diferències significatives entre diagnòstics en cap dels dos grups d'edat. Entre els diferents sexes, encara que no es van trobar diferències significatives, es van observar percentatges més elevats de sobrepès/obesitat en els nois amb TEA (46,9%; 22,7% obesos) que en les noies (38,5%; 23,1% obesos); en els TD els valors eren inferior en el sexe masculí. Els nois TEA tendeixen a tenir valors més elevats de sobrepès/obesitat que els DT. En relació al BIA en tota la mostra es van veure percentatges superiors en les noies comparat amb els nois, no es va poder separat la mostra per diagnòstics.

En EP es van trobar valors més alts en els TEA en el **perímetre** de la cintura, l'**índex cintura/talla** (ICT), aquest últim s'associa a un major risc cardiovascular; el perímetre del maluc va ser menor en els subclínic que en la resta de diagnòstics. Les anàlisis de **regressió múltiple** van mostrar que tenir TEA i problemes psicològics internalitzats estaven associats amb un elevat índex cintura/talla pel que s'associa a un major risc cardiovascular en la població d'EP. En relació a la qualitat de la dieta aquesta va ser inferior en nens/es amb TEA de tots dos grups d'edat que en nens/es amb DT.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola



## Are There Anthropometric and Body Composition Differences between Children with Autism Spectrum Disorder and Children with Typical Development? Analysis by Age and Spectrum Severity in a School Population

Journal:	<i>Autism</i>
Manuscript ID	AUT-20-0315.R2
Manuscript Type:	Original Article
Keywords:	Anthropometry, Body Composition, Waist/Height Ratio, Pre-school children, School-age children, Autism spectrum disorders
Abstract:	<p>Overweight and obesity have been reported to be more prevalent in populations with autism spectrum disorder (ASD) than in children with typical development (TD). The aim of this study was to compare the anthropometric status of children with ASD (diagnosed and subclinical) and children with TD and analyse which variables can affect the anthropometric and health status of children with ASD. We present a two-phase epidemiological study in a school population of two age groups which assesses ASD diagnosis, anthropometric data and bioelectrical impedance (BIA). From an initial sample of 3,713 children, 79 with ASD, 42 with subclinical ASD and 350 with TD participated in the study. Pre-schoolers with ASD were taller than pre-schoolers with TD. School-age-children with ASD showed a significantly higher BMI and rate of overweight/obesity than children with TD (63.4% versus 46.3%). No significant differences were found for BIA, but school-age children with ASD showed a significantly higher waist circumference, waist/height ratio (WHtR) and cardiovascular risk (CVR) than children with TD. The quality of the diet was lower in children with ASD than in children with TD. Multiple regression analyses showed that having ASD and internalizing psychological problems were associated with WHtR and high CVR in school-age-children</p>

SCHOLARONE™  
Manuscripts

### **Lay abstract**

This study compares the growth status of pre-school and school-age children with ASD and typical development children (TD). Pre-schoolers with ASD were taller than children with TD. School-age children with ASD were more overweight/obese, and had more body fat, and a greater waist circumference and waist/height ratio than children with TD. The presence of ASD and internalizing problems were associated with cardiovascular risk in school-age children.

### **Abstract**

Overweight and obesity have been reported to be more prevalent in populations with autism spectrum disorder (ASD) than in children with typical development (TD). The aim of this study was to compare the anthropometric status of children with ASD (diagnosed and subclinical) and children with TD and analyse which variables can affect the anthropometric and health status of children with ASD. We present a two-phase epidemiological study in a school population of two age groups which assesses ASD diagnosis, anthropometric data and bioelectrical impedance (BIA). From an initial sample of 3,713 children, 79 with ASD, 42 with subclinical ASD and 350 with TD participated in the study. Pre-schoolers with ASD were taller than pre-schoolers with TD. School-age-children with ASD showed a significantly higher BMI and rate of overweight/obesity than children with TD (63.4% versus 46.3%). No significant differences were found for BIA, but school-age children with ASD showed a significantly higher waist circumference, waist/height ratio (WHtR) and cardiovascular risk (CVR) than children with TD. The quality of the diet was lower in children with ASD than in children with TD. Multiple regression analyses showed that having ASD and internalizing psychological problems were associated with WHtR and high CVR in school-age-children.

*Keywords:* Anthropometry; Body composition; Waist-Height Ratio; Autism Spectrum Disorder; Child, Preschool; Child

## Introduction

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disability that has increased in prevalence in the last few years. It now affects 1 in 54 children, with higher rates in boys than in girls (4:1) (Maenner et al., 2020; Morales-Hidalgo et al., 2018). Research suggests that children with ASD are less likely to be in the normal/healthy weight category. Some studies have reported that they are more likely to be underweight (Bicer & Alsaffar, 2013; Hyman et al., 2014; Marí-Bauset et al., 2015) while others have reported that they are more likely to be overweight/obese (Levy et al., 2019; Nor et al., 2019; Zheng et al., 2017).

Most studies assessed body growth in terms of anthropometric parameters such as weight, height and body mass index (BMI) (Levy et al., 2019; Nor et al., 2019; Zheng et al., 2017), even though other anthropometric measures may be more informative of nutritional status. A few studies (Castro et al., 2017; Meguid et al., 2014; Samir & Patil, 2018) have focused on other anthropometric parameters such as waist circumference (WC), mid-upper arm circumference (MUAC), triceps skinfold and/or hip circumference. As far as specific anthropometric parameters are concerned, WC and hip circumference were found to be higher in children with ASD than in children with TD (Samir & Patil, 2018); another study, without a control group, also found that WC showed a high rate of truncal fat mass in children with ASD (Castro et al., 2017). Data on MUAC is conflicting; while Meguid et al (2014) found that the MUAC was similar in children with ASD than in children with TD, Samir and Patil (2018) found that it was larger in children with TD than children with ASD. However, not all the authors who studied the anthropometric status of children with ASD included a control group or used the same anthropometric measures.

Very little information is available on body composition in this population. Only a few studies have used bioelectrical impedance analysis (BIA) to assess the body composition of children with ASD (Castro et al., 2017; García-Pastor et al., 2018; Lip et al., 2018; Salehi et al., 2015). BIA assesses nutritional status by giving an index of body composition that focuses on fat free mass (FFM) and fat mass (FM), and which includes not only the amount of fat but also its distribution. As suggested by previous studies, then, BIA is better at assessing obesity than BMI (Castro et al., 2017; Lip et al., 2018; Salehi et al., 2015).

The differences in the results found by studies which used anthropometric parameters and BIA to assess children with ASD may be due to methodological differences or to ASD heterogeneity (different severity and cognitive levels, comorbidity, pharmacological treatment) among those affected. ASD traits can affect various aspects of life including food intake. In this respect, hyper-/hypo-reactivity to sensory aspects or the insistence on



sameness can lead to behaviours such as picky eating, food selectivity/food refusal or aversion to certain food colours, textures or smells (Schmitt et al., 2008; Zimmer et al., 2012). These eating patterns can affect children's nutritional health and growth (Barnhill et al., 2017; Matheson & Douglas, 2017). Neuropsychological characteristics and comorbid medical or psychopathological disorders related to ASD can also influence children's health and their eating patterns. In this respect, comorbidity with disorders such as attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) or intellectual disabilities (ID) may contribute, through executive dysfunction, to impulsive and disorganized behaviour and to eating patterns that lead to weight gain (Barnhill et al., 2017; Broder-Fingert et al., 2014; Carlsson et al., 2013; Salazar et al., 2015).

In addition to neuropsychological characteristics, comorbid medical or psychopathological disorders can also affect growth and health status in the ASD population and make obesity more likely. Studies have shown that children with ASD have more problems with motor skills than children with TD (Fournier et al., 2010; Liu et al., 2019). These problems and other issues such as excessive screen time make these children more prone to doing less physical activity (PA) and being more sedentary (Lane & Radesky, 2019; McCoy & Morgan, 2019; Srinivasan et al., 2014). Gastrointestinal disorders could also be associated with parental dietary practices and greater food selectivity (Esposito et al., 2019) or dysbiosis in gut microbiota (Xu et al., 2019) resulting in underweight, overweight and obesity (Rithika & Sushma, 2019). Moreover, distress and anxiety, which tend to be greater in populations with ADS, may make emotional eating more probable, which contributes to weight gain (Aparicio et al., 2017; Vaillancourt et al., 2017). In addition, antipsychotics and stimulants are prescribed to treat some populations with ASD. These medications may affect appetite, eating patterns and growth. Although stimulants can reduce anthropometric scores (Turan & Akay, 2019), antipsychotics can induce weight gain and, as a side effect, disrupt the gut microbiome, which increases the risk of developing a metabolic disease (obesity, diabetes and cardiovascular disease) (Barton et al., 2020; Bretler et al., 2019). In adults with ASD, and particularly in women, some studies have also reported a higher prevalence of obesity and associated medical conditions such as dyslipidaemia, diabetes or hypertension than in populations with TD (Croen et al., 2015). These medical conditions may be related to the premature mortality found in ASD (Hirvikoski et al., 2016).

As stated above, the scientific community seems to agree that there is a higher prevalence of overweight and obesity in populations with ASD, which begins in the early stages of life and has negative consequences on health. In view of this and the limitations of the anthropometric measures used in previous studies, the aim of this study was to use multiple

measures and BIA to compare the anthropometric status of children with ASD (diagnosis and subclinical cases) and children with TD in two age groups from a school population (preschool and school-age). Moreover, we analyse which variables can affect the anthropometric and health status of children with ASD. We hypothesize that the prevalence of overweight and obesity will be higher in the sample of children with ASD than in children with TD, in both pre-school age and school-age children, and particularly in girls.

## Methods

### Study design and sample

The participants were recruited from the Neurodevelopmental Disorders Epidemiological Research Project (EPINED), a project that took place from 2013 to 2019 and aimed to determine the prevalence of ASD, ADHD and social communication disorders (DSM-5 criteria) in a representative school population of two age groups (preschool and school-age) in Tarragona (Spain). The project had a two-phase design. In the first phase all the children ( $n=6,894$ ) were screened to determine whether they were at risk of ASD. In the second phase, children at risk of ASD and a control group who were not at risk were individually assessed for ASD and their anthropometric, psychopathological, neuropsychological, and nutritional characteristics were measured.

In the first phase, although teachers of 6,894 children [3,473 boys (50.4%)] from two age groups [3,374 (49%) 3-6 year-old pre-schoolers and 3,520 (51%) 10-12 year-old schoolers]] anonymously answered the screening questionnaires, parents provided their informed consent in only 54% of the cases. This meant that 3,713 children [895 pre-school age boys (49.9%) and 894 school-age boys (46.6%)] were allowed to take part. In the second phase, 760 children were assessed individually, of whom 61 were diagnosed with ASD, 43 were ASD subclinical cases and 656 were children with typical development. In addition, to increase the number of children with ASD, we recruited 18 children with ASD from clinical settings who underwent the same diagnosis assessment (mean age 9.29 years $\pm$ 3.7 SD). All these children were re-diagnosed and the diagnosis was confirmed by our team. Finally, the total sample we studied consisted of 471 participants (205 pre-schoolers and 266 school-age children): 79 were children with ASD; 42 presented manifestations of ASD but did not fulfil all the DSM-5 criteria and were classified as 'subclinical ASD' and 350 were children with TD or controls. All the children with ADHD, ID or other neurodevelopmental disorders who do not satisfy the diagnostic criteria for ASD were excluded from the TD group.

The study was approved by the Research and Ethics Committee of the Sant Joan University Hospital (13-10-31/10proj5) and by the Catalan Department of Education. Signed consent forms were obtained from the children's parents and the children agreed to participate. All the schools in the study agreed to take part.

### ***Psychological assessment and diagnostic procedure***

In the first phase, the risk of ASD was screened for by parents using the Childhood Autism Spectrum Test (CAST; Scott et al., 2002) and teachers using the EduTEA questionnaire (<https://psico.fcep.urv.cat/Q4/EduTEA>; Morales-Hidalgo et al., 2017). Socio-demographic information (sex, age, ethnicity, current residence, and socioeconomic level) was also collected from parents and teachers. The socio-economic status was estimated with the Hollingshead index (Hollingshead, 2011).

In the second phase, ASD was diagnosed by trained professionals (psychologists and psychiatrists) using the DSM-5 criteria from the information obtained from the Autism Diagnostic Observation Schedule-Second Edition (ADOS-2; Lord et al., 2012) and the Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Rutter et al., 2003). Some children had previously been diagnosed by specialized centres, which had also used these standardized tests. The severity of the autism was determined according to the calibrated cutoffs suggested by Gotham et al. (2009; i.e. 0-3 *Non ASD*, 4-5 *ASD*, 6-7 *moderate autism* and 8-10 *severe autism*). Intellectual performance (IQ) was assessed with the Wechsler Scales of Intelligence for preschool and school-age children [WPPSI-IV, Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence; and WISC-IV, Wechsler Intelligence Scales for Children (Wechsler 2003, 2012)]. IQ scores were classified as:  $\leq 89$  *low*, 90-109 *medium* and  $\geq 110$  *high*.

Finally, co-occurring psychological problems such as internalizing (anxious/depressed, withdrawn-depressed, somatic complaints and emotionally reactive); externalizing (rule-breaking, aggressive behaviour and attention problems); and total problems (sum of internalizing and externalizing problems) were described using the Child Behaviour Checklists (CBCL) completed by the parents of preschool children (CBCL/1½-5; Achenbach & Rescorla, 2000) and school-age children (CBCL/6-18; Achenbach & Rescorla, 2001). The school-age group also answered the Youth Self-Report for ages 11-18 (YRS/11-18; Achenbach, 1991). The presence of other neurodevelopmental disorders, such as ADHD, was assessed by interviewing families with the Kiddie Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia, present life versions (K-SADS-PL; Kaufman et al., 1997).

### ***Anthropometric assessments***

In the second phase, a dietitian with first level accreditation from the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) collected anthropometric and nutritional data. Chest, waist, hip, mid-thigh and mid-upper arm circumferences were measured in cm using a SECA® elastic measuring tape to the nearest 1 mm. A SECA® stadiometer accurate to 0.1 mm (PERILB-STND) was used to measure height (cm), and a TANITA scale (BC 420SMA) to measure weight (kg). All the anthropometric assessments followed the international protocols (Cashin & Oot, 2018). Height and weight measures were used to calculate BMI (kg/m<sup>2</sup>). Height/length-for-age, weight-for-age and BMI-for-age were converted into z-scores with World Health Organization Anthro and Anthroplus ([WHO], 2009, 2010) which use the international WHO Child Growth Standards. The anthropometric measures and z-score health cutoff (standard deviation scores) were selected using international anthropometry and growth standards and references for age (from birth to 5 years of age and children/teenagers 5-19 years of age (de Onis et al., 2007; WHO, 2007). BMI-for-age was classified as *underweight* (< -1), *normal* ( $\leq -1 - \geq 1$ ), *overweight* (> 1 -  $\leq 2$ ) and *obesity* (> 2). Height-for-age was classified as *stunting* (< -2), *normal* ( $\geq -2 - \leq 2$ ) and *tall* (> 2).

The waist/height ratio (WHtR) was also calculated for both age groups. This index is a better predictor of abdominal obesity and overweight/obesity than BMI (Ashwell et al., 2012; Yoo, 2016). An index of 0.5 is generally considered to be a healthy cutoff point. Values over this score have been related to abdominal fat and consequently higher cardiovascular risk (CVR) (Ashwell et al., 2012). Finally, body composition (FM in kg and as a percentage) was also obtained by BIA in the school-age group, but not in children under 6 years old because it is not reliable.

### ***Food Consumption and the Spanish Quality Diet Index***

The weekly frequency of food consumption was obtained from a food frequency questionnaire validated in the Spanish population that included 45 different food items (Trinidad et al., 2008). The parents of all the participants in the study wrote down the weekly consumption frequency of all the items. These items were classified in the following key food groups: 1) *cereals*; 2) *vegetables*; 3) *fruit*; 4) *dairy-products*; 5) *poultry/fish/eggs*; 6) *legumes*; 7) *red/processed meat*; 8) *sweets/biscuits*; 9) *sweetened-beverages*.

The consumption of each food group was compared to the dietary guidelines of the Spanish Quality Diet Index (SQDI) (Norte & Ortiz, 2011), and given a score between 0 and 10 depending on how close it was to the recommendation. The maximum score on all these variables was 90 points from all 9 food groups. This score could be increased to 100 because 2 extra points were awarded to those who complied with the daily recommendations for

cereals, vegetables, fruit and dairy products groups, and/or 1 extra point was awarded to those who complied with the weekly recommendations for poultry/fish/eggs and legumes. The final SQDI scores were classified in:  $\geq 80$  *healthy*, 50-79 *needs to improve* and  $\leq 49$  *unhealthy*.

### **Physical activity**

We obtained information about sports and favourite free time activities (games or entertainments) from the CBCL/6-18 and YRS/11-18. These questionnaires provide information about the type of activity (sports and favourite free time activities) and how often school-age children spent doing them in comparison to their peers.

Sports and favourite free time activities were classified in four groups and given a quantitative score (3 = *intense*, 2= *moderate*, 1= *light* and 0 = *no activity*) considering the energy expenditure they require according to the Catalan Government's General Health Physical Exercise Prescription Guide (PEFS; Generalitat de Catalunya, 2007) Favourite free time activities were classified as *moderate* and *light/without activity*, and given scores of 1 and 0, respectively. Then, all sports and free time activities were multiplied by 1.5 if the parents' and child's perception was that the child was more active than his/her peers, and by 0.5 if they thought he/she was less active. Results from *light* sports activities and *moderate* free time activities were grouped together; moreover, results from non-sports activities and *no-activity* and/or *light* free time activities were also grouped together. The final score for physical activity (PA) ranged from 0 to 18 points, where 0 indicated the absence of activity and 18 the most intense activity.

### **Statistical analysis**

We described and compared the sociodemographic, dietary, psychological, and anthropometrical variables for each diagnosis group (ASD, subclinical ASD and TD) and age group (preschool-age and school-age children). We used chi-square analysis to compare the categorical variables and ANOVA to compare the quantitative variables. Before we used them, we confirmed the normality of the variables and the criteria for applying the statistical tests. Using the Enter method in all cases we performed multiple regressions (MR) to test which variables were associated with WHtR. To incorporate the clinical and subclinical ASD levels into the MR, we created the following dummy categories: the subclinical ASD dummy [TD and ASD diagnosis (0,1)] and the ASD dummy [TD and clinical ASD diagnosis (0,1)]. In the first model, the potential predictors were ASD and the subclinical ASD dummies, sex, age, socioeconomic level and SQDI data. In the second model, internalizing problems were added

to the previous regression. To the third model we added a variable that captured the interaction between the ASD dummy and the internalizing problem variables. We also carried out all MR models for both age groups separately. The models for school-age children included the PA variable. Data were analysed using SPSS Statistics 25.0.

## Results

### Sample characteristics

Table 1 presents the sociodemographic, dietary and psychological characteristics by age and ASD diagnosis status. There were more males in both groups (pre-school and school-age children) with ASD than in the TD group (81.6 % versus 56.5%, and 85.4% versus 57.6%, respectively). Children with ASD had lower scores on the SQDI (score = 57.07 for pre-schoolers and 56.84 for school-age children) than children with TD (61.66 and 60.08, respectively). A total of 45% of the school-age children with ASD were taking medication. In terms of psychological characteristics, the mean IQ score was in the normal range for all groups, but the groups with ASD had a significantly greater percentage in the low range. Overall, ASD severity (ADOS-2) was low-moderate. Children in the ASD group (ASD and subclinical) presented a high frequency of psychological problems and of comorbidity with ADHD

[Insert Table 1]

### Anthropometric data by age group and ASD diagnoses

Table 2 shows anthropometric measurements and indices by age and ASD diagnosis status. A greater percentage of pre-school children with ASD were classified as tall (height-for-age) than children with TD (13.2% versus 2.7%, respectively). In contrast, school-age children with ASD weighed more than other groups, and had greater BMIs than children with TD. Although no significant differences were found in BMI categories among the various ASD diagnosis statuses ( $p < .06$  between obesity and normal weight), the percentage of overweight/obesity was higher in school-age children with ASD (63.4%; 29.3% were obese) than in children with subclinical ASD (45%; 5% obese) and children with TD (46.3%; 19% obese). Likewise, while children with TD presented higher rates of overweight than obesity in both age groups, the pre-schoolers with ASD had higher rates of obesity than overweight. For BIA, no significant differences were found between children with ASD, subclinical ASD and TD, in both age groups.

Anthropometric results were not significantly different between boys and girls in all groups (data not shown). However, boys with ASD had a higher percentage of

overweight/obesity (46.9%; 22.7% were obese) than girls (38.5%; 23.1% were obese). Unlike children with ASD, the rate of overweight/obesity in boys with TD (37.3%; 13.9% were obese) was slightly lower than in girls (41.7%; 13.9% were obese). Thus, we observe that boys with ASD tend to be more overweight/obese than boys with TD, although the differences were not significant ( $p = .355$ ). We were unable to obtain results about differences among sexes by age because of the few girls with ASD in our sample. Significantly higher FM was found in girls than boys when the whole sample was compared by sex ( $M (SD)$  of % FM in girls = 24.27 (9.33) versus boys = 19.28 (8.11),  $p < .001$ ; and kg FM in girls = 11.80 (7.08) versus boys = 9.19 (6.55),  $p < .003$ ).

Significant differences between school-age children with ASD and children with TD were only found for waist and hip circumferences and not for other measures such as chest, mid-thigh or MUAC circumferences. The school-age children with ASD had higher values of WC than children with TD, but the hip circumference was lower in the subclinical group than in children with ASD and TD. WHtR was found to be higher in school-age children with ASD (score = 0.51) than in children with TD. This is related to higher CVR (found in 51.2% children with ASD). No significant differences in WHtR were found between sexes in either children with ASD or TD.

[insert Table 2.]

### **Multiple regressions: Variables associated to Waist/Height ratio**

WHtR is an important indicator of health so we tested whether ASD is associated with a high WHtR by running multiple regression analyses that included diagnosis, sex, socioeconomic level, SQDI, age, PA, and internalizing variables (Table 3). For the whole sample (pre-school and school-age children), the first model shows that ASD was associated ( $p = .004$ ) with higher WHtR. The second model shows that higher scores on internalizing problems were associated ( $p = .031$ ) with higher WHtR. The third model shows that interaction between the ASD dummy and internalizing problems were significantly associated ( $p = .013$  for ASD dummy;  $p = .027$  for internalizing problems). In terms of age groups, the MR results for the pre-schoolers were not significant (model 1:  $Rc^2*100 = -1.5\%$ ;  $F = .395$ ;  $p = .852$ ; model 2:  $Rc^2*100 = -1.9\%$ ;  $F = .364$ ;  $p = .901$ ; model 3:  $Rc^2*100 = -2.2\%$ ;  $F = .390$ ;  $p = .908$ ). For the school-age group, results were similar to those of the whole sample, and clinical ASD and internalizing problems were significantly associated with higher WHtR.

[Insert Table 3.]

## Discussion

The purpose of the present study was to compare anthropometric status using multiple measures and BIA in children with ASD (diagnosis and subclinical cases) and children with TD from a school population of two age groups (preschool and school-age). Additionally, we studied variables that may influence the anthropometric and health status of children with ASD such as disorder severity (diagnosis and subclinical ASD), emotional problems or ADHD (which involves major dysfunctions in emotional, behavioural and cognitive regulation), medication, sex, socioeconomic level and PA.

