



## EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

**Manel González Peris**

Dipòsit Legal: T 1281-2015

**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.

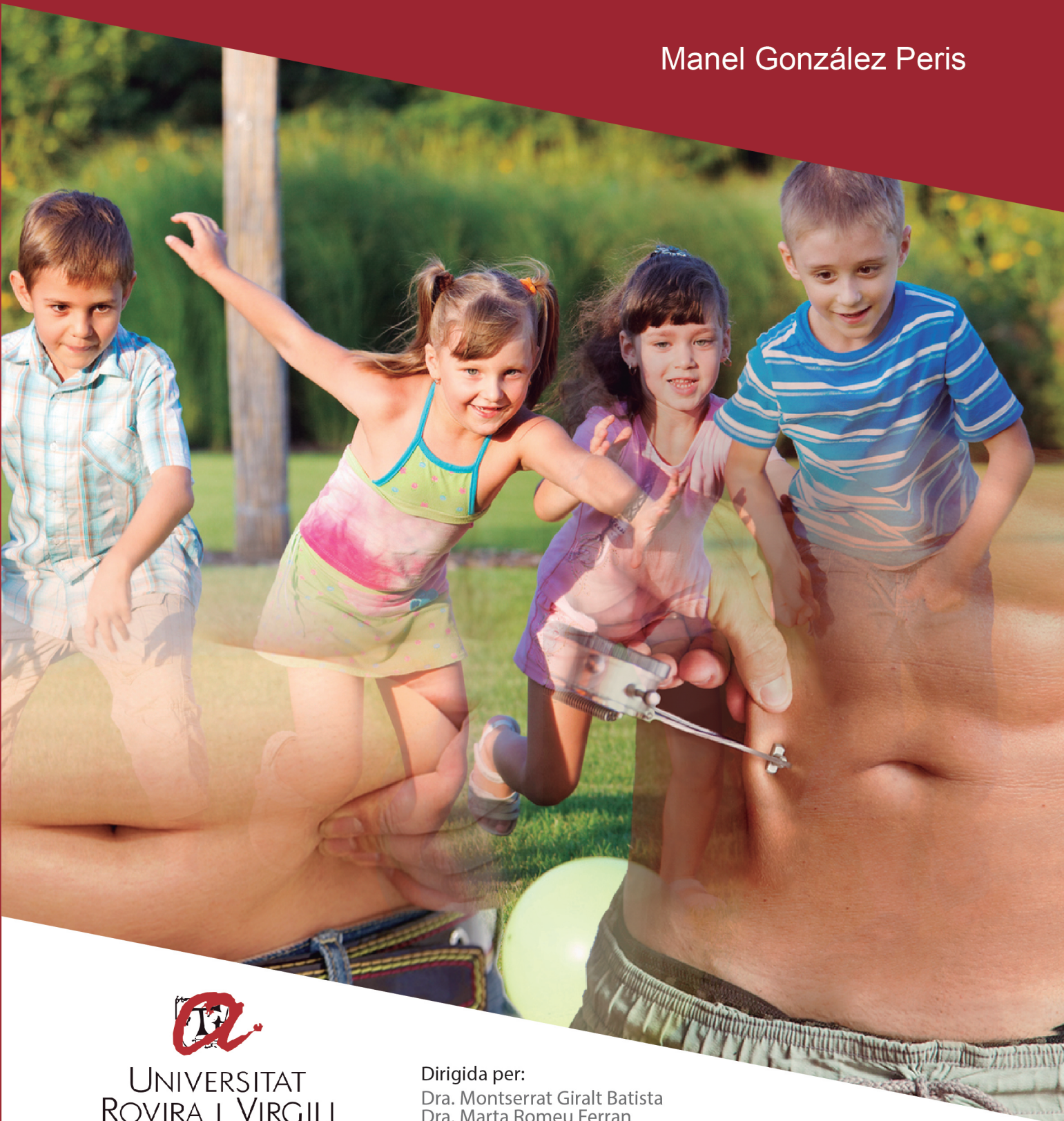
**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto 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.

Tesi doctoral:

# EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES

Manel González Peris



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Dirigida per:  
Dra. Montserrat Giralt Batista  
Dra. Marta Romeu Ferran

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTITSTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

Manel González Peris

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE  
DE GREIX EN NENS ESPORTISTES

# Tesi doctoral

Dirigida per

Dra. Montserrat Giralt Batista  
Dra. Marta Romeu Ferran

Programa de Doctorat

Biomedicina  
Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Acreditació de la tesi

Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques

Tarragona  
2015



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015



### Autorització del director/a o codirector/s/a/es de la tesi doctoral

DADES IDENTIFICATIVES DE LA TESI DOCTORAL	
Títol de la tesi doctoral: El plec abdominal com a predictor del percentatge de greix en nens esportistes	
Doctorand/a: Manel González Peris	
Programa de Doctorat / Programa Oficial de Postgrau: Biomedicina	
Departament: Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques	Grup de recerca:
Director/a: Montserrat Giralt Batista	Correu electrònic del Director/a: montse.giralt@urv.cat
Codirector/a: Marta Romeu Ferran	Correu electrònic del Codirector/a: marta.romeu@urv.cat
Tutor/a (si s'escau):	Correu electrònic del Tutor/a:

INFORME DEL DIRECTOR/A DE TESI		
El/s (co)director/s sotasignats emeten l'informe de la tesi doctoral presentada a tràmit de dipòsit, en base a la revisió dels següents elements de qualitat:		
	SI	NO
La tesi consisteix en un treball original de recerca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El títol reflecteix acuradament el contingut de la tesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les hipòtesis i/o els objectius de la tesi estan clarament formulats	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La metodologia està descrita	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hi consta el procediment	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hi consten els resultats i la discussió dels mateixos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les conclusions de la tesi corresponen a les hipòtesis i/o objectius formulats	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La bibliografia està ben reflectida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D'aquesta tesi es deriven les següents aportacions científiques: Articles en elaboració: 1. Classification of childhood obesity using the % fat: under-fat, normal-fat, over-fat and obese. 2. Anthropometric measurements and body composition of child athletes in the region of Tarragona (Spain), 1990-2012. Conferències: Estimació del % Greix en esportistes joves. Manel González. Wearable Technology for improving sport performance. Innovation Hub de Catalunya Sud. CEICS. 21 d'octubre de 2014.		
Altres comentaris sobre la qualitat de la tesi: L'elevat nombre dels nens que s'avaluen (22820) entre 7 i 18 anys entre 1991 i 2012. La diversitat de dades antropomètriques (pes, alçada, plecs cutanis, diàmetres ossis i perímetres d'extremitats) recollides sistemàticament al llarg de dues dècades en una Unitat de Medicina de l'Esport.		

I en conclusió, s'emet l'informe FAVORABLE pel tràmit de dipòsit de la tesi doctoral i posterior defensa pública.

Reus, 24/03/15

Nom i cognoms: Montserrat Giralt Batista  
Director/a de la tesi

Nom i cognoms: Marta Romeu Ferran  
Codirector/a (si s'escau)

Nom i cognoms:  
Tutor/a (si s'escau)



CPISR-1 C  
Montserrat Giralt  
Batista  
2015.03.24  
17:10:21 +01'00'



CPISR-1 C Marta  
Romeu Ferran  
2015.03.24  
18:10:56 +01'00'

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015

## Agraïments

Com si es tractés d'un embaràs molt i molt llarg, on la feina assistencial i milers de coses emplen el dia al dia, finalment ha arribat el moment del part de la meva tesi. Han estat molts anys de recollir dades de més de 20,000 esportistes, recollides de forma sistemàtica en una base de dades informatitzada.

He de declarar que la tesi ha estat possible per la insistència i confiança de grans persones com la **Montse Giralt**, que no ha parat fins que he acabat la tesi, i gràcies a la paciència i les moltes hores robades a la **Marta Romeu**, les dos tutores de la meva tesi, a les quals segurament no pagaré mai tot el que m'han ensenyant, el que han fet i el que segueixen fent per mi.

Realment la recollida de dades de la tesi ja va començar l'any 1991 quan algunes persones, com els Drs. **Joan Maria Adserà**, **Pep Giner** i **Quim Amorós**, es van deixar "enredar" creant la Unitat de Medicina de l'Esport de la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla, de la qual, i encara que sembla que va ser ahir, el proper any celebrarem el 25è aniversari.

Entre els companys de la Xarxa han facilitat la feina del dia a dia he de destacar el suport de directors mèdics com els Drs. **Paco Pujol**, **Miquel Sugranyes**, **Jordi Recasens**, **Jaci Molins**, **Miquel Maria Biarnès**, **Maria Arenas**, el **Pep Mercadé** o el **Xavier Oliach**.

Des de que vàrem començar a la UME, amb la **Lourdes Sánchez** i la **Pilar Olivé**, han estat molts els companys de viatge que han fet possible el treball diari i la recollida de les dades dels esportistes, en especial els meus companys de treball: **Montse Rico**, **Maria Belén Antuña**, **Nuria Jordi**, el **José Molina**, **Mauricio Mónaco** o **Manel Valdés** (que vàrem arribat a compartir amb RHB), que m'han d'aguantar dia rere dia. I no voldria passar per alt la bona feina de infermeres com la **Rosa**, la **Conchi** o la **Carmen**, o de companyes administratives com la **Marta**, la **Consol** o la gran **Belén Uruen**.

Amb col·laboració amb l'Escola d'Especialistes en Medicina d'Educació Física i l'Esport, per la UME han passat més quaranta metges especialistes en formació, alguns molt implicats com els Drs. **Rafa Peral**, **Cristina Pérez**, **Olga Molinero**, **Enric Castanera**, **Claudia Perlà**, **Juanjo Barriach**, **Roberto Lucea**, **Esteban Fernández**, **Carlos Ridolfo** o **German Friedemberg**, sense desmerèixer tota la resta.

Però, des dels inicis de la UME, no puc oblidar la magnífica tasca i ajuda de grans tècnics professionals de l'Ajuntament i el Patronat Municipal d'Esports de Tarragona, companys habituals en moltes activitats esportives a Tarragona, i sobretot amics, com la **Roser Barberà**, la **Rosa Vallhonrat**, el **Lluís Troté**, la **Mercé**, ..., a més de l'inestimable suport del **Josep Lluís Inglés** i, especialment, del **Ramon Cuadrat**.

Han passat molts i molts esportistes al quals agraeixo la seva confiança, com la **Natàlia Rodríguez**, sense dubte la millor esportista de Tarragona, de qui tenim el major nombre de valoracions funcionals mèdic esportives i que ens honora al poder anomenar la població d'esportistes de la tesi com a grup Natalia.

No puc deixar de donar les gràcies a moltes persones i institucions, que aposten per la promoció de la salut i prevenció de la malaltia mitjançant l'exercici físic i que dia a dia ens reafirmen en que aquesta tasca realment val la pena. No podem estar "parats" davant d'una societat que amenaça en ser cada cop més vella, més obesa i més sedentària.



Entre les persones més rellevants i convençudes del paper de l'exercici físic saludable he de destacar persones tant rellevants per mi com el Dr. **Carles Vallbona**, la Dra **Carmen Cabezas** i, en especial, la Dra **Eulàlia Roure**, sense els quals segurament no hagués estat possible liderar projectes tant importants com la Guia de Prescripció d'Exercici Físic per a la Salut (Guia PEFS).

Com a facilitador de la Guia PEFS, com a responsable de la Medicina de l'Esport a Catalunya, i especialment com amic, he de donar un agraïment especial al suport continuat del Dr. **Josep Antoni Gutiérrez (Guti)**, del Consell Català de l'Esport (Generalitat de Catalunya).

La participació de molts companys de la Xarxa com autors en la Guia PEFS em fa sentir "en família" i, encara que no els put anomenar a tots, els vull d'agrair la seva amistat i col·laboració a la feina del dia a dia.

Com un dels meus importants mentors he d'agrair al Dr. **Josep Maria Bertran** la seva confiança i la meva promoció dintre del Col·legi de Metges de Tarragona (COMT) i de l'Organització Mèdica Colegial (OMC), continuada pel Dr. **Fernando Vizcarro**, actual president del COMT.

En la mateixa línia, especial agraïment al Dr. **Juan José Rodríguez Sendín**, president de la OMC, per proposar-me per importants tasques de representació tant al Consejo Nacional de la Especialidad, el Consejo Superior de Deportes (CSD) o l'Assessoria en Medicina de l'esport a la pròpia OMC. El propi curs "Actívate, aconseja Salud" és el producte de la col·laboració institucional entre la Fundació per la Formació de la OMC (FFOMC), amb el Dr. **Jesús Lozano** al capdavant, i el CSD, amb el Dr. **José Luis Terreros** i **Enrique Lizalde** (actualment representats per la **Victoria Ley** i la Dra **Maité Aragonés**), amb col·laboració del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, amb les Dres **Elena Andradas**, **Begoña Merino**, **Pilar Campos** o **Marian Dalré**, entre altres.

No puc oblidar el suport de molts i molts companys com els Drs. **Jordi Ribas**, **Toni Turmo**, **Lluís Til**, **Teo Cabanes**, **Tomeu Marí**, **Domingo Ruano**, **Julio César Legido**, **Paco Miguel**, **Fernandos (Gutiérrez, Novella i Huelin)**, **Angel Martín**, **Paco Esparza**,... i molts i molts més.

He d'agrair la confiança de tots els companys de projectes com el de "Actívate, aconseja salud" o el "Màster de Prescripció física per la Salut" o el d'"Activitat física i Salut", com el **Sebas** i la **Làia**, però en especial als Drs. **Xavi Peirau** i al **Ximo Guasch**, dos grans professionals als quals admiro i respecto. Sense el seu recolzament es segur que moltes de les coses que hem aconseguit junts mai haguessin estat possibles.

I encara que, de forma injusta, en general a les persones que més estimem les deixem per al final, he de donar totes les gràcies a la meva família, a la meva germana **Merche**, perquè sempre s'han sentit orgullosa de mi, i especialment als meus principals fans, els meus pares **Manolo** i **Mercè**, per tot els sacrificis, el seu amor i per poder fer possible que jo hagi pogut arribar on he arribat i ser tot el que soc. A ells, el meu homenatge especial, la meva tesi i les meves infinites gràcies.

Finalment i, ja no em queden paraules d'agraïment, les gràcies a la meva família: a l'**Oscar**, per fer-me recordar constantment quan de important és el dia a dia, a la **Laura**, per la seva perseverança i el seu coratge, i a la meva dona, **Carmen**, per la seva incondicionalitat, per totes les seves renúncies, pel dia a dia i per estar sempre allí. Us estimo.

A tots vosaltres i a tot@s als quals m'he pogut deixar, gràcies, gràcies, moltes gràcies!!!

# Índex

Llista de Taules.....	11
Llista de Figures .....	15
Abreviatures .....	19
Resum.....	21
1 Introducció.....	23
1.1 Definició i classificació de l'obesitat: BMI (IMC).....	30
1.1.1 Limitacions del BMI.....	31
1.1.2 Punts de tall, percentils i Z-score .....	33
1.2 Definició i classificació de l'obesitat infantil .....	37
1.2.1 Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) .....	38
1.2.2 OMS (WHO) .....	40
1.2.3 IOTF, World Obesity.....	40
1.3 La “pandèmia d'obesitat infantil” del segle XXI.....	42
1.3.1 Estudi enKid .....	44
1.3.2 Estratègia mundial sobre règim alimentari, activitat física i salut, OMS....	45
1.3.3 Estratègia NAOS .....	47
1.3.4 Programa PERSEO.....	48
1.3.5 Estudi AVENA.....	50
1.3.6 Estudi HELENA .....	51
1.3.7 Pla de promoció de la Salut per l'activitat física i l'alimentació saludable.	51
1.3.8 Pla d'Activitat Física, Esport i Salut (PAFES).....	55
1.3.9 Estudi Aladino .....	57
1.3.10 Enquestes de Salut a Catalunya.....	58
1.3.11 Pla interdepartamental de salut pública (PINSAP) .....	62
1.4 La “pandèmia de sedentarisme infantil” a les societats industrialitzades.....	66
1.5 Mètodes clínics habituals de determinació de l'obesitat .....	72
1.5.1 Pes i Alçada .....	72
1.5.2 Circumferència de la cintura .....	74

1.5.3	Índex cintura maluc.....	75
1.5.4	Densitometria.....	76
1.5.5	Plecs cutanis.....	78
1.5.6	Bioimpedància elèctrica.....	81
1.5.7	Interactància infraroja.....	82
1.5.8	DEXA (dual-energy x-ray absorptiometry).....	83
1.5.9	Hidrometria (aigua corporal total).....	84
1.6	Cineantropometria.....	85
1.6.1	Models de composició corporal.....	86
2	Hipòtesi.....	91
3	Objectius.....	93
3.1	Principals:.....	93
3.2	Específics:.....	93
4	Material i mètodes.....	95
4.1	Disseny d'Estudi.....	95
4.2	Bases de Dades:.....	96
4.2.1	Projecte EdAl.....	96
4.2.2	Població NATalia.....	98
4.3	Recollida de dades.....	103
4.4	Dades antropomètriques.....	104
4.4.1	Pes.....	104
4.4.2	Alçada.....	104
4.4.3	Plecs.....	104
4.4.4	Diàmetres:.....	105
4.4.5	Perímetres.....	106
4.5	Composició corporal.....	107
4.5.1	%Greix (percentatge de greix).....	107
4.5.2	%Ossi (percentatge d'os).....	109
4.5.3	%Residual (percentatge residual).....	109
4.5.4	%Muscular (percentatge de múscul).....	109

4.6	Càlcul del BMI Cole .....	110
4.7	Tractament de dades i anàlisi estadística .....	115
5	Resultats .....	117
5.1	Població a estudi (NATalia) .....	117
5.2	Estudi comparatiu de nens de 7 a 10 anys de la població general vs esportistes .....	118
5.3	Estudi de la població de nens esportistes de 7a 10 anys, entre 2007-2010.....	126
5.4	Estudi de la població de nens esportistes de 7a 10 anys .....	143
5.5	Estudi de la població de nens esportistes de 7a 18 anys .....	159
5.6	%GreixNAT i NAT (INSO) .....	169
5.6.1	%GreixNAT i NAT (INSO) en nens esportistes de 7 a 10 anys .....	171
5.6.2	%GreixNAT i NAT (INSO) en de nens esportistes de 7 a 18 anys .....	182
5.6.3	%GreixNAT i NAT (INSO) per edats i sexe.....	192
5.6.4	%GreixNAT i NAT (INSO) per dècades .....	211
6	Discussió.....	223
7	Conclusions .....	243
8	Bibliografia.....	245
9	Annexos.....	259
9.1	Annex A. L'evolució humana. Teoria del gen estalviador .....	261
9.2	Annex B. Estudis d'Obesitat infantil .....	267
9.3	Annex C. Corbes de Creixement F. Orbegozo .....	271
9.3.1	Corbes de creixement Fundación Orbegozo, 1988.....	271
9.3.2	Corbes de creixement Fundación Orbegozo, 2004.....	272
9.4	Annex D. Corbes de Creixement Carrascosa.....	275
9.5	Annex E. Corbes de Creixement OMS.....	277
9.6	Annex F. Corbes de Creixement IOTF .....	279
9.7	Annex G. Programa UME .....	281
9.8	Annex H. Estructura de dades NAT .....	283
9.9	Annex I. Estructura de dades EDALc.....	285
9.10	Annex J. Fórmula pel càlcul del BMI Cole.....	287



9.11	Annex K. Fórmules de composició corporal .....	289
9.11.1	%Greix (percentatge de greix) .....	289
9.11.2	%Ossi (percentatge d'os) .....	290
9.11.3	%Residual (percentatge residual).....	291
9.11.4	%Muscular (percentatge de múscul).....	291
9.12	Annex L. Sintaxis SPSS .....	293
9.12.1	Segmentació de dades .....	293
9.12.2	Descripció de dades .....	293
9.12.3	Comparació de dades poblacionals .....	293
9.12.4	Correlació de dades .....	293
9.12.5	Anàlisi discriminant.....	294
9.12.6	Anàlisi de regressió .....	294
9.12.7	Creació de noves variables.....	294
9.13	Annex M. Permís utilització de dades .....	295
9.14	Annex N. Programari utilitzat a la tesi .....	297
9.14.1	Processador de textos .....	297
9.14.2	Gestor de referències bibliogràfiques .....	297
9.14.3	Full de càlcul.....	298
9.14.4	Tractament estadístic de dades.....	298

## Llista de Taules

Taula 1. Causes d'increment de l'obesitat (IOTF, OMS) (OMS, 2004).....	24
Taula 2. Patologies associades a l'obesitat. ....	25
Taula 3. Mortalitat global segons la seva fracció atribuïble (OMS 2004). ....	26
Taula 4. Classificació BMI (INSO) de l'estat nutricional.....	31
Taula 5. Correspondència entre els percentils i els Z-score.....	34
Taula 6. Correspondència entre Percentils i classificació BMI (INSO).....	35
Taula 7. Objectius principals de l'Estratègia NAOS. ....	48
Taula 8. BMI en població menor de 18 anys, per grup d'edat i sexe. Catalunya, 2011-2012. ....	59
Taula 9. BMI per a l'excés de pes en població menor de 18 anys, per grup d'edat i sexe (segons referències OMS). Catalunya, 2012-2013. ....	61
Taula 10. Percentatge de l'esperança de vida viscuda amb bona salut a Catalunya en diferents anys i objectiu per a l'any 2020. ....	62
Taula 11. Beneficis de la realització d'activitat física. ....	71
Taula 12. Risc cardiovascular en funció de la circumferència de la cintura. ....	75
Taula 13. Risc cardiovascular en funció de l'índex cintura/malucs (ICM). ....	75
Taula 14. Tipus d'obesitat atenent a l'índex cintura/malucs. ....	76
Taula 15. Subpoblació EDALc. ....	97
Taula 16. Mides de les mostres de les subpoblacions NAT, per anys. ....	99
Taula 17. Coeficients BMI LMA corresponents a punts de tall (IOTF) internacionals. ....	111
Taula 18. Dades corresponents als cut-off i LMS (IOTF) en un noi. ....	113
Taula 19. Dades corresponents als cut-off i LMS (IOTF) en una noia.....	114
Taula 20. Mida de les subpoblacions NAT.....	117
Taula 21. Subpoblacions EDALc vs NAT7-10c.....	118
Taula 22. Descripció de les poblacions de no esportistes (EDALc) vs esportistes (NAT7-10c).....	119
Taula 23. Descripció de les variables antropomètriques de les poblacions de no esportistes (EDALc) vs esportistes (NAT7-10c), en franges d'edat entre 7-8 i 9-10 anys.....	120
Taula 24. Descripció de variables d'antropometria i activitat física per sexe de les poblacions de nens no esportistes (EDALc) vs d'esportistes (NAT7-10c).....	122
Taula 25. Descripció de variables antropomètriques de les poblacions de nens no esportistes (EDALc) vs de la d'esportistes (NAT7-10c), de 7 a 10 anys, entre 2007 i 2010, en funció de l'activitat física.....	125
Taula 26. Mida (n) de les subpoblacions de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10c amb dades antropomètriques bàsiques com pes i alçada (Total) i completes (Amb plecs).....	126
Taula 27. Descripció de les dades antropomètriques completes de la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007 i 2010, NAT7-10c (n=792), per sexe. ....	127
Taula 28. Descripció de variables antropomètriques, correlacions significatives amb BMI Cole i la classificació BMI (INSO) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10c... ..	129
Taula 29. Correlacions entre les diferents variables antropomètriques de la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre els anys 2007-2010, NAT7-10c (n=792). ....	132
Taula 30. Correlacions dels plecs cutanis amb sumatoris de plecs en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2017 i 2010, NAT7-10c (n=792). ....	133

Taula 31. Correlacions dels plecs cutanis amb el %Greix Faulkner en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007-2010, NAT7-10c (n=792). .....	134
Taula 32. Percentatge de subjectes classificats segons el %Greix (Faulkner) respecte del BMI (INSO) amb la funció discriminant, en la subpoblació de nens esportistes entre 7 i 10 anys, entre 2007 i 2010, NAT7-10c. ....	135
Taula 33. Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte de les categories BMI (INSO), amb la funció discriminant, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007-2010, NAT7-10c.....	137
Taula 34. Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte dels quartils del %Greix, amb la funció discriminant, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007-2010, NAT7-10c (n=792). ....	139
Taula 35. Models de regressió lineal amb %Greix com a variable depenent i Plec abdominal, Pes, Alçada, Edat i Sexe com a variables independents, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007 i 2010, NAT7-10c (n=792).....	141
Taula 36. Subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10, amb BMI i plecs, per dècades. ....	143
Taula 37. Descripció de variables antropomètriques en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).....	144
Taula 38. Correlacions entre variables antropomètriques en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021). ....	148
Taula 39. Correlacions de variables antropomètriques amb el BMI Cole en tota la mostra i per categories BMI (INSO) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021). ....	149
Taula 40. Correlacions dels plecs cutanis amb el Sumatori de 4 plecs en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021), total i separat per categories INSO.....	150
Taula 41. Correlacions dels plecs cutanis amb el Sumatori de 6 plecs en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).....	151
Taula 42. Percentatge de subjectes classificats segons el %Greix amb la funció discriminant respecte de les categories BMI (INSO), en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p.....	152
Taula 43. Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte de les categories BMI (INSO), amb la funció discriminant, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys.....	154
Taula 44. Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte dels quartils del %Greix, amb la funció discriminant en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys. ....	155
Taula 45. Models de regressió multivariant lineal amb %Greix com a variable depenent i plec abdominal, pes, alçada, edat i sexe com a variables independents en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021). ....	157
Taula 46. Mides de les subpoblacions de nens esportistes de 7 a 18 anys amb BMI (NAT7-18) i amb plecs (NAT7-18p) per sexe, dècades i classificació BMI (INSO).....	159
Taula 47. Descripció de variables antropomètriques en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p.....	160
Taula 48. Descripció de la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (n=22820) per edats, sexe i dècades. ....	162
Taula 49. Correlacions entre variables antropomètriques en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290).....	164

Taula 50. Models de regressió multivariant lineal amb el %Greix com a variable depenent i plec abdominal, pes, alçada, edat i sexe com a variables independents en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290).	165
Taula 51. Models de regressió multivariant lineal amb el %Greix com a variable depenent i plec abdominal, pes, alçada i edat com a variables independents en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=12600), en nois.	167
Taula 52. Models de regressió multivariant lineal amb el %Greix com a variable depenent i plec abdominal, Pes, Alçada i Edat com a variables independents en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=4690), en noies.	168
Taula 53. Categories NAT (INSO), amb percentils i punts de tall ( <i>cut off</i> ).	170
Taula 54. Correlació de Pearson en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p	171
Taula 55. Taules de contingència Classificació NAT (INSO) vs BMI (INSO) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10.	172
Taula 56. Descripció de variables BMI Cole i %GreixNAT i classificació INSO, per sexe i dècada, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p.	177
Taula 57. Diferència de mitjanes entre Classificació BMI (INSO) vs NAT (INSO) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p	179
Taula 58. Correlació de Pearson entre el %GrexNAT i el BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (N=17290)	182
Taula 59. Taula de contingència Classificació NAT (INSO) vs BMI (INSO) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290)	183
Taula 60. Descripció de variables BMI Cole i GreixNAT i classificació INSO en la població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18.	187
Taula 61. Diferència de mitjanes entre Classificació BMI (INSO) vs NAT (INSO) ) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18	189
Taula 62. Corbes de creixement de pes i talla ) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18 (n=22820).	192
Taula 63. Comparativa Corbes de creixement de Pes, per sexes, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18.	195
Taula 64. Alçada de cada edat comparada per sexes, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18.	197
Taula 65. Comparativa Corbes creixement BMI vs IOTF, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (n=22820).	199
Taula 66. Classificacions INSO en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18, per edats, en nois.	200
Taula 67. Classificació BMI (INSO) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18, per edats, noies (N=6268).	202
Taula 68. Corbes creixement BMI Cole i %GreixNAT en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys (NAT7-18).	205
Taula 69. Corbes de creixement BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per sexes.	208
Taula 70. Corbes de creixement %Greix NAT, per sexes, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18.	210
Taula 71. Corbes de creixement de pes, per dècades, en la població de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552).	211



Taula 72. Corbes de creixement de Alçada, per dècades, en la subpoblació de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552).	213
Taula 73. Corbes de creixement BMI Cole, per dècades, en la subpoblació de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552).	214
Taula 74. Corbes de creixement %Greix NAT en la subpoblació de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552), per dècades.	216
Taula 75. Corbes de creixement de pes, per dècades, en la subpoblació de noies esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=6268).	217
Taula 76. Corbes de creixement d'alçada, per dècades, en la subpoblació de noies esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=6268).	219
Taula 77. Corbes de creixement BMI Cole, per dècades, en la població de noies esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18 (N=6268).	220
Taula 78. Corbes de creixement %GreixNAT, en la població de noies esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18 (N=6268), per dècades.	222
Taula 79. Mostres d'estudis amb l'evolució de les xifres de l'excés de pes en nens.	230
Taula 80. Mostra de la mida (N) de diversos estudis d'obesitat infantil	234
Taula 81. Punts de tall (cut-off) dels BMI corresponents als 18 anys segons l'edat (nois).	279
Taula 82. Punts tall (cut-off) dels BMI corresponents als 18 anys segons l'edat (noies).	280
Taula 83. Estructura amb els principals camps de Grup NATalia.	283
Taula 84. Principals camps i exemple de dades en la Subpoblació EDALc.	285

## Llista de Figures

Figura 1. Canvis habituals del % de greix i d'activitat física amb l'edat (elaboració pròpia).....	26
Figura 2. Tractaments habituals en patologies relacionades amb l'obesitat (elaboració pròpia). .....	27
Figura 3. Despeses en el sector salut: Contribució potencial de cada factor a la morbimortalitat. ....	28
Figura 4. Despeses en el sector salut: Responsabilitat (despesa pública) atribuïda a cada factor. ....	29
Figura 5. Classificació del BMI (INSO), d'acord a la OMS. ....	30
Figura 6. Exemple de corbes de creixement del BMI en nois ( <a href="http://www.cdc.gov/growcharts">www.cdc.gov/growcharts</a> ).....	32
Figura 7. Cada Z-Score es correspon a una probabilitat acumulada.....	33
Figura 8. Variació dels punts de tall (cut off) del BMI en nois en funció de l'edat.....	36
Figura 9. Variació dels punts de tall (cut off) del BMI en noies en funció de l'edat (adaptat de <a href="http://www.cdc.gov/growcharts">www.cdc.gov/growcharts</a> ). ....	36
Figura 10. Distribució de la prevalença d'obesitat (%) per àrees geogràfiques i sexe. Estudi DORICA. Estudi SEEDO 2007. ....	39
Figura 11. Percentatge d'adults obesos espanyols (IOTF) .....	42
Figura 12. Percentatge de joves obesos espanyols (IOTF). ....	43
Figura 13. Evolució de l'obesitat infantil (5-11 anys) (IOTF, 2005). ....	43
Figura 14. Xifres de sobrepès i obesitat (Estudi enKid 2000). ....	44
Figura 15. Condicionants sociològics de la obesitat en nens (Estudi enKid 2000). ....	45
Figura 16. Esferes d'acció dintre del marc (OMS). ....	47
Figura 17. Esquema general del disseny del Programa Perseo.....	49
Figura 18. Portada interactiva del portal ACTIVILANDIA (AECOSAN).....	50
Figura 19. Abordatge multisectorial del PAAS .....	52
Figura 20. BMI en població de 6 a 12 anys, per sexe. Catalunya, 2011- 2012. ....	59
Figura 21. Excés de pes en població de 0 a 14 anys, per classe social i per nivell d'estudis de la mare. (segons referències OMS). Catalunya, 2012-2013. ....	61
Figura 22. Classificació dels joves en funció de l'Índex d'activitat física (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011). ....	67
Figura 23. Motius de NO pràctica esportiva (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011). ....	68
Figura 24. Motius de NO pràctica esportiva, en funció de la edat. Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011. ....	69
Figura 25. Tipus de motius interns per no fer exercici físic, per edats (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011). ....	69
Figura 26. Índex d'activitat física esportiva, per edat, en nois (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011). ....	70
Figura 27. Índex d'activitat física esportiva, per edat, en noies (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011). ....	70
Figura 28. Bàscula digital.....	72
Figura 29. Bàscula i tallímetre integrats.....	73
Figura 30. Plànol de Franfort.....	73
Figura 31. Risc cardiovascular en funció de la circumferència de la cintura.....	74
Figura 32. Exemple del Principi d'Arquímedes. ....	77
Figura 33. Cabina de pletismografia per desplaçament d'aire. ....	77

Figura 34. Plicòmetre simple. ....	79
Figura 35. Plicòmetre de plàstic (Slim Guide). ....	79
Figura 36. Plicòmetre tipus Harpenten. ....	79
Figura 37. Plicòmetre tipus Holtain. ....	79
Figura 38. Mesura del greix subcutani amb ecografia. ....	80
Figura 39. Imatge d'obesitat sarcopènica (TAC). ....	80
Figura 40. Estudi de la composició corporal per RMN. ....	81
Figura 41. BIE de tren superior. ....	82
Figura 42. BIE de tren inferior. ....	82
Figura 43. BIE segmentaria. ....	82
Figura 44. Analitzador de composició corporal per infraroig. ....	82
Figura 45. Absorciometria amb raig X de doble energia (DEXA). ....	83
Figura 46. El cinc nivells de composició corporal (Wang, 1992). ....	89
Figura 47. Composició corporal (Model de quatre components, Matiegka). ....	90
Figura 48. Logo de la població NATalia (elaborat per Marta Romeu). ....	98
Figura 49. Variables principals de cada una de les subpoblacions a estudi. ....	100
Figura 50. Esquema general de les Bases de Dades. ....	101
Figura 51. Comparativa classificació BMI (INSO) EDALc vs NAT7-10c. ....	121
Figura 52. Comparativa Classificació BMI (INSO) EDALc vs NAT7-10c, en NOIS. ....	123
Figura 53. Comparativa Classificació BMI (INSO) EDALc vs NAT7-10c, en NOIES. ....	124
Figura 54. Classificació BMI (INSO) en NAT7-10c amb plecs, per sexe. ....	128
Figura 55. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el %Greix de la subpoblació NAT 7-10c. ....	136
Figura 56. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el plec abdominal, de la subpoblació NAT7-10c. ....	138
Figura 57. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre El %Greix i el plec abdominal (periumbilical), de la subpoblació NAT7-10c. ....	140
Figura 58. Classificació BMI (INSO) de la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p, per sexes. ....	145
Figura 59. Classificació BMI (INSO) en la subpoblació NAT7-10p, per Dècades. ....	146
Figura 60. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el %Greix. ....	153
Figura 61. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el plec abdominal. ....	154
Figura 62. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre Plec abdominal i el %Greix (quartils). ....	156
Figura 63. Representació gràfica de la correlació entre BMI Cole i %GreixNAT, en NAT7-10p (n=5021). ....	172
Figura 64. Representació de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO, en NAT7-10p (n=5021). ....	174
Figura 65. Representació percentual de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO), en NAT7-10p (n=5021). ....	175
Figura 66. Diferències dels components de la composició corporal en funció de les classificacions BMI (INSO) – NAT (INSO), en la població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10. ....	181
Figura 67. Representació gràfica de la correlació entre BMI Cole i %GreixNAT, en NAT7-18p (n=17290). ....	182
Figura 68. Representació de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO), en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290). ....	184
Figura 69. Representació percentual de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO), en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290). ....	185

Figura 70. Diferències del components de la composició corporal en funció de les classificacions BMI (INSO) – NAT (INSO), en NAT7-10.....	191
Figura 71. Corbes de creixement de Pes i Alçada, en nois.....	193
Figura 72. Corbes de creixement de Pes i Alçada, en noies.....	194
Figura 73. Corbes de creixement de Pes, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per sexe.....	196
Figura 74. Corbes de creixement d’Alçada en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per sexe.....	198
Figura 75. Diferència de freqüències entre categories BMI (INSO)- NAT (INSO), per edats, en nois.....	201
Figura 76. Diferència de freqüències entre categories BMI (INSO)- NAT (INSO), per edats, en noies.....	203
Figura 77. Comparativa entre %Greix NAT i BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per edats, en nois.....	206
Figura 78. Comparativa entre %Greix NAT i BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per edats, en noies.....	207
Figura 79. Comparativa BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per edats i sexe.....	209
Figura 80. Comparativa %Greix NAT, per edats i sexe.....	210
Figura 81. Corbes de creixement de Pes, en la població de nois esportistes de 7 a 18 anys, per dècades.....	212
Figura 82. Corbes de creixement d’Alçada, en la població de nois esportistes de 7 a 18 anys, per dècades.....	213
Figura 83. Corbes de creixement del BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 8 anys, en nois, per dècades.....	215
Figura 84. Corbes de creixement del %Greix NAT, en nois, per dècades.....	216
Figura 85. Corbes de creixement del Pes, en noies, per dècades.....	218
Figura 86. Corbes de creixement de l’Alçada, en noies, per dècades.....	219
Figura 87. Corbes de creixement del BMI Cole, en noies, per dècades.....	221
Figura 88. Corbes de creixement del %Greix NAT, en noies, per dècades.....	222
Figura 89. Relació del BMI amb l’alçada (elaboració pròpia).....	225
Figura 90. Els nostres avantpassats eren nòmades i caçadors, amb gran despesa energètica.....	261
Figura 91. Metabolisme de la glucosa en inactivitat física (elaboració pròpia).....	263
Figura 92. Destí de la glucosa en situació d’inactivitat (elaboració pròpia).....	263
Figura 93. Evolució humana cap el sedentarisme.....	263
Figura 94. Metabolisme de la glucosa en activitat física (elaboració pròpia).....	264
Figura 95. Destí de la glucosa en Exercici físic (elaboració pròpia).....	264
Figura 96. Evolució humana cap el sedentarisme.....	265
Figura 97. Corbes de creixement Fundación Orbegozo, Hernández 1988.....	271
Figura 98. Corbes de creixement dels nois (Fundación Orbegozo, Sobradillo 2004).....	272
Figura 99. Corbes de creixement de les noies (Fundación Orbegozo, Sobradillo 2004).....	273
Figura 100. Estudios Españoles de Crecimiento (Carrascosa, 2010).....	275
Figura 101. Corbes de creixement en nois (adaptat de la OMS).....	277
Figura 102. Corbes de creixement en noies (adaptat de la OMS).....	278
Figura 103. Programa UME.....	281
Figura 104. Registre d’Assistències Individuals (Programa UME).....	281
Figura 105. Formulari de Cineatropometria i Somatocarta (Programa UME).....	282
Figura 106. Formulari d’Ergometria (Programa UME).....	282



Figura 107. Microsoft Word Professional Plus 2013.....	297
Figura 108. Mendeley, Sistema de gestió de referències bibliogràfiques. ....	297
Figura 109. Microsoft Excel Professional Plus 2013. ....	298
Figura 110. IBM SPSS Statistics v21. ....	298
Figura 111. EPIDAT. programa per a anàlisi epidemiològic v3.1. ....	299

## Abreviatures

%GreixNAT	Estimador del percentatge de greix a partir del plec abdominal.
3D	Imatge en tres dimensions.
ACT	Aigua corporal total.
AECOSAN	Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición.
AESAN	Antiga Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.
ANOVA	Anàlisi de la varianza.
B	Coeficient no estandarditzat
BD	Base de Dades
BIE	Bioimpedància elèctrica.
BMI	Body Mass Index. És el mateix que el IMC.
BMI (INSO)	Classificació categòrica de l'obesitat, segons el BMI Cole.
BMI Cole	BMI corregit d'acord a criteris internacionals IOTF.
CC	Circumferència de cintura.
CREC	Grupo Español de Cineantropometria.
CSD	Consejo Superior de Deportes.
D00	Entre 2002 i 2012
D90	Entre 1991 i 200
DEXA	Dual-energy x-ray absorptiometry: absortimetria d'energia dual de raig X.
DM	Diabetis Mellitus.
DS	Desviació estàndard.
EAP	Equip d'atenció primària de salut.
EdAl	Projecte Educació en Alimentació.
EF	Exercici físic.
ESCA	Enquesta de Salut a Catalunya.
ESO	Educació secundària obligatòria.
ET	Error típic: desviació estàndard d'una distribució mostral.
HC	Hidrats de carboni.
HTA	Hipertensió Arterial.
Hz	Hertz, equivalent a un cicle per segon.
IC	Interval de confiança.
ICM	Índex cintura maluc.
IMC	Índex de Massa Corporal (BMI).
INSO	Classificació quantitativa de la obesitat: Infrapès, Normopès, Sobrepès i Obesitat.
IOTF	International Obesity Task Force.
ISAK	International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
JEEC	Programa Jocs esportius escolars de Catalunya.
LMS	Mètode d'ajustament de corbes de creixement, a partir de la mitjana (M) , coeficient de variació (S) i l'asimetria (L).
MG	Massa grassa.
MM	Massa muscular.
MO	Massa òssia.

MR	Massa residual.
MSLG	Massa seca lliure de greix.
MSSSI	Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
NAOS	Estratègia contra la obesitat mitjançant la nutrició y l'activitat física.
NAT	Població NATàlia, amb esportistes de 7 a 18 anys de les comarques de Tarragona.
NAT (INSO)	Classificació categòrica de l'obesitat, segons el %GreixNAT.
NS	No significació estadística.
OMS	Organització Mundial de la Salut. WHO.
OR	Odds Ratio.
p	Nivell de significació estadística.
PAAS	Pla d'Activitat física i Alimentació saludable.
PAFES	Pla d'Activitat Física, Esport i Salut.
PCEE	Pla català d'esport a Pla català.
PEEC	Pla estratègic d'esport escolar a Catalunya.
PEFS	Prescripció d'exercici físic per a la salut.
PINSAP	Pla interdepartamental de salut pública.
PNPAF	Pla nacional de promoció de l'activitat física.
Q	Quartil.
R	coeficient de correlació de Pearson.
$R^2_c$	R quadrat corregida.
RMN	Resonància magnètica nuclear.
Rx	Raigs X.
SEEDO	Sociedad Española para el Estudio de la Diabetes y la Obesidad.
TAC	Tomografia axial computeritzada.
UE	Unió Europea.
UME	Unitat de medicina de l'esport.
VB	Visual Basic.
VFME	Valoració funcional medicoesportiva.
WHO	World Health Organization. OMS
Z-Score	Valor que correspon a una determinada probabilitat acumulada.

## Resum

El cos humà està dissenyat pel moviment de l'aparell locomotor mitjançant la contracció muscular, amb la utilització principalment aeròbica de combustibles com els hidrats de carboni o els greixos.

L'evolució de les noves tecnologies i millora del transport, junt a l'abundància de tot tipus d'aliments han millorat la qualitat de vida, però han incrementat de forma alarmant l'acumulació energètica corporal, bàsicament a nivell del teixit greix. Aquest cúmul de greix corporal, que definim com a obesitat, juntament amb l'augment de malalties que hi estan relacionades (hipertensió, diabetis, dislipèmia, cardiopaties, etc.) ens estan conduint al que ja s'anomena "pandèmia del segle XXI" que, en el cas de no controlar-se, representarà un dels principals problemes epidemiològics, sanitaris i econòmics en un futur pròxim.

L'excés de greix corporal a la infància representa una prioritat social que cal detectar, enregistrar, controlar i revertir, ja que actua com a precursor de patologies en l'edat adulta.

A nivell de consulta clínica, per diagnosticar l'obesitat sol utilitzar-se l'Índex de Massa Corporal (IMC), o Body Mass Index (BMI). Ara bé, el BMI pot variar en funció de l'edat, el sexe i les característiques de la població estudiada. Aquest fet obliga a corregir-lo especialment per poder-lo aplicar a la població infantil i juvenil. Tot i aquesta correcció, el BMI no té en compte altres variables com: la densitat i la composició corporal, el grau d'hidratació o de càrrega d'hidrats de carboni, etc. entre altres.

El BMIc utilitza valors de referència per tal d'intentar categoritzar els nens en format INSO (infrapès, normopès, sobrepès i obesitat). No obstant això, hi ha una manca de consens a l'hora d'escollir els millors valors de referència. Així, existeixen referències del BMI nacionals (Hernández, Sobradillo, Carrascosa) o internacionals (IOTF, OMS). Amb els criteris IOTF, al BMI de cada nen, segons la seva edat i sexe, d'acord a la seva corba de creixement, correspon un percentil i un Z-score que permet calcular el BMI corregit (BMI Cole), equivalent al del Z-score corresponent als 18 anys.

En general, entre les recomanacions per a reduir el BMI Cole elevat d'un nen, sol indicar-se una reducció de la ingesta i un increment del volum d'exercici físic i de l'esport.

La reducció del BMI, que es calcula amb el pes i l'alçada, implicaria una reducció del greix corporal, que és l'objectiu final de la recomanació. No obstant això, la pràctica d'activitat física pot augmentar la massa muscular i, com a conseqüència, augmentar el pes corporal frustrant l'objectiu de reducció del BMI.