Results showed significant differences in body composition and anthropometric measures between children with and without ASD. In pre-schoolers, we found a higher percentage of tall individuals in groups with ASD versus TD, but no differences in weight (weight and z-score) or BMI (BMI and z-score). However, school-age children with ASD have higher body weight and BMI than children with TD. Our results agree with those of other authors who also found a higher prevalence of overweight and obesity in children with ASD (Zheng et al., 2017). Recent studies using BMI-for-age have also shown a higher prevalence of obesity (20% and 25.5%) and overweight (17% and 23.94%) in children with ASD between 7 and 12 (Liu et al., 2019) and 10 and 13 (Healy et al., 2019) years old, respectively. Our rates of overweight/obesity (63.4%) in school-age children with ASD were even higher than those found by these authors. Notwithstanding, previous results on age are heterogeneous. In the pre-school population, Levy et al. (2019) showed that children with ASD between 2.5 and 5.7 years old had 1.57 times more probability of being overweight/obese than children with TD (15.1% were overweight and 12.4% obese). A similar prevalence of overweight (15.7%) and obesity (10.0%) was found in a similar age sample (3.65-6.74 years old) by Sharp et al. (2018). The results of the present study also indicated similar percentages of overweight (10.5%) and obesity (15.8%) in preschool children with ASD although we found no differences with children with TD. In agreement with previous results, Wei et al. (2018) found no differences in BMI and weight in children between 2 and 5 years old with ASD and TD. The increase in overweight/obesity with age found here and elsewhere (Garcia-Pastor et al., 2018; Healy et al., 2019; Nor et al., 2019) suggests that rather than a physical constitutional trait of these children, it may be related to eating habits. In school-age children with ASD, we found values of BMI, WC, and WHtR that were significantly higher than in children with TD.

In terms of differences between sexes, our results were not significant, but the prevalence of overweight/obesity in boys was higher than in girls with ASD. In the population with ASD this higher prevalence in boys has also been shown by Meguid et al. (2014). Moreover,



García-Pastor et al. (2018) found that the rate of obesity in boys with ASD was higher than the rate of overweight, the opposite of what they found in the TD sample. In the current study, the higher prevalence of obesity compared to overweight was also observed in the population with ASD, but was more differentiated for girls.

As far as specific anthropometric measures are concerned, we found taller (height-for-age) preschool-age children with ASD than children with TD. This agrees with the findings of Siddiqi et al. (2018) but not with those of Wei et al. (2018) in pre-schoolers. However, we also found significant differences between children with ASD and children with TD in the whole sample, like other authors (Barnhill et al., 2017; Malhi et al., 2017; Setyowati et al., 2019). For the circumferences measured, our data support Meguid et al. (2014) who did not find any differences in MUAC between groups. In contrast, Samir and Patil (2018) found significantly higher circumferences in 5-10 year old children with ASD than in children with TD. We only observed greater hip circumferences in school-age children with subclinical ASD versus other groups, and higher WC in school-age children with ASD than in children with TD. Samir and Patil (2018) found higher values for both measures in a sample of 5-15 year olds with ASD and Castro et al. (2017) in a sample of  $10.5 \pm 4.1$  year olds.

BIA has been used by some studies to assess the body composition of children with ASD (Castro et al., 2017; García-Pastor et al., 2018). Although there seems to be a trend for children with ASD to have greater FM, in our study BIA was not different between the children with ASD, the children with subclinical ASD and the children with TD. These results agreed with the results of Castro et al. (2017) who reported that FM in children with ASD and children with TD was similar. García-Pastor et al. (2018) found that girls with ASD had a significantly higher percentage of body fat than boys. When we compared the whole sample by sex, we found a significantly higher prevalence of FM in girls than in boys, but not specifically in girls with ASD. In our study, a higher percentage of the sample with ASD were boys, which could explain the non-significant results found in the ASD diagnosis status by BIA.

WC and height were also used to screen for obesity and detect CVR in the subjects studied (WHtR). Although BMI is the most used index, it does not distinguish weight status from body fat (Almeida et al., 2016; Salehi et al., 2015; Yoo, 2016). WC is regarded as being better than BMI because it can predict abdominal obesity (Yoo, 2016). Nevertheless, the recommended index is WHtR because people with the same WC, but different height will have different CVRs (Ashwell et al., 2012; Yoo, 2016). When we used this ratio, our results show that school-age children with ASD had a higher CVR than children with TD. However, WHtR results in pre-school samples must be interpreted with caution. Although it is generally accepted in

children  $\geq 6$  years, it has not been validated in infants and pre-schoolers (Yoo, 2016). We found no differences in ASD diagnosis statuses at these ages.

The MR results showed that ASD diagnosis is associated with WHtR (CVR) in the whole sample and in school-age children. The reason for the greater central adiposity and obesity/overweight in children with ASD remains unknown but it may be due to the poor quality of the diet. Children with ASD often have eating problems or unusual dietary patterns such as food selectivity/refusal or sensory food aversion (46% - 89%) which make them limit their food consumption (Schmitt et al., 2008; Sharp et al., 2013; Zimmer et al., 2012). Frequent follow-up involving pharmacological treatment, specifically antipsychotics, in children with ASD could also contribute to weight gain (Barton et al., 2020; Bretler et al., 2019). However, in our sample only 5% of the school-age children with ASD were being treated with antipsychotics. Unlike previous studies, we found no significant differences in PA with the TD group. However, other issues such as excessive screen time make these children more prone to doing less PA and being more sedentary (Lane & Radesky, 2019; McCoy & Morgan, 2019; Srinivasan et al., 2014).

The MR results also showed that the higher scores on internalizing problems that are frequently found in children with ASD (Konst and Matson, 2014; Pisula et al. 2016) are associated with WHtR and CVR. Nevertheless, we found that both variables (ASD and internalized problems) were independent of each other, which indicates that the relation with CVR was not explained by the interaction between ASD and internalizing problems, but by the separate effect of each of them. Several authors have found an association between internalizing problems (such as anxiety and depression) and obesity/overweight problems (Amiri & Behnezhad, 2019; Aparicio et al., 2013; Canals et al., 2018). The presence of these manifestations in early adolescence may lead to a more sedentary lifestyle and an unhealthy dietary pattern based mostly on sweets and fats (cookies, snacks, fast food, etc.) (Aparicio et al., 2017; El Ansari et al., 2014), which has been reported to be a major risk factor in the development of obesity and cardiovascular diseases (Ludwing et al., 2018; Makarem et al., 2018). Therefore, the co-occurrence of autism and internalizing problems may be considered to be a risk factor for developing health problems such as obesity and greater CVR.

The strengths of this study are that the results were obtained from a representative sample of pre-school and school-age children. We classified children with ASD into two different levels (diagnosis and ASD subclinical, the second of which has been studied very little to date) and controlled for such potential confounders as ethnicity, socioeconomic level, psychological and psychopathological data, diet and PA. As far as assessment is concerned,

although various studies have analysed weight status among children with autism, only a few of them have combined different anthropometry and body composition indexes in this population. One of the limitations of the study is that, being a community population study, not many of the subjects had been diagnosed with ASD even though our sample was large. We also had a low proportion of girls with ASD, so we were unable to obtain results on differences between the sexes. Future research should include a wide range of valid antropometrical methods, not just the commonly used BMI, to obtain more accurate results. It is also important that researchers monitor the presence of psychopathological comorbidities and other medical problems, especially the presence of internalized problems in children with ASD profiles. Finally, we think that the considerable amount of data showing higher rates of overweight/obesity in this population, and the associated CVR, shows that there is a need to develop specific prevention and intervention programmes.

In conclusion, this study provided further evidence on the differences in anthropometric data between children with ASD and TD, and analysed the association with physical and psychological factors that may condition *their anthropometric development*. Children with ASD from both age groups had a lower diet quality. In pre-schoolers, there were no substantial differences in anthropometric characteristics, although children with ASD tended to be taller than children with TD. In school-age children with ASD, and particularly in boys, the rate of overweight/obesity was higher than in TD although differences were not significant. For BIA, no significant differences were found. However, school-age children with ASD had a higher BMI, WC, WHtR and CVR than children with TD. ASD and internalizing problems were associated with greater CVR, independently of other controlled variables.

### References

- Achenbach, T.M. (1991). *Manual for the Youth Self-Report and 1991 Profile*. University of Vermont, Department of Psychiatry.
- Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2000). *Manual for the ASEBA Preschool Forms and Profiles*. University of Vermont, Research Center for Children, Youth, & Families.
- Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2001). *Manual for the ASEBA School-Age Forms and Profiles*. Burlington, VT: University of Vermont, Research Center for Children, Youth, & Families.
- Almeida, S. M., Furtado J. M., Mascarenhas, P., Ferraz, M. E., Silva, L. R., Ferreira, J. C., Monteiro, M., Vilanova, M., Ferraz, F. P. (2016). Anthropometric predictors of body fat in

a large population of 9-year-old school-aged children. *Obesity science & practice*, 2(3), 272-281. DOI:10.1002/osp4.51

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.).

Amiri, S., & Behnezhad, S. (2019). Obesity and anxiety symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Neuropsychiatrie*, 33(2), 72-89. <https://doi.org/10.1007/s40211-019-0302-9>

Aparicio, E., Canals, J., Voltas, N., Hernández-Martínez, C., & Arija, V. (2013). Emotional psychopathology and increased adiposity: follow-up study in adolescents. *Journal of adolescence*, 36(2), 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2012.12.003>

Aparicio, E., Canals, J., Voltas, N., Valenzano, A., & Arija, V. (2017). Emotional Symptoms and Dietary Patterns in Early Adolescence: A School-Based Follow-up Study. *Journal of Nutrition Education and Behaviour*, 49(5), 405-414. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.01.015>

Ashwell, M., Gunn, P., & Gibson S. (2012). Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews: International Association for the Study of Obesity*, 13(3), 275-286. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x>

Barton, B. B., Segger, F., Fischer, K., Obermeier, M., & Musil, R. (2020). Update on weight-gain caused by antipsychotics: a systematic review and meta-analysis. *Expert opinion on drug safety*, 19(3), 295–314. <https://doi.org/10.1080/14740338.2020.1713091>

Bretler, T., Weisberg, H., Koren, O., & Neuman, H. (2019). The effects of antipsychotic medications on microbiome and weight gain in children and adolescents. *BMC medicine*, 17(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1346-1>

Barnhill, K., Gutierrez, A., Ghossainy, M., Marediya, Z., Marti, C. N., & Hewitson, L. (2017). Growth status of children with autism spectrum disorder: a case-control study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 30(1), 59-65. <https://doi.org/10.1111/jhn.12396>

Bicer, A. H., & Alsaffar, A. A. (2013). Body mass index, dietary intake and feeding problems of Turkish children with autism spectrum disorder (ASD). *Research in developmental disabilities*, 34(11), 3978–3987. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.08.024>

- Broder-Fingert, S., Brazauskas, K., Lindgren, K., Iannuzzi, D., & Van Cleave, J. (2014). Prevalence of Overweight and Obesity in a Large Clinical Sample of Children with Autism. *Academic Pediatrics, 14*(4), 408-414. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2014.04.004>
- Canals-Sans, J., Blanco-Gómez, A., Luque, V., Ferré, N., Morales-Hidalgo, P., Closa-Monasterolo, R., & Escribano, J. (2018). Association between psychological problems and overweight and obesity in school children. *Revista de psicopatología y psicología clínica, 23*(1), 25-34. <https://doi.org/10.5944/rppc.vol.23.num.1.2018.19758>
- Carlsson, L. H., Norrelgen, F., Kjellmer, L., Westerlund, J., Gillberg, C., & Fernell, E. (2013). Coexisting disorders and problems in preschool children with autism spectrum disorders. *The Scientific World Journal, 2013*, Article 213979. <https://doi.org/10.1155/2013/213979>
- Cashin, K., & Oot, L. (2018). *Guide to Anthropometry: A Practical Tool for Program Planners, Managers, and Implementers*. Food and Nutrition Technical Assistance III Project (FANTA)/ FHI 360. <https://www.fantaproject.org/sites/default/files/resources/FANTA-Anthropometry-Guide-May2018.pdf>
- Castro, K., Faccioli, L. S., Baronio, D., Gottfried, C., Perry, I. S., & Riesgo, R. (2017). Body composition of patients with autism spectrum disorder through bioelectrical impedance. *Nutrición hospitalària, 34*(4), 875-879. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.210>
- Croen, L. A., Zerbo, O., Qian, Y., Massolo, M. L., Rich, S., Sidney, S., & Kripke, C. (2015). The health status on adults on the autism spectrum. *Autism, 19*(7), 814-823. <https://doi.org/10.1177/1362361315577517>
- de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization, 85*, 660-667. <https://www.scielosp.org/pdf/bwho/2007.v85n9/660-667/en>.
- El Ansari, W., Adetunji, H., & Oskrochi R. (2014). Food and mental health: relationship between food and perceived stress and depressive symptoms among university students in the United Kingdom. *Central European Journal of Public Health, 22*(2), 90-97. <https://doi.org/10.21101/cejph.a3941>
- Esposito, M., Sloan, J., Nappo, R., Fadda, R., Fotia, F., Napoli, E., Mazzone, L., Valeri, G., & Vicari, E. S. (2019). Sensory Processing, Gastrointestinal Symptoms and Parental Feeding Practices in The Explanation of Food Selectivity: Clustering Children with and Without

Autism. *International Journal of Autism & Related Disabilities*, Article IJARD-120. DOI: 10.29011/IJARD-120. 000020

Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010). Motor Coordination in Autism Spectrum Disorders: A Synthesis and Meta-Analysis. *Journal of autism and developmental disorders*, 40(10), 1227-1240. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3>

Garcia-Pastor, T., Salinero, J. J., Theirs, C. I., & Ruiz-Vicente, D. (2019). Obesity Status and Physical Activity Level in Children and Adults with Autism Spectrum Disorders: A Pilot Study. *Journal of autism and developmental disorders*, 49(1), 165-172. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3692-9>

Generalitat de Catalunya. (2007). *Guia de prescripció d'exercici físic per a la salut* (PEFS). Barcelona: Direcció General de Salut Pública. <http://hdl.handle.net/11351/3541>.

Gotham, K., Pickles, A., & Lord, C. (2009). Standardizing ADOS scores for a measure of severity in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(5), 693-705. doi: 10.1007/s10803-008-0674-3

Healy, S., Aigner, C. J., & Haegele, J. A. (2019). Prevalence of overweight and obesity among US youth with autism spectrum disorder. *Autism*, 23(4), 1046-1050. <https://doi.org/10.1177/1362361318791817>

Hirvikoski, T., Mittendorfer-Rutz, E., Boman, M., Larsson, H., Lichtenstein, P., & Bölte, S. (2016). Premature mortality in autism spectrum disorder. *The British journal of psychiatry: the journal of mental science*, 208(3), 232-238. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.160192>

Hollingshead, A. B. (2011). Four Factor Index of Social Status. *Yale Journal of Sociology*, 8, 21-52.

Hyman, S. L., Stewart, P. A., Schmidt, B., Cain, U., Lemcke, N., Foley, J. T., Peck, R., Clemons, T., Reynolds, A., Johnson, C., Handen, B., James, S. J., Courtney, P. M., Molloy, C., & Ng, P. K. (2012). Nutrient intake from food in children with autism. *Pediatrics*, 130, 145-153. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-0900L>

Kamal Nor, N., Ghozali, A. H., & Ismail, J. (2019). Prevalence of Overweight and Obesity Among Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder and Associated Risk Factors. *Frontiers in Pediatrics*, 7, 38. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00038>

- Kaufman, J., Birmaher, B., Brent, D., Rao, U., Flynn, C., Moreci, P., Williamson, D., & Ryan, N. (1997). Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL): Initial reliability and validity data. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(7), 980-988. <https://doi.org/10.1097/00004583-199707000-00021>
- Konst, M. J., & Matson, J. L. (2013). Comorbid psychopathology symptom rates in infants and toddlers with Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(2), 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.10.011>
- Lane, R., & Radesky, J. (2019). Digital Media and Autism Spectrum Disorders: Review of Evidence, Theoretical Concerns, and Opportunities for Intervention. *Journal of developmental and behavioural pediatrics*, 40(5), 364-368. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000664>
- Levy, S. E., Pinto-Martin, J. A., Bradley, C. B., Chittams, J., Johnson, S. L., Pandey, J., Pomykacz, A., Ramirez, A., Reynolds, A., Rubenstein, E., Schieve, L. A., Shapira, S. K., Thompson, A., Young, L., & Kral, T. V. E. (2019). Relationship of Weight Outcomes, Co-Occurring Conditions, and Severity of Autism Spectrum Disorder in the Study to Explore Early Development. *The Journal of pediatrics*, 205, 202-209. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.09.003>
- Lip, S. Z. L., Chillingworth, A., & Wright C. M. (2018). Prevalence of under and over weight in children with neurodisability, using body composition measures. *European journal of clinical nutrition*, 72, 1451-1454. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0168-0>
- Liu, T., Kelly, J., Davis, L., & Zamora, K. (2019). Nutrition, BMI and Motor Competence in Children with Autism Spectrum Disorder. *Medicina*, 55(5), 135. <https://doi.org/10.3390/medicina55050135>
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P., Risi, S., Gotham, K., & Bishop, S. (2012). Autism diagnostic observation schedule-(ADOS-2). Los Angeles: Western Psychological Corporation.
- Ludwig, D. S., Astrup, A., Bazzano, L. A., Ebbeling, C. B., Heymsfield, S. B., King, J. C., & Willett, W. C. (2019). Ultra-Processed Food and Obesity: The Pitfalls of Extrapolation from Short Studies. *Cell metabolism*, 30(1), 3-4. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.06.004>
- Makarem, N., Bandera, E. V., Nicholson, J. M., & Parekh, N. (2018). Consumption of Sugars, Sugary Foods, and Sugary Beverages in Relation to Cancer Risk: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Annual Review of Nutrition*, 38(1), 17-39

- Maenner, M. J., Shaw K. A., Baio, J., Washington, A., Patrick, M., DiRienzo, M., Christensen, D. L., Wiggins, L. D., Pettygrove, S., Andrews, J. G., Lopez, M., Hudson, A., Baroud, T., Schwenk, Y., White, T., Rosenberg, C. R., Lee, L., Harrington, R. A., Huston, M., ... Dietz, P. M. (2020). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries*, 69(16), 1–12. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss6904a1>
- Malhi, P., Venkatesh, L., Bharti, B., & Singhi, P. (2017). Feeding Problems and Nutrient Intake in Children with and without Autism: A Comparative Study. *The Indian Journal of Pediatrics*, 84(4), 283-288. <https://doi.org/10.1007/s12098-016-2285-x>
- Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Mari-Sanchis, A., Morales-Suárez-Varela, M. (2015). Anthropometric measures of Spanish children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 9, 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.09.013>
- Matheson, B. E., & Douglas, J. M. (2017). Overweight and obesity in children with Autism Spectrum Disorder (ASD): a critical review investigating the development, and maintenance of this relationship. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 4, 4142–4156. <https://doi.org/10.1007/s40489-017-0103-7>
- McCoy, S. M., & Morgan, K. (2019). Obesity, physical activity, and sedentary behaviors in adolescents with autism spectrum disorder compared with typically developing peers. *Autism*, 24(2), 387-399. <https://doi.org/10.1177/1362361319861579>
- Meguid, N. A., Kandeel, W. A., Wakeel, K. E., & El-Nofely, A. A. (2014). Anthropometric assessment of a Middle Eastern group of autistic children. *World Journal of Pediatrics*, 10(4), 318-323. <https://doi.org/10.1007/s12519-014-0510-0>
- Morales-Hidalgo, P., Hernández-Martínez, C., Voltas, N., & Canals, J. (2017). EDUTEA: A DSM-5 teacher screening questionnaire for autism spectrum disorder and social pragmatic communication disorder. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 17(3), 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp .2017.05.002>
- Norte, A. I. N., & Ortiz, R. M. (2011). Calidad de la dieta española según el índice de alimentación saludable. *Nutrición hospitalaria*, 26(2), 330-336.
- Pisula, E., Pudło, M., Słowińska, M., Kawa, R., Strząska, M., Banasiak, A., & Wolańczyk, T. (2017). Behavioral and emotional problems in high-functioning girls and boys with autism



spectrum disorders: Parents' reports and adolescents' self-reports. *Autism*, 21(6), 738-748. <https://doi.org/10.1177/1362361316675119>

Rithika, P. H., & Sushma, B. V. (2019). Correlates of Dietary Profile, Nutritional, and Health status among children with reference to autism spectrum disorder. *International Journal of Biological & Medical Research*, 10(3), 6828-6832.

Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2003). *Autism Diagnostic Interview Revised. Manual ADI-R*. Los Angeles: Western Psychological Services.

Salazar, F., Baird, G., Chandler, S., Tseng, E., O'sullivan, T., Howlin, P., Pickles, A., & Simonoff, E. (2015). Co-occurring psychiatric disorders in preschool and elementary school-aged children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(8), 2283-2294.

<https://doi.org/10.1007/s10803-015-2361-5>

Salehi, H., Aghanoori, M. R., Shahmohammadlu, S., Hosseini, B., Mitchell, S. E., Mahmudi, M., & Djafarian, K. (2015). Body composition in Iranian boys with autism spectrum disorders. *Paediatrica Croatica*, 59(3), 159-65. <http://dx.doi.org/10.13112/PC.2015.24>

Samir, M., & Patil, R. (2018). Nutritional status of autistic and totally developing children in Mumbai. *International Journal of Current Research*, 10(6), 70402-70406. <https://doi.org/10.24941/ijcr.31111.06.2018>.

Schmitt, L., Heiss, C. J., & Campbell, E. E. (2008). A comparison of nutrient intake and eating behaviors of boys with and without autism. *Topics in Clinical Nutrition*, 23(1), 23-31. doi: 10.1097/01.TIN.0000312077.45953.6c

Scott, F. J., Baron-Cohen, S., Bolton, P., & Brayne, C. (2002). The CAST (Childhood Asperger Syndrome Test) preliminary development of a UK screen for mainstream primary-school-age children. *Autism*, 6(1), 9-31. <https://doi.org/10.1177/1362361302006001003>

Setyowati, D., Prasetyo, B., & Husada, D. (2019). Differences in Growth of Children with Autism and Normal in Surabaya, Indonesia. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 10(7), 899-903 in growth of children with autism and normal in Surabaya. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.01692.9>

Sharp, W. G., Berry, R. C., McCracken, C., Nuhu, N. N., Marvel, E., Saulnier, C. A., Klin, A., Jones, W., & Jaquess, D. L. (2013). Feeding problems and nutrient intake in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis and comprehensive review of the

literature. *Journal of autism and developmental disorders*, 43(9), 2159–2173.  
<https://doi.org/10.1007/s10803-013-1771-5>

Sharp, W. G., Postorino, V., McCracken, C. E., Berry, R. C., Criado, K. K., Burrell T. L., & Scahill, L. (2018). Dietary Intake, Nutrient Status, and Growth Parameters in Children with Autism Spectrum Disorder and Severe Food Selectivity: An Electronic Medical Record Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(10), 1943-1950.  
<https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.05.005>

Siddiqi, S., Urooj, A., & D'Souza, M. J. (2019). Dietary Patterns and Anthropometric Measures of Indian Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 19, 1586-1598. <https://doi.org/10.1080/19490976.2020.1748258>

Srinivasan, S. M., Pescatello, L. S., & Bhat, A. N. (2014). Current perspectives on physical activity and exercise recommendations for children and adolescents with autism spectrum disorders. *Physical therapy*, 94(6), 875-889. doi: 10.2522/ptj.20130157

Trinidad I. R., Fernández, J. B., Cucó, G. P., Biarnés, E. J. & Arijá, V. V. (2008). Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto: reproducibilidad y validez. *Nutrición Hospitalaria*, 23(3), 242-252.

Turan, S., & Akay, A. P. (2019). The effects of stimulants on eating patterns in children and adolescents with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of mind and medical sciences*, 6(2). DOI 10.22543/7674.62.P253260

Vaillancourt, T., Haltigan, J. D., Smith, I., Zwaigenbaum, L., Szatmari, P., Fombonne, E., Waddell, C., Duku, E., Mirenda, P., Georgiades, S., Bennett, T., Volden, J., Elsabbagh, M., Roberts, W., & Bryson, S. (2017). Joint trajectories of internalizing and externalizing problems in preschool children with autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, 29(1), 203-214. <https://doi.org/10.1017/S0954579416000043>

Voulgarakis, H., Bendell-Estroff, D., & Field, T. (2017). Prevalence of obesity and autism spectrum disorder. *Behavioural Development Bulletin*, 22(1), 209-214.  
<http://dx.doi.org/10.10377bdb0000054>

Wechsler, D. (Adapters: Corral, S., Arribas, D., Santamaría, P., Sueiro, M. J., & Pereña, J. (2005). *Wechsler Intelligence Scale for Children –fourth edition technical and interpretive manual*. TEA Ediciones.