Aquest treball estudia quina és la relació entre el BMI Cole i el percentatge de greix corporal en nens que habitualment fan esport i avalua possibles implicacions clíniques que poden comportar els resultats.

A partir de l'observació i comparació entre dues poblacions de nens (esportistes vs població general), es planteja si realment una reducció del pes corporal implica una reducció del %Greix i si l'increment d'activitat física realment reduirà el BMI en un nen.

Per resoldre aquesta qüestió es dissenya un primer estudi comparatiu entre BMI Cole de dues mostres de nens: esportistes (NAT7-10c) respecte d'una mostra de nens representatius de la població general (EDALc). Encara que els nens esportistes són més alts i amb més pes, no hi ha diferències significatives en BMI Cole ( $p=0,844$ ). Amb la classificació per categories de BMI en Infrapès, Normopès, Sobrepès i Obesitat (INSO (BMI)), els nens de la població esportiva presenten un percentatge inferior en categories extremes de Infrapès i d'Obesitat.

A partir de l'anterior, es realitza un estudi observacional amb diverses submostres d'una població de nens esportistes entre 7 i 18 anys (NAT7-18,  $N=22.820$ ) per intentar determinar possibles relacions entre el BMI i diversos paràmetres antropomètrics, com ara els plecs cutanis.

De forma global s'observa una bona correlació entre el BMI Cole i el %Greix Faulkner (sumatori de 4 plecs) ( $R:0,794$ ) i menor amb el de 6 plecs ( $R: 0,791$ ). A nivell de plecs individuals, també apareix una bona correlació global amb el Plec abdominal ( $R: 0,757$ ).

Quan s'avaluen els resultats en submostres (edat (NAT7-10, NAT7-18), sexe i dècades (D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012)), s'observen molt bones correlacions entre el %Greix Faulkner (sumatori de 4 plecs) i el Plec abdominal, la qual cosa implica més del 93% d'encerts en l'estimació del %Greix a partir del Plec abdominal. Aquest nivell alt de predicció es manté també per cada una de les categories INSO (BMI).

A partir de la correlació entre el %Greix Faulkner i el plec abdominal, en joves esportistes entre 7 i 18 anys, es proposa el %Greix NAT per estimar el %Greix a partir del plec abdominal, amb una R quadrat corregida molt alta ( $R^2_c: 0,927$ ), que gairebé no es modifica amb la introducció d'altres variables com el sexe, l'alçada, el pes o l'edat. L'aplicació de percentils al model anterior permet una ràpida estimació qualitativa, proposant una nova classificació NAT (INSO) a partir del plec abdominal.

A l'aplicar les dues classificacions qualitatives INSO (BMI vs NAT), observem com la correlació global entre BMI Cole i el %Greix Faulkner es perd entre les diferents categories INSO. Amb el BMI Cole es classifiquen com a Infrapès alguns esportistes amb alt %Greix i es classifiquen com Sobrepès i Obesitat alguns dels joves esportistes que, en realitat, presenten un percentatge de múscul elevat.

Com hem comentat, en les últimes dècades a la població general s'ha incrementat de forma alarmant l'acumulació energètica corporal, bàsicament a nivell del teixit greix. En aquest sentit, aquest treball també permet visualitzar l'evolució antropomètrica dels nois i noies esportistes de les comarques de Tarragona, al llarg de les dues últimes dècades i comparar aquesta evolució amb la qual s'ha produït a la població general.

# 1 Introducció

L'ésser humà caldria equiparar-lo a una màquina coordinada amb tot un plegat de funcions biològiques amb l'objectiu principal: el moviment. Els diferents aparells i sistemes: digestiu, respiratori, cardiovascular, neurològic, endocrí, etc., treballen a demanda de l'aparell locomotor. A la cèl·lula muscular, com a veritable motor on s'ha de realitzar el procés de la combustió per generar l'energia necessària per a la contracció muscular (moviment) ha d'arribar combustible (glucosa o greix) i comburent (oxigen).

Al llarg de la història de la Humanitat el nostre cos, els nostres gens, s'ha anat adaptant als canvis especialment en moments de dificultat energètica. A l'Annex A es considera la teoria del gen estalviador en "El Mono Obeso" (Campillo Álvarez, 2010) on els individus genèticament "més adaptats" a sobreviure en condicions precàries de carestia d'aliments, situats en les societats industrialitzades actuals amb gran abundància d'aliment i amb progressiva reducció de l'activitat física (sedentarisme) no tenen altra opció que la d'emmagatzemar l'excés d'energia en forma de greix.

Almenys un 60% de la població mundial no realitza l'activitat física necessària per a obtenir beneficis de salut. En part es deu a la insuficient participació en l'activitat física durant el temps d'oci i a un augment dels comportaments sedentaris al llarg de les activitats laborals i domèstiques. L'augment de la utilització de mitjans de transport "passius" han contribuït de forma important a la reducció d'activitat física.

Els nivells d'inactivitat (sedentarisme) són elevats en gairebé tots els països desenvolupats i, en especial, a les grans ciutats. És en aquestes grans urbs on la reducció de l'activitat física ve condicionada per diversos factors ambientals:

- Superpoblació.
- Augment de la pobresa.
- Augment de la criminalitat.
- Gran densitat de trànsit.
- Mala qualitat de l'aire.
- Inexistència de parcs, voreres i instal·lacions esportives i recreatives.

L'automatització i mecanització dels països industrialitzats, amb altes xifres de sedentarisme i abundància de tot tipus d'aliments, en descendents "acumuladors energètics", està elevant les xifres d'obesitat a la categoria d'una veritable "pandèmia del segle XXI.

Les principals causes d'increment de l'obesitat es recullen a la **Taula 1**.

**Taula 1.-** Causes d'increment de l'obesitat (IOTF, OMS) (OMS, 2004).

- 
- L'increment de l'ús de transport motoritzat
  - La reducció d'oportunitats de realitzar activitat física, en temps d'oci
  - L'augment d'oci sedentari (ordinadors, tablets, smartphones,...)
  - L'existència de tot tipus de canals de televisió, a qualsevol hora.
  - La gran promoció, disponibilitat i varietat d'aliments d'alt valor calòric (dolços, greixos)
  - L'increment d'us de restaurants i botigues de menjar ràpid.
  - L'increment del tamany de racions a mínim preu.
  - L'augment de possibilitat de menjar.
  - L'increment de refrescos dolços en substitució de l'aigua
- 

La manca d'activitat física, sedentarisme, es relaciona directament amb l'obesitat i la majoria de malalties cròniques no transmissibles i ja es considera entre els factors de risc que pot comportar importants problemes de salut.

S'ha comprovat la morbiditat associada a sobrepès i obesitat en moltes alteracions de salut (Rubio et al., 2007) com la diabetis mellitus tipus 2, la dislipèmia, la hipertensió, la malaltia coronària i cerebrovascular, la colelitiasi, la osteoartrosi, la insuficiència cardíaca, la síndrome d'apnea de la son, alguns tipus de càncer (com el de mama o còlon), alteracions menstruals, esterilitat i alteracions psicològiques (**Taula 2**).

**Taula 2.** Patologies associades a l'obesitat.

---

**Malaltia cardiovascular arterioscleròtica**

Cardiopatia isquèmica

Malaltia cerebrovascular

**Altres alteracions cardiorespiratòries**

Insuficiència cardíaca congestiva

Insuficiència ventilatòria

Síndrome d'apnea obstructiva de la son

**Alteracions metabòliques**

Resistència a la insulina i diabetis tipus 2

Hipertensió arterial

Dislipèmia aterògena

Hiperuricèmia

**Alteracions Digestives**

Colelitiasi

Esteatosi hepàtica

Esteatohepatitis no alcohòlica, cirrosi

Refluxe gastroesofàgic, hèrnia de hiatus

**Alteracions Múscul-esquelètiques**

Artrosi

Lesions articulars

Deformitats òssies

**Altres alteracions**

Insuficiència venosa perifèrica

Malaltia tromboembòlica

Càncer (dona: vesícula, vies biliars, mama i endometri en postmenopausa;  
home: colon, recte i pròstata)

Hipertensió endocranial benigna

Alteracions cutànies (estries, acantosis nigricans, hirsutisme, foliculitis, intertrigo)

Alteracions psicològiques

Alteracions psicosocials

Disminució en la qualitat de vida

Transtorns del comportament alimentari

---

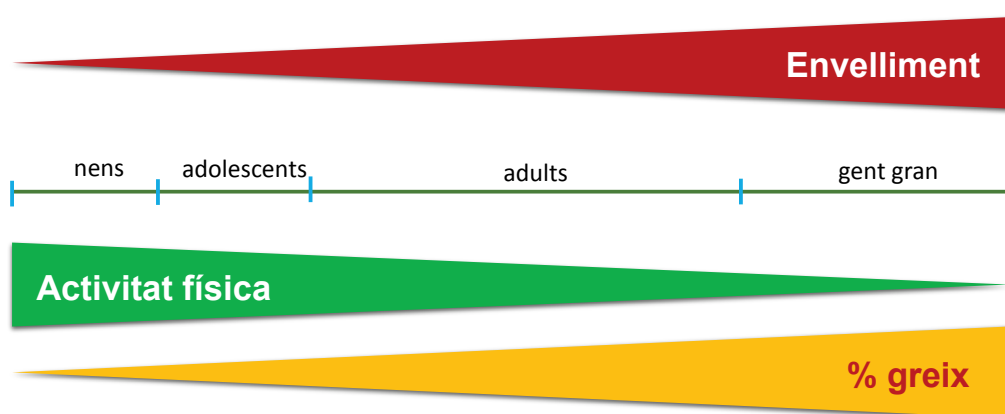


Des del 2004 la OMS considera la **inactivitat física** com la quarta causa de mortalitat global segons la seva fracció atribuïble, per davant inclòs de l'obesitat, i amb estreta relació amb les principals causes com la hipertensió arterial o la diabetis (**Taula 3**).

**Taula 3.** Mortalitat global segons la seva fracció atribuïble (OMS 2004).

Posició global	Factor de risc	Morts (milions)	%Total
1	Hipertensió arterial	7.5	12.8%
2	Tabaquisme	5.1	8.7%
3	Diabetis	3.4	5.8%
4	Inactivitat física	3.2	5.5%
5	Sobrepès y obesitat	2.8	4.8%
6	Hipercolesterolèmia	2.6	4.5%
7	Relacions sexuals de risc	2.4	4.0%
8	Abús d'alcohol	2.3	3.8%
9	Baix pes infantil	2.2	3.8%
10	Fum d'interior de combustibles sòlids	2.0	3.3%

La nostra societat, amb una població cada cop més envellida, sedentària, obesa. **Figura 1**



**Figura 1.** Canvis habituals del % de greix i d'activitat física amb l'edat (elaboració pròpia).

Davant la progressió d'aquestes malalties, l'ús de fàrmacs i mètodes quirúrgics radicals com tractaments exclusius, a més d'econòmicament inassolible, esdevindrà insuficient (**Figura 2**).

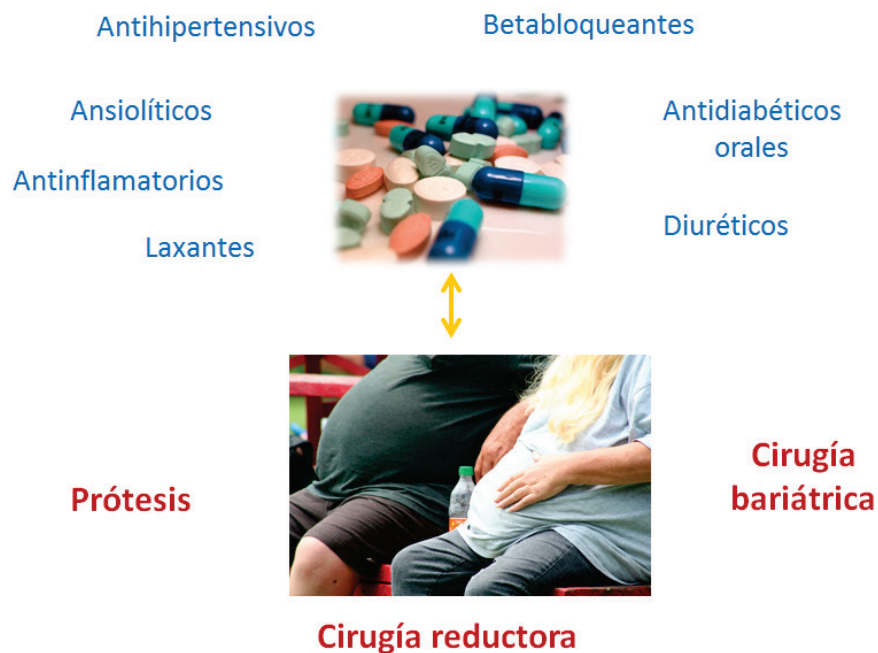


Figura 2. Tractaments habituals en patologies relacionades amb l'obesitat (elaboració pròpia).

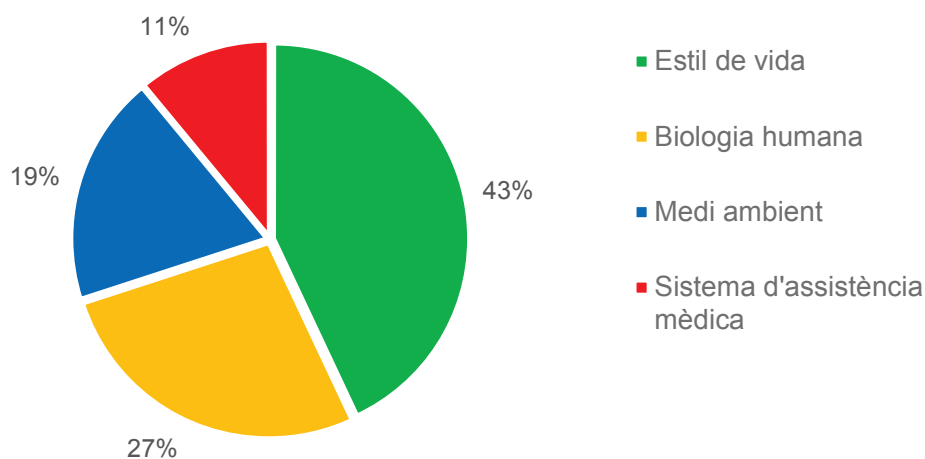
Caldrà acompanyar-se de polítiques de millora de la salut a partir de factors **determinants de la salut**: biologia humana (genètica i l'envelliment), medi ambient (normatives), sistema sanitari i, sobretot, modificant els estils de vida.

D'acord amb l'OMS, els determinants socials de la salut són les circumstàncies en les quals les persones naixen, creixen, viuen, treballen i envelleixen, on s'inclou el sistema de salut. Aquestes circumstàncies són el resultat de la distribució dels diners, el poder i els recursos a escala mundial, nacional i local, que depèn de les polítiques adoptades.

En 1974, Marc Lalonde, ministre de sanitat de Canadà, analitzant els determinants de Salut va crear un Model de Salut Públic (Lalonde, 1973). Considerava que el nivell de salut d'una comunitat ve determinat per quatre variables (Lalonde, 1974):

- **Biologia humana:** genètica i envelliment.
- **Medi ambient:**
  - o Contaminació biològica (virus, bacteris, microorganismes).
  - o Contaminació atmosfèrica (soroll, radiacions, vibracions).
  - o Contaminació química (òxid de sofre, plaguicides, fertilitzants, metalls pesants).
  - o Contaminació psico-social i sociocultural (estrès).
- **Sistemes d'assistència sanitària:**
  - o Qualitat.
  - o Cobertura.
  - o Gratuïtat.
- **Estils de vida** (conductes insanes):
  - o Sedentarisme.
  - o Consum excessiu d'aliments adients en greixos i hidrats de carboni.
  - o Consum de drogues.
  - o Conducció perillosa o temerària.
  - o Mala utilització dels serveis d'assistència sanitària.

Els factors anteriors estan influenciats per factors socials i són modificables (Lalonde, 1973). Lalonde va representar la importància o efecte relatiu de cadascun dels determinats sobre els nivells de salut pública i que no es correspon amb la despesa econòmica assignada (Ávila-Agüero, 2009). **Figura 3 i Figura 4**



**Figura 3.** Despeses en el sector salut: Contribució potencial de cada factor a la morbidimortalitat (USA 1974-78).

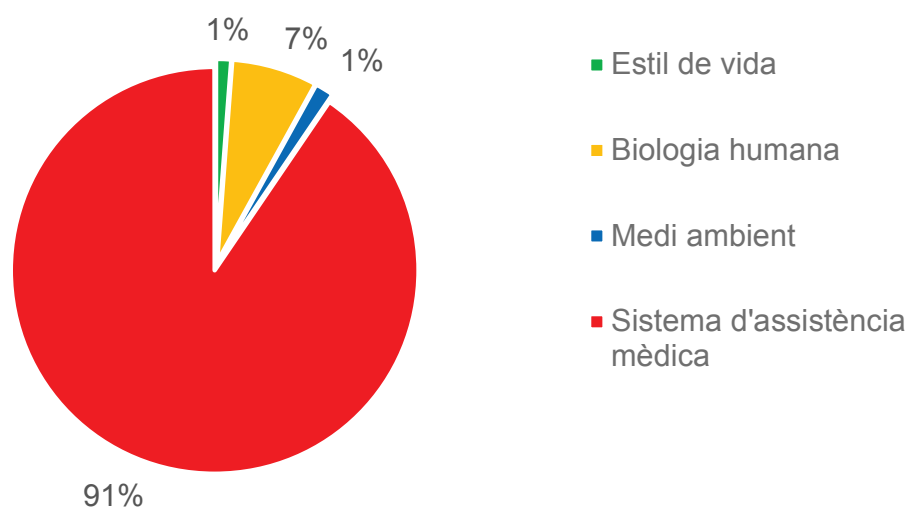


Figura 4. Despeses en el sector salut: Responsabilitat (despesa pública) atribuïda a cada factor (USA 1974-78).

Podem veure perfectament remarcada la discrepància entre la importància de factors determinants i la inversió corresponent (Marc Lalonde, 1974) (Dever, 1976).

La majoria de la despesa en salut pública es realitza sobre el sistema d'assistència mèdica quan l'OMS en el seu Pla "Salut per a Tothom al segle XI" (OMS, 1998) insisteix en la necessitat de prioritzar els recursos tant en el medi ambient com, especialment, en millorar els estils de vida saludables, com activitat física i alimentació (Almendros et al., 1999). Precisament la manca d'activitat física i l'excés de calories en l'alimentació són els responsables de les elevades xifres de sobrepès i obesitat, en especial en la població infantil i juvenil, en la que ja és considerada "Epidèmia del segle XXI" (Esteban et al., 2000).

## 1.1 Definició i classificació de l'obesitat: BMI (IMC)

L'Índex de Massa Corporal (IMC), en anglès, Body Mass Index (BMI), representa un paràmetre descrit en 1832 pel belga Adolphe Quetelet (Eknoyan, 2008), un matemàtic, astrònom i estadístic, interessat en els càlculs de la probabilitat de relacionar les característiques físiques humanes amb aspectes socials, com el risc cardiovascular en funció del pes.

El **BMI**, també anomenat **Índex de Quetelet**, es defineix com el pes corporal dividit pel quadrat de l'alçada.

$$BMI = \frac{Pes (kg)}{Alçada (m)^2}$$

De forma general s'accepta que el BMI representa un índex general de l'estat nutricional i del grau d'obesitat (Martínez, 2010). Tenint en compte que el BMI es mesura amb les unitats:  $kg \cdot m^{-2}$ , per simplicitat, al llarg del treball es considerarà la seva existència de forma implícita.

L'Organització Mundial de la Salut (OMS) proposa una **classificació INSO** (Infrapès, Normopès, Sobrepès i Obesitat) del BMI, que anomenarem **BMI (INSO)** per estratificar l'obesitat i el risc de patir malalties cardiovasculars (OMS, 2010).

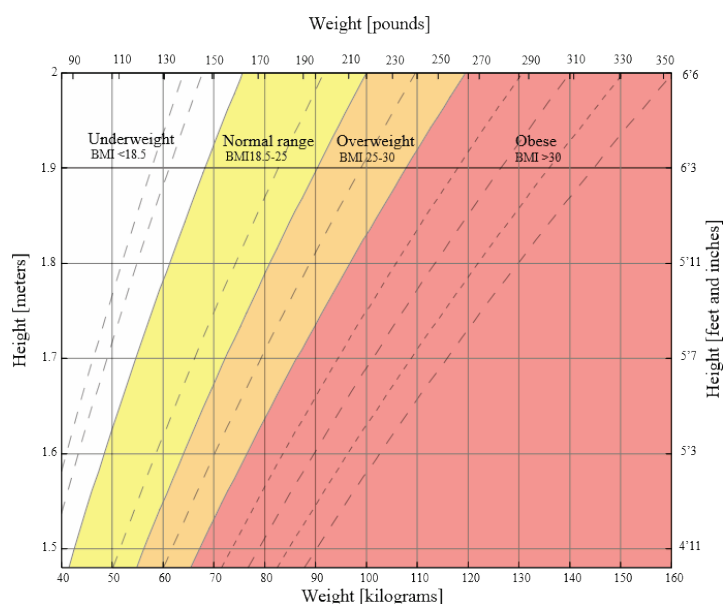


Figura 5. Classificació del BMI (INSO), d'acord a la OMS.

A la **Taula 4** podem observar els valors dels punts de tall utilitzats per classificar els BMI dels subjectes en les diferents categories INSO. Un subjecte amb BMI per sota de 18,5 es considera Infrapès. Amb BMI entre 18,5 i 25 es considera Normopès. Parlem de Sobrepès amb un BMI de 25 ó més i Obesitat amb un BMI igual o superior a 30.

**Taula 4.** Classificació BMI (INSO) de l'estat nutricional.

<b>BMI (INSO)</b>	<b>Categoria</b>	<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>I</b> Infrapès	Insuficient	< 18.5
<b>N</b> Normopès		18,5 – 24,9
<b>S</b> Sobrepès	Grau I	25,0 – 26,9
	Grau II (preobesitat)	27,0 – 29,9
<b>O</b> Obesitat	Tipus I (lleu)	30,0 – 34,9
	Tipus II (moderada)	35,0 – 39,9
	Tipus III (mòrbida)	40,0 – 49,9
	Tipus IV (extrema)	≥ 50

Cada categoria INSO es pot subdividir amb més subcategories que poden tenir rellevància a l'hora de decisions clíniques de cara al tractament de l'obesitat i malalties relacionades.

### 1.1.1 Limitacions del BMI

Tal com està dissenyada la fórmula del BMI, podem deduir que presenta una sèrie de característiques i peculiaritats que li donen molts avantatges, com la seva facilitat de càlcul i el gran consens en la seva interpretació, però també algunes limitacions.