- Wechsler, D. (Adapters: I+D Department of Pearson Clinical & Talent Assessment). (2014). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence –fourth edition technical manual and interpretive manual*. Pearson Clinical & Talent Assessment.
- Wei, H., Cheng, Q., Mei, Q., Zhang, X., Chen, Li., Liu, X., Dai, Y., Yu, T., Li, Y., Zhang, Y., Chen, J., Miao, Y., & Li, T. (2018). Head circumference, body growth and development quotient in autism spectrum disorders are related in Chongqing, China. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 54, 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.07.003>
- World Health Organization. (2007). *WHO Growth Standards: Head Circumference-for-Age, Arm Circumference-for-Age, Triceps Skinfold-for-Age and Subscapular Skinfold-for-Age: Methods and Development*. [https://www.who.int/childgrowth/standards/second\\_set/technical\\_report\\_2/en/](https://www.who.int/childgrowth/standards/second_set/technical_report_2/en/)
- World Health Organization. (2009). *WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents*. <http://www.who.int/growthref/tools/en/>
- World Health Organization. (2010). *WHO Anthro for personal computers, version 3.2.2, 2011: Software for assessing growth and development of the world's children*. <http://www.who.int/childgrowth/software/en/>
- Xu, M., Xu, X., Li, J., & Li, F. (2019). Association Between Gut Microbiota and Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 473. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00473>
- Yoo, E. (2016). Waist-to-height ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean Journal of Pediatrics*, 59(11), 425-431. doi: 10.3345/kjp.2016.59.11.425
- Zheng, Z., Zhang, L., Li, S., Zhao, F., Wang, Y., Huang, L., J. Zou, R., Qu, Y., & Mu, D. (2017). Association among obesity, overweight and autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 7(1), 11697. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12003-4>
- Zimmer, M. H., Hart, L. C., & Manning-Courtney, P. (2012). Food variety as a predictor of nutritional status among children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(4), 549–556. <http://doi.org/10.1007/s10803-011-1268-z>

Table 1.

Sociodemographic, diet and psychological characteristics by age and ASD diagnosis

	Preschool-age children				School-age Children			
	ASD <sup>a</sup> (n=38)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=22)	TD <sup>c</sup> (n=147)	P	ASD <sup>a</sup> (n=41)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=20)	TD <sup>c</sup> (n=205)	P
Age (years) <sup>†</sup>	5.04 (0.67)	4.80 (0.39)	5.09 (0.51)	.052	11.19 (1.48)	10.95 (0.53)	11.04 (0.52)	.423
Sex (males) (%) <sup>†</sup>	81.6 (31)	68.2 (15)	56.5 (83)	.014 (.005) <sup>bc</sup>	85.4 (35)	85.0 (17)	57.6 (118)	.000 (.001) <sup>bc</sup> (.017) <sup>bc</sup>
Ethnicity/Race (%) <sup>†</sup>								
Autochthon	84.2 (32)	95.5 (21)	74.1 (109)	.048 (.027) <sup>bc</sup>	87.8 (36)	80.0 (6)	86.3 (177)	.694
Hollingshead classification (%) <sup>†</sup>								
Low	21.1 (8)	22.7 (5)	12.2 (18)		9.8 (4)	35.0 (7)	15.6 (32)	
Medium	52.6 (20)	54.5 (12)	66.0 (97)	.416	65.9 (27)	55.0 (11)	61.5 (126)	.125 (.04) <sup>ab</sup>
High	26.3 (10)	22.7 (5)	21.8 (32)		24.4 (10)	10.0 (2)	22.9 (47)	
Spanish Quality Diet Index (Score) <sup>‡</sup>	57.07 (10.80)	61.05 (9.63)	61.66 (7.20)	.012 (.020) <sup>bc</sup>	56.84 (8.93)	64.50 (8.24)	60.08 (6.31)	.000 (.032) <sup>bc</sup> (.002) <sup>ab</sup> (.034) <sup>bc</sup>
Physical activity (Score) <sup>‡</sup>	-	-	-	-	3.79 (2.90)	2.95 (2.08)	4.66 (2.65)	.009 (.018) <sup>bc</sup>
Medication use (%) <sup>†</sup>								
Stimulant	2.6 (1)	-	-		22.5 (9)	20.0 (4)	-	.000 (<.001) <sup>bc</sup>
Antipsychotic	-	-	-	.155 (.043) <sup>bc</sup>	5.0 (2)	-	-	
Other	7.9 (3)	4.5 (1)	3.4 (5)		17.5 (7)	5.0 (1)	4.4 (9)	
ADHD Comorbidity <sup>†</sup>								
Subclinical	7.9 (3)	22.7 (5)	-	.000 (.001) <sup>bc</sup>	7.3 (3)	15.0 (3)	-	.000 (<.001) <sup>bc</sup>
Clinical	21.1 (8)	22.7 (5)	-		36.6 (15)	45.0 (9)	-	

**Table 1.**

*Continued*

<b>Intelligent Quotient (WISC/WPPSI) (Score)<sup>†</sup></b>	91.70 (16.40)	89.76 (17.35)	100.65 (15.29)	.001 (.046) <sup>pc</sup> (.002) <sup>bc</sup>	97.14 (17.14)	97.80 (18.04)	103.80 (16.06)	.036 (.024) <sup>pc</sup>
Intelligent Quotient categories (%) <sup>†</sup>								
<i>Low</i>	40.7 (11)	42.9 (9)	18.4 (27)	.022 (.035) <sup>pc</sup> (.028) <sup>bc</sup>	27.8 (10)	40.0 (8)	16.6 (34)	.033 (.037) <sup>pc</sup>
<i>Medium</i>	37.0 (10)	42.9 (9)	50.3 (74)		52.8 (19)	35.0 (7)	46.3 (95)	
<i>High</i>	22.2 (6)	14.3 (3)	31.3 (46)		19.4 (7)	25.0 (5)	37.1 (76)	
<b>ADOS-2 severity score<sup>‡</sup></b>	5.50 (1.87)	3.36 (1.43)	1.43 (0.99)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/ob/bc</sup>	5.12 (2.10)	3.65 (1.69)	1.21 (0.65)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup> (.008) <sup>pb</sup>
<b>CBCL 1½-5/CBCL 6-18<sup>‡</sup></b>								
<i>Internalizing problems</i>	70.80 (9.90)	64.19 (6.03)	54.43 (11.19)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup> (.003) <sup>pb</sup>	64.40 (9.82)	63.70 (7.91)	52.88 (9.40)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup>
<i>Externalizing problems</i>	65.97 (11.43)	63.05 (9.36)	52.70 (10.46)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup>	56.20 (11.19)	56.95 (11.49)	48.31 (8.83)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup>
<i>Total problems</i>	70.46 (11.48)	65.86 (6.84)	54.25 (11.43)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup>	64.43 (8.81)	62.80 (9.80)	49.77 (9.31)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup>
<b>ADI-R<sup>‡</sup></b>								
<i>ADIR A</i>	12.69 (5.44)	9.14 (5.69)	1.73 (1.64)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup> (.025) <sup>pb</sup>	14.39 (7.08)	6.89 (2.69)	1.84 (2.10)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/ob/bc</sup>
<i>ADIR B</i>	9.47 (3.43)	6.18 (4.01)	1.37 (1.56)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup> (.002) <sup>pc</sup>	12.00 (4.45)	5.53 (2.74)	1.53 (1.67)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/ob/bc</sup>
<i>ADIR C</i>	4.38 (2.03)	2.32 (1.67)	0.73 (0.98)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/ob/bc</sup>	3.90 (2.56)	2.53 (1.12)	0.49 (0.79)	.000 ( $<.001$ ) <sup>pc/bc</sup> (.012) <sup>pb</sup>

<sup>†</sup>Mean (SD)/Score or <sup>‡</sup>Percentage (n). ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Typical Development; ADHD: Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder; ADOS: Autism Diagnostic Observational Schedule; WISC: Wechsler

Intelligence Scales for Children; WPPSI: Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence; CBCL/1½-5 and CBCL/6-18: Child Behaviour Checklist/1½-5 and /6-18; ADIR: Autism Diagnostic Interview-Revised. *P* < .05

**Table 2.**

*Anthropometrical measurements and indices by age group and ASD diagnosis*

	Preschool-age children				School-age children			
	ASD <sup>a</sup> (n=38)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=22)	TD <sup>c</sup> (n=147)	P	ASD <sup>a</sup> (n=41)	SUBCLINICAL <sup>b</sup> (n=20)	TD <sup>c</sup> (n=205)	P
<b>Weight (kg)<sup>‡</sup></b>	20.30 (5.55)	19.23 (4.23)	19.70 (4.05)	.623	48.15 (15.90)	40.94 (11.41)	43.37 (11.03)	.034
Weight-for-age (z-score) <sup>‡</sup>	0.51 (1.51)	0.38 (1.43)	0.30 (1.17)	.668	-	-	-	-
Weight-for-age categories (%) <sup>†</sup>								
Underweight	13.5 (5)	4.5 (1)	8.8 (13)	.655	-	-	-	-
Normal weight	59.5 (22)	68.2 (15)	70.1 (103)		-	-	-	-
<b>Height (cm)<sup>‡</sup></b>	111.97 (7.59)	109.67 (7.07)	111.22 (6.31)	.433	149.06 (11.98)	146.45 (11.30)	147.87 (7.86)	.538
Height-for-age (z-score) <sup>‡</sup>	0.40 (1.33)	0.10 (1.40)	0.14 (1.13)	.406	0.53 (1.18)	0.36 (1.59)	0.47 (1.21)	.888
Height-for-age categories (%) <sup>†</sup>								
Stunting	2.6 (1)	-	2.0 (3)	.017	2.4 (1)	-	1.5 (3)	
Normal	84.2 (32)	81.8 (18)	95.2 (140)	(.027) <sup>pc</sup>	87.8 (36)	90.0 (18)	90.7 (186)	.937
Tall height	13.2 (5)	18.2 (4)	2.7 (4)	(.005) <sup>pc</sup>	9.8 (4)	10.0 (2)	7.8 (16)	
<b>Body Mass Index (kg/m<sup>2</sup>)<sup>‡</sup></b>	16.10 (2.30)	16.06 (1.94)	15.94 (2.16)	.908	21.17 (4.16)	19.25 (3.69)	19.72 (3.94)	.077 (.034) <sup>pc</sup>
Body Mass Index-for-age (z-score) <sup>‡</sup>	0.37 (1.43)	0.50 (1.23)	0.31 (1.32)	.802	1.20 (1.24)	0.54 (1.48)	0.72 (1.36)	.082 (.036) <sup>pc</sup>
Body Mass Index-for-age categories (%) <sup>†</sup>								
Underweight	13.2 (5)	-	14.3 (21)		7.3 (3)	10.0 (2)	13.2 (27)	
Normal weight	60.5 (23)	68.2 (15)	56.5 (83)	.174	29.3 (12)	45.0 (9)	40.5 (83)	.246
Overweight	10.5 (4)	18.2 (4)	22.4 (33)		34.1 (14)	40.0 (8)	27.3 (56)	
Obesity	15.8 (6)	13.6 (3)	6.8 (10)		29.3 (12)	5.0 (1)	19.0 (39)	

**Table 2**

*Continued*

<b>Chest circumference (cm)<sup>‡</sup></b>	58.18 (6.56)	57.00 (4.22)	57.09 (4.03)	.489	75.61 (9.37)	74.04 (7.71)	75.66 (8.75)	.730
<b>Waist circumference (cm)<sup>‡</sup></b>	56.86 (7.86)	55.76 (5.47)	55.72 (5.11)	.549	76.29 (12.21)	71.65 (10.34)	70.84 (10.09)	.011 (.003) <sup>pc</sup>
<b>Hip circumference (cm)<sup>‡</sup></b>	60.26 (7.58)	58.51 (5.89)	59.73 (5.63)	.571	82.08 (9.99)	70.46 (18.64)	80.48 (9.72)	.000 (.010) <sup>ab</sup> (.028) <sup>bc</sup>
<b>Mid-Upper Arm circumference (cm)<sup>‡</sup></b>	19.13 (2.28)	18.54 (2.37)	18.86 (2.07)	.628	24.80 (3.64)	25.35 (4.80)	24.41 (3.42)	.491
<b>Mid-thigh circumference (cm)<sup>‡</sup></b>	32.79 (4.44)	30.92 (3.03)	33.03 (4.45)	.105	44.83 (4.98)	43.93 (4.64)	45.93 (6.40)	.298
<b>Waist/Height ratio (cm/m)<sup>‡</sup></b>	0.51 (0.06)	0.51 (0.04)	0.50 (0.04)	.625	0.51 (0.06)	0.49 (0.06)	0.48 (0.06)	.013 (.004) <sup>pc</sup>
Waist/Height ratio categories (%) <sup>†</sup>								
<i>Healthy score</i>	50.0 (19)	45.5 (10)	53.1 (78)		48.8 (20)	55.0 (11)	66.3 (136)	.079 (.004) <sup>pc</sup>
<i>High score (Cardiovascular Risk)</i>	50.0 (19)	54.5 (12)	46.9 (69)	.782	51.2 (21)	45.0 (9)	33.7 (69)	
<b>Bioimpedance analysis (Fat Mass)<sup>‡</sup></b>								
Kilograms	-	-	-	-	11.43 (7.39)	9.30 (6.84)	9.92 (6.73)	.384
Percentage	-	-	-	-	21.82 (8.80)	20.96 (8.06)	20.86 (8.99)	.824

<sup>‡</sup>Mean (SD)/Score or <sup>†</sup>Percentage (n); ASD: Autism Spectrum Disorder; TD: Typical Development. *P* < .05

**Table 3.**

*Variables related to Waist/Height ratio*

	Total sample				School-age children			
	$\beta$	t	P	Model	$\beta$	t	P	Model
<b>MODEL 1</b>								
Clinical ASD Dummy <sup>†</sup>	0.139	2.873	.004		0.193	2.968	.003	
Subclinical ASD Dummy <sup>†</sup>	0.026	0.548	.584		-0.025	-0.380	.704	
Gender <sup>†</sup>	0.052	1.088	.277	Rc <sup>2</sup> *100=4.5%; F=4.543; p < .001	0.097	1.484	.139	Rc <sup>2</sup> *100=5.2%; F=3.239; p = .004
Socioeconomic level <sup>†</sup>	0.089	1.907	.057		0.134	2.118	.035	
SQDI <sup>‡</sup>	0.064	1.357	.175		0.089	1.355	.177	
Age <sup>†</sup>	-0.156	-3.369	.001		-	-	-	
PA <sup>†</sup>	-	-	-		-0.08	-1.221	.223	
<b>MODEL 2</b>								
Clinical ASD Dummy <sup>†</sup>	0.093	1.738	.083		0.127	1.820	.070	
Subclinical ASD Dummy <sup>†</sup>	0.002	0.039	.969		-0.084	-1.208	.228	
Gender <sup>†</sup>	0.042	0.890	.374	Rc <sup>2</sup> *100=5.5%; F=4.692; p < .001	0.091	1.400	.163	Rc <sup>2</sup> *100=8.2%; F=4.095; p < .001
Socioeconomic level <sup>†</sup>	0.06	1.277	.202		0.092	1.461	.145	
SQDI <sup>‡</sup>	0.073	1.545	.123		0.122	1.863	.064	
Age <sup>†</sup>	-0.151	-3.249	.001		-	-	-	
PA <sup>†</sup>	-	-	-		-0.101	-1.571	.118	
Internalizing problems <sup>†</sup>	0.117	2.158	.031		0.202	2.847	.005	
<b>MODEL 3</b>								
Clinical ASD Dummy <sup>†</sup>	0.162	2.483	.013		0.169	2.085	.038	
Subclinical ASD Dummy <sup>†</sup>	-0.01	-0.209	.834		-0.092	-1.316	.189	
Gender <sup>†</sup>	0.041	0.869	.385		0.092	1.422	.156	
Socioeconomic level <sup>†</sup>	0.062	1.312	.190	Rc <sup>2</sup> *100=6.0%; F=4.554; p < .001	0.09	1.435	.153	Rc <sup>2</sup> *100=8.3%; F=3.714; p < .001
SQDI <sup>‡</sup>	0.071	1.495	.136		0.112	1.700	.090	
Age <sup>†</sup>	-0.159	-3.416	.001		-	-	-	
PA <sup>†</sup>	-	-	-		-0.102	-1.581	.115	
Internalizing problems <sup>†</sup>	0.119	2.196	.029		0.205	2.883	.004	
Interaction among clinical ASD diagnosis and internalizing problems <sup>†</sup>	-0.112	-1.847	.065		-0.079	-1.019	.309	

<sup>†</sup>Categorical and <sup>‡</sup>Continuous variables. ASD: Autism Spectrum Disorder; SQDI: Spanish Quality Diet Index; PA: Physical Activity. P < .05



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## **DISCUSSIÓ**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

L'objectiu d'aquesta tesi va ser valorar l'estat nutricional de nens/es d'educació infantil i d'educació primària amb TEA a partir de la valoració alimentària, nutricional i antropomètrica. Per dur a terme aquest estudi, es van realitzar un metaanàlisi, un estudi de validació d'un qüestionari alimentari i un estudi comunitari amb dades originals.

## 1. Discussió de les metodologies utilitzades

En primer terme, per a complir amb el primer objectiu es va realitzar un **metaanàlisi** el qual va ser registrat a la base de dades internacional PROSPERO. Aquest treball es va realitzar seguint la les pautes MOOSE (Stroup et al., 2000) i les directrius PRISMA (Moher et al., 2009) amb la finalitat de realitzar un metaanàlisi amb una alta qualitat científica. L'anàlisi estadístic va ser realitzat mitjançant el "Review manager Software" (RevMan 5.3; 2014) creat per "Cochrane Collaboration" específicament per a la realització dels anàlisis estadístics en metaanàlisi. També es van realitzar les proves estadístiques suggerides en la literatura per a determinar la qualitat dels estudis inclosos en el metaanàlisi (criteris "STROBE Statement Checklist" (von Elm et al., 2014)) i l'heterogeneïtat del nostre propi estudi. L'estudi va incloure una mostra molt gran amb 15,079 participants d'estudis realitzats a Estats Units, Europa, Àsia, Àfrica, Amèrica del Sud i Orient Mitjà, donant robustesa al nostre estudi, incloent una mostra major de zones geogràfiques comparat amb un metaanàlisi anterior (Sharp et al., 2013).

En segon terme i per tal de poder estimar el consum i la ingesta d'energia i nutrients en els nens d'educació infantil, es va realitzar la **validació del qüestionari**. En aquest estudi es va utilitzar un mostreig de conveniència en el que les dades alimentàries van ser enregistrades utilitzant mètodes de referència com el QFCA o el RA-6d. Aquestes dades van ser recollides per dues nutricionistes entrenades i estandarditzades en aquesta metodologia utilitzant diferents estratègies per tal de disminuir la variabilitat de la informació, fet que afavoria l'obtenció de resultats de major qualitat (Baranowski, 2012). Per tal de conèixer la freqüència de consum diària i el consum alimentari en g/d es va utilitzar un QFCA validat en adolescents i adults, realitzat pel grup investigador (Trinidad Rodríguez et al., 2008), tenint en compte la ració mitjana de referència de cada ítem en aquest grup d'edat (Agència de Salut Pública de Catalunya, 2005), adaptada per experts del grup (Aparicio et al., 2015; Arija et al., 1996; Jardí et al., 2019a; 2019b). També es van obtenir les dades d'ingesta d'energia i nutrients a partir de la taula de composició REGAL (Favier et al., 1997), complementada amb la taula de composició d'aliments espanyola Mataix Verdú (Mataix, 2009). La reproductibilitat i la validesa es van valorar mitjançant els CC-S i CCI com a dada

complementària, tant sense ajustar com ajustats per l'energia.

El qüestionari mostra una bona reproductibilitat gràcies a l'adequat temps d'execució de l'estudi (4 mesos) (Lanfer et al., 2011; Huybrechts et al., 2009), a més d'una similitud d'ingestes d'energia i nutrients resultants entre els QFCA 1 i 2 com mostren altres autors (Vioque et al., 2016; Buch-Andersen et al., 2006; Sahashi et al., 2011). Quant a la validesa, el nombre de dies utilitzat en el registre (6 dies) va ser superior al nombre comunament utilitzat pels estudis que estudien la validesa (3-4 dies) (Vioque et al., 2016; Sahashi et al., 2011; Livingstone & Robson, 2000; Metcalf et al., 2003), per lo que s'aproxima al nombre de dies màxims i resulta més favorable per a obtenir les millors correlacions sense afectar la qualitat dels resultats (7 dies) (Baranowski, 2012; Huybrechts et al., 2009; Cade et al., 2002). El nombre de dies valorats, incloent 4 laborables i 2 festius (dissabte i diumenge) va permetre disminuir l'error interpersonal, conèixer la ingesta habitual amb bona precisió, i conèixer aquella més esporàdica (Cade et al., 2002; Moghames et al., 2016; Fumagalli et al., 2008). En el nostre estudi es va observar un petita subestimació al comparar el consum entre els QFCAs i el RA-6d. Aquesta podria deure's a una subestimació en el consum del RA-6d per part dels pares que no coneixen amb exactitud el consum dels seus fills, el que es relaciona amb la utilització del menjador escolar (Vioque et al., 2016). En altres estudis es va trobar sobreestimació entre els consums dels diferents qüestionaris, la qual era més destacable en aquells estudis que incloïen un nombre més elevats d'ítems en els seus QFCA (Cade et al., 2002). La petita subestimació i la gran proximitat trobada en el consum entre qüestionaris podria deure's al baix nombre d'ítems inclosos, la baixa freqüència del menjador escolar en la nostra mostra i l'estimació realitzada per dues nutricionistes expertes.

Les dades de **l'estudi comunitari** han estat obtingudes a partir d'un estudi més extens que valorava la prevalença de TEA, els seus factors de risc i altres trastorns del neurodesenvolupament com el trastorn de la comunicació social o el TDAH, a més de permetre recollir informació d'un gran nombre de variables i també, informació sobre els probables factors de risc relacionats amb el neurodesenvolupament. Aquest consistia en un estudi epidemiològic transversal de doble fase realitzat en la província de Tarragona, la mostra del qual era extensa i representativa de la població escolar de la província de Tarragona, incloïa diferents zones geogràfiques i centres de diferents municipis, dos franges d'edat diferent (3-6 anys i 10-12 anys) i famílies amb un nivell socioeconòmic mig-alt. L'estudi va permetre obtenir un grup de diagnòstic de TEA a nivell clínic i un a nivell subclínic. La monitorització i avaluació de cada nen es va dur a terme per diferents professionals especialitzats i estandarditzats per tal

de reduir la variabilitat en la recol·lecció de les dades, en les avaluacions psicològiques, en la realització dels qüestionaris alimentaris i en l'avaluació antropomètrica. Per a la valoració diagnòstica del TEA es van utilitzar els instruments l'ADI-R i l'ADOS-2, reconeguts com a *gold estàndard* (Tarbox et al, 2016) en aquest sentit i els creats, adaptats i validats pel propi equip investigador com l'EDUTEA (Morales-Hidalgo et al., 2017b) o el CAST (Morales-Hidalgo et al., 2017c).

El consum alimentari va ser valorat a partir de QFCA en la població d'educació primària a partir del QFCA validat en adolescents i adults, realitzat pel grup investigador (Trinidad Rodríguez et al., 2008) i en la població d'educació infantil a partir del QFCA anterior. Aquests, són qüestionaris semi-qualitatius els quals van permetre estimar la ingesta d'energia i nutricional.