En nens i adolescents el BMI pot estar condicionat per diversos factors, com l'alçada, l'edat i el sexe.

En la fase de creixement, en nens es produeixen molts canvis, diferents en nois i noies, tant en densitat, composició corporal i, sobretot, d'alçada, la qual cosa modifica constantment els punts de tall (cut-off) del BMI, tal com podem comprovar a la **Figura 6**.

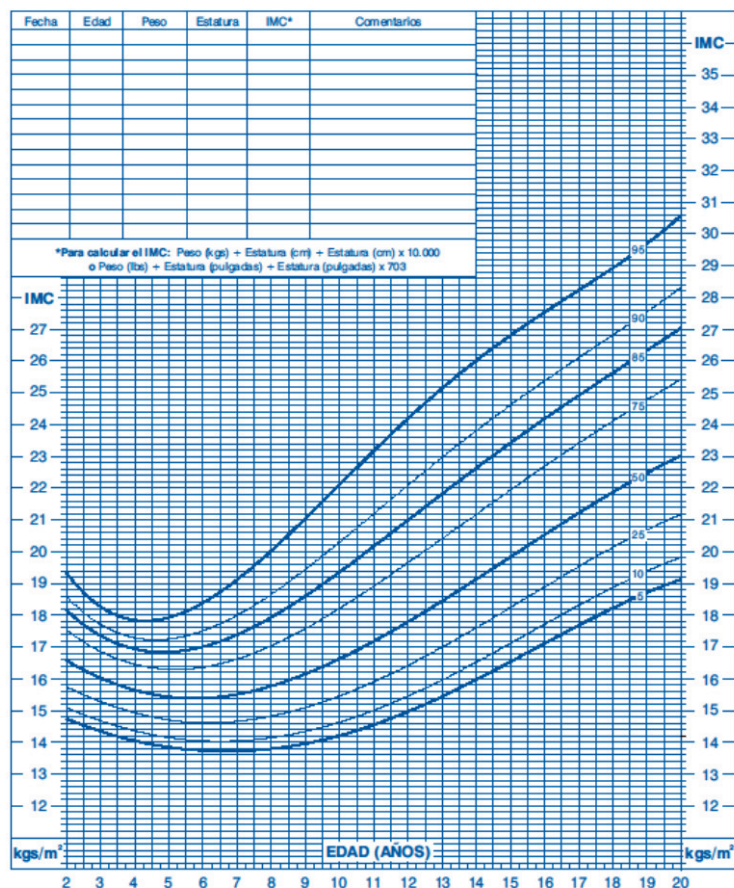


Figura 6. Exemple de corbes de creixement del BMI en nens ([www.cdc.gov/growcharts](http://www.cdc.gov/growcharts)).

A més de les diferències en alçada que poden produir alteracions molt importants en el BMI dels esportistes en molts esports (pe. bàsquet, voleibol, handbol), les diferents especialitats esportives comporten variacions importants en el percentatge de greix, en el component muscular, el pes ossi i residual, el grau d'hidratació o deshidratació, l'acumulació o sobrecàrrega d'hidrats de carboni, i altres, que no es consideren en la fórmula del BMI.

## 1.1.2 Punts de tall, percentils i Z-score

En estudis antropomètrics és habitual la utilització de percentils i Z-score per avaluar l'estatus nutricional i de creixement de la població infantil (Preedy, 2012).

El Z-score (simplificant,  $Z$ ) correspon a una determinada probabilitat acumulada. En una corba normal el valor  $z$  es defineix com:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Si observem la **Figura 7**, podem veure com al valor de Z-score = 0 li correspon el valor de la mitjana de la distribució mostral. A un valor de Z-score = 1, per exemple, li correspon una probabilitat  $p=0,3413$  (34%).



**Figura 7.** Cada Z-Score es correspon a una probabilitat acumulada.



En correspondència a la probabilitat, a la **Taula 5** podem comprovar com a cada Z-score li correspon un determinat percentil (p.e. un Z-score=0 es correspon amb un percentil 50 (P50)).

**Taula 5.** Correspondència entre els percentils i els Z-score.

	<b>Percentils</b>	<b>Z-scores</b>
<b>Definició</b>	Percentatge de observacions (de la població) que s'inclouen en determinats valors d'una variable.	Nombre de desviacions estàndard (SD), en una distribució normal.
<b>Escala</b>	Escala de rangs.	Escala continua (des de $-\infty$ a $\infty$ )
	Més intuïtiu i comprensible.	Permet comparacions a través de edats i sexes.
<b>Potència</b>	Indica la prevalença esperada.	Permet quantificar valors extrems. Permet un seguiment longitudinal del canvis en el creixement.
<b>Limitacions</b>	No permeten la comparació entre diferents models antropomètrics. No permet valorar valors extrems. No són útils per realitzar seguiments de creixements longitudinals.	De compressió general més difícil que els percentils
<b>Percentils</b>	0,2	-3
<b>Z-score</b>	2,3	-2
	2,5	-1,96
	5	-1,64
	15	-1,04
	16	-1
	50	(mitjana) 0
	84	1
	85	1,04
	95	1,64
	97,5	1,96
	97,7	2
	99,8	3
	En una població normal, els percentils es corresponen amb un z-score determinat	En una població NO normal cal tenir en compte altres valors com el BIAIX (L), a més de la mitjana (M) i la desviació estàndard (S)

Alguns dels valors de Z-score, o dels corresponents percentils, s'utilitzen de referència o punts de tall (cut-off) per realitzar classificacions qualitatives.

Encara que hi ha una relació entre els percentils i els Z-score, aquests últims presenten alguns avantatges:

- Es calculen basant-se en la distribució de la població de referència (mitjana i desviació estàndard).
- Es poden analitzar com a variables contínues.
- Al tractar-se de mesures estandarditzades, permeten la comparació entre diferents individus independentment de l'edat i el sexe.

En clínica és habitual la utilització de determinats percentils com a punts de tall que ens permeten catalogar i classificar als individus (WHO, 1995).

A la **Taula 6** es mostra la classificació INSO en funció de diferents percentils del BMI, d'acord al **Consenso SEEDO 2007** "para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica" (Rubio et al., 2007). Encara que la SEEDO sol utilitzar el percentil 97 (P97) com a punt de tall entre sobrepès i obesitat, en el present treball s'ha determinat el percentil 95 (P95) que utilitzen la majoria d'organismes internacionals, com la IOTF (Martínez López et al., 2011).

**Taula 6.** Correspondència entre Percentils i classificació BMI (INSO).

<b>I</b>	<b>Infrapès</b>	BMI segons edat < Percentil 5
<b>N</b>	<b>Normopès</b>	BMI segons edat entre Percentil 5 i 85
<b>S</b>	<b>Sobrepès</b>	BMI segons edat entre Percentil 85 i 95
<b>O</b>	<b>Obesitat</b>	BMI segons edat > Percentil 95

La classificació de la Taula 6 la podem veure representada a les Figura 8 i Figura 9.

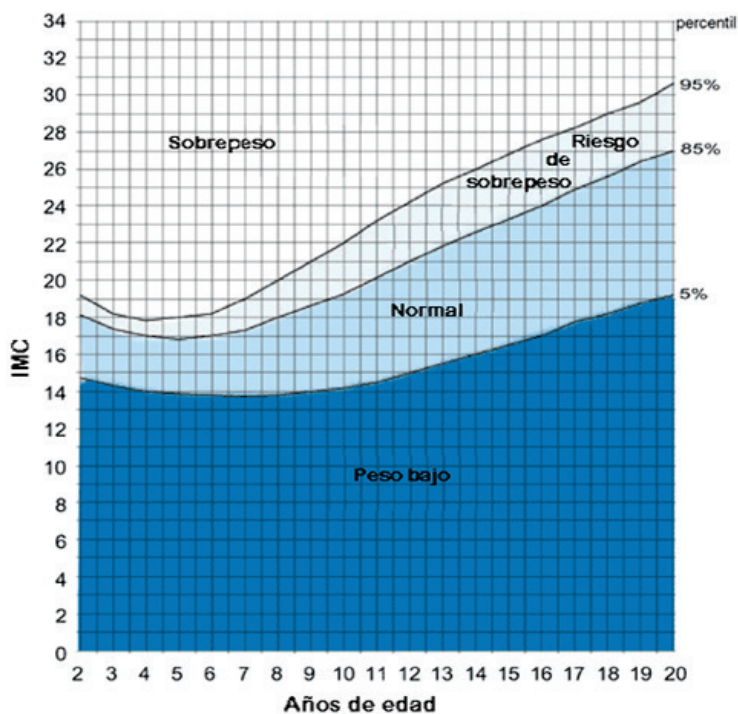


Figura 8. Variació dels punts de tall (cut off) del BMI en nois en funció de l'edat (adaptat de [www.cdc.gov/growcharts](http://www.cdc.gov/growcharts)).

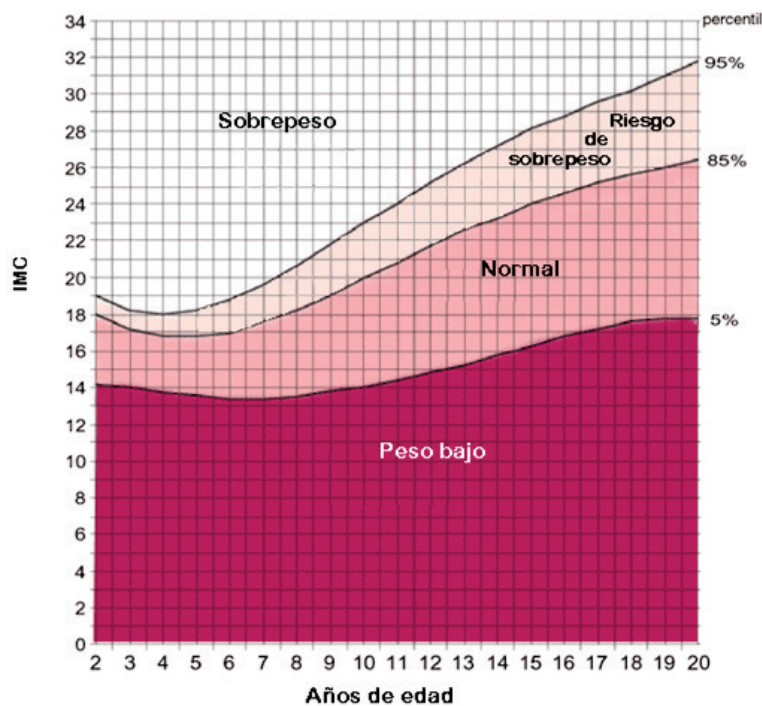


Figura 9. Variació dels punts de tall (cut off) del BMI en noies en funció de l'edat (adaptat de [www.cdc.gov/growcharts](http://www.cdc.gov/growcharts)).

## 1.2 Definició i classificació de l'obesitat infantil

En general, en adults hi ha un important consens sobre la utilització del BMI per definir el sobrepès i l'obesitat, tant en estudis epidemiològics com en la pràctica clínica.

La determinació de l'obesitat i el sobrepès en la població infantil i juvenil sempre ha estat una qüestió difícil, ja que el BMI dels nens, al llarg del seu període de creixement, està condicionat pels constants canvis en alçada, composició corporal, densitat o el grau d'hidratació, i especialment per l'edat, el sexe i la seva procedència o localització. Això fa que no hi hagi un criteri únic per categoritzar el BMI en nens i que sigui escollir quins són els millors valors de referència per aplicar a una població determinada.

En els últims anys hi ha un debat important per tal de decidir quines són les corbes de creixement més adients per valorar el creixement i l'obesitat infantil, donades les alarmants xifres d'obesitat infantil en els països industrialitzats.

Diverses institucions nacionals i internacionals han desenvolupat i proposat valors estàndards de referència i amb diferents punts de tall. Cadascuna presenta avantatges i inconvenients en funció del tipus d'estudi i protocol utilitzat, l'àrea geogràfica de referència i les característiques pròpies de cada població estudiada (Riaño Galán, 2007).

A l'estat espanyol, des de 1988, van començar a utilitzar-se les “**Curvas y Tablas de Crecimiento**” a partir dels treballs de Manuel Hernández, finançats per la Fundació Faustino Orbegozo (Hernández et al., 1988), actualitzades i validades el 2004 per Begoña Sobradillo (Sobradillo et al., 2004).

Posteriorment es van realitzar i publicar los **Estudios Españoles de Crecimiento 2008** (Carrascosa et al., 2008) i los **Estudios Españoles de Crecimiento 2010** (Carrascosa et al., 2010), transversals, i el **Estudio longitudinal español 2010**. Els tres estudis junts han permès elaborar gràfiques diferenciades segons el patró de maduració (precoç, intermedi i lent) tant per nois com per noies.

Entre 2004-2007, a partir de l'**Estratègia mundial sobre regim alimentari, activitat física i salut** (OMS, 2004), l'OMS va publicar un estudi multicèntric sobre creixement en poblacions de països com EEUU, Brasil, Índia, Noruega i Oman, aportant estàndards internacionals de referència.

Els estudis de creixement, encara que segueixin criteris internacionals, varien en funció del tipus d'estudi (transversal/longitudinal), la selecció de la mostra, la localització, el tipus de recollida de les dades, el tractament estadístic, el mètode de construcció de les gràfiques, etc...

La utilització de referències pròpies millora la classificació en l'àmbit local però dificulta la comparabilitat amb les dades de referència d'altres països. Les dades de referència com l'OMS presenten l'inconvenient de la dispersió i, encara que permet la comparabilitat internacional, en molts casos distorsiona l'intent de classificació dels nens en la clínica diària.

Les taules de la International Obesity Task Force (IOTF) (Jiang et al., 2006), elaborades per Cole, (Wang et al., 2006) (Cole et al., 2007) representen una posició intermèdia i amb bona comparabilitat en els països avançats i amb desenvolupament industrial.

Tot i amb les dificultats anteriorment esmentades per establir els millors valors de referències ideal, tothom sembla estar d'acord en els controls de salut en la importància de monitoritzar l'evolució del pes, l'alçada i el BMI dels nens.

### 1.2.1 Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO)

El Consenso de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad, SEEDO 2007, proposa unes bases per avaluar el sobrepès i l'obesitat, establint criteris d'intervenció terapèutica (Rubio et al., 2007).

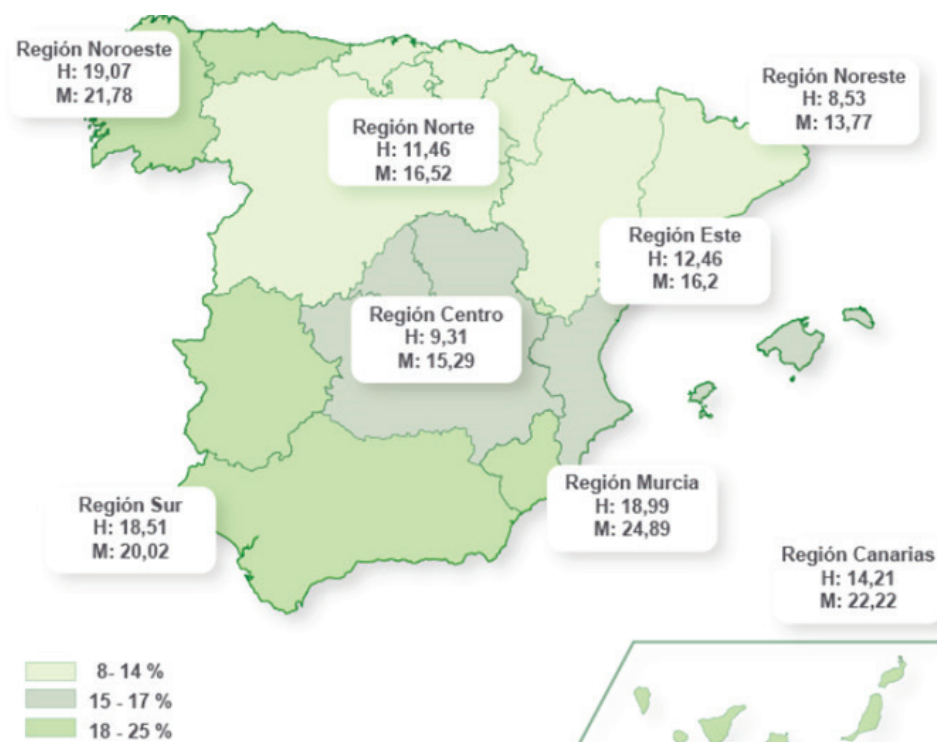
Pretén posar al dia les bases per:

- a) Poder identificar i avaluar fàcilment al pacient que presenta sobrepès i obesitat.
- b) Proveir al metge, al personal sanitari i institucions de salut pública d'unes pautes basades en l'evidència de l'avaluació i tractament del sobrepès i l'obesitat.
- c) Estimular als proveïdors i gestors de salut perquè es comprometin en la cura dels pacients que presenten obesitat i el cost que representa (Rubio et al., 2007).

Com a referència d'obesitat en adults utilitza l'Índex de massa corporal (IMC), Body Mass Index (BMI), acceptant com a punt de tall valors de  $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ .

La prevalença d'obesitat en la població adulta espanyola entre 25 i 64 anys, segons l'estudi DORICA (Aranceta et al., 2004) s'estima en un 15.5%, amb major prevalença en dones (17.5%) que en homes (13.2%) i amb major proporció en les regions del Noroest, Múrcia, Sud i Canàries. **Figura 10**

En la població de més de 65 anys s'estima una prevalença d'obesitat del 35% (30,9% en homes i 39,8% en dones), que és superior en el cas de persones grans no institucionalitzades (36%) respecte de les institucionalitzades (21%).



**Figura 10.** Distribució de la prevalença d'obesitat (%) per àrees geogràfiques i sexe. Estudi DORICA. Estudi SEEDO 2007.

En l'estudi DORICA (J Aranceta et al., 2004) també es posa de manifest la relació entre el perímetre de cintura i l'índex cintura/alçada (adipositat visceral) com a predictor de risc cardiovascular. En dones, una circumferència de cintura de 80 cm s'equipara a un risc de Odds Ratio (OR) = 1,5 similar a un BMI = 25 i de OR=3,0 per un perímetre de cintura de 88 cm, similar a un BMI de 30. En homes, els mateixos valors de cintura es corresponen amb 88 i 102 cm, respectivament.

Les persones amb BMI > 30 presenten entre un augment del 50 i 100% de mortalitat total deguda a malalties cardiovasculars respecte a la població amb BMI entre 20 i 25 (Rubio et al., 2007)

Per definir el sobrepès i obesitat en la població infantil i juvenil es va consensuar la tipificació ponderal de la població infantil i juvenil en col·laboració de la Asociación Española de Pediatría i la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, utilitzant els resultats de l'estudi EnKid (Majem, Barba, Bartrina, Rodrigo, Santana, & Rodríguez-Santos, 2003).

Es consideren els valors específics per edat i sexe dels percentils 85 i 97 del BMI, respectivament, de les taules de la Fundación Orbegozo (Hernández et al., 1988).

### 1.2.2 OMS (WHO)

L'Organització Mundial de la Salut (OMS) considera l'obesitat infantil com un dels problemes mundials més greus del segle XXI (OMS, 2010b). Afecta cada cop a més països amb ingressos baixos i mitjans, sobretot al medi urbà. Es calcula que hi ha més de 42 milions de nens amb sobrepès a tot el món, uns 35 milions dels quals viuen en països en desenvolupament. Tenint en compte que els nens amb sobrepès i obesitat presenten tendència a seguir sent obesos en l'edat adulta i tenen més probabilitat de patir diverses malalties no transmissibles com la diabetis o malalties cardiovasculars.

Considera que el sobrepès, l'obesitat i les malalties relacionades són, en gran mesura, previsible, per la qual cosa cal donar gran prioritat a la prevenció de l'obesitat infantil.

L'OMS va publicar els seus **patrons de creixement infantil** (OMS, 2010) elaborats a partir d'una mostra de nens de sis països diferents, amb orígens ètnics i culturals diferents, que van créixer en condicions òptimes de salut i alimentats amb lactància materna almenys durant 12 mesos.

### 1.2.3 IOTF, World Obesity

La **International Obesity Task Force** (IOTF) es va crear el 1995 per Philip James i recentment ha passat a denominar-se "**World Obesity Policy & Prevention, work programme**", dintre de la nova organització **World Obesity** ("World Obesity", 2014).

Consisteix en una xarxa d'experts que treballen per alertar al món sobre la creixent crisi de salut causada pels creixents nivells d'obesitat.

Representa a diferents professionals de comunitats científiques, mèdiques i de recerca de més de 50 països i associacions nacionals sobre l'obesitat. La seva missió consisteix a liderar i orientar esforços globals per reduir, prevenir i tractar l'obesitat.

Els valors d'obesitat s'estimen considerant els criteris proposats per Tim Cole i col·laboradors a partir dels punts definits en una població internacional de referència. D'acord a aquests criteris, el punt de tall per a definir l'obesitat en la infància i adolescència se situa en el valor del BMI coincidint amb el percentil específic per edat i sexe que es correspon amb el valor de 30 a l'edat de 18 anys en la població internacional de referència.

Les referències dels punts de tall proposats per Cole (Cole et al., 2000) han anat adquirint una rellevància clínica i suport unànime de la comunitat científica que justificaria, en gran mesura, la seva utilització en la tesi actual.

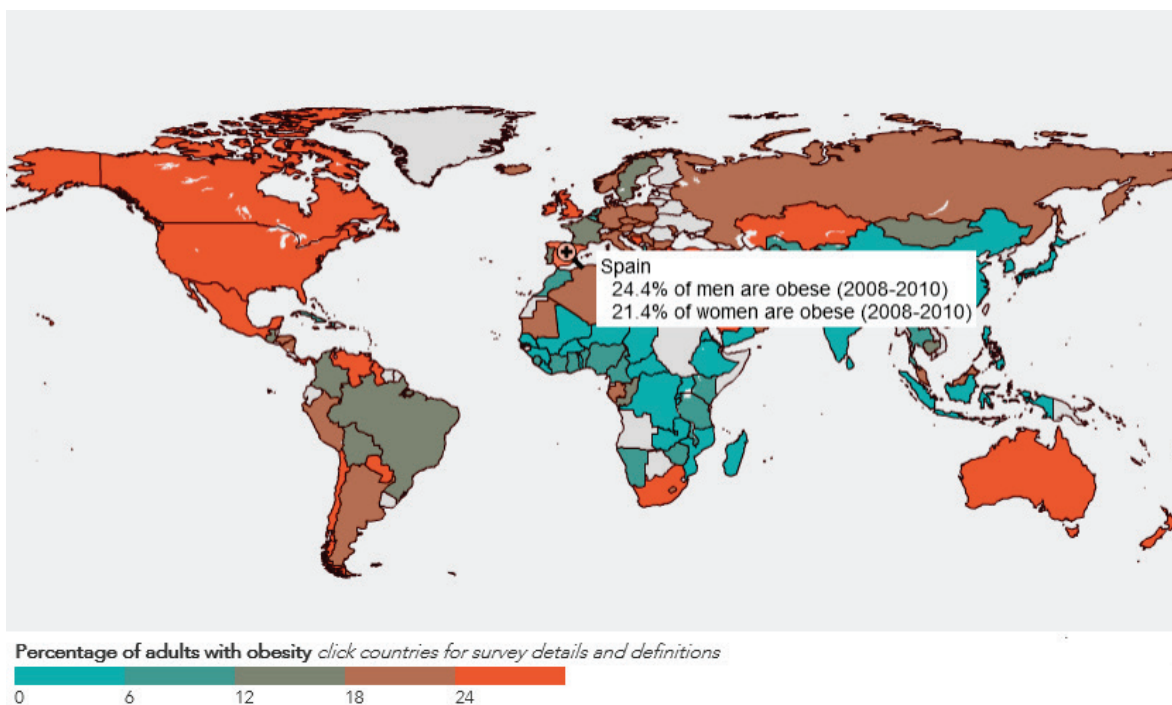
Les taules corresponents als punts de tall IOTF s'han actualitzat recentment (2012).



## 1.3 La “pandèmia d’obesitat infantil” del segle XXI

En **World Obesity** podem comprovar i veure representats, en diferents colors, els valors de sobrepès i obesitat de la majoria dels països, tant en adults com en nens.

Segons dades de la IOTF (**Figura 11**) veiem com, a Espanya, en el 24,4% d’homes i el 21,4% de les dones s’estima que presenten Obesitat (IOTF, 2010).



**Figura 11.** Percentatge d’adults obesos espanyols (IOTF)

A la **Figura 12** podem observar com la prevalença d’excés de pes (Sobrepès i Obesitat) a Espanya s’estima en un 32,3% per a nois i del 29,5% per a noies.

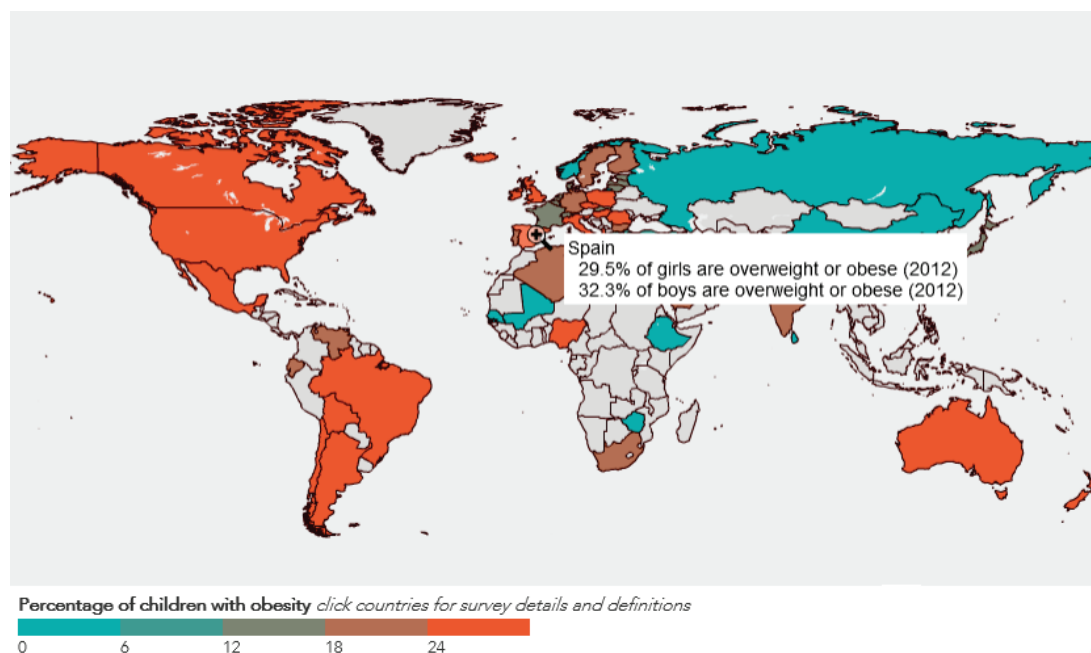


Figura 12. Percentatge de joves obesos espanyols (IOTF).

Segons dades de la IOTF, recollides al “**Libro verde**. Fomentar una alimentaci3n sana y la actividad f3sica: una dimensi3n europea para la prevenci3n del exceso de peso, la obesidad y las enfermedades cr3nicas”, l’evoluci3n de les xifres obesitat infantil, en pa3sos industrialitzats, s’ha incrementat de forma alarmant en els 3ltims anys (European Comission, 2005)

A la Figura 13 podem comprovar com en la majoria de pa3sos industrialitzats, inclosa Espanya, s’ha incrementat de forma alarmant.

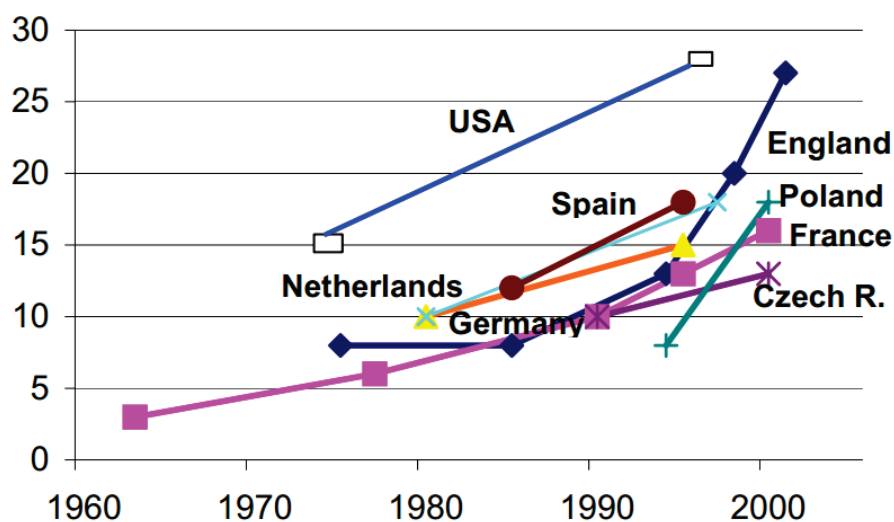


Figura 13. Evoluci3n de l’obesitat infantil (5-11 anys) (IOTF, 2005).

### 1.3.1 Estudi enKid

L'estudi enKid (Aranceta et al., 2000)(Majem, Barba, Bartrina, Rodrigo, Santana, & Rodríguez-Santos, 2003) és un dels primers estudis de la prevalença de l'obesitat en l'àmbit nacional, donada la inexistència de dades d'obesitat infantil i juvenil (entre 2 i 24 anys).

En forma d'estudi epidemiològic transversal es va escollir una mostra representativa de la població espanyola (n= 3534) de 2 a 24 anys. A partir del pes i l'alçada es va determinar el BMI i es van estimar el sobrepès i l'obesitat d'acord als percentils 85 i 97 de les taules de la Fundación Orbegozo (Hernández et al., 1988).

En els resultats (Figura 14), els nens presentaven un 26,3% entre sobrepès (12,4%) i obesitat (13,9%). L'obesitat era superior en nois (15,6%) que en noies (12%), tal com passava amb el sobrepès.

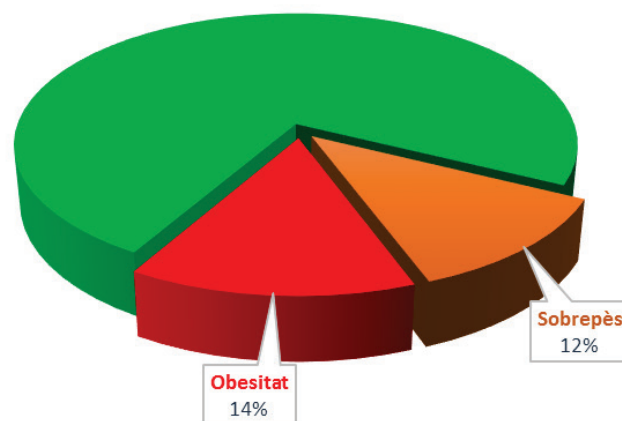


Figura 14. Xifres de sobrepès i obesitat (Estudi enKid 2000).

Entre 6 i 13 anys es donaven les xifres més altes d'obesitat i, per zones geogràfiques, Canàries i Andalusia tenien les xifres més altes, al contrari que el nord-est peninsular (pe. Catalunya) amb les més baixes.

L'obesitat era superior en famílies amb nivell socioeconòmic més baix, en nens d'alt pes al naixement, en absència de lactància materna, el que prenién menjar amb important quantitat de greix, brioixeria, refrescs, embotits, els que prenién poca fruita, els que estaven més hores davant la tele i els que feien menys exercici físic (Aranceta et al., 2003) (Bartrina et al., 2005). Figura 15

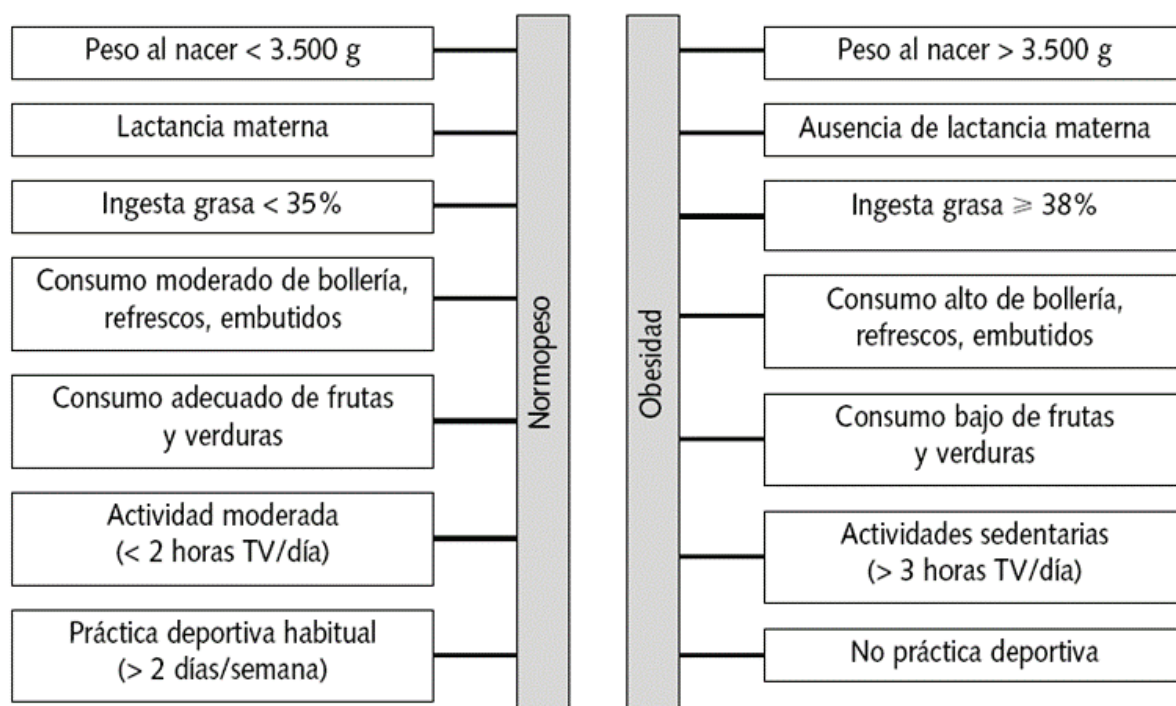


Figura 15. Condicionants sociològics de la obesitat en nens (Estudi enKid 2000).

En la discussió dels resultats de l'Estudi enKid, ja es planteja la problemàtica de l'elecció de les taules de referència del BMI per a la població infantil, es planteja la combinació d'utilitzar com a obesitat el percentil 95 (en lloc del 97) i utilització de plecs cutanis (proposen el tricipital), així com la necessitat d'utilitzar mètodes estandarditzats i comparables en l'àmbit internacional.

### 1.3.2 Estratègia mundial sobre règim alimentari, activitat física i salut, OMS

En 2004, la 57a **Assemblea Mundial de la Salut** de l'**OMS** va aprovar *l'Estratègia Mundial sobre règim alimentari, activitat física i salut* (OMS, 2004), per intentar reduir les malalties no transmissibles a partir dels seus factors de risc.

L'Informe sobre la salut al món 2002 exposava les circumstàncies en les quals, en la major part dels països, uns pocs factors de risc (hipertensió arterial, hipercolesterolèmia, escassa ingesta de fruites i hortalisses, excés de pes o obesitat, falta d'activitat física i consum de tabac) són responsables de la gran part de la mobilitat i la mortalitat (OMS, 2004).

L'alimentació poc saludable i la manca d'activitat física són les principals causes de malalties no transmissibles (com les cardiovasculars, la diabetis tipus 2 i determinats tipus de càncer), a més de contribuir substancialment a la càrrega mundial de morbiditat, mortalitat i discapacitat:

- Aproximadament uns 2,7 milions de morts anuals són atribuïbles a una ingesta insuficient de fruites i verdures.
- Aproximadament uns 1,9 milions de morts anual són atribuïbles a la inactivitat física.

La meta general de l'Estratègia Mundial és promoure i protegir la salut orientant la creació d'un entorn favorable per a l'adopció de mesures sostenibles a escala individual, comunitari, nacional i mundial, per reduir la morbiditat i mortalitat associades a una alimentació poc sana i a la manca d'activitat física.

Entre els **objectius principals de l'Estratègia Mundial** de l'OMS destaquen:

1. Reduir els factors de risc de malalties no transmissibles associats a un regiment alimentari poc saludable i la manca d'activitat física mitjançant una acció de salut pública essencial i mesures de promoció de la salut i prevenció de la morbiditat.
2. Promoure la consciència i el coneixement generals de la influència del règim alimentari i de l'activitat física en la salut, així com del potencial positiu de les intervencions de prevenció.
3. Fomentar l'establiment, l'enfortiment i l'aplicació de polítiques i plans d'acció mundials, regionals, nacionals i comunitaris encaminats a millorar les dietes i augmentar l'activitat física, que siguin sostenibles, integrals i facin participar activament a tots els sectors, amb inclusió de la societat civil, el sector privat i els mitjans de difusió.
4. Cercar les dades científiques i els principals efectes sobre el règim alimentari i l'activitat física, recolzar les investigacions sobre una àmplia varietat d'esferes d'acció pertinents (**Figura 16**) inclosa l'avaluació de les intervencions i enfortir els recursos humans que es necessiten en aquest terreny per tal de millorar i mantenir la salut.

Esfera de acció	Descripció
Liderazgo estratégico nacional	Actividades que los Estados miembros pueden emprender para ejercer el liderazgo y coordinar la acción, lo que incluye acordar planes nacionales y obtener financiación.
Entornos favorables	Actividades para influir en la creación de entornos en los que las opciones saludables sean las más accesibles.
Políticas favorables	Políticas elaboradas por los Estados Miembros o por instituciones a nivel nacional o local y que con su aplicación impulsan y promueven una alimentación saludable y la actividad física.
Programas favorables	Actividades llevadas a cabo por uno o más interesados y orientadas a aplicar eficientemente las políticas a todos los niveles.
Seguimiento, vigilancia y evaluación	Mecanismos establecidos para procesar y conocer la repercusión de las acciones emprendidas y orientar las actividades futuras.

Figura 16. Esferes d'acció dintre del marc (OMS).

El 2009, en el Marc per a l'Avaluació i Seguiment de l'Aplicació de l'Estratègia Mundial de l'OMS, s'especifiquen indicadors concrets per avaluar i fer el seguiment institucional de les recomanacions de l'OMS (OMS, 2004) (OMS, 2010).

### 1.3.3 Estratègia NAOS

Tot seguint les directrius de l'Estratègia Mundial (OMS, 2004), l'any 2005 es va posar en marxa la *Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad* (Estratègia NAOS) des del Ministerio de Sanidad y Consumo, a través de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) amb l'objectiu de sensibilitzar la població del problema que representa l'obesitat sobre la salut.

Pretén impulsar totes les iniciatives possibles que contribueixin a aconseguir que els ciutadans i, especialment, els nens i els joves, adoptin hàbits de vida saludables, principalment a través d'una alimentació saludable i de la pràctica regular d'activitat física.

També pretén servir com a plataforma de totes les accions que ajudin a la consecució dels objectius anteriors, integrant els esforços i la participació més àmplia possible de tots els components de la societat, administracions públiques, experts, empreses del sector privat, consumidors i tota la població.

L'àmbit d'actuació i influència de l'Estratègia NAOS són múltiples: la família, l'entorn escolar, el món empresarial i el sistema sanitari; i van dirigits a objectius específics, tal com podem comprovar a la **Taula 7**.

#### **Taula 7.** Objectius principals de l'Estratègia NAOS.

- 
- Fomentar polítiques i plans d'acció destinats a millorar els hàbits alimentaris i augmentar l'activitat física en la població. Aquestes polítiques hauran de ser sostenibles, integrals i buscar una àmplia participació de la societat.
  - Sensibilitzar i informar a la població de l'impacte positiu que, per a la seva salut, tenen una alimentació equilibrada i la pràctica regular d'exercici físic.
  - Promoure l'educació nutricional en el medi familiar, escolar i comunitari.
  - Estimular la pràctica de l'activitat física regular en la població, amb especial èngasi en els escolars.
  - Propiciar un marc de col·laboració amb les empreses del sector alimentari per promoure la producció i distribució de productes que contribueixin a una alimentació més sana i equilibrada.
  - Sensibilitzar als professionals del Sistema Nacional de Salut per a impulsar la detecció sistemàtica de la obesitat i el sobrepés en la població.
  - Realitzar el seguiment de les mesures proposades i l'avaluació dels resultats obtinguts a través de l'Estratègia.
- 

### **1.3.4 Programa PERSEO**

El Programa PERSEO (Suárez Cortina et al., 2007) (Merino et al., 2007) és un programa pilot de referència promogut pel Ministerio de Sanidad, Asuntos Sociales e Igualdad i el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Està emmarcat dintre la Estratègia NAOS, i elaborat per l'antiga Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), amb l'objectiu de promoure l'adquisició d'hàbits d'alimentació saludables i la pràctica d'activitat física regular entre els escolars, per a prevenir l'aparició d'obesitat i altres malalties.

Consisteix en l'aplicació d'un conjunt d'intervencions senzilles en els centres escolars, dirigides als alumnes entre 6 i 10 anys, implicant a les pròpies famílies i amb l'actuació simultània sobre el menjador i entorn escolar per facilitar l'elecció de les opcions més saludables.

La intervenció consistia amb material didàctic, guies i formació (jornades i tallers) al professorat, material divulgatiu.

Amb el programa (N=13767) amb participació del 96% i resposta de les famílies d'un 80%.









Figura 18. Portada interactiva del portal ACTIVILANDIA (AECOSAN)

### 1.3.5 Estudi AVENA

L'estudi AVENA (Alimentación y valoración del estado nutricional en adolescentes) (González-Gross et al., 2003) es va dissenyar per avaluar l'estat de salut, els hàbits de comportament i la situació metabòlic-nutricional dels adolescents espanyols, especialment el de risc de patir obesitat, anorèxia/bulímia i dislipèmia, per proposar, en funció dels resultats, un programa específic d'intervenció per intentar disminuir la incidència d'aquestes patologies i millorar la salut (Wärnberg et al., 2006).

Entre altres, es van realitzar mesures antropomètriques, com l'estimació del percentatge de greix a partir de la mesura de plects cutanis, i es van determinar el sobrepès i l'obesitat a uns 500 adolescents espanyols de 13 a 18 anys, en cinc ciutats (Santander, Zaragoza, Madrid, Murcia y Granada). La prevalença d'excés de pes (sobrepès + obesitat) va ser de 25,69% en nois i 19,13% en noies (Huertas et al., 2007).

### 1.3.6 Estudi HELENA

El projecte HELENA (Healthy Lifestyle by Nutrition in Adolescence), finançat per la Comunitat Europea, és un estudi de tres anys (2005-2008) amb l'objectiu de valorar l'estat nutricional dels adolescents europeus.

A la primera part de l'estudi es realitza estudi transversal inicial (HELENA-CSS) es va realitzar en 10 ciutats europees amb almenys 3000 adolescents, entre 13 i 18 anys. S'estudien múltiples items: nivell socioeconòmic, tensió arterial, ingesta dietètica, activitat física i condició física, composició corporal (antropometria i bioimpedància elèctrica) (Moreno et al., 2008).

En una segona part de l'estudi es van valorar les preferències sobre consum d'aliments i les motivacions dels adolescents per escollir aquests aliments ELENA-BEFO (BEhaviour and FOod).

En una tercera part es pretén desenvolupar un programa d'intervenció sobre estils de vida (HELENA-LSEI: LifeStyle Education Intervention).

La quarta part de l'estudi té com a objectiu valorar els efectes fisiològics i psicològics d'un nou aliment (HELENA-COMS: Cross-Over Multicentre Study).

### 1.3.7 Pla integral per a la promoció de la Salut mitjançant l'activitat física i l'alimentació saludable (PAAS)

D'acord a l'Estratègia mundial OMS sobre alimentació, activitat física i salut (2004) (OMS, 2004) i l'Estratègia NAOS (2005) (Salgado Méndez, 2005) a l'estat espanyol, la Generalitat de Catalunya (2008) implementa la seva estratègia com a prioritat en la lluita contra creixent epidèmia d'obesitat, mitjançant l'activitat física i l'alimentació saludable.

El Pla integral per a la promoció de la Salut mitjançant l'activitat física i l'alimentació saludable (PAAS) té com a objectiu millorar l'alimentació dels ciutadans, amb un èmfasi especial en els nens, així com promoure l'activitat física i fer que els ciutadans en general i sobretot els nens millorin l'alimentació per mitjà de la promoció de l'activitat física (Plasència et al., 2008).

Amb les dades de l'Enquesta de Salut de la Generalitat (ESCA 2006) la prevalença de sobrepès havia passat de 27,8% al 39,6% i l'obesitat de l'11,9% fins al 16,5% (Posso et al., 2014).

El PAAS, com **estratègia multisectorial**, fruit dels suggeriments d'un grup d'experts, pretén:

- Sensibilitzar la població per tal que percebi com a assumibles opcions que promoguin la salut mitjançant la pràctica regular d'activitat física i una alimentació saludable.
- Desenvolupar accions informatives i educatives així com intervencions sobre l'entorn centrades en la problemàtica de determinats estils de vida.
- Promoure acords i compromisos en els diferents àmbits per potenciar estratègies de cooperació amb la finalitat de ser més eficients en la utilització de recursos.