Com a guia alimentària per a les racions de consum segons edat, es va utilitzar la guia d'alimentació saludable de la SENC (SENC, 2018). La ingesta mitja d'energia i dels nutrients de cada nen/a de l'estudi es va comparar amb les DRI (AR/AI) de la EFSA (EFSA, 2017) per ser les recomanacions europees més actuals. El percentatge d'energia provenien dels macronutrients i es va comparar amb el valor més comú dins dels intervals suggerit per diferents institucions: proteïnes 10%-30, greixos <30%, hidrats de carboni >50% (IOM, 2000); AGS <10%, AGPI 7-10%, AGMI >15% (Aranceta & Pérez-Rodrigo, 2012); sucres lliures <10% (WHO, 2015).

Quant a l'avaluació antropomètrica, totes les mesures i valoracions corporals van ser realitzades per una dietista acreditada en el nivell I de la *International society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK); aquestes es van realitzar seguint els protocols internacionals (Cashin and Oot, 2018). Es van incloure les mesures més comunament utilitzades de talla i pes, afegint a més d'altres menys comuns com els perímetres cefàlic, del tòrax, de la cintura, el maluc, el braç i la cama. A partir de la talla i el pes es va calcular IMC, l'altura/longitud per edat, el pes per edat; i l'IMC per edat va ser transformat en puntuacions Z amb els programes el *WHO Anthro* i el *WHO Anthroplus*, Anthroplus (WHO, 2009, 2010). Les mesures antropomètriques i els punts de tall saludables de les puntuacions Z van ser seleccionats mitjançant les normes i referències internacionals d'antropometria i creixement per edat (des del naixement fins als 5 anys d'edat i nens/adolescents de 5-19 anys) (de Onis et al., 2007; WHO, 2007). Altres mètodes inclosos en l'estudi i poc utilitzats habitualment van ser l'índex cintura-talla i la composició corporal a través de la BIA (% i kg de massa grassa) en la població escolar, aquesta a través de la bàscula TANITA.

## 2. Consum alimentari i ingesta d'energia i nutrients dels nens/es amb TEA

Degut als trets propis del TEA, la preocupació en l'alimentació i el bon estat de salut en nens/es amb TEA ha augmentat. Pocs estudis valoren l'alimentació en aquesta població mentre que són varis el que valoren la ingesta energètica i nutricional en comparació amb una mostra control, els seus resultats són controvertits, i pocs comparen aquest consum i ingesta amb les guies dietètiques i les recomanacions nutricionals.

Segons el nostre coneixement, fins el moment present no existeixen estudis que incloguin i comparin una mostra subclínica de ASD, sent una possible població de risc nutricional degut a que presenten certs trets de TEA. En aquest sentit, comparant les poblacions de nens/es amb TEA clínic i subclínic, no es va veure un mateix patró alimentari entre els diferents nivells de severitat de TEA, trobant poques diferències en el consum. Concretament la població subclínica tenia un alt consum en llegums comparat amb la població TEA i dins les recomanacions. En la mostra d'educació infantil es va veure en els subclínics un més alt consum de proteïnes i concretament de peix i ous, mentre que en la d'educació primària resultà menor en carns i més concretament carn processada, comparat amb els TEA.

Entre la mostra TEA i la DT, es van observar més diferències de consum segurament degudes a les característiques organolèptiques pròpies dels aliments i al processament sensorial deteriorat propi del trastorn. Aquestes diferències en el consum s'observen en alguns subgrups d'aliments, ja que en general es troba un consum similar en els grans grups d'aliments entre els dos grups de diagnòstic. El consum similar en els grans grups d'aliments es reflecteix en la poca diferència d'ingesta d'energia i macronutrients trobada entre els diferents grups diagnòstics. Altrament, el 21% dels nens d'educació infantil i el 47% dels nens d'educació primària, de cada grup diagnòstic, excedien els requeriments d'ingesta energia diària. Les principals diferències de consum es troben en els grups d'aliments proteics, encara que tota la mostra consumia les racions de proteics dins les recomanacions com també vam observar en el metaanàlisi (Esteban-Figuerola, et al., 2019), els nen/es TEA d'educació infantil consumien menys aliments proteics, i els d'educació primària amb TEA en consumien més que els DT. Concretament, el baix consum de proteics en els nens/es d'educació infantil era en peix i ous, no arribant en cap dels dos aliments a les recomanacions dietètiques. El baix consum en el peix podria ser degut a l'olor i sabor o a les espines pròpies del peix (Christol et al., 2018; Diolordi et al., 2014). En els d'educació primària l'alt consum es

va veure en la carn i específicament en la carn processada, a favor dels resultats de Huxham (2012), que senyalaven en el seu estudi que el 69.2% d'una mostra amb TEA del Regne Unit tenia preferència per carns processades. Aquestes diferències en el consum entre els nens/es TEA i els DT es reflecteixen en la ingesta nutricional. En general, la ingesta proteica (g/d) de la població es troba dins de les recomanacions en el grup d'educació infantil amb TEA, mentre que la ingesta de proteïna era superior en els TEA d'educació primària comparada amb els altres grups diagnòstics. L'alt consum de proteïcs i concretament de carns processades es reflecteix en una alta ingesta de proteïnes en els nens/es d'educació primària, la qual és un factor de risc de salut si es relaciona amb alts valors d'ingesta de colesterol i AGS. En tota la nostra mostra d'educació primària, encara que els valors de colesterol no excedien lo recomanat (<300 mg/d) els resultats eren propers al màxim establert, sobretot en els nens/es amb TEA, a més d'observar valors per sobre del recomanat en AGS (<10%) en la majoria de la mostra. Cal destacar també, que encara que l'aportació d'energia procedent dels AGMI (>15%) és adequada en tota la mostra, els nens/es d'educació primària amb TEA tenien una menor ingesta d'aquest AG protector. L'adequada ingesta d'AGMI en tota la mostra podria deure's al consum d'oli d'oliva, propi de la nostra zona geogràfica i la dieta mediterrània. Relacionat amb aquests resultats, valors superiors als recomanats van ser trobats en relació a l'aport d'energia procedent dels lípids totals en tota la mostra, lleugerament inferior en les mostres TEA.

En relació als AGPI s'ha detectat un gran percentatge d'ingesta inadequada, sent la ingesta inferior a la recomanada en tota la mostra i grups d'edat, encara que lleugerament més adequades en les mostres TEA que en la resta de diagnòstics. Aquests resultats, recolzarien els trobats en el metaanàlisi on els nens/es TEA tenien una ingesta significativament superior en AGPI que els nens/es amb DT; no obstant en el metaanàlisi les ingestes d'omega-3 eren significativament inferiors en els nens/es TEA que en els nens/es DT. Tot i això, els resultats del metaanàlisi en aquest últim nutrient s'han d'interpretar amb prudència degut a l'heterogeneïtat en els resultats ( $I^2 = 75\%$ ) i a que només es van poder incloure 5 estudis, mentre que se'n requereixen un mínim de 6 per a una correcta interpretació (Fu et al., 2011; Higgins et al., 2011). Aquest baix consum és important, sobretot en la població amb TEA, donat que alguns autors han esmentat que la suplementació amb àcids grassos omega-3 ajuden a millorar la simptomatologia de TEA (Gumprich & Rockway, 2014; James et al., 2011). Un recent metaanàlisi d'assajos controlats aleatoritzats (Cheng et al., 2017) va trobar una millora en el retraïment social, patrons estereotipats de comportament i hiperactivitat en els nens/es amb TEA que es van suplementar amb omega-3.



No obstant la baixa ingesta d'AGPI en la mostra prescolar amb TEA podria deure's al baix consum de peix, tal i com puntualitza el metaanàlisi esmentat. Altres nutrients relacionats amb el consum de peix són el calci i la vitamina D. En aquest sentit, la mostra d'educació infantil tenia una mitja d'ingesta dins els nivells recomanats en calci amb un percentatge d'inadequació baix mentre que en els d'educació primària la inadequació era més moderada. En el cas de la vitamina D, tota la nostra mostra tenia percentatges molt elevats d'inadequació, fet comunament observat en tota la població en general. En els aliments amb contingut d'aquests micronutrients (sobretot en calci) i amb alt contingut en proteïna com el iogurt i el formatge, els nens/es amb TEA tenien un més baix consum que els DT encara que no es van veure diferències en general en el grup de productes làctics. En aquest sentit, l'evidència mostra que la població TEA tendeix a consumir menys productes làctics que els nens/es amb DT (Esteban-Figuerola et al., 2019), fet que ha estat recolzat per diferents estudis (Graf-Myles et al., 2013; Herndon et al., 2009; Marí-Bauset et al., 2015a; Shearer et al., 1982; Zhu et al., 2020; Berding & Donovan, 2014) i que es relacionaria amb les dades del metaanàlisi on es van mostrar ingestes inferiors en calci i vitamina D en nens/es amb TEA en comparació amb els/les DT i en comparació amb les DRI. Aquest baix consum de productes làctics i la baixa ingesta de calci i vitamina D en la població TEA trobat pels diferents autors, es podria deure a la hipòtesis àmpliament coneguda sobre que la llet pot agreujar els símptomes d'autisme degut a la proteïna caseïna de la llet, pel que molts d'aquest nens/es realitzen dietes GF/CF, mentre que no n'era el cas de la nostra mostra d'estudi, la qual no seguia cap tipus de dieta.

En relació amb la ingesta de les vitamines del grup B, la vitamina D i el retinol i minerals com el ferro, en el metaanàlisi practicat (Esteban-Figuerola et al., 2019) es va observar una ingesta inferior de tiamina, riboflavina i vitamina B12 en comparació amb el de la mostra DT mentre que aquestes eren superiors a les recomanacions en els dos grups de diagnòstic. En aquest sentit, en la nostra mostra només vam trobar ingestes significativament inferiors en els nens/es d'educació infantil amb TEA en la vitamina B12 al comparar-ho amb els DT. Comparat amb les recomanacions, només la ingesta de tiamina i riboflavina (en els d'educació infantil) era adequada mentre que en la ingesta de riboflavina en els d'educació primària i la vitamina B<sub>12</sub> els nens/es TEA i DT tenien una ingesta amb una baixa inadequació respecte a lo recomanat. El retinol o el ferro no van ser inclosos en el metaanàlisi, no obstant això, no es van obtenir diferències entre els diferents diagnòstics en quan a al seva ingesta encara que la inadequació en els d'educació primària era més alta (modera) que en els d'educació infantil (baixa).

D'entre els grups d'aliments amb més risc per inadequació en el consum per part dels nens/es amb TEA es troben les fruites i les verdures. En els nostres estudis no s'han trobat diferències significatives entre els dos diagnòstics en la nostra mostra, ni tampoc en el metaanàlisi realitzat (Esteban-Figuerola et al., 2019), no obstant aquest últim només va poder incloure tres estudis en l'anàlisi. Aquests resultats podrien deure's a que tota la mostra estudiada no arribava al consum mínim recomanat ni en fruita ni en verdures. En relació a la fruita, varis estudis recents han trobat un inferior consum d'aquests grups d'aliments en la població TEA en comparació amb els DT (Araujo Almeida et al., 2018; Smith et al., 2020; Vissoker et al., 2019; Zhu et al., 2020). Malgrat aquestes diferències amb els nostres resultats, la majoria dels autors no diferenciava les fruites en subcategories. En aquest sentit vam trobar una ingesta inferior de fruita cítrica i sucres cítrics (sucres de taronja natural) i major en fruita i sucres no cítrics en la nostra mostra TEA en comparació amb la DT, sent aquestes diferències significatives en la mostra escolar. El més baix consum de cítrics es podria deure al seu sabor àcid, menys acceptat en els TEA degut a la major prevalença de sensibilitat oral (Cermak et al., 2010; Christol et al., 2018); per una altra banda el més elevat consum de la resta de fruites podria deures al sabor dolç i saborós d'aquestes (Diolordi et al., 2014; Schreck et al., 2004), el que podria també relacionar-se amb l'alt consum de dolços i sucres comercials trobats en aquesta població comparat amb els altres diagnòstics. En quant a les verdures, varis autors han trobat una menor ingesta en els nens/es amb TEA comparat amb els controls (Al-Farsi et al., 2013; Diolordi et al., 2014; Vissoker et al., 2019; Wallace et al., 2020; Zhu et al., 2020). En les verdures, Al-Thbiany et al. (2017) van diferenciar entre verdura crua i cuita encara que no van trobar diferències significatives en aquests consums entre la mostra de nens/es amb TEA i sense TEA estudiades, mentre que en el nostre estudi tant en els nens/es d'educació infantil com d'educació primària amb TEA tenien un consum significativament inferior de verdures crues. El baix consum de verdures crues i el seu rebuig podria deures al sabor i textures fortes que els caracteritza (Christol et al., 2018; Dickerson & Zickgrat, 2019, Tsujigushi et al., 2020), encara que un altre motiu podria estar relacionat amb alteracions gastrointestinals molt freqüents en la població TEA (Santocchi et al., 2016).

El baix consum de productes d'origen vegetal com les fruites, les verdures i les llegums en la població es relaciona amb una baixa ingesta de vitamines i fibra. En el nostre estudi destacaven les elevades inadequacions respecte a les recomanacions en beta-carotè en tota la mostra (significativament superior en els d'educació infantil amb TEA), en la vitamina C en la població TEA escolar i en la vitamina E, també en tota la mostra. Aquesta vitamina ve

relacionada amb el consum d'olis i verdures els quals van ser adequats en tota la nostra mostra; així, la seva inadequació podria deure's al baix consum de productes vegetals trobat. La seva inadequació respecte a les recomanacions també va ser detectada en el metaanàlisi practicat encara que en aquest es mostrava una ingesta significativament superior en els TEA respecte els DT no trobada en la mostra comunitària. Les inadequacions dels minerals com el ferro, el calci i el magnesi també s'associen amb el baix consum de llegums i productes vegetals. En relació a la fibra, aquest baix consum de fibra també és degut a la baixa ingesta de llegums i fruits secs trobats tant en els nens/es TEA com DT, sent generalment inferior en els TEA que en els DT. L'alta inadequació en la seva ingesta trobada en tot els diagnòstics i en totes les edats, podria comportar una pobre sensació de sacietat (Michelle et al., 2019).

La baixa ingesta en vitamines i minerals pot comportar problemes de salut i agreujar la simptomatologia pròpia del TEA. Es van trobar importants inadequacions en la ingesta de fibra. Una baixa ingesta pot afectar la funció intestinal normal agreujant la simptomatologia gastrointestinal habitual a més d'afectar a les funcions neurològiques (Reichow et al., 2012). Pel que fa a la vitamina A, aquesta té un paper important en el creixement, la visió i en el SNC. En els nens amb TEA alguns autors van descriure que el seu dèficit pot agreujar també la simptomatologia del TEA afectant als problemes de comportament (Guo et al., 2018). Les vitamines C i E juguen un important paper com a antioxidants, sobretot evitant l'estrès oxidatiu cel·lular. Els nivells d'inadequació de vitamina E resultants han estat molt elevats. Quant a la vitamina D, es van trobar nivells molt elevats d'inadequació. Aquest té una funció molt important a nivell cel·lular, orgànic, cognitiu i ossi. Les deficiències d'aquesta vitamina contribueixen a desenvolupar hipocalcèmia; Molloy et al. (2010), va informar d'una reducció de la densitat òssia en els nens amb TEA comparat amb els DT. La insuficiència trobada en la ingesta de calci pot augmentar el risc d'osteoporosi i osteomalàcia. Un estudi (Guo et al., 2018) va suggerir que les deficiències de calci es poden associar a la gravetat del deteriorament social en nens amb TEA. A més alguns autors troben que els adequats nivells de calci i ferro es correlacionen amb un correcte funcionament i desenvolupament neuronal i cognitiu en els nens amb TEA. En la mostra escolar es trobà una moderada ingesta de ferro. S'ha demostrat que una baixa ingesta de ferro podria comportar afectacions en la concentració i en el creixement així com anèmia (Guo et al., 2018; Meguid et al., 2017; Ranjan & Nasser, 2015). En tota la mostra s'obtení una important inadequació d'ingesta de magnesi. Les deficiències de magnesi poden comportar irritabilitat, excitabilitat i intolerància al soroll, podent agreujar també la simptomatologia del TEA.

Pel que fa al consum de dolços, es va trobar en la mostra TEA un més alt consum de dolços que en els DT tal i com altres autors van mostrar en els seus estudis (Berding & Donovan, 2018; Vissoker et al., 2019; Wallace et al., 2020). Els nens/es amb TEA també tenien un consum més elevat de productes ensucrats (cereals d'esmorzar, cereals dolços o brioixeria, sucs de fruita, postres làctics) i begudes ensucrades que la resta de la mostra, encara que no era significatiu; aquest consum va ser més elevat en tota la mostra comparat amb lo recomanat. A nivell nutricional, es van trobar percentatges més baixos d'inadequació en l'aportació d'energia procedent dels hidrats de carboni total en tots els diagnòstics; per contra, l'excés de consum de productes i begudes ensucrats trobats s'associaven a un excessiu consum de sucres simples (lliures) en tota la població, sent superior en els TEA, amb percentatges per sobre del punt de tall recomanat (<10%).

El baix consum de fruites, verdures i llegums, l'elevat consum de productes i begudes ensucrades s'associa a una elevada ingesta de proteïnes i colesterol i a una dieta desequilibrada o menor qualitat de la dieta, tal i com s'observa de forma significativa en la població TEA en comparació amb la resta de diagnòstics estudiats. A més aquest alt consum de productes no saludables també s'associa amb desenvolupament d'obesitat, diabetis mellitus tipus 2 i malalties cardiovasculars. En aquest sentit, es van trobar percentatges d'obesitat o valors d'IMC més elevats en la població TEA en comparació amb la mostra DT. A més, el patró dietètic trobat en la nostra mostra TEA, també descrit en l'estudi de Martínez Leo & Segura Campos (2020), comporta una disbiosi en la microbiota intestinal amb repercussions a nivell del sistema nerviós central facilitant processos inflamatoris. Aquests elevats consums en la població TEA podrien explicar-se per la preferència als sabors dolços (Schreck et al., 2004). Cal esmentar també, que Konst & Matson (2013) i Pisula et al. (2017) han informat que els nens amb TEA són més propensos a presentar ansietat i altres problemes d'interiorització i que aquests problemes emocionals poden provocar un patró dietètic poc saludable i una sobrealimentació emocional compensada amb un major consum de productes insans i menys consum de fruits i verdures (Wallace et al. 2020), amb importants repercussions en la salut.

### **3. Avaluació antropomètrica i composició corporal dels nens/es amb TEA**

Tal i com succeeix amb els patrons i diferències en el consum alimentari entre la població amb TEA, subclínica de TEA i DT observats anteriorment, també els resultats de l'estudi

antropomètric van mostrar diferències significatives en la composició corporal i les mesures antropomètriques entre nens/es amb TEA i sense TEA. Els nens d'educació infantil, mostraven un percentatge més elevat d'individus alts en grups amb TEA versus els DT, però sense diferències de pes (pes i puntuació Z) o IMC (IMC i puntuació Z). No obstant això, els nens d'educació primària amb TEA mostraven un pes corporal i un IMC més elevats que els nens amb DT coincidint amb els resultats d'altres autors, els quals van trobar una prevalença més elevada de sobrepès i obesitat en nens amb TEA (Zheng et al., 2017).

Estudis recents amb **IMC** per edat també van demostrar una major prevalença d'obesitat (20% i 25,5%) i sobrepès (17% i 23,94%) (Liu et al., 2019; Healy & Haegele, 2019, respectivament) en nens/es d'educació primària (7 -13 anys) amb TEA, fet corroborat en el nostre estudi encara que les nostres taxes de **sobrepès/obesitat** (63,4%) en aquesta població amb TEA van ser superiors. En la població d'infantil, els nens/es amb TEA tenien la probabilitat 1,57 vegades superior de tenir sobrepès/obesitat que els nens amb DT (Levy et al., 2019). Levy et al. (2019) i Sharp et al. (2018), van mostrar en nens/es amb TEA prevalences del 15,1%-15,7% en sobrepès i del 10,0%-12,4% en obesitat. Els nostres resultats indicaven percentatges similars de sobrepès (10,5%) i obesitat (15,8%) en nens amb TEA, tot i que sense diferències significatives amb els nens/es amb DT; tampoc Wei et al. (2018) van trobar diferències significatives entre l'IMC i el pes en nens amb TEA i DT d'entre 2 i 5 anys. L'augment del sobrepès/obesitat amb l'edat que es troba en el present estudi i per altres autors en publicacions anteriors (Garcia-Pastor et al., 2019; Healy & Haegele, 2019; Kamal Nor et al., 2019) suggereixen que, en lloc de tractar-se d'un tret constitucional, aquests augments poden estar relacionats amb els hàbits alimentaris. En nens/es d'educació primària amb TEA, els valors d'IMC, del perímetre de la cintura i de l'ICT eren significativament superiors als dels nens/es amb DT.

En relació a diferències entre sexes, no es van trobar resultats significatius, encara que es va veure una major prevalença de sobrepès/obesitat en els nois que en les noies amb TEA, tal i com mostraven Meguid et al (2014) en el seu estudi. Per la seva part, García-Pastor et al. (2019) mostraven superior taxa d'obesitat en els nens amb TEA que en sobrepès, el contrari del que van trobar a la mostra de DT. En la nostra població aquesta prevalença més alta d'obesitat en comparació amb el sobrepès també es va observar en la població amb TEA, però es va ser més remarcable en les nenes.

Pel que fa a **mesures antropomètriques específiques**, els nens/es d'educació infantil amb TEA eren més alts/tes (alçada per edat) que el nens/es amb DT, concordant amb les conclusions de Siddiqi et al. (2019) però no amb els de Wei et al. (2018). Per a les circumferències mesurades, les nostres dades estan recolzades per Meguid et al. (2014) els quals no van trobar diferències en MUAC entre grups. En canvi, Samir i Patil (2018) van trobar circumferències significativament més altes en nens de 5-10 anys amb TEA que en nens amb DT. Només vam observar majors circumferències de maluc en nens d'educació primària amb TEA subclínic versus els altres grups i WC superior en nens d'EP amb TEA que en nens amb DT. Samir & Patil (2018) i Castro et al. (2017) (5 -15 i 10,5 + 4,1 anys respectivament) van trobar valors més alts per a ambdues mesures en els nens/es amb TEA.

Alguns estudis han utilitzat la **BIA** per avaluar la composició corporal dels nens amb TEA (Castro et al., 2017; García-Pastor et al., 2019). Tot i que sembla que hi ha una tendència en els nens amb TEA a tenir una massa grassa més gran en el nostre estudi, la BIA no va ser diferent entre els diferents grups diagnòstics, coincidint amb Castro et al. (2017) que van informar que la massa grassa en nens amb TEA i nens amb DT era similar. D'altra banda, García-Pastor et al. (2019) van trobar que les noies amb TEA tenien un percentatge de greix corporal significativament més alt que els nois. En la nostra mostra vam trobar una prevalença significativament més alta de massa grassa en noies que en nois, però no específicament en noies amb TEA. En el nostre estudi, un percentatge més alt de la mostra amb TEA eren nois, cosa que podria explicar els resultats no significatius trobats per la massa grassa entre els diferents grups diagnòstics.

EL perímetre de la cintura i la talla també es van utilitzar per detectar l'obesitat i detectar RCV en els subjectes estudiats (prova ICT). En utilitzar aquest índex, els resultats obtinguts demostren que els nens en educació primària amb TEA tenien un risc cardiovascular més alt que els DT, mentre que no es van trobar diferències entre els diferents grups diagnòstics en els d'educació infantil. Els resultats de la RM van mostrar que el diagnòstic de TEA s'associa amb ICT (RCV) en tota la mostra i en nens en la població d'educació primària. Es desconeix el motiu de la major adipositat central i obesitat/sobrepès en nens amb TEA, però pot ser deguda a la pitjor qualitat de la dieta causada pels problemes alimentaris/patrons dietètics inusuals o la selectivitat alimentària relativa a l'aversion sensorial a certs aliments. Cal afegir a més, el fet de ser més propensos a fer menys AF i a prendre tractament farmacològic (antipsicòtics, psicoestimulants, etc.) afavoridor de l'augment de pes (Lane & Radesky, 2019; McCoy & Morgan, 2019; Srinivasan et al., 2014) . Encara i així, en la nostra mostra no es van trobar diferències significatives per a l'AF i només el 5% dels nens/es d'educació primària eren tractats amb antipsicòtics.