Amb dues reunions anuals, els eixos d'actuació del PAAS pretenen l'abordatge integral d'una alimentació desequilibrada i d'una activitat física insuficient i l'abordatge multifactorial per mitjà de la promoció d'estratègies de prevenció que actuïn de forma sinèrgica i coincident sobre els múltiples factors dels estils de vida poc saludables.

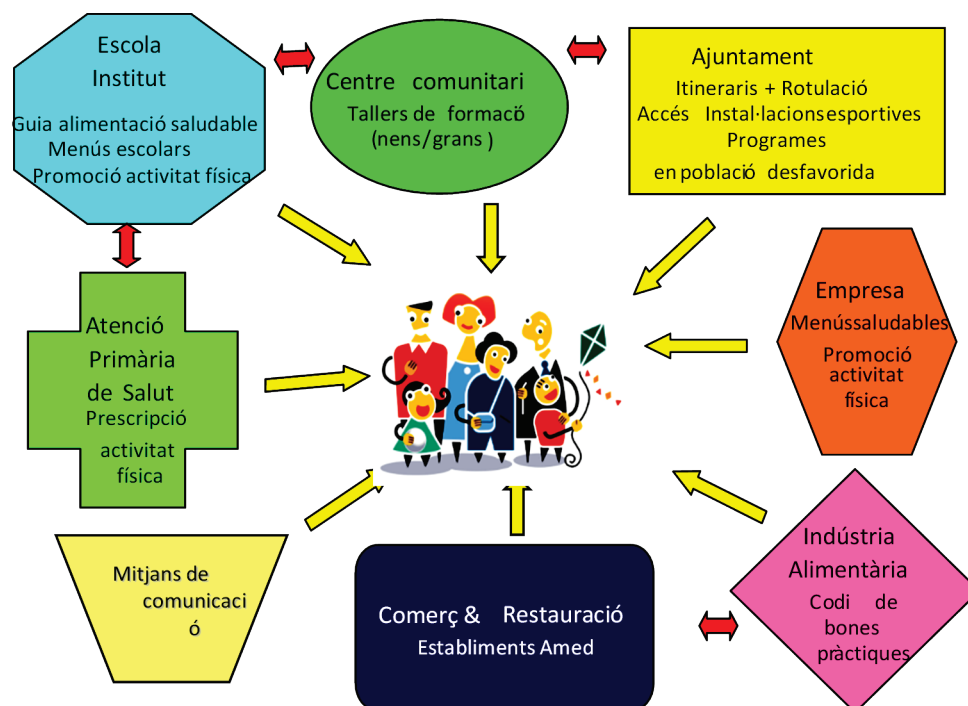


Figura 19. Abordatge multisectorial del PAAS

A continuació s'indiquen algunes actuacions del PAAS, incloses en diferents àmbits:

### 1.3.7.1 Àmbit educatiu

- Revisió de les programacions de menús de centres docents de Catalunya.
- Document de consens sobre màquines expenedores d'aliments i begudes (MEAB) en els espais per a infants i joves de Catalunya.
- Guia de recursos didàctics sobre alimentació i activitat física per a docents.
- Document de consens sobre l'alimentació del nen de 0-3 anys.
- Tallers i activitats de promoció del consum de fruites i verdures a les escoles de Catalunya.
- Programa Salut i Escola.
- Projecte THAO.
- **Projecte EDAL.**
- Projecte AVALL.
- Pla català d'esport a l'escola. Secretaria General de l'Esport.
- Projecte Shape-up.
- Estudi sobre creences, actituds i hàbits relacionats amb l'alimentació i la salut durant l'etapa escolar.
- Estudi sobre la forma física dels escolars de 2n i 4t d'ESO.
- Pla d'actuació gradual per a fomentar hàbits saludables (PAGHS).
- Explica la diabetis a l'escola amb els Dibbits.
- Pentagana.
- Programa El sambori dels aliments.
- Guia didàctica de productes agroalimentaris del Vallès Oriental.
- Minicongrés infantil del Congrés Mundial de Nutrició i Salut Pública

### 1.3.7.2 Àmbit de salut

- Desplegament del llibre blanc Consens sobre les activitats preventives a l'edat adulta dins l'atenció primària.
- Material de suport a l'educació sanitària.
- Pla d'activitat física, esport i salut (PAFES).
- Guia de prescripció d'exercici físic per a la salut (Guia PEFS).
- Formació continuada en alimentació i nutrició per a professionals de centres d'atenció primària de salut (APS).

- Publicació de les tendències en l'estat i hàbits nutricionals de la població catalana 1992-2003.
- Programa Nens en moviment.
- Activitats de promoció hàbits saludables.
- Congrés de Pacients organitzat.
- Fòrum Clínic.

### 1.3.7.3 Àmbit comunitari

- “Ve de gust... menjar bé”
- Projecte AMED.
- Projecte ESCALES.
- Projecte BICIESCOLA.
- FIRA GRAN.
- Caminades de Catalunya.
- Tallers d'alimentació saludable i activitat física. Viure més i millor.
- Festival de la Infància 2007: Menja fruita i guanyaràs salut!! I... colors, sabors i molta marxa!!
- Activitats de la Federació Catalana d'Entitats contra el Càncer (FECEC) amb relació a la Setmana Europea contra el Càncer (SECC).
- I Congrés Mundial de Nutrició i Salut Pública.
- Projecte de candidatura de la dieta mediterrània perquè s'inscrigui en la llista representativa del Patrimoni Cultural Immaterial de la Humanitat de la UNESCO.
- Tamborinada a la Carta.
- XIII edició Hostelco 2006
- Projecte Assabentat de què va.
- Col·laboració amb la Fundació La Roda 2007.

### 1.3.7.4 Àmbit laboral

- “Feu salut, pugeu per les escales”.
- Recomanacions per millorar l’equilibri nutricional d’esmorzars, aperitius i dinars servits en l’entorn laboral.
- DE-PLAN - Diabetis a Europa.
- PREDIMED.

En el moment actual, alguns objectius del PAAS es presenten com a prioritaris com la seva promoció a les escoles, a l’Atenció Primària, als municipis i a la comunitat.

Pel que fa a la **Atención Primària**, el compliment d’alguns objectius de salut s’han incorporat al Contracte-Programa a complir per part dels professionals sanitaris:

- Cribratge de sobrepès i obesitat en població d’entre 6 i 14 anys. Determinació d’índex de massa corporal (IMC) a partir de talla i pes (kg/m<sup>2</sup>).
- Aprofitament de les visites que ja es fan, per determinar talla i pes si fa més de 6 mesos que no es prenen aquestes mesures.
- Requeriment d’informació: Població entre 6-14 anys amb sobrepès i obesitat avaluada durant l’any /població entre 6 -14 anys assignada i atesa durant l’any a cada equip d’atenció primària (EAP).

### 1.3.8 Pla d’Activitat Física, Esport i Salut (PAFES)

Entre els objectius prioritaris del PAAS, el **Pla d’Activitat Física, Esport i Salut (PAFES)** és un programa de promoció de la salut des de l’atenció primària mitjançant el consell i la prescripció d’activitat física. (González Viana, 2009). (<http://pafes.cat/>)



El PAFES és una iniciativa interdepartamental del Govern de Catalunya per lluitar contra el sedentarisme; realitzada pel Departament de Salut i la Secretaria General de l’Esport (Departament de la Vicepresidència) de la Generalitat de Catalunya.

Neix mitjançant acord de govern el 28 d'agost de 2007 (en la línia del PIP: pla pilot de 2 anys de durada) amb el suport dels objectius del Pla de Salut de Catalunya 2000-2005, seguint el consens en prevenció del Llibre Blanc<sup>1</sup>, en el marc del PAAS i de l'estratègia **“Reconeixement del paper social de l'esport”**.

L'objectiu final del programa PAFES és millorar la salut i la qualitat de vida de les persones sedentàries, tot augmentant els nivells d'activitat física (AF) dels adults mitjançant la capacitat de professionals sanitaris i d'AF i facilitant la pràctica als usuaris de l'atenció primària.

Els **objectius específics** del programa PAFES són:

- Incorporar la prescripció i el consell d'activitat física com a eina terapèutica d'utilització a la pràctica habitual en l'atenció primària de salut.
- Actualitzar els coneixements i habilitats dels professionals implicats mitjançant cursos de formació i reciclatge, coordinadament amb equips docents multidisciplinaris que proporcionin les eines necessàries per desenvolupar els seus rols.
- Coordinar els recursos assistencials (d'atenció primària i a nivell especialitzat) que poden intervenir en el procés de prescripció de l'activitat física.
- Potenciar la utilització d'equipaments esportius existents en l'àmbit territorial.
- Establir canals de comunicació dintre dels equips multidisciplinaris.
- Impulsar la col·laboració entre els diferents sectors i institucions implicats en cada cas.

Entre els **objectius operatius** per als professionals d'Atenció Primària, s'exigeix l'enregistrament de certes dades com indicadors de salut:

- Nombre de professionals dels EAP amb formació PAFES mitjançant els referents dins les ABS de cada proveïdor de salut.
- Nombre classificació d'etapes del canvi per ABS (detallat per etapa).
- Nombre consells d'Activitat Física per ABS (detallat per tipus).
- Nombre de referents dels programes formats a cada EAP.



Recollint la filosofia i els continguts del PAFES, fruit del consens de molts professionals sanitaris i del món de l'exercici físic i esport, es desenvolupa la Guia de Prescripció d'Exercici Físic per a la Salut (Guia PEFS) on es mostra l'exercici físic com un nou fàrmac en el tractament de més de 50 patologies (González et al., 2007).

En el moment actual està plantejat incorporar la població infantil (pediatria) al programa PAFES.

### 1.3.9 Estudi Aladino

Des del “**Observatorio de la Nutrición y de Estudio de la Obesidad**” (2013), adscrit al Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad a través de la AESAN (actualment AECOSAN) es pretén un sistema de referència d'informació que permeti l'anàlisi periòdica de la situació nutricional de la població i l'evolució de l'obesitat a Espanya i els seus factors determinants.

Amb aquesta finalitat es realitza la publicació de l'**Estudi ALADINO** (Ortega Anta et al., 2013) sobre prevalença de l'Obesitat Infantil a Espanya, durant el període 2010-11, en el marc de la Iniciativa de la Regió Europea de l'OMS, amb l'objectiu de posar en marxa un sistema europeu de vigilància de l'Obesitat Infantil, la “**European Childhood Obesity Surveillance Initiative**” (Iniciativa COSI).

L'estudi es va realitzar entre el 2010-11 amb n=7659 nens (3841 nois y 3818 noies) de 6 a 9 anys, en 144 centres escolars de 19 CCAA.

Les dades dels nens es van comparar amb diversos sistemes de referència:

- OMS: situa la prevalença de sobrepès i obesitat en un 44,5% (26,2% sobrepès y 18,3% obesitat), la qual cosa significa que, gairebé, un de cada dos nens presenta un excés de pes.
- IOTF: la prevalença es situa en un 35,2% (22,2% sobrepès i 11% obesitat).
- Fundació Orbegozo: amb prevalença de 30,8% (14,0% sobrepès i 16,8% obesitat).

Entre les conclusions de l'estudi (Ortega Anta et al., 2014) cal remarcar que el percentatge de nens amb excés de pes presenten una sèrie de característiques:



- Augmenten a partir dels 7 anys.
- És més evident en fills de pares de baix nivell educatiu i baix nivell socioeconòmic.
- És superior en nens que no esmorzen al matí.
- És superior en els que mengen a casa en comparació del que ho fan al menjador escolar.
- És superior en nens que tenen tele, videoconsola o ordinador a l'habitació.
- És superior en nens que dormen menys de 8 hores al dia.
- És superior en pares fumadors, especialment si fumen tots dos.
- És superior en nens que tenen les instal·lacions esportives lluny del seu domicili.

Els nens catalans estudiats a l'Estudi Aladino (n=1154), d'acord a criteris OMS, mostraven una prevalença de 42,5% (26,1% sobrepès y 19,1% obesitat), lleugerament inferior a la mitjana estatal.

### 1.3.10 Enquestes de Salut a Catalunya

En les Enquestes de Salut a Catalunya (ESCA 2012 i ESCA 2013) es manifesta que gairebé la meitat de la població catalana presenta un Excés de pes (sobrepès i obesitat) (Brugulat et al., 2013).

#### 1.3.10.1 ESCA 2012

El 49,0% de la població de 18 a 74 anys té excés de pes (57,7% en homes i el 40,1% en dones) (sobrepès el 35,2% i obesitat el 13,8%) (Brugulat et al., 2012)

Mentre que el sobrepès afecta més els homes (el 42,5%) que les dones (el 27,7%), els percentatges d'obesitat són similars per ambdós sexes (el 15,2% en homes i el 12,4% en dones).

A mesura que els grups són de més edat, en tots dos sexes, s'observen prevalences més altes de sobrepès i obesitat.

L'ESCA 2012, d'acord a les taules de l'OMS, presentaven unes xifres d'excés de pes a Catalunya inferiors a les de l'Estudi Aladino. Un de cada tres infants de Catalunya, **34,5%**

de la població de 6 a 12 anys (Figura 20) presentaven un excés de pes (el 36,5% dels nens i el 34,3% de les nenes).

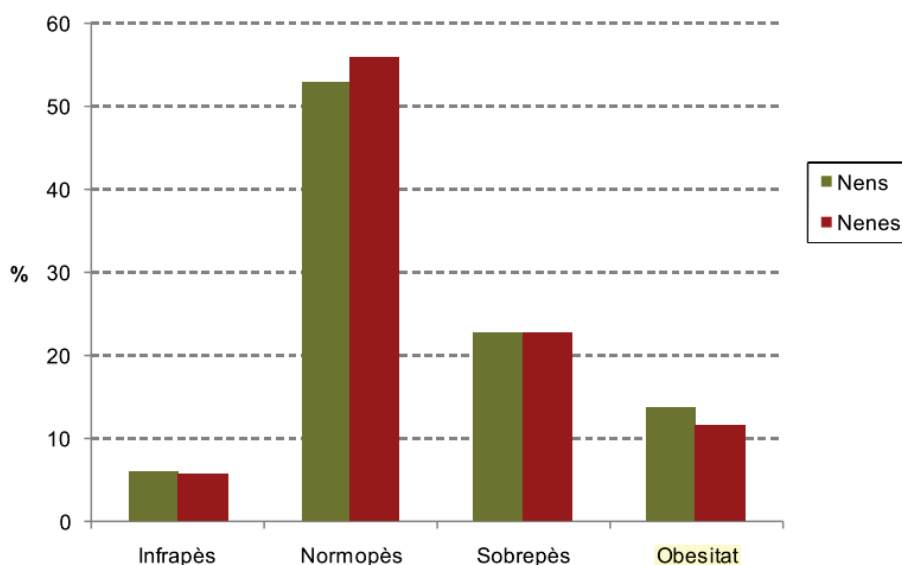


Figura 20. BMI en població de 6 a 12 anys, per sexe. Catalunya, 2011- 2012.

El sobrepès (Taula 8) afectava per igual a nens i nenes, mentre que l'obesitat afectava més els nens (13,8%) que les nenes (11,6%).

Taula 8. BMI en població menor de 18 anys, per grup d'edat i sexe. Catalunya, 2011-2012.

BMI (INSO)		Grup d'edat (%)					
		<6 anys	6-9 anys	10-17 anys	Total (0-17 anys)	6-12 anys	6-17 anys
Infrapès	Nens	6,9	5,9	6,3	6,4	6,1	6,2
	Nenes	8,1	5,5	4,7	6,0	5,6	5,0
	Total	7,4	5,7	5,5	6,2	5,9	5,6
Normopès	Nens	47,3	50,9	65	55,4	52,9	59,9
	Nenes	48,1	50,6	74	59,7	55,9	65,8
	Total	47,7	50,7	69,5	57,5	54,3	62,7
Sobrepès	Nens	16,6	19,3	22,1	19,5	22,7	21,1
	Nenes	15,4	25,1	13,9	17,0	22,7	17,8
	Total	16,0	22,1	18,0	18,3	22,7	19,5
Obesitat	Nens	18,6	18,6	3,8	12,5	13,8	9,2
	Nenes	18,5	16,3	3,1	11,5	11,6	7,8
	Total	18,6	17,5	3,5	12,0	12,8	8,5

Una de cada cinc persones de la població adulta és sedentària tant a la feina com en temps de lleure, especialment els homes (Brugulat et al., 2012).

S'estima que l'excés de pes, el sedentarisme i un consum baix de fruita i verdura causen un 18,6% de la mortalitat als països de renda elevada, equivalent a uns 12000 morts a Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2012).

L'obesitat infantil constitueix un factor predictor potent de l'obesitat en l'edat adulta i, considerant la morbiditat i la mortalitat a llarg termini, es pot provar l'associació entre obesitat en l'adolescència i l'increment de riscos per a la salut en l'edat adulta (Brugulat, Mompart, & Medina, 2006). Els nens i joves amb excés de pes presenten grans probabilitats de ser-ho d'adults i/o presentar malalties cròniques relacionades (Pérez et al., 2008) com la diabetis, hipertensió, hipercolesterolèmia, problemes cardiovasculars, artrosi, etc., es marquen com a prioritàries totes les accions possibles per evitar aquesta tendència.

### 1.3.10.2 ESCA 2013

En la ESCA 2013 el 48,5% de la població de 18 a 74 anys presentava excés de pes: 34,3% amb sobrepès; 14,2% amb obesitat (el 56,2% dels homes i el 40,8% de les dones) (García et al., 2013).

De forma similar a la ESCA 2012, mentre que el sobrepès afecta més els homes (41,8%) que les dones (26,8%), els percentatges d'obesitat són similars en ambdós sexes (14,4% en homes i el 14,0% en dones).

A mesura que els grups són de més edat, en tots dos sexes s'observen prevalences més altes de sobrepès i obesitat, especialment en dones.

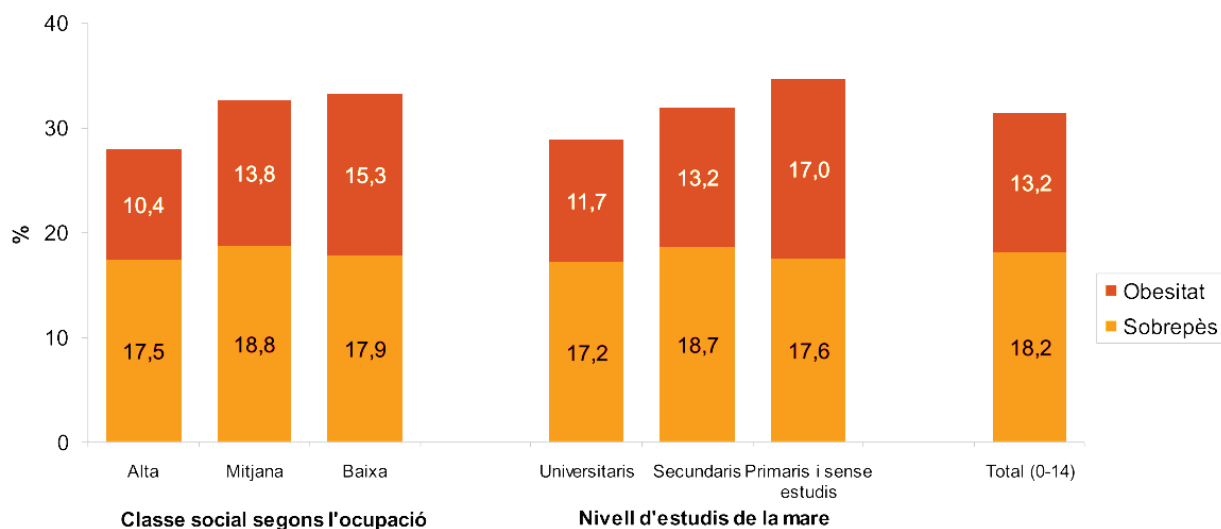
En el període de referència dels anys 2012 i 2013, el **31,1%** de la població de 6 a 12 anys té excés de pes (30,5% en nens i 31,8% en nenes). El sobrepès afecta més les nenes (el 22,0%) que els nens (el 20,1%), mentre que l'obesitat afecta més els nens (el 10,4%) que les nenes (el 9,8%) (Taula 9).

Els resultats, encara que lleugerament més baixos, són molt similar als resultats de la ESCA 2012.

**Taula 9.** BMI per a l'excés de pes en població menor de 18 anys, per grup d'edat i sexe (segons referències OMS). Catalunya, 2012-2013.

BMI		Grup d'edat (%)					
		<6 anys	6-9 anys	10-17 anys	Total (0-17 anys)	6-12 anys	6-17 anys
Sobrepès	Nens	12,8	20,4	17,9	16,7	20,1	18,7
	Nenes	16,6	23,7	16,0	18,0	22,0	18,7
	Total	14,6	22,0	17,0	17,3	21,0	18,7
Obesitat	Nens	20,7	20,4	3,4	12,0	10,4	7,3
	Nenes	18,0	23,7	3,1	10,5	9,8	6,6
	Total	19,4	22,0	3,3	11,3	10,1	7,0

En menors de 15 anys l'obesitat és més elevada en les classes socials més baixes (15,3%) i quan la mare té sols estudis primaris o no en té (17,0%), mentre que la prevalença de sobrepès és més alta a les classes mitjanes (18,8%) o si les mares tenen estudis secundaris (18,7%) (Figura 21).



**Figura 21.** Excés de pes en població de 0 a 14 anys, per classe social i per nivell d'estudis de la mare. (segons referències OMS). Catalunya, 2012-2013.

### 1.3.11 Pla interdepartamental de salut pública (PINSAP)

El Pla Interdepartamental de Salut Pública (PINSAP), coordinat pel **Pla de Salut**, busca incrementar l'esperança de vida en bona salut, a través de l'elaboració de polítiques públiques de promoció i protecció de la salut de la població de Catalunya, amb la implicació de tots els sectors del Govern, de les administracions públiques catalanes (incloses les locals) i de la societat, en general (Mateu et al., 2014).

L'esperança de vida amb bona salut (EVBS) és un indicador compost que inclou la durada de la vida (esperança de vida, EV) i la qualitat amb què és viscuda. De forma global, des de 1994 fins al 2011, a Catalunya, l'EVBS s'ha anat incrementant fins al 78%, essent superior en els homes (82,3%) respecte de les dones (74,1%) (**Taula 10**). L'objectiu fins al 2020 és incrementar aquests valors globalment per sobre del (80%).