Els resultats de RM també van mostrar que puntuacions més altes en problemes d'interiorització s'associen amb ICT i RCV. Tot i així, les variables TEA i problemes internalitzats eren independents entre si, cosa que indica que la relació amb el RCV no s'explicava per la interacció entre aquestes variables, sinó per l'efecte separat de cadascuna d'elles.

Diferents autors han trobat una relació estreta entre els problemes d'interiorització i els problemes d'obesitat/sobrepès (Amiri & Behnezhard, 2019; Aparicio et al., 2013; Canals-Sans et al., 2018). Els problemes d'interiorització (ansietat i depressió) a la primera adolescència poden provocar un patró dietètic poc saludable basat principalment en el consum de dolços i greixos (galletes, aperitius, menjar ràpid, etc.) i un estil de vida més sedentari (Aparicio et al., 2017; El Ansari et al., 2014). El consum elevat d'aliments poc saludables és un factor important en el desenvolupament de l'obesitat i les malalties cardiovasculars. En aquest sentit, Konst & Matson (2013) i Pisula et al. (2017) han informat que els nens amb TEA són més propensos a presentar ansietat i altres problemes d'interiorització. Per aquest motiu, la major prevalença de problemes d'interiorització en nens/es amb TEA ha de ser considerat com un factor de risc de desenvolupar altres problemes de salut com l'obesitat i, per tant, un major RCV.

#### **4. Fortaleses i Limitacions**

L'estudi epidemiològic va incloure una mostra representativa de població escolar la qual es va classificar segons clínics o TEA i DT a més d'incloure un tercer grup diagnòstic poc estudiat en la literatura, els TEA subclínic. Aquest grup representa nens/es amb característiques pròpies del trastorn però sense complir criteris diagnòstics pel que l'interès en el seu estudi es centra en observar la seva tendència. A més, la mostra inclosa es va dividir segons grups d'edat (educació infantil i educació primària).

La nostra mostra partia d'una mostra representativa comunitària fet poc freqüent i novedós donat que en la majoria dels estudis publicats procedien de centres d'educació especial clínica. Aquest fet, comporta la dificultat de comparació amb els resultats d'altres autors degut a la severitat entre les mostres. S'ha de destacar que els resultats obtinguts en la mostra TEA i subclínica s'han de contemplar amb moderació degut al baix nombre de subjectes en cada subgrup d'edat. A més, no vam poder obtenir resultats sobre les diferències entre sexes en la valoració antropometria i de composició corporal degut a una proporció baixa de noies amb TEA incloses en la mostra.

Tots els diagnòstics i recollides de dades es van dur a terme per professionals especialitzats i estandarditzats en els mètodes utilitzats. El diagnòstic i la recollida de dades es van realitzar de forma rigorosa, utilitzant qüestionaris validats i/o considerats *gold Standard*. En relació a les dades alimentàries, tal com generalment s'observa en els registres en nens/es, encara que es recomana que en els nens/es siguin els pares els qui n'enregistren el consum, això pot provocar un petit biaix en podent no haver-se enregistrat de forma acurada degut a que els pares no coneixen amb exactitud el consum alimentari dels seus fills i assoleixen consums mitjos aproximats, com per exemple en els pares dels nens que assisteixen al menjador escolar o si el nen fa petits snacks.

Pel que fa al metanàlisi, una limitació a considerar és que els diferents estudis agrupen els aliments segons diferents criteris i consum (en termes de racions o grams), fet que dificulta el procés d'anàlisi de dades d'alguns grups d'aliments. No obstant, es van poder avaluar els grups d'aliments de fruites, verdures i productes làctics, encara que el nombre d'articles era baix. També van ser pocs els autors que van estudiar el consum d'àcids grassos essencials. Finalment, tot i que alguns estudis van trobar que els nens amb TEA milloren els seus hàbits alimentaris amb l'edat (Bandini et al., 2010; Mascola et al., 2010), no hem pogut estudiar com l'edat va afectar els nostres resultats perquè els intervals d'edat dels estudis inclosos no eren homogenis. Per tal de comparar les adequacions alimentàries i nutricionals, es van fer servir diferents guies alimentàries degut a que cada país té les seves pròpies, fet que dificulta comparar els resultats obtinguts amb els d'altres estudis

## 5. Línies de futur

- La comparació de dos grups d'edat i la tendència observada, porta a estudiar les diferències evolutives en les mostres mitjançant estudis longitudinals, per tal de conèixer l'evolució dels diagnòstics i les seves comorbiditats associades i els factors de risc nutricionals. Aquestes dades permetran implementar estratègies per una millor qualitat de vida a nivell relacional tant en l'àmbit educatiu, familiar i en la integració social.
- La baixa participació de nenes amb TEA fa plantejar la necessitat de nous estudis amb major proporció d'individus del sexe femení i un coneixement més profund de l'estat i necessitats nutricionals en aquest col·lectiu i també de les probables diferències existents a aquest nivell entre els dos sexes.



- El millor coneixement de la realitat nutricional dels nens/es amb TEA pot permetre dissenyar i implementar programes educacionals en l'àmbit de l'alimentació adreçats específicament a aquest col·lectiu i les seves famílies i que incloguin recomanacions, sistemàtiques de treball i indicadors de monitorització evolutiva de l'estat de salut nutricional dels mateixos.
  
- Donat que l'avaluació de la salut nutricional es fonamenta en l'estudi de la dieta (consum i ingesta), l'antropometria i els biomarcadors nutricionals, resultaria de gran interès dissenyar nous estudis que aportessin informació complementària als altres mètodes utilitzats mitjançant la utilització de biomarcadors.
  
- Els resultats obtinguts en relació al consum alimentari i el seu efecte en la microbiota i en conseqüència l'impacte d'aquesta a nivell del sistema nerviós cerebral, orientarien a promoure estudis sobre els probables beneficis de la intervenció amb probiòtics sobre la neuroinflamació a nivell de sistema nerviós central i la probable millora de la simptomatologia pròpia del TEA.

## **CONCLUSIONS**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

A partir dels resultats obtinguts es podem extreure les següents conclusions:

### **1. En relació al metanàlisi.**

**1.1** En comparació amb els nens/es TD, els nens/es amb TEA presenten ingestes significativament més baixes de proteïnes, calci, fòsfor, seleni, vitamina D, tiamina, riboflavina, vitamina B<sub>12</sub> i omega-3 i significativament més altes d'AGPI i vitamina E.

**1.2** En relació a les recomanacions nutricionals, els nens/es amb TEA presenten una ingesta deficient de calci, vitamina D i productes làctics, però mostren una ingesta adequada de proteïnes, fòsfor, riboflavina, vitamina B<sub>12</sub>, tiamina, seleni, fruita i verdures.

**2. El qüestionari de freqüència de consum d'aliments** ha mostrat una elevada reproductibilitat i vàlida en l'estimació del consum alimentari habitual dels nens d'edat preescolar del nostre entorn.

### **3. Quan al consum alimentari.**

**3.1** El consum alimentari dels nens/es amb TEA és similar al dels nens/es subclínic i al dels nens/es amb DT per a la majoria dels grups d'aliments com els farinacis, productes làctics, verdures i fruites. No obstant, els nens/es preescolars amb TEA tenen un consum significativament inferior d'aliments proteics en relació als altres grups, al contrari que succeeix en els nens/es d'educació primària.

**3.2** En relació als subgrups d'aliments, tots els nens/es amb TEA tenen un consum inferior de llegums, verdura crua, fruites cítriques; i superior en dolços, amb algunes diferències en relació a l'edat. Els preescolars consumeixen menys peix (blau i blanc) i ous, mentre que els nens/es d'educació primària consumeixen menys greixos visibles (oli d'oliva), formatge i iogurt; i més carn.

**3.3** En relació a les recomanacions, els nens/es amb TEA tenen una més baixa qualitat de la dieta, consums més allunyats de les recomanacions que la resta de mostra i un risc més elevat de desenvolupar obesitat.

**3.4** Els nens/es amb TEA subclínic sembla que no presenten un patró alimentari com els nens/es amb TEA.

### **4. En relació a la ingesta energètica i nutricional.**

**4.1** Els nens/es amb TEA no mostren diferències d'ingesta d'energia i macronutrients en comparació amb els altres grups diagnòstics, a excepció d'una ingesta superior de proteïnes en els nens d'educació primària .

**4.2** En relació als micronutrients, tota la mostra té percentatges molt elevats d'ingesta inadequada de vitamina D, vitamina E, b-carotè i magnesi. Els nens/es d'educació primària tenen més risc d'ingesta inadequada en el calci, la vitamina C, els folats i el ferro que els d'educació infantil. No obstant, la ingesta inadequada de vitamina B<sub>12</sub> no implica un risc nutricional.

**4.3** S'ha detectat un elevat percentatge d'inadequació en l'aportació d'energia procedent dels macronutrients. Aquesta inadequació és inferior a lo recomanat en hidrats de carboni i AGPI, i superior en lípids totals, AGS i sucres lliures. No obstant, l'aportació d'energia procedent dels AGMI és adequada, encara que inferior en els nens amb TEA.

**4.5** La més elevada ingesta de proteïnes i colesterol i la pitjor qualitat de la dieta, que tenen el nens/es amb TEA, es relaciona amb un elevat percentatge d'IMC en el grup de més edat.

## **5. Quan a l'antropometria i la composició corporal.**

**5.1** Els nens/es d'educació infantil amb TEA i subclínicson significativament més alts (13,2%, 18,2%, respectivament) que els DT (2,7%), veient-se taxes d'obesitat superiors que les de sobrepès en els nens/es amb TEA (15,8% obesitat i 10,5% sobrepès).

**5.2** Els nens/es d'educació primària amb TEA presenten percentatges de sobrepès i obesitat (63,4%; 29,3% obesitat) més alts que els subclínicson (45%; 5% obesitat) i els DT (46,3; 19% obesitat). També, mostren un IMC, perímetre de la cintura i un índex cintura/talla (el qual està relacionat amb el risc cardiovascular) significativament més alts que els DT. S'ha observat que tenir TEA o problemes psicològics internalitzats s'associa a un major índex cintura/talla, i per tant a un risc cardiovascular més elevat.

**5.3** En relació al percentatge de massa grassa (BIA), no es van obtenir diferències significatives entre diagnòstics en cap dels dos grups d'edat.

**5.4** En relació al sexe, els nois amb TEA tendeixen a tenir percentatges més elevats de sobrepès/obesitat que les noies (46,9%; 22,7% obesitat; 38,5%; 23,1% obesitat, respectivament) i que els nens/es amb DT (en els nois 37,7%; 13,9% obesitat; i en les noies 41,7%; 13,9% obesitat). Aquesta tendència és contrària en els DT. S'observen percentatges superiors en la BIA en les noies.

## **6. Conclusió general i de línies de futur**

Els resultats obtinguts permeten un millor coneixement de la realitat nutricional dels nens/es amb TEA. Donat que la mostra del nostre estudi ha estat obtinguda de l'àmbit escolar, ens hem trobat amb un menor nivell de severitat en la simptomatologia referent a l'estat

nutricional d'aquests nens/es, que els dels estudis previs, on les mostres estaven seleccionades en escoles especialitzades en el trastorn, o en mostra clínica. Aquesta visió ens ha permet descriure les característiques d'un nivell de severitat menor i observar que el seu estat nutricional no es diferencia molt del dels nens amb desenvolupament típic del mateix entorn. Creiem que són necessaris més estudis longitudinals que valorin l'efecte de les petites diferències observades en el consum alimentari i desenvolupament antropomètric, ajustades per altres característiques, com la seva elevada comorbiditat.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## **REFERÈNCIES**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

Achenbach, T. M. (1991). *Manual for the Youth Self-Report and 1991 Profile*. University of Vermont, Department of Psychiatry.

Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2000). *Manual for the ASEBA Preschool Forms and Profiles*. University of Vermont, Research Center for Children, Youth, & Families.

Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2001). *Manual for the ASEBA School-Age Forms and Profiles*. University of Vermont, Research Center for Children, Youth, & Families.

Agència de Salut Pública de Catalunya. (2005). *La alimentación saludable en la etapa escolar*. Generalitat de Catalunya. <https://es.calameo.com/read/000784569c7c9f5e80645>

Agència de Salut Pública de Catalunya. (2019). *Pequeños cambios para comer mejor*. Generalitat de Catalunya. [https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio\\_salut/alimentacio\\_saludable/02Publicacions/pub\\_alim\\_salu\\_tothom/Petits-canvis/La-guia-peq-cambios-castella.pdf](https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio_salut/alimentacio_saludable/02Publicacions/pub_alim_salu_tothom/Petits-canvis/La-guia-peq-cambios-castella.pdf)

Al-Dewik, N., Al-Jurf, R., Styles, M., Tahtamouni, S., Alsharshani, D., Alsharshani, M., Ahmad, A. I., Khattab, A., Al Rifai, H., & Walid Qoronfleh, M. (2020). Overview and Introduction to Autism Spectrum Disorder (ASD). *Advances in neurobiology*, 24, 3–42. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7_1)

Al-Farsi, Y. M., Waly, M. I., Deth, R. C., Al-Sharbati, M. M., Al-Shafae, M., Al-Farsi, O., Al-Khaduri, M. M., Al-Adawi, S., Hodgson, N. W., Gupta, I., & Ouhtit, A. (2013a). Impact of nutrition on serum levels of docosahexaenoic acid among Omani children with autism. *Nutrition*, 29(9), 1142–1146. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.03.009>

Al-Farsi, Y. M., Waly, M. I., Deth, R. C., Al-Sharbati, M. M., Al-Shafae, M., Al-Farsi, O., Al-Khaduri, M. M., Gupta, I., Ali, A., Al-Khalili, M., Al-Adawi, S., Hodgson, N. W., & Ouhtit, A. (2013b). Low folate and vitamin B12 nourishment is common in Omani children with newly diagnosed autism. *Nutrition*, 29(3), 537–541. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.09.014>

Almeida, S. M., Furtado, J. M., Mascarenhas, P., Ferraz, M. E., Silva, L. R., Ferreira, J. C., Monteiro, M., Vilanova, M., & Ferraz, F. P. (2016). Anthropometric predictors of body fat in a large population of 9-year-old school-aged children. *Obesity Science & Practice*, 2(3), 272–281. <https://doi.org/10.1002/osp4.51>

- Al-Thbiany, A., Farghal, S., Al-Harbi, G., Abdullah, M., Al-Rehaly, R., Al-Johani, G., Hammouda, S. A. I., & Al Areefy, A. A. E. (2017). Assessment of some Nutritional Risk Factors that Predispose to Autism Among Preschool & School Saudi Children Living in Al-Madinah Al-Monawarah City. *Journal of Studies and Searches of Specific Education*, 3(1),133-145.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Amiri, S., & Behnezhad, S. (2019). Obesity and anxiety symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Neuropsychiatrie*, 33(2), 72–89. <https://doi.org/10.1007/s40211-019-0302-9>
- Anderson, G., Peterson, R., & Beaton, G. (1982). Estimating nutrient deficiencies in population from dietary records: the use of probability analysis. *Nutrition Research*, 2(4), 409-415. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(82\)80049-3](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(82)80049-3)
- Andrew, M. J., & Sullivan, P. B. (2010). Feeding difficulties in disabled children. *Paediatrics and Child Health*, 20(7), 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.paed.2010.02.005>
- Aparicio, E., Canals, J., Pérez, S., & Arija, V. (2015). Dietary intake and nutritional risk in Mediterranean adolescents in relation to the severity of the eating disorder. *Public Health Nutrition*, 18(8), 1461–1473. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002043>
- Aparicio, E., Canals, J., Voltas, N., Hernández-Martínez, C., & Arija, V. (2013). Emotional psychopathology and increased adiposity: follow-up study in adolescents. *Journal of adolescence*, 36(2), 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2012.12.003>
- Aparicio, E., Canals, J., Voltas, N., Valenzano, A., & Arija, V. (2017). Emotional Symptoms and Dietary Patterns in Early Adolescence: A School-Based Follow-up Study. *Journal of Nutrition Education and Behaviour*, 49(5), 405-414. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.01.015>
- Aranceta, J., Partearroyo, T., López-Sobaler, A. M., Ortega, R. M., Varela-Moreiras, G., Serra-Majem, L., Pérez-Rodrigo, C., & Collaborative Group for the Dietary Guidelines for the Spanish Population (SENC). (2019). Updating the Food-Based Dietary Guidelines for the Spanish Population: The Spanish Society of Community Nutrition (SENC) Proposal. *Nutrients*, 11(11), 2675. <https://doi.org/10.3390/nu11112675>

- Aranceta, J., & Pérez-Rodrigo, C. (2012). Recommended dietary reference intakes, nutritional goals and dietary guidelines for fat and fatty acids: a systematic review. *The British journal of nutrition*, 107, S8–S22. <https://doi.org/10.1017/S0007114512001444>
- Aranceta Bartrina, J., & Serra Majem, LL. (2006a). Métodos de evaluación rápida, cribado o identificación rápida de pacientes en riesgo nutricional. In J. Aranceta & LL. Serra Majem (Ed.), *Nutrición y salud pública: métodos, bases científicas y aplicaciones* (2nd ed., pp. 192-198). Elsevier Masson.
- Aranceta Bartrina J., & Serra Majem, LL. (2006b). Objetivos nutricionales y guías dietéticas. In J. Aranceta & LL. Serra Majem (Ed.), *Nutrición y salud pública: métodos, bases científicas y aplicaciones* (2nd ed., pp. 684-697). Elsevier Masson.
- Araujo, A., Almeida, P., Alves, L., Carvalho, W., Zagnignan, A., Rodrigues de Oliveira, B., Nunes, V., & Abreu de Carvalho, C. (2018). Consumption of ultra-processed foods and nutritional status of children with autism spectrum disorder. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*. DOI: 10.5020/18061230.2018.7986
- Arija Val, V. (2019). Métodos de valoración del consumo alimentario. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 79-94). Elsevier.
- Arija Val, V., Aranda Pons, N., & Aparicio Llopis. (2019). Necesidades y recomendaciones nutricionales. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 3-22). Elsevier.
- Arija, V., Salas Salvadó, J., Fernández-Ballart, J., Cucó, G., & Martí-Henneberg, C. (1996a). Consumption, dietary habits and nutritional status of the Reus (IX) population. Evolution of food consumption, energy and nutrient intake and relationship with the socioeconomic and cultural level, 1983-1993. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 106(5), 174–179.
- Arija, V., Salas Salvadó, J., Fernández-Ballart, J., Cucó, G., & Martí-Henneberg, C. (1996b). Food consumption, habits, and nutritional status of the population of Reus (VIII). Evolution of energy and nutrient intake from 1983 to 1993. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 106(2), 45–50.
- Ashwell, M., Gunn, P., & Gibson, S. (2012). Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and

meta-analysis. *Obesity reviews*, 13(3), 275–286. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x>

Attlee, A., Kassem, H., Hashim, M., & Obaid, R. S. (2015). Physical Status and Feeding Behavior of Children with Autism. *Indian Journal of Pediatrics*, 82(8), 682–687. <https://doi.org/10.1007/s12098-015-1696-4>

Bandini, L. G., Anderson, S. E., Curtin, C., Cermak, S., Evans, E. W., Scampini, R., Maslin, M., & Must, A. (2010). Food selectivity in children with autism spectrum disorders and typically developing children. *The Journal of Pediatrics*, 157(2), 259–264. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.02.013>

Bandini, L. G., Curtin, C., Eliasziw, M., Phillips, S., Jay, L., Maslin, M., & Must, A. (2019). Food selectivity in a diverse sample of young children with and without intellectual disabilities. *Appetite*, 133, 433–440. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.11.016>

Baranowski T. (2012). 24-Hour recall and Diet Record Methods. In W. Willet (Ed). *Nutritional Epidemiology*. (3rd ed., pp.49-69). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199754038.003.0004>

Barnhill, K., Gutierrez, A., Ghossainy, M., Mareliya, Z., Marti, C. N., & Hewitson, L. (2017). Growth status of children with autism spectrum disorder: a case-control study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 30(1), 59–65. <https://doi.org/10.1111/jhn.12396>

Beaton, G. H. (1994). Approaches to analysis of dietary data: relationship between planned analyses and choice of methodology. *The American journal of clinical nutrition*, 59, 253S–261S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/59.1.253S>

Bellido Guerrero, D., Carreira Arias, J., & Bellido Castañeda, V. (2017). Evaluación del estado nutricional: antropometría y composición corporal. In: Á. Gil (Ed.), *Tratado de Nutrición: Nutrición humana en el estado de salud*. (3rd ed., pp. 99-132). Editorial Médica Panamericana.

Berding, K., & Donovan, S. M. (2018). Diet Can Impact Microbiota Composition in Children With Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 515. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00515>

- Bhandari, R., Paliwal, J. K., & Kuhad, A. (2020a). Dietary Phytochemicals as Neurotherapeutics for Autism Spectrum Disorder: Plausible Mechanism and Evidence. In M. Essa, M. Qoronfleh (Eds.), *Personalized Food Intervention and Therapy for Autism Spectrum Disorder Management. Advances in Neurobiology Series*. (pp. 615–646). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7_23)
- Bhandari R., Paliwal J. K., & Kuhad A. (2020b). Neuropsychopathology of Autism Spectrum Disorder: Complex Interplay of Genetic, Epigenetic, and Environmental Factors. In M. Essa, M. Qoronfleh (Eds.), *Personalized Food Intervention and Therapy for Autism Spectrum Disorder Management. Advances in Neurobiology Series*. (pp. 97-141). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7_4)
- Bicer, A. H., & Alsaffar, A. A. (2013). Body mass index, dietary intake and feeding problems of Turkish children with autism spectrum disorder (ASD). *Research in Developmental Disabilities, 34*(11), 3978–3987. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.08.024>
- Biesalski H. K. (2009). Vitamin E requirements in parenteral nutrition. *Gastroenterology, 137*, S92–S104. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.07.073>
- Bjørklund, G., Waly, M. I., Al-Farsi, Y., Saad, K., Dadar, M., Rahman, M. M., Elhoufey, A., Chirumbolo, S., Jóźwik-Pruska, J., & Kałużna-Czaplińska, J. (2019). The Role of Vitamins in Autism Spectrum Disorder: What Do We Know? *Journal of Molecular Neuroscience, 67*(3), 373–387. <https://doi.org/10.1007/s12031-018-1237-5>
- Boukthir, S., Matoussi, N., Belhadj, A., Mammou, S., Dlala, S. B., Helayem, M., Rocchiccioli, F., Bouzaidi, S., & Abdennebi, M. (2010). Abnormal intestinal permeability in children with autism. *La Tunisie medicale, 88*(9), 685–686.
- Buch-Andersen, T., Pérez-Cueto, F. J., & Toft, U. (2016). Relative validity and reproducibility of a parent-administered semi-quantitative FFQ for assessing food intake in Danish children aged 3-9 years. *Public Health Nutrition, 19*(7), 1184–1194. <https://doi.org/10.1017/S136898001500275X>
- Buckley, S. D., & Newchok, D. K. (2005). An evaluation of simultaneous presentation and differential reinforcement with response cost to reduce packing. *Journal of Applied Behavior Analysis, 38*(3), 405–409. <https://doi.org/10.1901/jaba.2005.71-04>

- Cade, J., Thompson, R., Burley, V., & Warm, D. (2002). Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutrition*, 5(4), 567–587. <https://doi.org/10.1079/PHN2001318>
- Campbell J. M. (2003). Efficacy of behavioral interventions for reducing problem behavior in persons with autism: a quantitative synthesis of single-subject research. *Research in Developmental Disabilities*, 24(2), 120–138. [https://doi.org/10.1016/s0891-4222\(03\)00014-3](https://doi.org/10.1016/s0891-4222(03)00014-3)
- Canals-Sans, J., Blanco-Gómez, A., Luque, V., Ferré, N., Morales-Hidalgo, P., Cardona, M., Closa-Monasterolo, R., & Escribano, J. (2018). Association between psychological problems and overweight and obesity in school children. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 23(1), 25-34. <https://doi.org/10.5944/rppc.vol.23.num.1.2018.19758>
- Carmena, R., Ros, E., Gómez Gerique, J. A., Masana, L., Ascaso, J. F. (1989). Recomendaciones para la prevención de la arteriosclerosis en España. Documento Oficial de la Sociedad Española de Arteriosclerosis. *Clinica e Investigación en Arteriosclerosis*, 1, 1-9.
- Carrascosa, A., Fernández J. M., Fernández, C., Ferrández, A., López-Siguero, J., Sánchez E., & Grupo Colaborador. (2011). Estudios Españoles de Crecimiento 2010. *Revista Española Endocrinología Pediátrica*, 2, 59-62. doi: 10.3266
- Carrillo Fernández, L., Dalmau Serra, J., Martínez Álvarez, J. R., Solà Alberich, R., & Pérez Jiménez, F. (2011). Grasas de la dieta y salud cardiovascular [Dietary fats and cardiovascular health]. *Atencion primaria*, 43(3), 157.e1–157.e16. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2010.12.003>
- Carrquiry, A. L. (1999). Assessing the prevalence of nutrient inadequacy. *Public health nutrition*, 2(1), 23–33. <https://doi.org/10.1017/s1368980099000038>
- Cashin, K., & Oot, L. (2018). *Guide to Anthropometry: A Practical Tool for Program Planners, Managers, and Implementers*. Food and Nutrition Technical Assistance III Project (FANTA)/ FHI 360. <https://www.fantaproject.org/sites/default/files/resources/FANTA-Anthropometry-Guide-May2018.pdf>
- Castro, K., Faccioli, L. S., Baronio, D., Gottfried, C., Perry, I. S., & Riesgo, R. (2016). Feeding behavior and dietary intake of male children and adolescents with autism spectrum

disorder: A case-control study. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 53, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2016.07.003>

Castro, K., Slongo Faccioli, L., Baronio, D., Gottfried, C., Schweigert Perry, I., & Riesgo, R. (2017). Body composition of patients with autism spectrum disorder through bioelectrical impedance. *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 875-879. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.210>

Cekici, H., & Sanlier, N. (2019). Current nutritional approaches in managing autism spectrum disorder: A review. *Nutritional Neuroscience*, 22(3), 145–155. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2017.1358481>

Centers for Disease Control and Prevention. (2016a). *Facts about Microcephaly* [Fact sheet]. <https://www.cdc.gov/ncbddd/birthdefects/microcephaly.html>

Centers for Disease Control and Prevention. (2016b). *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): Anthropometry Procedures Manual*. [https://wwwn.cdc.gov/nchs/data/nhanes/2015-2016/manuals/2016\\_Anthropometry\\_Procedures\\_Manual.pdf](https://wwwn.cdc.gov/nchs/data/nhanes/2015-2016/manuals/2016_Anthropometry_Procedures_Manual.pdf)

Cermak, S. A., Curtin, C., & Bandini, L. G. (2010). Food selectivity and sensory sensitivity in children with autism spectrum disorders. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(2), 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.10.032>

Cheng, Y. S., Tseng, P. T., Chen, Y. W., Stubbs, B., Yang, W. C., Chen, T. Y., Wu, C. K., & Lin, P. Y. (2017). Supplementation of omega 3 fatty acids may improve hyperactivity, lethargy, and stereotypy in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 13, 2531–2543. <https://doi.org/10.2147/NDT.S147305>

Cheslack-Postava, K., Liu, K., & Bearman, P. S. (2011). Closely spaced pregnancies are associated with increased odds of autism in California sibling births. *Pediatrics*, 127(2), 246–253. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-2371>

Cheslack-Postava, K., & Winter, A. S. (2015). Short and long interpregnancy intervals: correlates and variations by pregnancy timing among U.S. women. *Perspectives on Sexual and Reproductive Health*, 47(1), 19–26. <https://doi.org/10.1363/47e2615>



- Chistol, L. T., Bandini, L. G., Must, A., Phillips, S., Cermak, S. A., & Curtin, C. (2018). Sensory Sensitivity and Food Selectivity in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, *48*(2), 583–591. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3340-9>
- Christensen, J., Grønberg, T. K., Sørensen, M. J., Schendel, D., Parner, E. T., Pedersen, L. H., & Vestergaard, M. (2013). Prenatal valproate exposure and risk of autism spectrum disorders and childhood autism. *JAMA*, *309*(16), 1696–1703. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.2270>
- Cieślińska, A., Sienkiewicz-Szłapka, E., Wasilewska, J., Fiedorowicz, E., Chwała, B., Moszyńska-Dumara, M., Cieśliński, T., Bukało, M., & Kostyra, E. (2015). Influence of candidate polymorphisms on the dipeptidyl peptidase IV and  $\mu$ -opioid receptor genes expression in aspect of the  $\beta$ -casomorphin-7 modulation functions in autism. *Peptides*, *65*, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2014.11.012>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for Behavioural Sciences*. (2nd ed.). Routledge Academic.
- Conde-Agudelo, A., Rosas-Bermudez, A., & Norton, M. H. (2016). Birth Spacing and Risk of Autism and Other Neurodevelopmental Disabilities: A Systematic Review. *Pediatrics*, *137*(5), Article e20153482. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3482>
- Conti, E., Mazzotti, S., Calderoni, S., Saviozzi, I., & Guzzetta, A. (2013). Are children born after assisted reproductive technology at increased risk of autism spectrum disorders? A systematic review. *Human Reproduction*, *28*(12), 3316–3327. <https://doi.org/10.1093/humrep/det380>
- Conners, C. K. (2008). *Conners* (3rd Edition). Toronto, Ontario: Multi-Health Systems.
- Conners, C. K., & Goldstein, S. (2009). *Conners Early Childhood*. Multi-Health Systems.
- Croen, L. A., Zerbo, O., Qian, Y., Massolo, M. L., Rich, S., Sidney, S., & Kripke, C. (2015). The health status of adults on the autism spectrum. *Autism*, *19*(7), 814–823. <https://doi.org/10.1177/1362361315577517>

- de Magistris, L., Familiari, V., Pascotto, A., Sapone, A., Frolli, A., Iardino, P., Carteni, M., De Rosa, M., Francavilla, R., Riegler, G., Militerni, R., & Bravaccio, C. (2010). Alterations of the intestinal barrier in patients with autism spectrum disorders and in their first-degree relatives. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, *51*(4), 418–424. <https://doi.org/10.1097/MPG.0b013e3181dcc4a5>
- de Onis, M., Garza, C., Onyango, A. W., Rolland-Cachera, M. F., & le Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie (2009). Les standards de croissance de l'Organisation mondiale de la santé pour les nourrissons et les jeunes enfants [WHO growth standards for infants and young children]. *Archives de pédiatrie: organe officiel de la Société française de pédiatrie*, *16*(1), 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2008.10.010>
- de Onis, M., Onyango, A., Borghi, E., Siyam, A., Blössner, M., Lutter, C., & WHO Multicentre Growth Reference Study Group (2012). Worldwide implementation of the WHO Child Growth Standards. *Public health nutrition*, *15*(9), 1603–1610. <https://doi.org/10.1017/S136898001200105X>
- de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, *85*(9), 660–667. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497>
- de Onis, M., Onyango, A. W., Van den Broeck, J., Chumlea, W. C., & Martorell, R. (2004). Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food and Nutrition Bulletin*, *25*, S27–S36. <https://doi.org/10.1177/15648265040251S104>
- de Rubeis, S., & Buxbaum, J. D. (2015). Genetics and genomics of autism spectrum disorder: embracing complexity. *Human Molecular Genetics*, *24*, R24–R31. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddv273>
- Díaz-Román, A., Zhang, J., Delorme, R., Beggiano, A., & Cortese, S. (2018). Sleep in youth with autism spectrum disorders: systematic review and meta-analysis of subjective and objective studies. *Evidence-Based Mental Health*, *21*(4), 146–154. <https://doi.org/10.1136/ebmental-2018-300037>

- Dickerson Mayes, S., & Zickgraf, H. (2019). Atypical eating behaviors in children and adolescents with autism, ADHD, other disorders, and typical development. *Research in Autism Spectrum Disorders, 64*, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2019.04.002>
- Dietz, P. M., Rose, C. E., McArthur, D., & Maenner, M. (2020). National and State Estimates of Adults with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 50*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04494-4>.
- Diolordi, L., del Balzo, V., Bernabei, P., Vitiello, V., & Donini, L. M. (2014). Eating habits and dietary patterns in children with autism. *Eating and Weight Disorders, 19*(3), 295–301. <https://doi.org/10.1007/s40519-014-0137-0>
- Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal, 315*(7109), 629–634.
- El-Ansari, W., Adetunji, H., & Oskrochi, R. (2014). Food and mental health: relationship between food and perceived stress and depressive symptoms among university students in the United Kingdom. *Central European Journal of Public Health, 22*(2), 90–97. <https://doi.org/10.21101/cejph.a3941>
- Emond, A., Emmett, P., Steer, C., & Golding, J. (2010). Feeding symptoms, dietary patterns, and growth in young children with autism spectrum disorders. *Pediatrics, 126*(2), e337–e342. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2391>
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R. & Marfell-Jones, M. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. UCAM Universidad Católica de Murcia.
- Esteban-Figuerola, P., Canals, J., Fernández-Cao, J. C. & Arija Val, V. (2019). Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorders and typically developing children: A meta-analysis. *Autism, 23*(5), 1079-1095. <https://doi.org/10.1177/1362361318794179>
- European Food Safety Authority. (2017). *Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report*. EFSA supporting publication. Article e15121. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>

- Evans, E. W., Must, A., Anderson, S. E., Curtin, C., Scampini, R., Maslin, M., & Bandini, L. (2012). Dietary Patterns and Body Mass Index in Children with Autism and Typically Developing Children. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.06.014>
- Farran Codina, A. (2019). Tablas de composición de alimentos: aplicaciones en nutrición clínica. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 107-129). Elsevier.
- Farran Codina, A., & Corpas Navas, T. (2019). Biodisponibilidad de los nutrientes. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 95-106). Elsevier.
- Farrán, A., Zamora, R., & Cervera, P. (2003). *Tabla de composición de Alimentos del CESNID*. Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética (CESNID). McGraw Hill/Interamericana & Universitat de Barcelona Editions.
- Favier A, Ireland-Ripert J, Toque C, Feinberg M. Répertoire general des aliments. Table de composition. TEC; 1997
- Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. (2010). *Ingestas Dietéticas de Referencia (IDRs) para la población española*. <http://www.fesnad.org>.
- Ferrari Mariela, A. (2013). Estimación de la Ingesta por Recordatorio de 24 Horas. *Diaeta*, 31(143), 20-25.
- Feskanich, D., Rockett, H. R., & Colditz, G. A. (2004). Modifying the Healthy Eating Index to assess diet quality in children and adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(9), 1375–1383. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2004.06.020>
- Field, S. S. (2014). Interaction of genes and nutritional factors in the etiology of autism and attention deficit/hyperactivity disorders: a case control study. *Medical Hypotheses*, 82(6), 654–661. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2014.02.021>
- Flood, V. M., Wen, L. M., Hardy, L. L., Rissel, C., Simpson, J. M., & Baur, L. A. (2014). Reliability and validity of a short FFQ for assessing the dietary habits of 2-5-year-old children, Sydney,

Australia. *Public Health Nutrition*, 17(3), 498–509.  
<https://doi.org/10.1017/S1368980013000414>

Foley, K. A., MacFabe, D. F., Vaz, A., Ossenkopp, K. P., & Kavaliers, M. (2014). Sexually dimorphic effects of prenatal exposure to propionic acid and lipopolysaccharide on social behavior in neonatal, adolescent, and adult rats: implications for autism spectrum disorders. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 39, 68–78.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2014.04.001>

Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010). Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(10), 1227–1240. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3>

Fu, R., Gartlehner, G., Grant, M., Shamliyan, T., Sedrakyan, A., Wilt, T. J., Griffith, L., Oremus, M., Raina, P., Ismaila, A., Santaguida, P., Lau, J., & Trikalinos, T. A. (2011). Conducting quantitative synthesis when comparing medical interventions: AHRQ and the Effective Health Care Program. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(11), 1187–1197

Fumagalli, F., Pontes Monteiro, J., Sartorelli, D. S., Vieira, M. N., & de Lourdes Pires Bianchi, M. (2008). Validation of a food frequency questionnaire for assessing dietary nutrients in Brazilian children 5 to 10 years of age. *Nutrition*, 24(5), 427–432.  
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2008.01.008>

Fung, T. T., McCullough, M. L., Newby, P. K., Manson, J. E., Meigs, J. B., Rifai, N., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2005). Diet-quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 163–173.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn.82.1.163>

García Closas, R., Román Viñas, B., & Serra-Majem, LL. (2004). Encuestas alimentarias en la infancia y la adolescencia. In LL. Serra-Majem, & J. Aranceta (Eds.), *Nutrición infantil y juvenil: estudio enKid* (pp. 13-26). Elsevier Masson.

Garcia-Pastor, T., Salinero, J. J., Theirs, C. I., & Ruiz-Vicente, D. (2019). Obesity Status and Physical Activity Level in Children and Adults with Autism Spectrum Disorders: A Pilot Study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(1), 165–172. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3692-9>

- Generalitat de Catalunya. (2007). *Guia de prescripció d'exercici físic per a la salut* (PEFS). Direcció General de Salut Pública. <http://hdl.handle.net/11351/3541>.
- Gentile, S. (2014). Risks of neurobehavioral teratogenicity associated with prenatal exposure to valproate monotherapy: a systematic review with regulatory repercussions. *CNS spectrums*, 19(4), 305–315. <https://doi.org/10.1017/S1092852913000990>
- Ghalichi, F., Ghaemmaghami, J., Malek, A., & Ostadrahimi, A. (2016). Effect of gluten free diet on gastrointestinal and behavioral indices for children with autism spectrum disorders: a randomized clinical trial. *World Journal of Pediatrics*, 12(4), 436–442. <https://doi.org/10.1007/s12519-016-0040-z>
- Gil Hernández, Á., Mañas Almendros, M., Martínez de Victoria Muñoz, E. (2017). Guías alimentarias y de estilos de vida saludable. In: Á. Gil (Ed.), *Tratado de Nutrición: Nutrición Humana en el estado de salud*. (3rd ed., pp. 49-66). Editorial Médica Panamericana.
- Gil Hernández, Á., Mañas Almendros, M., Martínez de Victoria Muñoz, E. (2017). Ingestas dietéticas de referencia y objetivos nutricionales. In: Á. Gil (Ed.), *Tratado de Nutrición: Nutrición Humana en el estado de salud*. (3rd ed., pp. 15-48). Editorial Médica Panamericana.
- Gil, Á., Martínez de Victoria, E., y Olza, J. (2015). Indicators for the evaluation of diet quality. *Nutrición hospitalaria*, 31, 128–144. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8761>
- González-Domenech, P. J., Díaz Atienza, F., García Pablos, C., Fernández Soto, M. L., Martínez-Ortega, J. M., & Gutiérrez-Rojas, L. (2020). Influence of a Combined Gluten-Free and Casein-Free Diet on Behavior Disorders in Children and Adolescents Diagnosed with Autism Spectrum Disorder: A 12-Month Follow-Up Clinical Trial. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(3), 935–948. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04333-1>
- Gotham, K., Pickles, A., & Lord, C. (2009). Standardizing ADOS scores for a measure of severity in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(5), 693–705. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0674-3>
- Graf-Myles, J., Farmer, C., Thurm, A., Royster, C., Kahn, P., Soskey, L., Rothschild, L., & Swedo, S. (2013). Dietary adequacy of children with autism compared with controls and the impact

of restricted diet. *Journal of Developmental and Behavioral Paediatrics*, 34(7), 449–459.  
<https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e3182a00d17>

Graham Holmes, L., Zampella, C. J., Clements, C., McCleery, J. P., Maddox, B. B., Parish-Morris, J., Udhmani, M. D., Schultz, R. T., & Miller, J. S. (2020). A Lifespan Approach to Patient-Reported Outcomes and Quality of Life for People on the Autism Spectrum. *Autism Research*, 13(6), 970–987. <https://doi.org/10.1002/aur.2275>

Greenfield, H., & Southgate, D. A. T. (2006). *Datos de composición de alimentos: producción, gestión y utilización*. (2nd ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gumpricht, E., & Rockway, S. (2014). Can  $\omega$ -3 fatty acids and tocotrienol-rich vitamin E reduce symptoms of neurodevelopmental disorders? *Nutrition*, 30(7-8), 733–738.  
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.11.001>

Guo, M., Li, L., Zhang, Q., Chen, L., Dai, Y., Liu, L., Feng, J., Cai, X., Cheng, Q., Chen, J., Wei H., & Li, T. (2018). Vitamin and mineral status of children with autism spectrum disorder in Hainan Province of China: associations with symptoms. *Nutritional Neuroscience*, 1-8.  
<https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1558762>

Guy, A., Seaton, S. E., Boyle, E. M., Draper, E. S., Field, D. J., Manktelow, B. N., Marlow, N., Smith, L. K., & Johnson, S. (2015). Infants born late/moderately preterm are at increased risk for a positive autism screen at 2 years of age. *The Journal of Pediatrics*, 166(2), 269–75.e3.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.10.053>

Healy, S., Aigner, C. J., & Haegele, J. A. (2019). Prevalence of overweight and obesity among US youth with autism spectrum disorder. *Autism*, 23(4), 1046–1050.  
<https://doi.org/10.1177/1362361318791817>

Hendrie, G. A., Viner Smith, E., & Golley, R. K. (2014). The reliability and relative validity of a diet index score for 4-11-year-old children derived from a parent-reported short food survey. *Public Health Nutrition*, 17(7), 1486–1497. <https://doi.org/10.1017/S1368980013001778>

Henríquez Sánchez, P., García Closas, R., & Serra-Majem, LL. (2006). Indicadores bioquímicos de la ingesta dietética. In J. Aranceta & LL. Serra-Majem (Ed.), *Nutrición y salud pública: métodos, bases científicas y aplicaciones* (2nd., pp. 215-227). Elsevier Masson.

- Hercberg, S., & Deheeger, M. (1994). *Portions alimentaires: Manuel-photos pour l'estimation des quantités*. Paris: SU-VI-MAX.
- Herndon, A. C., DiGuseppi, C., Johnson, S. L., Leiferman, J., & Reynolds, A. (2009). Does nutritional intake differ between children with autism spectrum disorders and children with typical development? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(2), 212–222. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0606-2>
- Hertz-Picciotto, I., Green, P. G., Delwiche, L., Hansen, R., Walker, C., & Pessah, I. N. (2010). Blood mercury concentrations in CHARGE Study children with and without autism. *Environmental Health Perspectives*, *118*(1), 161–166. <https://doi.org/10.1289/ehp.0900736>
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. <http://handbook.cochrane.org>
- Hollingshead, A. B. (2011). Four Factor Index of Social Status. *Yale Journal of Sociology*, *8*, 21–52.
- Hossain, M. M., Khan, N., Sultana, A., Ma, P., McKyer, E., Ahmed, H. U., & Purohit, N. (2020). Prevalence of comorbid psychiatric disorders among people with autism spectrum disorder: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Psychiatry Research*, *287*, Article 112922. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112922>
- Hubbard, K. L., Anderson, S. E., Curtin, C., Must, A., & Bandini, L. G. (2014). A comparison of food refusal related to characteristics of food in children with autism spectrum disorder and typically developing children. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *114*(12), 1981–1987. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.04.017>
- Huijbregts, P., Feskens, E., Räsänen, L., Fidanza, F., Nissinen, A., Menotti, A., & Kromhout, D. (1997). Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland, Italy, and The Netherlands: longitudinal cohort study. *British Medical Journal*, *315*(7099), 13–17. <https://doi.org/10.1136/bmj.315.7099.13>
- Huybrechts, I., De Backer, G., De Bacquer, D., Maes, L., & De Henauw, S. (2009). Relative validity and reproducibility of a food-frequency questionnaire for estimating food intakes among Flemish preschoolers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *6*(1), 382–399. <https://doi.org/10.3390/ijerph6010382>



Hyman, S. L., Stewart, P. A., Schmidt, B., Cain, U., Lemcke, N., Foley, J. T., Peck, R., Clemons, T., Reynolds, A., Johnson, C., Handen, B., James, S. J., Courtney, P. M., Molloy, C., & Ng, P. K. (2012). Nutrient intake from food in children with autism. *Pediatrics*, *130*, S145–S153. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-0900L>

Iglesias-Vázquez, L., Van Ginkel Riba, G., Arija, V., & Canals, J. (2020). Composition of Gut Microbiota in Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, *12*(3), 792. <https://doi.org/10.3390/nu12030792>

Institute of Medicine. (2006). Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11537>.

Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, & Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (2000). *DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment*. National Academies Press (US). DOI: 10.17226/9956

James, S., Montgomery, P., & Williams, K. (2011). Omega-3 fatty acids supplementation for autism spectrum disorders (ASD). *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *11*, Article CD007992. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007992.pub2>

Jardí, C., Aranda, N., Bedmar, C., & Arija, V. (2019a). Excess nutritional risk in infants and toddlers in a Spanish city. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, *89*(3-4), 210–220. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000530>

Jardí, C., Aranda, N., Bedmar, C., Ribot, B., Elias, I., Aparicio, E., Arija, V., & Grupo investigador DeFensas. (2019b). Consumption of free sugars and excess weight in infants. A longitudinal study. *Anales de Pediatría*, *90*(3), 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.03.018>

Johansson, M. E., Ambort, D., Pelaseyed, T., Schütte, A., Gustafsson, J. K., Ermund, A., Subramani, D. B., Holmén-Larsson, J. M., Thomsson, K. A., Bergström, J. H., van der Post, S., Rodríguez-Piñeiro, A. M., Sjövall, H., Bäckström, M., & Hansson, G. C. (2011). Composition and functional role of the mucus layers in the intestine. *Cellular and Molecular Life Sciences*, *68*(22), 3635–3641. <https://doi.org/10.1007/s00018-011-0822-3>

- Johnson, C.R., Handen, B.L., Mayer-Costa, M., & Sacco, K. (2008). Eating Habits and Dietary Status in Young Children with Autism. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 20, 437–448. <https://doi.org/10.1007/s10882-008-9111-y>
- Kamal Nor, N., Ghozali, A. H., & Ismail, J. (2019). Prevalence of Overweight and Obesity Among Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder and Associated Risk Factors. *Frontiers in Pediatrics*, 7, 38. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00038>
- Kang, D. W., Adams, J. B., Coleman, D. M., Pollard, E. L., Maldonado, J., McDonough-Means, S., Caporaso, J. G., & Krajmalnik-Brown, R. (2019). Long-term benefit of Microbiota Transfer Therapy on autism symptoms and gut microbiota. *Scientific Reports*, 9(1), 5821. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42183-0>
- Kaufman, J., Birmaher, B., Brent, D., Rao, U., Flynn, C., Moreci, P., Williamson, D., & Ryan, N. (1997). Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL): initial reliability and validity data. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(7), 980–988. <https://doi.org/10.1097/00004583-199707000-00021>
- Kennedy, E. T., Ohls, J., Carlson, S., & Fleming, K. (1995). The Healthy Eating Index: design and applications. *Journal of the American Dietetic Association*, 95(10), 1103–1108. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(95)00300-2)
- Kim, E. K., Neggers, Y. H., Shin, C. S., Kim, E., & Kim, E. M. (2010). Alterations in lipid profile of autistic boys: a case control study. *Nutrition Research*, 30(4), 255–260. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2010.04.002>
- Klohe, D. M., Clarke, K. K., George, G. C., Milani, T. J., Hanss-Nuss, H., & Freeland-Graves, J. (2005). Relative validity and reliability of a food frequency questionnaire for a triethnic population of 1-year-old to 3-year-old children from low-income families. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(5):727-34. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.008>
- Konst, M. J., & Matson, J. L. (2013). Comorbid psychopathology symptom rates in infants and toddlers with Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(2), 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.10.011>

- Lane, R., & Radesky, J. (2019). Digital Media and Autism Spectrum Disorders: Review of Evidence, Theoretical Concerns, and Opportunities for Intervention. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics, 40*(5), 364–368. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000664>
- Lanfer, A., Hebestreit, A., Ahrens, W., Krogh, V., Sieri, S., Lissner, L., Eiben, G., Siani, A., Huybrechts, I., Loit, H. M., Papoutsou, S., Kovács, E., Pala, V., & IDEFICS Consortium (2011). Reproducibility of food consumption frequencies derived from the Children's Eating Habits Questionnaire used in the IDEFICS study. *International Journal of Obesity, 35*, S61–S68. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.36>
- Lange, K. W., Hauser, J., & Reissmann, A. (2015). Gluten-free and casein-free diets in the therapy of autism. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 18*(6), 572–575. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000228>
- Leader, G., Tuohy, E., Chen, J. L., Mannion, A., & Gilroy, S. P. (2020). Feeding Problems, Gastrointestinal Symptoms, Challenging Behavior and Sensory Issues in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 50*(4), 1401–1410. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04357-7>
- Levy, S. E., Pinto-Martin, J. A., Bradley, C. B., Chittams, J., Johnson, S. L., Pandey, J., Pomykacz, A., Ramirez, A., Reynolds, A., Rubenstein, E., Schieve, L. A., Shapira, S. K., Thompson, A., Young, L., & Kral, T. (2019). Relationship of Weight Outcomes, Co-Occurring Conditions, and Severity of Autism Spectrum Disorder in the Study to Explore Early Development. *The Journal of Pediatrics, 205*, 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.09.003>
- Leyes García, P., Virgili Casas, N., & Trabal Vilchez, J. (2019). Evaluación clínica del estado nutricional. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 131-145). Elsevier.
- Lip, S., Chillingworth, A., & Wright, C. M. (2018). Prevalence of under and over weight in children with neurodisability, using body composition measures. *European Journal of Clinical Nutrition, 72*(10), 1451–1454. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0168-0>
- Liu, T., Kelly, J., Davis, L., & Zamora, K. (2019). Nutrition, BMI and Motor Competence in Children with Autism Spectrum Disorder. *Medicina, 55*(5), 135. <https://doi.org/10.3390/medicina55050135>

- Liu, X., Liu, J., Xiong, X., Yang, T., Hou, N., Liang, X., Chen, J., Cheng, Q., & Li, T. (2016). Correlation between Nutrition and Symptoms: Nutritional Survey of Children with Autism Spectrum Disorder in Chongqing, China. *Nutrients*, *8*(5), 294. <https://doi.org/10.3390/nu8050294>
- Livingstone, M. B., & Robson, P. J. (2000). Measurement of dietary intake in children. *The Proceedings of the Nutrition Society*, *59*(2), 279–293. <https://doi.org/10.1017/s0029665100000318>
- Llop, S., Julvez, J., Fernandez-Somoano, A., Santa Marina, L., Vizcaino, E., Iñiguez, C., Lertxundi, N., Gascón, M., Rebagliato, M., & Ballester, F. (2013). Prenatal and postnatal insecticide use and infant neuropsychological development in a multicenter birth cohort study. *Environment international*, *59*, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.06.010>
- Lockner, D. W., Crowe, T. K., & Skipper, B. J. (2008). Dietary intake and parents' perception of mealtime behaviors in preschool-age children with autism spectrum disorder and in typically developing children. *Journal of the American Dietetic Association*, *108*(8), 1360–1363. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.05.003>
- López-Vicente, M., Ribas Fitó, N., Vilor-Tejedor, N., Garcia-Esteban, R., Fernández-Barrés, S., Dadvand, P., Murcia, M., Rebagliato, M., Ibarluzea, J., Lertxundi, A., Fernández-Somoano, A., Tardón, A., López-Sabater, M. C., Romaguera, D., Vrijheid, M., Sunyer, J., & Julvez, J. (2019). Prenatal Omega-6:Omega-3 Ratio and Attention Deficit and Hyperactivity Disorder Symptoms. *The Journal of pediatrics*, *209*, 204–211.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2019.02.022>
- Lord, C., Brugha, T. S., Charman, T., Cusack, J., Dumas, G., Frazier, T., Jones, E., Jones, R. M., Pickles, A., State, M. W., Taylor, J. L., & Veenstra-VanderWeele, J. (2020). Autism spectrum disorder. *Nature Reviews. Disease primers*, *6*(1), 5. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0138-4>
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P., Risi, S., Gotham, K., & Bishop, S. (2012). *Autism diagnostic observation schedule (ADOS)*. (2nd ed.). Western Psychological Corporation.
- Lucini, D., Zanuso, S., Blair, S., & Pagani, M. (2015). A simple healthy lifestyle index as a proxy of wellness: a proof of concept. *Acta Diabetologica*, *52*(1), 81–89. <https://doi.org/10.1007/s00592-014-0605-z>

- Maenner, M. J., Shaw K. A., Baio, J., Washington, A., Patrick, M., DiRienzo, M., Christensen, D. L., Wiggins, L. D., Pettygrove, S., Andrews, J. G., Lopez, M., Hudson, A., Baroud, T., Schwenk, Y., White, T., Rosenberg, C. R., Lee, L., Harrington, R. A., Huston, M., ... Dietz, P. M. (2020). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*, 69(16), 1–12. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss6904a1>
- Malhi, P., Venkatesh, L., Bharti, B., & Singhi, P. (2017). Feeding Problems and Nutrient Intake in Children with and without Autism: A Comparative Study. *The Indian Journal of Pediatrics*, 84(4), 283-288. <https://doi.org/10.1007/s12098-016-2285-x>
- Mañas Almendros, M., Martínez de Victoria, E., & Yago Torregrosa, M. D. (2017). Tablas de composición de alimentos y bases de datos nutricionales. In: Á. Gil (Ed.), *Tratado de Nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. (3rd ed., pp. 645-667). Editorial Médica Panamericana.
- Manera Bassols, M., & Cervera Ral, P. (2019). Alimentación saludable. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 23-32). Elsevier.
- Mannion, A., & Leader, G & Healy, O. (2013a). Comorbidity in autism spectrum disorder: A literature review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(12), 1595–1616. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.09.006>
- Mannion, A., Leader, G., & Healy, O. (2013b). An investigation of comorbid psychological disorders, sleep problems, gastrointestinal symptoms and epilepsy in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(1), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.05.002>
- Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., & Suárez-Varela, M. (2015a). Anthropometric measures of Spanish children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 9, 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.09.013>
- Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., & Suárez-Varela, M. (2015b). Nutritional status of children with autism spectrum disorders (ASDs): a case-control study.

*Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(1), 203–212.  
<https://doi.org/10.1007/s10803-014-2205-8>

Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., & Suárez-Varela, M. M. (2016). Fat intake in children with autism spectrum disorder in the Mediterranean region (Valencia, Spain). *Nutritional Neuroscience*, 19(9), 377–386.  
<https://doi.org/10.1179/1476830515Y.0000000029>

Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., & Suárez-Varela, M. (2017). Comparison of nutritional status between children with autism spectrum disorder and typically developing children in the Mediterranean Region (Valencia, Spain). *Autism*, 21(3), 310–322. <https://doi.org/10.1177/1362361316636976>

Marí-Bauset, S., Zazpe, I., Mari-Sanchis, A., Llopis-González, A., & Suárez-Varela, M. (2014). Evidence of the gluten-free and casein-free diet in autism spectrum disorders: a systematic review. *Journal of Child Neurology*, 29(12), 1718–1727.  
<https://doi.org/10.1177/0883073814531330>

Martin-Moreno, J. M., & Gorgojo, L. (2007). Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Revista Española de Salud Pública*, 81, 507-518.

Martínez, C., & Pedrón, C., (2010). Valoración del estudio nutricional. Asociación Española de Pediatría. *Protocolos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica*. (2nd ed., pp. 313-318). Ergon.

Martínez Leo, E. E., & Segura Campos, M. R. (2020). Effect of ultra-processed diet on gut microbiota and thus its role in neurodegenerative diseases. *Nutrition*, 71, Article 110609.  
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110609>

Mascola, A. J., Bryson, S. W., & Agras, W. S. (2010). Picky eating during childhood: a longitudinal study to age 11 years. *Eating Behaviors*, 11(4), 253–257.  
<https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2010.05.006>

Mataix Verdú, J., García Diz, L., Mañas Almendros, M., Martínez de Vitoria, E., & Llopis González, J. (2009). *Tablas de composición de alimentos españoles* (5th ed.). Instituto de nutrición y tecnología de los alimentos. Editorial Universidad de Granada.

- Mataix Verdú, J., & Leis Trabazo, R. (2015). Niño preescolar y escolar. In J. Mataix (Ed.), *Nutrición y alimentación humana* (2nd ed., pp. 1125-1140). Ergon.
- Mataix Verdú, J., & López Jurado Romero de la Cruz, M. (2015). Valoración del estado nutricional. In J. Mataix (Ed.), *Nutrición y alimentación humana* (2nd ed., pp. 1004-1032). Ergon.
- McCoy, S. M., & Morgan, K. (2019). Obesity, physical activity, and sedentary behaviors in adolescents with autism spectrum disorder compared with typically developing peers. *Autism, 24*(2), 387-399. <https://doi.org/10.1177/1362361319861579>
- McElhanon, B. O., McCracken, C., Karpen, S., & Sharp, W. G. (2014). Gastrointestinal symptoms in autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Pediatrics, 133*(5), 872-883. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3995>
- Meguid, N. A., Anwar, M., Bjørklund, G., Hashish, A., Chirumbolo, S., Hemimi, M., & Sultan, E. (2017). Dietary adequacy of Egyptian children with autism spectrum disorder compared to healthy developing children. *Metabolic Brain Disease, 32*(2), 607-615. <https://doi.org/10.1007/s11011-016-9948-1>
- Meguid, N. A., Kandeel, W. A., Wakeel, K. E., & El-Nofely, A. A. (2014). Anthropometric assessment of a Middle Eastern group of autistic children. *World Journal of Paediatrics, 10*(4), 318-323. <https://doi.org/10.1007/s12519-014-0510-0>
- Menezes, M., Robinson, L., Sanchez, M. J., & Cook, B. (2018). Depression in Youth with Autism Spectrum Disorders: a Systematic Review of Studies Published Between 2012 and 2016. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders, 5*:370-389. <https://doi.org/10.1007/s40489-018-0146-4>
- Metcalf, P. A., Scragg, R. K., Sharpe, S., Fitzgerald, E. D., Schaaf, D., & Watts, C. (2003). Short-term repeatability of a food frequency questionnaire in New Zealand children aged 1-14 y. *European Journal of Clinical Nutrition, 57*(11), 1498-1503. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601717>
- Michelle, J. C., & Joanne, L. (2013). The Effect of Fiber on Satiety and Food Intake: A Systematic Review. *Journal of the American College of Nutrition, 32*, 200-211. <https://doi.org/10.1080/07315724.2013.791194>

- Modabbernia, A., Mollon, J., Boffetta, P., & Reichenberg, A. (2016). Impaired Gas Exchange at Birth and Risk of Intellectual Disability and Autism: A Meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *46*(5), 1847–1859. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2717-5>
- Modabbernia, A., Velthorst, E., & Reichenberg, A. (2017). Environmental risk factors for autism: an evidence-based review of systematic reviews and meta-analyses. *Molecular Autism*, *8*, 13. <https://doi.org/10.1186/s13229-017-0121-4>
- Moghames, P., Hammami, N., Hwalla, N., Yazbeck, N., Shoaib, H., Nasreddine, L., & Naja, F. (2016). Validity and reliability of a food frequency questionnaire to estimate dietary intake among Lebanese children. *Nutrition Journal*, *15*, 4. <https://doi.org/10.1186/s12937-015-0121-1>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, *6*(7), Article e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Molloy, C. A., Kalkwarf, H. J., Manning-Courtney, P., Mills, J. L., & Hediger, M. L. (2010). Plasma 25(OH)D concentration in children with autism spectrum disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *52*(10), 969–971. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03704.x>
- Morales-Hidalgo, P., Hernández-Martínez, C., Vera, M., Voltas, N. & Canals, J. (2017a). Psychometric properties of the Conners and Conners Early Childhood Indexes in a Spanish school population. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *17*, 85–96. doi: 10.1016/j.ijchp.2016.07.003
- Morales-Hidalgo, P., Hernández-Martínez, C., Voltas, N., & Canals, J. (2017). EDUTEA: A DSM-5 teacher screening questionnaire for autism spectrum disorder and social pragmatic communication disorder. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *17*(3), 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2017.05.002>
- Morales-Hidalgo, P., Roigé-Castellví, J., Vigil-Colet, A., & Canals Sans, J. (2017c). The Childhood Autism Spectrum Test (CAST): Spanish adaptation and validation. *Autism Research*, *10*(9), 1491-1498 doi: 10.1002/aur.1793
- Morán Fagúndez, L. J., Rivera Torres, A., González Sánchez, M. E., de Torres Aured, M. L., López-Pardo Martínez, M., Irlés Rocamora, J. A. (2015). *Historia dietética. Metodología y*



aplicaciones. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 21, 53-57. DOI:  
10.14642/RENC.2015.21.sup1.5051

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de composición de alimentos y guías de prácticas* (16th ed.). Pirámide.

Mukherjee S. B. (2017). Autism Spectrum Disorders - Diagnosis and Management. *Indian Journal of Pediatrics*, 84(4), 307–314. <https://doi.org/10.1007/s12098-016-2272-2>

Murphy, S. P., & Poos, M. I. (2002). Dietary Reference Intakes: summary of applications in dietary assessment. *Public Health Nutrition*, 5(6A), 843–849. <https://doi.org/10.1079/PHN2002389>

Nadon, G., Feldman, D. E., Dunn, W., & Gisel, E. (2011a). Association of sensory processing and eating problems in children with autism spectrum disorders. *Autism Research and Treatment*, Article 541926. <https://doi.org/10.1155/2011/541926>

Nadon, G., Feldman, D. E., Dunn, W., & Gisel, E. (2011b). Mealtime problems in children with autism spectrum disorder and their typically developing siblings: a comparison study. *Autism*, 15(1), 98–113. <https://doi.org/10.1177/1362361309348943>

National Research Council. (1986). *Nutrient Adequacy: Assessment Using Food Consumption Surveys*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/618>

Norte Navarro, A. I., & Ortiz Moncada, R. (2011). Calidad de la dieta española según el índice de alimentación saludable. *Nutrición Hospitalaria*, 26(2), 330-336.

Olza Meneses, J., Martínez de Victoria Muñoz, E., & Gil Hernández, Á. (2017). Índices de calidad de la dieta. In: Á. Gil (Ed.), *Tratado de Nutrición: Nutrición humana en el estado de salud*. (3rd ed., pp. 67-78. Editorial Médica Panamericana.

Ortega, R. M., López-Sobaler, A. M., Requejo Marcos A. M., & Carvajales, P. A. (2004). *La composición de los alimentos: herramienta básica para la valoración nutricional*. Editorial Complutense de Madrid.

Ortega, R. M; Pérez-Rodríguez, C., López-Sobaler, A. M. (2015). Métodos de evaluación de la ingesta actual: registro o diario dietético. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 21, 34-41.

- Ozonoff, S., Young, G. S., Belding, A., Hill, M., Hill, A., Hutman, T., Johnson, S., Miller, M., Rogers, S. J., Schwichtenberg, A. J., Steinfeld, M., & Iosif, A. M. (2014). The broader autism phenotype in infancy: when does it emerge? *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *53*(4), 398–407.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2013.12.020>
- Palma-Linares, I., Farran, A., Cantos, D. (2008). *Tablas de composición de alimentos por medidas caseras de consumo habitual en España* (1st ed.). Mcgraw-Hill.
- Parrish, L. A., Marshall, J. A., Krebs, N. F., Rewers, M., & Norris, J. M. (2003). Validation of a food frequency questionnaire in preschool children. *Epidemiology*, *14*(2), 213–217. <https://doi.org/10.1097/01.EDE.0000041256.12192.23>
- Patel, M. R., Piazza, C. C., Layer, S. A., Coleman, R., & Swartzwelder, D. M. (2005). A systematic evaluation of food textures to decrease packing and increase oral intake in children with pediatric feeding disorders. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *38*(1), 89–100. <https://doi.org/10.1901/jaba.2005.161-02>
- Pérez Rodrigo, C., Morán Fagúndez, L. J., Riobó Servan, P., & Aranceta Bartrina, J. (2012). Métodos de cribado y métodos de evaluación rápida. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, *21*, 88-95. doi: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.2056 .
- Perona, J. S., Schmidt-RioValle, J., Rueda-Medina, B., Correa-Rodríguez, M., & González-Jiménez, E. (2017). Waist circumference shows the highest predictive value for metabolic syndrome, and waist-to-hip ratio for its components, in Spanish adolescents. *Nutrition Research*, *45*, 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2017.06.007>
- Picó Segura, C., Palou Oliver, A., & Serra Vich, F. (2017). Evaluación del estado nutricional: biomarcadores clínicos y bioquímicos. In: Á. Gil (Ed.), *Tratado de Nutrición: Nutrición humana en el estado de salud*. (3rd ed., pp. 159-171). Editorial Médica Panamericana.
- Pisula, E., Pudło, M., Słowińska, M., Kawa, R., Strząska, M., Banasiak, A., & Wolańczyk, T. (2017). Behavioral and emotional problems in high-functioning girls and boys with autism spectrum disorders: Parents' reports and adolescents' self-reports. *Autism*, *21*(6), 738–748. <https://doi.org/10.1177/1362361316675119>

- Piowarczyk, A., Horvath, A., Łukasik, J., Pisula, E., & Szajewska, H. (2018). Gluten- and casein-free diet and autism spectrum disorders in children: a systematic review. *European Journal of Nutrition*, 57(2), 433–440. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1483-2>
- Piowarczyk, A., Horvath, A., Pisula, E., Kawa, R., & Szajewska, H. (2020). Gluten-Free Diet in Children with Autism Spectrum Disorders: A Randomized, Controlled, Single-Blinded Trial. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(2), 482–490. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04266-9>
- Porca Fernández, C., Tejera Pérez, C., Bellido Castañeda, V., García Almeida, J. M., & Bellido Guerrero, D. (2016). Nuevo enfoque en la valoración de la ingesta dietética. *Nutrición Clínica en Medicina*, 10(2), 95-107. DOI: 10.7400/NCM.2016.10.2.5040
- Provost, B., Crowe, T. K., Osbourn, P. L., McClain, C., & Skipper, B. J. (2010). Mealtime behaviors of preschool children: comparison of children with autism spectrum disorder and children with typical development. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 30(3), 220–233. <https://doi.org/10.3109/01942631003757669>
- Raiten, D. J., & Massaro, T. (1986). Perspectives on the nutritional ecology of autistic children. *Journal of autism and developmental disorders*, 16(2), 133–143. <https://doi.org/10.1007/BF01531725>
- Ranjan, S., & Nasser, J. A. (2015). Nutritional status of individuals with autism spectrum disorders: do we know enough?. *Advances in nutrition*, 6(4), 397–407. <https://doi.org/10.3945/an.114.007914>
- Redecillas Ferreiro, S., Lorite Cuenca, R., & Sarto Guerri, B. (2019). Evaluación clínica del estado nutricional en edad pediátrica. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 107-129). Elsevier.
- Reichelt, K. L., Knivsberg, A. M., Lind, G., & Nødland, M. (1991). Probable etiology and possible treatment of childhood autism. *Brain Dysfunction*, 4(6), 308–319.
- Reichelt, K. L., Tveiten, D., Knivsberg, A. M., & Brønstad, G. (2012). Peptides' role in autism with emphasis on exorphins. *Microbial ecology in health and disease*, 23. <https://doi.org/10.3402/mehd.v23i0.18958>

- Review Manager (Version 5.3) [Computer software]. (2014). The Cochrane Collaboration.
- Ristori, M. V., Quagliariello, A., Reddel, S., Ianiro, G., Vicari, S., Gasbarrini, A., & Putignani, L. (2019). Autism, Gastrointestinal Symptoms and Modulation of Gut Microbiota by Nutritional Interventions. *Nutrients*, *11*(11), 2812. <https://doi.org/10.3390/nu11112812>
- Rogers, S. J., Estes, A., Lord, C., Vismara, L., Winter, J., Fitzpatrick, A., Guo, M., & Dawson, G. (2012). Effects of a brief Early Start Denver model (ESDM)-based parent intervention on toddlers at risk for autism spectrum disorders: a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *51*(10), 1052–1065. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2012.08.003>
- Rubio, M. A., Moreno, C., & Cabrerizo, Y. L. (2004). Guías para el tratamiento de las dislipemias en el adulto: Adul Treatment Panel III (ATP-III). *Endocrinología y Nutrición*, *51*(5), 254-265.
- Ruiz Pons, M., & Aranceta Bartrina, J. (2006). Nutrición en la infancia. In J. Aranceta & LL. Serra-Majem (Ed.), *Nutrición y salud pública: métodos, bases científicas y aplicaciones* (pp. 288-301). Elsevier Masson.
- Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2003). *Autism Diagnostic Interview Revised (ADI-R)*. Western Psychological Services.
- Siddiqi, S., Urooj, A., & D'Souza, M. J. (2019). Dietary Patterns and Anthropometric Measures of Indian Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *49*(5), 1586-1598. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3850-0>
- Sadowska, J. & Cierebij, M. (2011). Evaluation of the nutrition manner and nutritional status of children with autism. Preliminary investigators. *Pediatrics Współczesna*, *13*(3):155-160
- Sahashi, Y., Tsuji, M., Wada, K., Tamai, Y., Nakamura, K., & Nagata, C. (2011). Validity and reproducibility of food frequency questionnaire in Japanese children aged 6 years. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, *57*(5), 372–376. <https://doi.org/10.3177/jnsv.57.372>
- Salehi, H., Aghanoori, M. R., Shahmohammadlu, S., Hosseini, B., Mitchell, S. E., Mahmudi, M., & Djafarian, K. (2015). Body composition in Iranian boys with autism spectrum disorders. *Paediatrica Croatica*, *59*(3), 159-65. <http://dx.doi.org/10.13112/PC.2015.24>

- Salvador Castell, G., Serra Majem, L., & Ribas-Barba, L. (2015). ¿Qué y cuánto comemos? El método Recuerdo de 24 horas. *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 2(21), 42-44. DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5049
- Samir, M., & Patil, R. (2018). Nutritional status of autistic and totally developing children in Mumbai. *International Journal of Current Research*, 10(6), 70402-70406. <https://doi.org/10.24941/ijcr.31111.06.2018>.
- Santocchi, E., Guiducci, L., Fulceri, F., Billeci, L., Buzzigoli, E., Apicella, F., Calderoni, S., Grossi, E., Morales, M. A., & Muratori, F. (2016). Gut to brain interaction in Autism Spectrum Disorders: a randomized controlled trial on the role of probiotics on clinical, biochemical and neurophysiological parameters. *BMC psychiatry*, 16, 183. <https://doi.org/10.1186/s12888-016-0887-5>
- Schendel, D., & Bhasin, T. K. (2008). Birth weight and gestational age characteristics of children with autism, including a comparison with other developmental disabilities. *Pediatrics*, 121(6), 1155–1164. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-1049>
- Schmitt, L., Heiss, C. J., & Campbell, E. E. (2008). A comparison of nutrient intake and eating behaviors of boys with and without autism. *Topics in Clinical Nutrition*, 23(1), 23–31. <https://doi.org/10.1097/01.TIN.0000312077.45953.6c>
- Schmidt, R. J., Tancredi, D. J., Ozonoff, S., Hansen, R. L., Hartiala, J., Allayee, H., Schmidt, L. C., Tassone, F., & Hertz-Picciotto, I. (2012). Maternal periconceptional folic acid intake and risk of autism spectrum disorders and developmental delay in the CHARGE (CHildhood Autism Risks from Genetics and Environment) case-control study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(1), 80–89. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.004416>
- Schreck, K. A., & Williams, K. (2006). Food preferences and factors influencing food selectivity for children with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 27(4), 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2005.03.005>
- Schreck, K. A., Williams, K., & Smith, A. F. (2004). A comparison of eating behaviors between children with and without autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34(4), 433–438. <https://doi.org/10.1023/b:jadd.0000037419.78531.86>