**Taula 10.** Percentatge de l'esperança de vida viscuda amb bona salut a Catalunya en diferents anys i objectiu per a l'any 2020.

	1994	2000	2011	Objectiu 2020
<b>Homes</b>	80,0%	79,7%	82,3%	86,4%
<b>Dones</b>	70,8%	72,9%	74,1%	77,8%
Global	75,0%	76,1%	78,0%	81,9%

Segons el Departament de Salut, el 37,2% de la població general presenta algun tipus de patologia crònica, que és responsable del 80% de la mortalitat i consumeix més del 50% dels recursos sanitaris.

La majoria de malalties cròniques no transmissibles es relacionen amb l'excés de pes (sobrepès més obesitat) que es considera un gran indicador de salut condicionat per l'entorn social.

L'any 2012, gairebé la meitat de la població catalana (49,2%) entre 18 i 74 anys presenta un excés de pes (el 57,8% dels homes i el 40,4% de les dones): el 35,4% dels catalans presenta sobrepès (42,6% en homes i 27,9% en dones) i el 13,9% presenta obesitat (15,2% en homes i 12,5% en dones).

A Catalunya, en els homes la prevalença del sobrepès és pròxima a la mitjana d'Espanya i la de l'obesitat és inferior a la mitjana. En les dones, tant el sobrepès com l'obesitat se situen per sota de la mitjana d'Espanya. En la població de 2 a 17 anys, Catalunya presenta tant en els nois com en les noies percentatges de sobrepès inferiors a la mitjana de les comunitats autònomes. La prevalença de l'obesitat en els nois és inferior a la mitjana d'Espanya i en les noies és similar.

Amb un finançament d'uns 123,8 milions d'euros del pressupost de salut pública es dedicaran a intervencions que han de millorar una sèrie d'indicadors:

#### A. Indicadors bàsics de salut i estils de vida:

1. Esperança de vida.
2. Esperança de vida en bona salut.
3. Percepció de mala salut.
4. Taxa de mortalitat estandarditzada (global o específica).
5. Mortalitat evitable per causes susceptibles d'intervenció per les polítiques sanitàries intersectorials (global i per sida/infecció pel VIH, tumor maligne de pulmó, hepatopatia alcohòlica, col·lisions per trànsit, suïcidis, homicidis).
6. Prevalença de consum de tabac.
7. Prevalença de consum d'alcohol.
8. Prevalença de sobrepès i obesitat.
9. Prevalença de sedentarisme.

#### B. Indicadors bàsics de determinants socials:

1. Taxes d'ocupació i atur.
2. Nivell d'estudis acabats.
3. Renda mitjana anual per llar, persona i unitat de consum.
4. Taxa de risc a la pobresa o exclusió social.
5. Persones amb reconeixement legal de discapacitat.

6. Llars segons el règim de tinença de l'habitatge principal.
7. Llars segons béns d'equipaments de què disposen.
8. Satisfacció amb les condicions de treball.
9. Existència de diferents situacions en el lloc de treball.
10. Existència de discriminacions en el centre de treball (taxes baixes).
11. Contaminació de l'aire.

Cada intervenció inclosa al PINSAP tindrà almenys un indicador que permetrà avaluar-ne el grau d'implantació i, en la mesura del possible, l'eficàcia i l'impacte.

La pràctica d'activitat física i de l'esport s'associa a quatre principis fonamentals: la salut, l'educació, la igualtat efectiva entre homes i dones, la inclusió social.

Tot seguint els informes i les recomanacions mundials de l'OMS (OMS, 2010) la inactivitat física és el quart factor de risc de mortalitat més important a tot el món. Espanya és un dels països europeus amb el nivell més alt de sobrepès i obesitat infantil, per la qual cosa caldrà reforçar polítiques d'increment de l'activitat física, tant en l'àmbit nacional i regional, per prevenir malalties no transmissibles.

La pràctica regular d'exercici físic a intensitat moderada representa un dels medicaments més efectius de prevenció primària, secundària i terciària, i amb pocs efectes secundaris si es realitza de forma controlada i supervisada.

L'activitat física practicada regularment redueix el risc de cardiopaties coronàries, accidents cerebrovasculars, diabetis mellitus de tipus 2, hipertensió, càncer de còlon, càncer de mama i depressió. És un factor determinant en el consum d'energia, per la qual cosa és fonamental per aconseguir l'equilibri energètic i el control del pes (Rubio et al., 2007) (Abellan et al., 2010).

La relació entre l'activitat física i l'esport i la salut perdura en el temps durant bona part de la vida dels individus. La seva relació s'inicia des de petits a través de l'educació física escolar i l'activitat física i l'esport extraescolar; continua per la pubertat i l'adolescència a través també d'una activitat física escolar o a través d'activitat física o esportiva de lleure o la pràctica d'un esport reglat; passa per l'edat adulta en forma d'activitat física de lleure esportiu o d'esport federat i/o de rendiment, fer acabar amb una gran incidència sobre l'activitat física de la gent gran.

A pesar de l'anterior, Espanya és un dels països de la UE que menys part del seu horari de l'ESO dedica a l' assignatura d' educació física (3-4%).

Entre les línies d'actuació del PINSAP, la Secretaria General de l'Esport, en col·laboració amb el Departament d'Ensenyament i els Consells Esportius, du a terme el **Pla estratègic d'esport escolar de Catalunya 2013-2020 (PEEC)**, per consolidar i incrementar la pràctica fisicoesportiva dels infants i adolescents. Inclou tres programes concrets:

- **Pla català d'esport a l'escola (PCEE)**, per a la promoció de la pràctica esportiva extraescolar dels infants i joves en els centres educatius de primària i secundària.
- **Programa Jocs esportius escolars de Catalunya (JEEC)**, per a la promoció de l'esport escolar en l'àmbit comarcal.
- **Programa FITJOVE**, per a la promoció d'exercici físic adreçat a adolescents de risc de quart d'ESO en centres educatius del PCEE com a estratègia de prevenció del consum de drogues.

Altres programes de promoció de l'activitat física serien:

- **Pla estratègic d'esport universitari de Catalunya (PEUC)**.
- **Programa "Dones i esports"**.
- **Pla nacional de promoció de l'activitat física (PNPAF)**.

D'altra banda, el Departament de Salut, a través de l'Agència de Salut Pública de Catalunya, du a terme el Pla integral per a la promoció de la salut mitjançant l'activitat física i l'alimentació saludable (Apartat 1.3.7), que inclou el PAFES (Apartat 1.3.8).



## 1.4 La “pandèmia de sedentarisme infantil” a les societats industrialitzades

En l'actualitat hi ha càlculs que estimen que els nens i nenes gasten unes 600 kcal diàries menys que fa 50 anys (Boreham et al., 2001) per diverses raons (Lain et al., 2006):

1. Activitats d'oci més sedentàries, com veure la tele, internet i els jocs amb ordinador, que han substituït el temps de joc a l'exterior.
2. Reducció de l'activitat física en els centres escolars.
3. Menors oportunitats per desenvolupar un oci actiu.
4. L'augment de transport motoritzat (cotxe) fins al centre escolar.
5. L'augment del grau d'urbanització de pobles i ciutats que no promouen el transport actiu i segur, com el que es realitza a peu o en bici.
6. L'augment de mecanització de la societat en general (ascensors, escales mecàniques, etc.).
7. La sobreprotecció dels progenitors i la preocupació excessiva per la seguretat dels nens i nenes a l'exterior (pe. trànsit o la por a desconeguts).
8. Un entorn (llar, centre escolar, societat) que no promou l'activitat física (pe. pares i mares obesos i sedentaris).

Si resulta difícil posar-se d'acord en la definició d'obesitat infantil, actualment tampoc hi ha un consens en la definició de **sedentarisme en nens**.

La majoria de classificacions es basa en el nombre d'hores d'activitat física setmanals.

El 2010, en un important estudi de la **Universitat de León** sobre la condició física en preadolescents utilitzant acceleròmetres per determinar la despesa energètica (Martínez Castañeda, 2010), es classifica els nens en:

- **Sedentaris** (< 2-3 h/set). Sols fan educació física escolar obligatòria.
- **Actius** (4-5 h/set). Realitzen activitat física extraescolar.
- **Esportistes** (>6-7 h/set). Realitzen alguna modalitat esportiva de tipus federat.

El 2010, es va realitzar per part del Consejo Superior de Deportes (CSD) una “**Encuesta sobre hábitos deportivos**” a 17632 joves espanyols entre 6 i 18 anys, dintre del sistema educatiu, matriculats entre primer de primària, ESO i segon de batxillerat o segon de grau mitjà (Viñas Fort et al., 2011).

Per classificar els nens es va utilitzar un Índex de pràctica d’activitat físicoesportiva per a la població escolar, que també es baixa amb el nombre d’hores d’activitat física setmanals. Globalment destaca el major nombre de sedentàries i de menor nombre de noies actives respecte dels nois. (Figura 22)

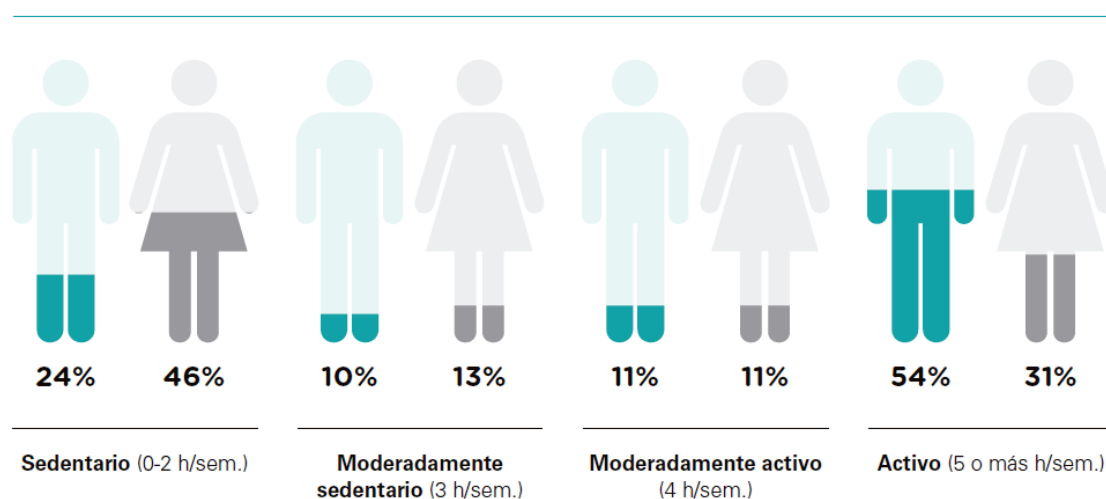


Figura 22. Classificació dels joves en funció de l’Índex d’activitat física (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011).

Segons la “Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011” la principal raó per no fer activitat física en la nostra població escolar és, amb diferència, la de manca de temps (25%), un dels motius interns que depenen directament dels implicats.

(Figura 23)

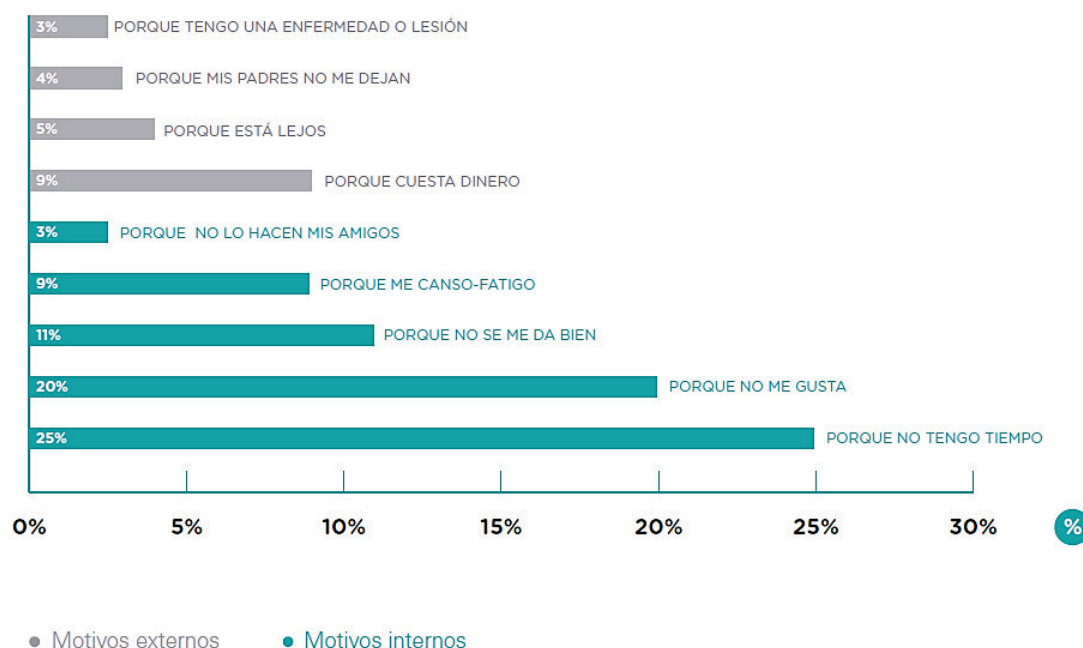


Figura 23. Motius de NO pràctica esportiva (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011).

A la Figura 24 podem observar com, amb l'edat, s'incrementa el percentatge de nens que no realitzen pràctica esportiva per motius interns.

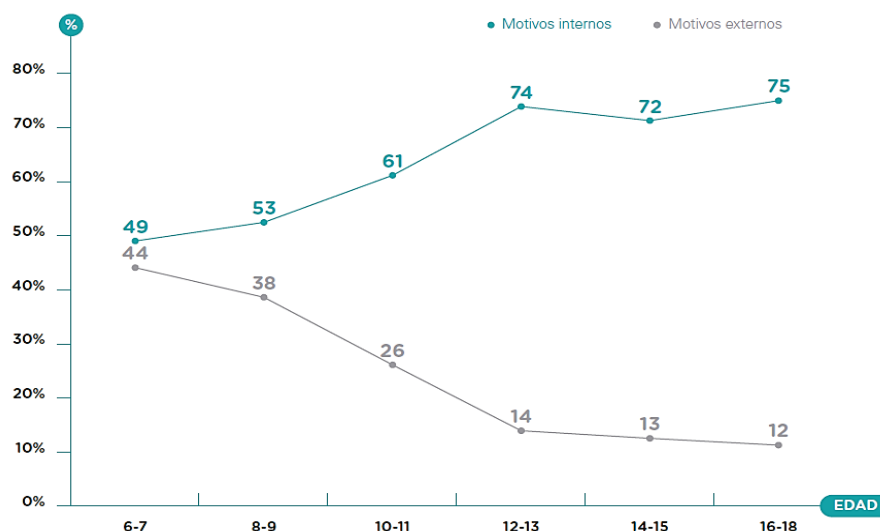


Figura 24. Motius de NO pràctica esportiva, en funció de la edat. Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011.

L'excusa de la manca de temps és el principal motiu intern que s'incrementa directament amb l'edat. (Figura 25)

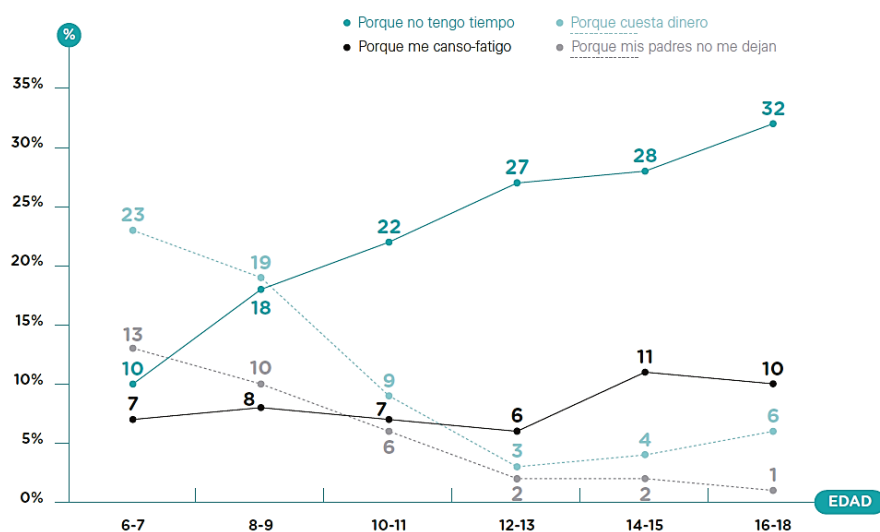


Figura 25. Tipus de motius interns per no fer exercici físic, per edats (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011).

Segons les dades de l'enquesta del CSD, el comportament de nois i noies és diferent pel que fa a la pràctica d'activitat física i esportiva al llarg de l'edat (Figura 26 i Figura 27). Fins als 10-11 anys, en tots dos sexes s'observa un increment de l'activitat física, superior en nois (nois actius: 66%; noies actives: 44%), ja en l'adolescència s'aprecia una reducció del % de nens actius (molt superior en noies) i un increment de nens sedentaris (també molt superior en noies).

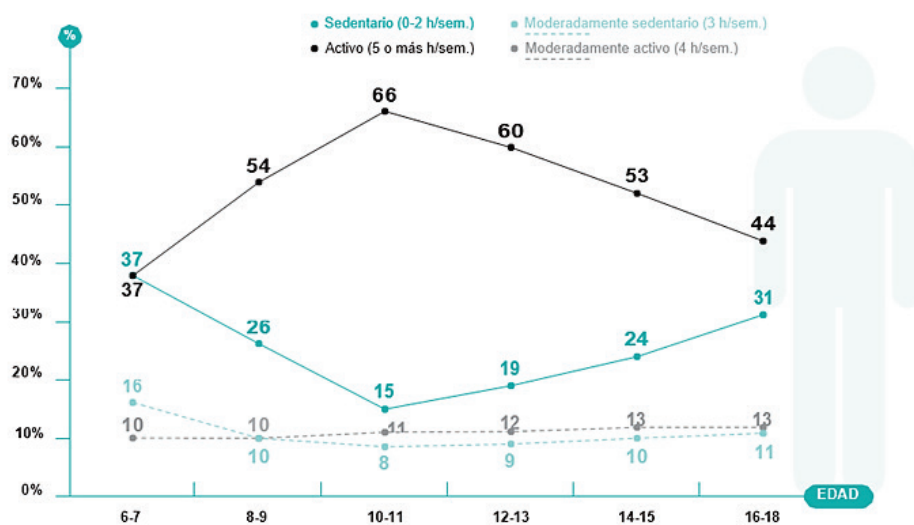


Figura 26. Índex d'activitat física esportiva, per edat, en nois (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011).

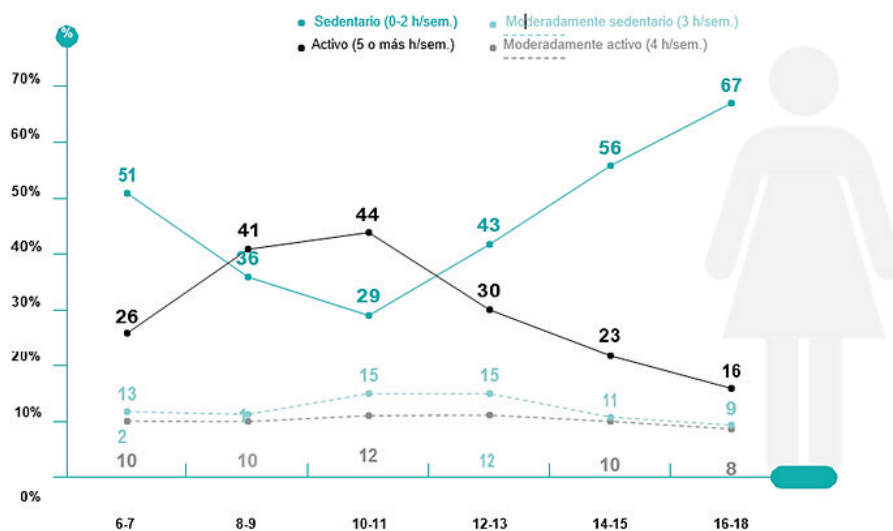


Figura 27. Índex d'activitat física esportiva, per edat, en noies (Encuesta de hábitos deportivos en la Población escolar en España, 2011).

Un pla d'exercici físic estructurat, juntament amb un pla d'alimentació, és fonamental per mantenir i/o aconseguir una reducció del pes, amb molt efectes beneficiosos afegits (Rubio et al., 2007) com els que figuren a la **Taula 11**.

**Taula 11.** Beneficis de la realització d'activitat física.

- 
- Afavoreix la pèrdua de pes junt a un programa d'alimentació adequat.
  - Ajuda a mantenir el pes perdut.
  - Contribueix a la prevenció del sobrepès i l'obesitat, tant en nens com en adults.
  - Millora el perfil lipídic, disminuint les concentracions de triglicèrids, cLDL i incrementant les de cHDL.
  - Millora la sensibilitat a la insulina, el metabolisme de la glucosa i el control metabòlic de les persones amb diabetes.
  - Preveu les malalties cardiovasculars.
  - Manté la integritat de la densitat òssia.
  - Millora el control de la pressió arterial en persones hipertenses.
  - Té efectes psicològics positius: augmenta l'autoestima, disminueix l'ansietat i la depressió.
  - Disminueix el risc de malaltia biliar asimtomàtica.
  - Disminueix el depòsit de greix abdominal.
  - Millora la capacitat respiratòria.
-

## 1.5 Mètodes clínics habituals de determinació de l'obesitat

### 1.5.1 Pes i Alçada

Són els més utilitzats en la pràctica diària, especialment en estudis de creixement i desenvolupament (consultes de pediatria).

Són de fàcil obtenció i de baix cost, ja que simplement es necessita una bàscula i un tallímetre.

En clínica solen utilitzar-se bàscules homologades, mecàniques o digitals. Les mecàniques necessiten ser calibrades periòdicament mentre les bàscules digitals actuals incorporen sistemes d'autocalibració i estabilització fins i tot en superfícies irregulars. Solen tenir una precisió de 100 g.



Figura 28. Bàscula digital.

El tallímetre és un instrument que s'utilitza per mesura l'alçada o la longitud de les persones. Consta d'una base, d'un tauler de mesura i d'un topall mòbil.

En moltes ocasions estan integrats a una bàscula (Figura 29) encara que els més exactes són els fixes, adherits a la paret.



Figura 29. Bàscula i tallímetre integrats.

És molt important tenir molta cura i col·locar correctament al pacient en el moment d'efectuar la mesura de l'alçada. El cap (vèrtex) sempre s'hauria de col·locar tenint en compte el plànol de Frankfort, línia imaginària entre l'extrem inferior de l'òrbita (orbitale) fins al vorell superior del conducte auditiu extern (tragion), paral·lela a terra (Esparza et al, 1993).