- Schröder, H., Fitó, M., Estruch, R., Martínez-González, M. A., Corella, D., Salas-Salvadó, J., Lamuela-Raventós, R., Ros, E., Salaverría, I., Fiol, M., Lapetra, J., Vinyoles, E., Gómez-Gracia, E., Lahoz, C., Serra-Majem, L., Pintó, X., Ruiz-Gutierrez, V., & Covas, M. I. (2011). A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *The Journal of Nutrition*, *141*(6), 1140–1145. <https://doi.org/10.3945/jn.110.135566>
- Scott, F. J., Baron-Cohen, S., Bolton, P., & Brayne, C. (2002). The CAST (Childhood Asperger Syndrome Test): preliminary development of a UK screen for mainstream primary-school-age children. *Autism*, *6*(1), 9–31. <https://doi.org/10.1177/1362361302006001003>
- Sedgwick, P. (2013). Meta-analyses: how to read a funnel plot. *British Medical Journal*, *346*, Article f1342. <https://doi.org/10.1136/bmj.f1342>
- Seiverling, L., Williams, K. & Sturmey, P. (2010). Assessment of Feeding Problems in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, *22*, 401–413 <https://doi.org/10.1007/s10882-010-9206-0>
- Sergi, G., De Rui, M., Stubbs, B., Veronese, N., & Manzato, E. (2017). Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clinical and Experimental Research*, *29*(4), 591–597. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0622-6>
- Serra-Majem, LL., & Aranceta Bartrina, J. (2006). Requerimientos nutricionales e ingestas recomendadas: ingestas dietéticas de referencia. In J. Aranceta & LL. Serra-Majem (Ed.), *Nutrición y salud pública: métodos, bases científicas y aplicaciones* (2nd ed., pp. 20-30). Elsevier Masson.
- Serra-Majem, LL., Ribas, L., Ngo, J., Ortega, R. M., García, A., Pérez-Rodrigo, C., & Aranceta, J. (2004). Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutrition*, *7*(7), 931–935. <https://doi.org/10.1079/phn2004556>
- Setyowati, D., Prasetyo, B., & Husada, D. (2019). Differences in Growth of Children with Autism and Normal in Surabaya, Indonesia. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, *10*(7), 899-903. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.01692.9>

- Shaltout E., Al-Dewik N., Samara M., Morsi H., Khattab A. (2020). Dietary Phytochemicals as Neurotherapeutics for Autism Spectrum Disorder: Plausible Mechanism and Evidence. In M. Essa, M. Qoronfleh (Eds.), *Personalized Food Intervention and Therapy for Autism Spectrum Disorder Management*. Advances in Neurobiology, vol 24. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30402-7_6)
- Sharp, W. G., Berry, R. C., McCracken, C., Nuhu, N. N., Marvel, E., Saulnier, C. A., Klin, A., Jones, W., & Jaquess, D. L. (2013). Feeding problems and nutrient intake in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis and comprehensive review of the literature. *Journal of autism and Developmental Disorders*, 43(9), 2159–2173. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1771-5>
- Sharp, W. G., Postorino, V., McCracken, C. E., Berry, R. C., Criado, K. K., Burrell, T. L., & Scahill, L. (2018). Dietary Intake, Nutrient Status, and Growth Parameters in Children with Autism Spectrum Disorder and Severe Food Selectivity: An Electronic Medical Record Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(10), 1943–1950. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.05.005>
- Shearer, T. R., Larson, K., Neuschwander, J., & Gedney, B. (1982). Minerals in the hair and nutrient intake of autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 12(1), 25–34. <https://doi.org/10.1007/BF01531671>
- Shindler, A. E., Hill-Yardin, E. L., Petrovski, S., Cunningham, A. C., Bishop, N., & Franks, A. E. (2020). Potential Determinants of Gastrointestinal Dysfunction in Autism Spectrum Disorders. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 7, 182–196. <https://doi.org/10.1007/s40489-019-00187-6>
- Shmaya, Y., Eilat-Adar, S., Leitner, Y., Reif, S., & Gabis, L. (2014). Nutritional deficiencies and overweight prevalence among children with autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 38, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.11.020>
- Smith, B., Rogers, S. L., Blissett, J., & Ludlow, A. K. (2020). The relationship between sensory sensitivity, food fussiness and food preferences in children with neurodevelopmental disorders. *Appetite*, 150, Article 104643. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104643>

- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. (2000). Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Medicina Clínica*, 115(15), 587-597.
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2018). *Guía de Alimentación Saludable para Atención Primaria y colectivos ciudadanos. La alimentación saludable en la etapa escolar*. Planeta.
- Sotos-Prieto, M., Moreno-Franco, B., Ordovás, J. M., León, M., Casasnovas, J. A., & Peñalvo, J. L. (2015). Design and development of an instrument to measure overall lifestyle habits for epidemiological research: the Mediterranean Lifestyle (MEDLIFE) index. *Public Health Nutrition*, 18(6), 959–967. <https://doi.org/10.1017/S1368980014001360>
- Srinivasan, S. M., Pescatello, L. S., & Bhat, A. N. (2014). Current perspectives on physical activity and exercise recommendations for children and adolescents with autism spectrum disorders. *Physical Therapy*, 94(6), 875–889. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130157>
- Steenweg-de Graaff, J., Tiemeier, H., Ghassabian, A., Rijlaarsdam, J., Jaddoe, V. W., Verhulst, F. C., & Roza, S. J. (2016). Maternal Fatty Acid Status During Pregnancy and Child Autistic Traits: The Generation R Study. *American Journal of Epidemiology*, 183(9), 792–799. <https://doi.org/10.1093/aje/kwv263>
- Stevens, T., Peng, L., & Barnard-Brak, L. (2016). The comorbidity of ADHD in children diagnosed with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 31, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2016.07.003>
- Stroup, D. F., Berlin, J. A., Morton, S. C., Olkin, I., Williamson, G. D., Rennie, D., Moher, D., Becker, B. J., Sipe, T. A., & Thacker, S. B. (2000). Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA*, 283(15), 2008–2012. <https://doi.org/10.1001/jama.283.15.2008>
- Souci, S. W, Fachmann, W., Kraut, H. (2000). Food Composition and Nutrition Tables. (6th ed., pp. 932-956). Medpharm.



- Suarez, M. A., & Crinion, K. M. (2015). Food Choices of Children with Autism Spectrum Disorders. *International Journal of School Health*, 2(3), Article e27502. <https://doi.org/10.17795/INTJSH-27502>
- Tarbox, J., La Cava, S., & Hoang, K. (2016). Types of assessment. In J. Matson (Ed.), *Handbook of Assessment and Diagnosis of Autism Spectrum Disorder. Autism and Child Psychopathology Series* (pp. 11-26). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27171-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27171-2_2)
- Taylor, M. J., Rosenqvist, M. A., Larsson, H., Gillberg, C., D'Onofrio, B. M., Lichtenstein, P., & Lundström, S. (2020). Etiology of Autism Spectrum Disorders and Autistic Traits Over Time. *JAMA Psychiatry*, 77(9), 936–943. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.0680>
- Thompson, F. E., & Subar, A. F. (2017). Dietary assessment methodology. In A.M. Coulston, C.J. Boushey & M.G. Ferruzzi (Eds.), *Nutrition in the prevention and treatment disease* (4th ed., pp. 5-48). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802928-2.00001-1>
- Traber, M. G. (2014). Vitamin E Inadequacy in Humans: Causes and Consequences. *Advances in Nutrition*, 5(5), 503–514. <https://doi.org/10.3945/an.114.006254>
- Trichopoulou, A., Kouris-Blazos, A., Wahlqvist, M. L., Gnardellis, C., Lagiou, P., Polychronopoulos, E., Vassilakou, T., Lipworth, L., & Trichopoulos, D. (1995). Diet and overall survival in elderly people. *British Medical Journal*, 311(7018), 1457–1460. <https://doi.org/10.1136/bmj.311.7018.1457>
- Trinidad Rodríguez, I., Fernández Ballart, J., Cucó Pastor, G., Biarnés Jordà, E., & Arija Val, V. (2008). Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto: reproducibilidad y validez. *Nutrición Hospitalaria*, 23(3), 242-252.
- Tsujiguchi, H., Miyagi, S., Nguyen, T., Hara, A., Ono, Y., Kambayashi, Y., Shimizu, Y., Nakamura, H., Suzuki, K., Suzuki, F., & Nakamura, H. (2020). Relationship between Autistic Traits and Nutrient Intake among Japanese Children and Adolescents. *Nutrients*, 12(8), 2258. <https://doi.org/10.3390/nu12082258>
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2019). *Food Data Central*. [fdc.nal.usda.gov](https://fdc.nal.usda.gov)

- U.S.Department of Health and Human Services, & U.S. Department of Agriculture. (2015). *Dietary Guidelines for Americans 2015–2020* (8th ed.). <https://health.gov/our-work/food-nutrition/2015-2020-dietary-guidelines/guidelines/>
- van Steensel, F., & Heeman, E. J. (2017). Anxiety Levels in Children with Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis. *Journal of Child and Family Studies*, 26(7), 1753–1767. <https://doi.org/10.1007/s10826-017-0687-7>
- Vioque, J., Gimenez-Monzo, D., Navarrete-Muñoz, E. M., Garcia-de-la-Hera, M., Gonzalez-Palacios, S., Rebagliato, M., Ballester, F., Murcia, M., Iñiguez, C., Granada, F., & INMA-Valencia Cohort Study (2016). Reproducibility and Validity of a Food Frequency Questionnaire Designed to Assess Diet in Children Aged 4-5 Years. *PLoS One*, 11(11), e0167338. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167338>
- Vissocker, R.E., Latzer Y., Stolar O., Rabenbach A., & Gal E. (2019). Eating problems and patterns among toddlers and young boys with and without autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 59, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.12.001>
- von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., Vandenbroucke, J. P., & STROBE Initiative (2014). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery*, 12(12), 1495–1499. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2014.07.013>
- Voulgarakis, H., Bendell-Estroff, D., & Field, T. (2017). Prevalence of obesity and autism spectrum disorder. *Behavioural Development Bulletin*, 22(1), 209-214. <http://dx.doi.org/10.1037/bdb0000054>
- Wallace, G. L., Richard, E., Wolff, A., Nadeau, M., & Zucker, N. (2020). Increased emotional eating behaviors in children with autism: Sex differences and links with dietary variety. *Autism: the international journal of research and practice*, 1362361320942087. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/1362361320942087>
- Wang, K., Gaitsch, H., Poon, H., Cox, N. J., & Rzhetsky, A. (2017). Classification of common human diseases derived from shared genetic and environmental determinants. *Nature Genetics*, 49(9), 1319–1325. <https://doi.org/10.1038/ng.3931>

- Wang, Y., Tang, S., Xu, S., Weng, S., & Liu, Z. (2016). Maternal Body Mass Index and Risk of Autism Spectrum Disorders in Offspring: A Meta-analysis. *Scientific Reports*, 6, Article 34248. <https://doi.org/10.1038/srep34248>
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children - Fourth Edition* (WISC-IV). The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2012). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - Fourth Edition* (WPPSI-IV). The Psychological Corporation.
- Wei, H., Cheng, Q., Mei, Q., Zhang, X., Chen, Li., Liu, X., Dai, Y., Yu, T., Li, Y., Zhang, Y., Chen, J., Miao, Y., & Li, T. (2018). Head circumference, body growth and development quotient in autism spectrum disorders are related in Chongqing, China. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 54, 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.07.003>
- Willett, W. C., & Lenart, E. (2012). Reproducibility and Validity of Food Frequency Questionnaires. In W. C. Willett (Ed.), *Nutritional Epidemiology* (3rd ed., pp.96-141). Oxford University Press.
- Willett, W., & Stampfer, M. J. (1986). Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *American Journal of Epidemiology*, 124(1), 17-27. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a114366>
- Williams, P. G., Dalrymple, N., & Neal, J. (2000). Eating habits of children with autism. *Pediatric Nursing*, 26(3), 259-264.
- Williams, K. E., Gibbons, B. G., & Schreck, K. A. (2005). Comparing selective eaters with and without developmental disabilities. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 17(3), 299-309. <https://doi.org/10.1007/s10882-005-4387-7>
- Windham, G. C., Anderson, M., Lyall, K., Daniels, J. L., Kral, T., Croen, L. A., Levy, S. E., Bradley, C. B., Cordero, C., Young, L., & Schieve, L. A. (2019). Maternal Pre-pregnancy Body Mass Index and Gestational Weight Gain in Relation to Autism Spectrum Disorder and other Developmental Disorders in Offspring. *Autism Research*, 12(2), 316-327. <https://doi.org/10.1002/aur.2057>

World Health Organization. (2006). *WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development.*

[https://www.who.int/childgrowth/standards/Technical\\_report.pdf?ua=1](https://www.who.int/childgrowth/standards/Technical_report.pdf?ua=1)

World Health Organization. (2007a). *Growth reference data for 5-19 years.*

<https://www.who.int/growthref/en>

World Health Organization. (2007b). *The WHO Child Growth Standards.*

<https://www.who.int/childgrowth/standards/es/>.

World Health Organization. (2007c). *WHO Growth Standards: Head Circumference-for-Age, Arm Circumference-for-Age, Triceps Skinfold-for-Age and Subscapular Skinfold-for-Age: Methods and Development.*

[https://www.who.int/childgrowth/standards/second\\_set/technical\\_report\\_2.pdf?ua=1](https://www.who.int/childgrowth/standards/second_set/technical_report_2.pdf?ua=1)

World Health Organization. (2008). *Training Course on Child Growth Assessment: Interpreting Growth Indicators.*

[https://www.who.int/nutrition/publications/childgrowthstandards\\_trainingcourse/en/](https://www.who.int/nutrition/publications/childgrowthstandards_trainingcourse/en/)

World Health Organization. (2009). *WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents.*

<http://www.who.int/growthref/tools/en/>

World Health Organization. (2010). *WHO Anthro for personal computers, version 3.2.2, 2011: Software for assessing growth and development of the world's children.*

<http://www.who.int/childgrowth/software/en/>

World Health Organization. (2015a). *Guideline: sugars intake for adults and children.* Geneva, World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>

Wu, S., Wu, F., Ding, Y., Hou, J., Bi, J., & Zhang, Z. (2017). Advanced parental age and autism risk in children: a systematic review and meta-analysis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 135(1), 29–41. <https://doi.org/10.1111/acps.12666>

- Xia, W., Zhou, Y., Sun, C., Wang, J., & Wu, L. (2010). A preliminary study on nutritional status and intake in Chinese children with autism. *European Journal of Pediatrics*, *169*(10), 1201–1206. <https://doi.org/10.1007/s00431-010-1203-x>
- Yago Torregrosa, M. D., Martínez de Victoria, E., & Mañas Almendros, M. (2017). Evaluación del estado nutricional: valoración dietética. In: Á. Gil (Ed.), *Tratado de Nutrición: Nutrición humana en el estado de salud*. (3rd ed., pp. 133-157). Editorial Médica Panamericana.
- Yang, L. L., Millischer, V., Rodin, S., MacFabe, D. F., Villaescusa, J. C., & Lavebratt, C. (2019). Enteric short-chain fatty acids promote proliferation of human neural progenitor cells. *Journal of Neurochemistry*, *154*(6), 635–646. <https://doi.org/10.1111/jnc.14928>
- Yoo E. G. (2016). Waist-to-height ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean Journal of Pediatrics*, *59*(11), 425–431. <https://doi.org/10.3345/kjp.2016.59.11.425>
- Zablotsky, B., Black, L. I., Maenner, M. J., Schieve, L. A., Danielson, M. L., Bitsko, R. H., Blumberg, S. J., Kogan, M. D., & Boyle, C. A. (2019). Prevalence and Trends of Developmental Disabilities among Children in the United States: 2009-2017. *Pediatrics*, *144*(4), e20190811. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-0811>
- Zazpe García, I., Muñoz Hornillos, M., & Martí del Moral, A. A. (2019). Dieta durante la infancia y la adolescencia. In J. Salas Salvadó, A. Bonada i Sanjaume, R. Trallero Casañas, M. E. Saló i Solà, & R. Burgos Peláez (Eds.), *Nutrición y Dietética Clínica* (4th ed., pp. 159-178). Elsevier.
- Zheng, Z., Zhang, L., Li, S., Zhao, F., Wang, Y., Huang, L., Huang, J., Zou, R., Qu, Y., & Mu, D. (2017). Association among obesity, overweight and autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, *7*(1), Article 11697. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12003-4>
- Zhu, J., Guo, M., Yang, T., Lai, X., Tang, T., Chen, J., Li, L., & Li, T. (2020). Nutritional Status and Symptoms in Preschool Children With Autism Spectrum Disorder: A Two-Center Comparative Study in Chongqing and Hainan Province, China. *Frontiers in pediatrics*, *8*, 469. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00469>
- Zimmer, M. H., Hart, L. C., Manning-Courtney, P., Murray, D. S., Bing, N. M., & Summer, S. (2012). Food variety as a predictor of nutritional status among children with autism. *Journal of*

*Autism and Developmental Disorders*, 42(4), 549–556. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1268-z>

Zimmerman, J., & Fisher, M. (2017). Avoidant/Restrictive Food Intake Disorder (ARFID). *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 47(4), 95-103. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2017.02.005>

Zwaigenbaum, L., Bauman, M. L., Fein, D., Pierce, K., Buie, T., Davis, P. A., Newschaffer, C., Robins, D. L., Wetherby, A., Choueiri, R., Kasari, C., Stone, W. L., Yirmiya, N., Estes, A., Hansen, R. L., McPartland, J. C., Natowicz, M. R., Carter, A., Granpeesheh, D., Mailloux, Z., ... Wagner, S. (2015). Early Screening of Autism Spectrum Disorder: Recommendations for Practice and Research. *Pediatrics*, 136, S41–S59. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-3667D>

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## **ANNEXOS**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola

## Annex I

### Qüestionari de freqüència de consum d'aliments (Trinidad Rodríguez et al., 2008)

El siguiente cuestionario le pregunta sobre la **frecuencia con la que su hijo consume**. La frecuencia de consumo se debe especificar en los recuadros de la derecha del listado alimentos de este cuestionario

Para cada alimento del listado debe apuntar el **número de veces** que lo consume su hijo

• Si su hijo lo consume todos los días de la semana (una vez al día), ponga un 7 en la columna A LA SEMANA.

• Si su hijo lo consume alguna vez a la semana, ponga las veces: 1-2-3-4-5 o 6 en la columna A LA SEMANA.

Piense siempre en sumar el consumo de todas las comidas del día (desayuno, comida, merienda, cena, otros...).

Por ejemplo:

- Si su hijo toma todos los días leche para el desayuno y alguna vez a la semana para cenar:  $7 + 3 = 10$  veces a la semana

- Si su hijo toma carne 4 veces a la semana para comer y 2 para cenar:  $4 + 2 = 6$  veces a la semana.

Únicamente marque una casilla por cada alimento (A LA SEMANA o AL MES)

• Si su hijo consume el alimento alguna vez al mes, ponga las veces:

1-2-3 etc...en la columna: AL MES

• Si su hijo no lo consume nunca o casi nunca, deje la casilla

en blanco, sin poner nada.

*Ejemplo: Su hijo desayuna habitualmente un vaso de leche (7 veces) y madalenas (7 veces) y para cenar a veces toma leche (4 veces) y a veces toma yogur (3 veces) de postres. Además, toma pescado algunas veces a la semana para comer (2 veces). Las legumbres las consume alguna vez al mes (aproximadamente 4 veces).*

LISTADO DE ALIMENTOS	CUANTAS VECES COME...?	
	A LA SEMANA	AL MES
Leche	11	
Yogur	3	
Bizcocho madalenas	7	
...		
Pescado	2	
...		
Legumbres		4

**CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO ALIMENTARIO – CFCA**

<b>¿CUANTAS VECES COME?</b>		
	<b>A LA SEMANA</b>	<b>AL MES</b>
Leche		
Yogurt		
Chocolate: tableta, bombones, Kit-Kat, Mars...		
Cereales inflados de desayuno ("Corn-Flakes" "Kellog's")		
Galletas tipo "maría"		
Galletas con chocolate, crema...		
Madalenas , bizcocho		
Ensamada, Donut, Croissant		
Ensalada: Lechuga, tomate, escarola....		
Judías verdes, acelgas, espinacas		
Verduras de guarnición: berenjena, calabacín, champiñón.		
Patatas al horno, fritas o hervidas		
Legumbres: lentejas, guisantes, garbanzos, alubias..		
Arroz blanco, paella		
Pasta: fideos, macarrones, espaguetis...		
Sopas y cremas		
Huevos		
Pollo o pavo		
Ternera, cerdo, cordero (bistec, empanada)		
Carne picada: longaniza, hamburguesa		
Pescado blanco: merluza, mero..		
Pescado azul: sardinas, atún, salmón....		
Marisco: mejillones, gambas, langostinos, pulpo, calamares...		
Croquetas, empanadillas, pizza		
Pan (bocadillos, en comidas)		
Jamón salado, dulce ,embutidos		
Queso blanco o fresco (Burgos,...) o bajo en calorías		
Otros quesos curados o semicurados, cremosos		
Frutas cítricas: Naranja, mandarina		
Otras frutas: Manzana, pera ,melocotón, albaricoque, plátano		
Frutas en conserva(en almíbar)		
Zumos de fruta natural		
Zumos de fruta comercial		
Frutos secos: cacahuetes, avellanas, almendras		
Postres lácteos: natillas, flan, cuajada		
Pasteles de crema y chocolate		
Bolsas de aperitivos ("chips", "chetos", "fritos" ...)		
Golosinas: caramelos, gominolas...		
Helados : en verano/en invierno		
Bebidas azucaradas ("coca-cola", "Fanta"...)		
Bebidas bajas en calorías (Coca-Cola light, cero...)		

## Annex II

### Comunicacions en congressos

- Presentació del pòster *“Differences in food consumption and nutritional intake between children with autism spectrum disorder and typically developing children: a meta-analysis”* al *3rd International Congress of Clinical and Health Psychology on Children and Adolescents (AITANA)* l'any 2017.
- Presentació del pòster *“Children with autism have a different intake of calcium, vitamin D and dairy consumption? A meta-analysis”* al *IV World Congress of Public Health Nutrition i el XII Congreso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), NUTRIMAD*, l'any 2018.
- Presentació del pòster *“Children with autism have a different intake of calcium, vitamin D and dairy consumption? A meta-analysis”* al *IV World Congress of Public Health Nutrition i el XII Congreso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), NUTRIMAD*, l'any 2018.
- Presentació del pòster *“Differences in growth status between children with Autism Spectrum Disorder and Typical Development”* al *4th International Congress of Clinical and Health Psychology on Children and Adolescents (AITANA)* l'any 2018.
- Comunicació *“Estado nutricional en niños con trastorno del espectro del autismo en población escolar”* al *5th International Congress of Clinical and Health Psychology on Children and Adolescents (AITANA)* l'any 2019.
- Presentació del pòster *“Riesgo nutricional en niños con trastorno del espectro del autismo”* al *IV Congreso de la FESNAD* l'any 2020.
- Comunicació *“Patrón Nutricional en los niños con TEA”* al *6th International Congress of Clinical and Health Psychology on Children and Adolescents (AITANA)* l'any 2020.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Estat nutricional en nens/es de població escolar amb Trastorns de l'Espectre de l'Autisme

Patricia Esteban Figuerola