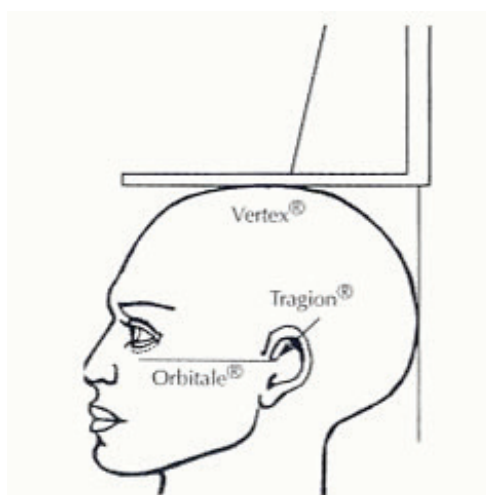


Figura 30. Plànol de Frankfort.



A partir del pes i l'alçada, es calcula l'índex de massa corporal (IMC), o "body mass index" (BMI), com indicador global de l'estat nutricional, predictor de diabetis tipus 2 com avaluador de diversos desordres nutricionals.

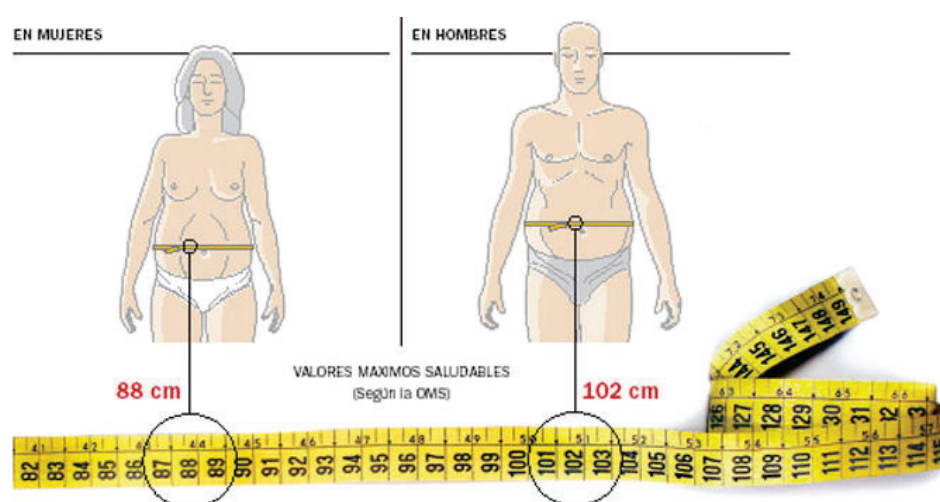
Presenta el gran avantatge que és molt simple, fàcil, econòmica i permet la comparabilitat intra i intersubjectes. El principal inconvenient és que no discrimina els diferents elements de la composició corporal.

## 1.5.2 Circumferència de la cintura

S'entén com "cintura de risc" una circumferència de cintura (CC) major o igual a 102 cm en els homes, igual o superior a 88 cm en les dones (Rubio et al., 2007). **Figura 31**

És un dels índexs utilitzats en adults (pe. cardiologia) per estimar el risc cardiovascular i risc de Síndrome metabòlica. Estudis recents plantegen utilitzar-lo també en nens (ScHröder et al., 2014)

Amb el pacient dret i relaxat, es col·loca la cinta mètrica a l'alçada del llombrígol. Es mesura en cm després de fer una inspiració profunda i una espiració.



**Figura 31.** Risc cardiovascular en funció de la circumferència de la cintura.

La quantificació del **risc cardiovascular** es correspon a la **Taula 12**:

**Taula 12.** Risc cardiovascular en funció de la circumferència de la cintura.

Risc	Homes	Dones
Molt alt	> 102	> 88
Alt	94 - 102	80 - 88
Baix	< 94	< 80

### 1.5.3 Índex cintura maluc

L'índex cintura maluc (ICM) es correspon a la relació donada per la fórmula:

$$\text{Índex cintura/malucs} = \frac{\text{Perímetre cintura (cm)}}{\text{Perímetre malucs (cm)}}$$

**Taula 13.** Risc cardiovascular en funció de l'índex cintura/malucs (ICM).



Risc	Homes	Dones
Molt alt	> 1	> 0,85
Alt	0,9 - 1	0,80 - 0,85
Baix	< 0,9	< 0,85

Representa un indicador del risc de patir malalties associades a l'**obesitat abdominovisceral**

Amb l'anterior podem classificar l'obesitat abdominal de tipus:

- **Ginecoide**, en forma de pera.
- **Androide**, en forma de poma.

**Taula 14.** Tipus d'obesitat atenent a l'índex cintura/malucs.

Tipus d'obesitat	Patró de distribució del greix	Malalties associades
GINECOIDE 	- Malucs - Cuixes - Cames	- Malalties de la vesícula - Varius - Restrenyiment
ANDROIDE 	- Abdomen - Ventre - Esquena baixa	- HTA - Cardiopaties - IAM - AVC - DM 2 - LDL - Nefropaties

## 1.5.4 Densitometria

Es basen en la utilització de models moleculars simples de dos components.

La densitat corporal ( $\delta$ ) és la relació entre la massa ( $m$ ) i el volum ( $V$ ) d'un cos.

$$m = V \times \delta$$

$$\delta = \frac{m \text{ (kg)}}{V \text{ (dm}^3\text{)}}$$

L'aigua destil·lada presenta una  $\delta = 1 \text{ kg/dm}^3$  mentre i el greix  $\delta = 0,7 \text{ kg/dm}^3$

### 1.5.4.1 Hidrodensitometria

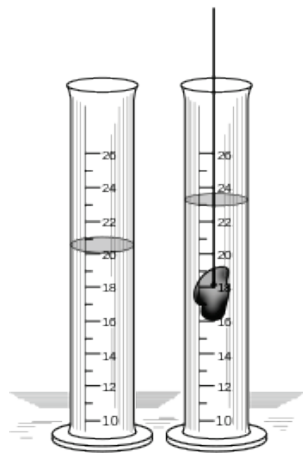
Es basa en el càlcul de la diferència entre el pes d'un cos ( $P_i$ ) introduït en un tanc ple d'aigua i el pes de l'aigua ( $P_0$ ) que desplaça aquest cos, d'acord al Principi d'Arquimedes.

$$P_i = m \times g = V \times \delta_i \times g$$

$$P_0 = m \times g = V \times \delta_0 \times g$$

Si  $\delta_0 = 1$

$$\frac{P_i}{P_0} = \delta_i$$



*Principi d'Arquímedes: Un cos insoluble total o parcialment submergit en un fluid (líquid o gas) en repòs rep una força ascendent igual al pes del volum del fluid que desallotja.*

*Figura 32. Exemple del Principi d'Arquímedes.*

La pesada hidrostàtica es considera un mètode de referència, encara que cal controlar la temperatura de l'aigua i el volum pulmonar residual (VR).

S'ha utilitzat, entre altres, com a referència per establir equacions per estimar els diferents components de la composició corporal (M. H. Slaughter et al., 1988).

#### 1.5.4.2 Pletismografia per desplaçament d'aire

Aquest mètode es basa en un principi similar a l'anterior, tenint en compte que l'aire és un fluid, amb la qual cosa podem mesurar el volum desplaçat en una cambra tancada i la densitat. Amb aquesta tècnica no cal submergir les persones a dintre de l'aigua (McCrorry et al., 1995).



*Figura 33. Cabina de pletismografia per desplaçament d'aire.*

Els possibles errors de mesura poden presentar-se en les fórmules de conversió per estimar el percentatge de greix (%Greix), que canvia en funció de l'edat, el sexe, la raça, el grau de nutrició, l'activitat física, etc.

## 1.5.5 Plecs cutanis

Encara que la distribució de greix corporal és múltiple, el principal acúmul es localitza a nivell subcutani. En clínica, i especialment a les consultes de Medicina de l'Esport, de forma habitual s'utilitzen diversos mètodes per estimar el component greix.

Un dels principals problemes en la seva utilització és la determinació del lloc exacte de la mesura, tenint en compte que cadascú de nosaltres presenta diferències pel que fa al patró de distribució de l'adipositat (Martínez, 2010).

De forma habitual es solen utilitzar plecs del tronc (subescapular, supraespinal, abdominal), que serien indicadors de la distribució central de greix o de les extremitats superior (bíceps, tríceps) o inferiors (cuixa, cama), indicadors de distribució de greix perifèric.

Diversos autors han anat plantejant diverses equacions de regressió per estimar el percentatge de greix, en funció de determinats plecs cutanis. Per contra, altres autors aconsellen la simple utilització del sumatori de diversos plecs com a sistema de mesura i control de la magnitud de l'adipositat subcutània (Moreno et al., 2005).

### 1.5.5.1 Plicòmetre

Un plicòmetre, també anomenat lipòmetre, adipòmetre o calíper, és un instrument o aparell utilitzat per mesura els plecs cutanis amb l'objectiu principal d'estimar el percentatge de greix corporal (Mohamed et al., 2003)

N'hi ha de diversos tipus i de totes les qualitats:

- Simple. [Figura 34](#)
- Plàstic. [Figura 35](#)
- Digital.
- Professional, tipus Harpenten. [Figura 36](#)
- Científic, tipus Holtain. [Figura 37](#)

Encara que tots solen estar homologats, els més senzills solen deteriorar-se més ràpidament i a partir de cert temps perden fiabilitat. Els de tipus professional poden tenir gran durabilitat i fiabilitat durant molt de temps i moltes mesures.

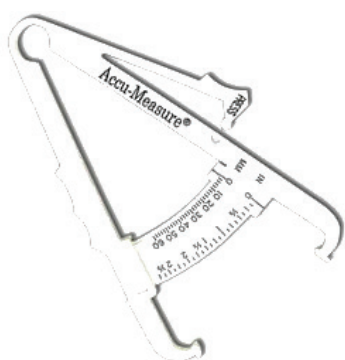


Figura 34. Plicòmetre simple.



Figura 35. Plicòmetre de plàstic (Slim Guide).



Figura 36. Plicòmetre tipus Harpenten.



Figura 37. Plicòmetre tipus Holtain.

### 1.5.5.2 Ecografia

Amb l'ecografia es pot avaluar la quantitat de teixit greix subcutani i muscular, aplicant ones ultrasòniques en punts concrets (Semiz et al., 2007). Presenta bona correlació amb l'antropometria, per la qual cosa no és rentable utilitzar-la en persones amb quantitats de greix baix.

És especialment útil amb individus amb obesitat mòrbida, en els quals és molt difícil o impossible mesurar els plecs amb un plicòmetre (Wagner, 2013).

En membres, assumint el caràcter circular dels membres, a més permet estimar la massa muscular i l'òssia.

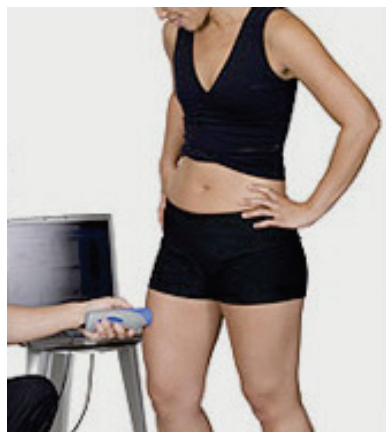


Figura 38. Mesura del greix subcutani amb ecografia.

### 1.5.5.3 TAC

Mitjançant l'atenuació dels Rx en travessar els diferents teixits es poden obtenir imatges bidimensionals de la composició corporal, mitjançant sistemes informàtics i tècniques visuals.

Pel seu cost és molt difícil utilitzar aquesta tècnica en estudis epidemiològics, encara que pot ser molt útil per estudiar el teixit adipós abdominal, relacionat amb malalties com hipersinsulinisme, resistència a la insulina, augment dels TGS i LDL i descens de HDL.

La tècnica també pot ser útil per validar altres tècniques, com l'antropometria (Cruz-Jentoft et al., 2010).

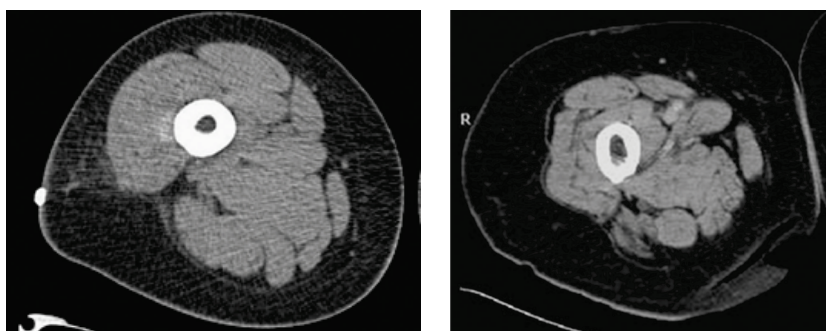


Figura 39. Imatge d'obesitat sarcopènica (TAC).

#### 1.5.5.4 RMN

La RMN pot oferir dades molt acurades de la composició corporal, fins i tot en 3D. Presenta el problema d'un alt cost i que necessita d'un temps molt llarg per fer la prova (Cáceres et al. 2014).

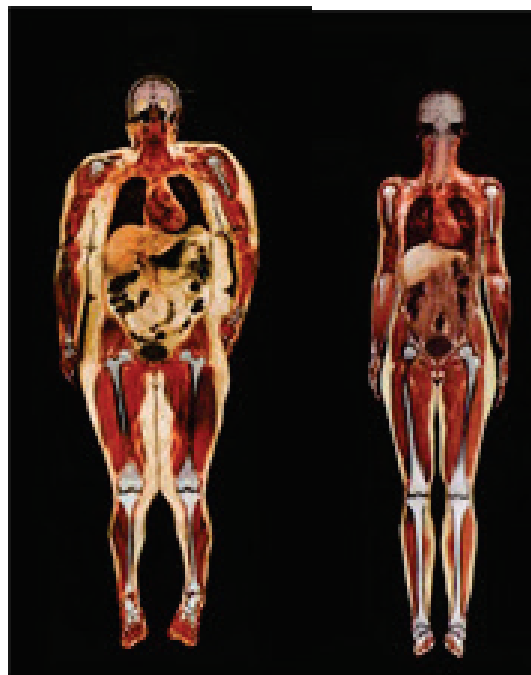


Figura 40. Estudi de la composició corporal per RMN.

#### 1.5.6 Bioimpedància elèctrica

La bioimpedància elèctrica (BIE) es basa en l'oposició del cos al flux d'un corrent elèctric. La resistència al flux serà més gran en individus amb més quantitat de greix, donat que aquest és un mal conductor de l'electricitat, al tenir menor quantitat d'aigua.

Normalment s'utilitzen dos elèctrodes en contacte amb diverses parts del cos, com les mans, els canells, els turmells o els peus, sobre els que es fa circular un corrent elèctric d'uns 50kHz.

La BIE assumeix que el cos és un cilindre conductor de longitud igual a l'alçada del cos.

Hi ha diferents tipus, de tren superior, de tren inferior i segmentaris (de tronc, cames i braços, per separat).





Figura 41. BIE de tren superior.



Figura 42. BIE de tren inferior.



Figura 43. BIE segmentaria

Els possibles errors de mesura intra i intersubjectes poden donar-se en funció del pes, alçada, sexe, raça, percentatge de greix, grau d'hidratació, etc.

El gran avantatge del mètode és la seva simplicitat i la ràpida aplicació (Alvero-Cruz et al., 2011)

### 1.5.7 Interactància infraroja

S'utilitza un espectrofotòmetre computeritzat aplicat a diferents punts corporals (Ros Arnal et al., 2011). Es calcula el percentatge de greix corporal a partir de la mesura del grau de difracció i penetrància del feix infraroig que es produeix en un teixit del qual coneixem la densitat (pe greix).

Per estudis epidemiològics sol utilitzar-se el bíceps. Les dades poden variar en funció de l'edat, sexe i nivell d'activitat física.



Figura 44. Analitzador de composició corporal per infraroig.

### 1.5.8 DEXA (dual-energy x-ray absorptiometry)

En condicions ideals, l'absorciometria d'energia dual de raig X (DEXA) podria representar la tècnica de mesura més precisa (gold estàndard) per estimar la composició corporal (Alvero Cruz et al., 2009).

La DEXA (Lorente Ramos et al., 2012) utilitza dues fonts de raigs X amb energies diferents que s'atenuen de forma diferent en funció del tipus de teixit corporal. Les dades recollides es tracten amb un sistema informàtic que estima tres components (massa grassa, òssia i muscular) a partir de la quantificació i diferenciació de les diferents densitats i contingut de minerals de cada teixit.

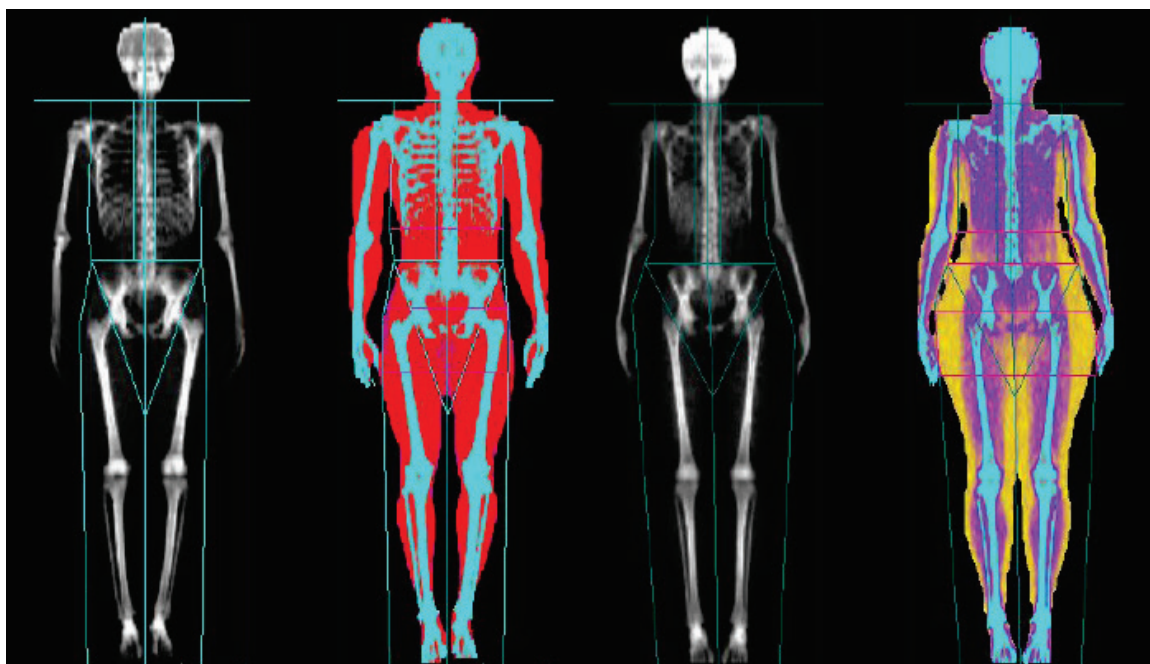


Figura 45. Absorciometria amb raig X de doble energia (DEXA).

La tècnica, senzilla i de baixa radiació, consisteix a estirar el pacient immòbil sobre una taula en decúbit supí durant uns 15 minuts amb braços i cames estirades, aplicant un escàner de tot el cos. **Figura 45**

No precisa preparacions especials ni contrastes encara que es recomana no haver consumit gran quantitat d'aigua, no realitzar exercici físic intens les 12-24 hores prèvies i no portar objectes metàl·lics al cos (pírcings, joies, cinturons, cremalleres, etc.).

## 1.5.9 Hidrometria (aigua corporal total)

La hidrometria permet mesurar l'aigua corporal total (ACT).

El percentatge d'aigua del cos humà oscil·la des del 70-75% en nounats fins baixar al 60% en gent gran. Les persones obeses, amb major quantitat de greix, poden baixar fins al 40%.

El model bicompartimental de composició corporal divideix l'organisme en:

- Massa grassa, lliure d'aigua.
- Massa magra, lliure de greix, amb un 73% d'aigua.

L'aigua corporal total es valora mitjançant tècniques de dilució d'una substància que es distribueix sols a l'aigua corporal, suposadament amb una distribució regular i proporcional a l'intercanvi d'aigua i la massa lliure de greix.

Actualment s'utilitza aigua marcada amb isòtops estables com el deuteri, oxigen-18 o triti (aquest és radioactiu) (Elena et al., n.d.).

Els valors de l'ACT presenta gran variabilitat biològica intra i intersubjectes, depenent de l'edat, sexe, nivell de greix i en algunes patologies.

## 1.6 Cineantropometria

Al llarg de l'existència humana s'han intentat relacionar els aspectes externs de les persones amb connotacions filosòfiques, físiques, biològiques i religioses.

L'antropometria, basada en la mesura de les persones, és un ciència iniciada uns 5000 a.C., a l'Imperi Egipci (Moreno et al., 2011) (Esparza Ros et al., 1993), on l'estatura guardava una relació de 19 cops la longitud del dit mig de la mà.

L'alçada de estàtues en l'edat grega corresponia a 7 cops la longitud del cap en el cas dels adults i a uns 4 caps en els nens.

En medicina de l'esport s'utilitza el terme d'origen grec “**cineantropometria**” bé a significar “la mesura de l'home en moviment”.

Al llarg de la història s'ha intentat identificar i classificar les persones a partir de la determinació de paràmetres antropomètrics, especialment en determinats col·lectius, com és el cas de models, esportistes, patologies psiquiàtriques, criminalística, i altres.

Matiegka proposa un mètode antropomètric per fraccionar el pes corporal en quatre components: pes greix, ossi, muscular i residual (Matiegka, 1921). La Cineantropometria es considerada en les seves categories de **Composició corporal**, **Somatotip humà** i **Proporcionalitat**. Posteriorment Drinkwater (1978) (Martin et al., 1985) continua les investigacions en el mateix sentit.

Altres autors com Behnke (Behnke, 1939), utilitzant tècniques de difusió del nitrogen als teixits corporals, suggereixen la divisió del pes corporal en dos components: massa grassa i massa magra. També s'utilitzen altres mètodes com l'Antipirina (Soberman, 1949), fórmules matemàtiques (Osserman, 1950), Helio i Aigua Tritiada (Siri, 1956) o Potasi (Boling).

Els mètodes més acceptats i utilitzats actualment es basen en el somatotipus, a partir dels postulats de Sheldom (1940), amb modificacions de Panell (1958) i Heat Carter (1967).

Aprofitant l'any dels Jocs Olímpics de Montreal (Canadà), 1976, William Ross presenta al Quebec una nova tècnica denominada “**Kinanthropometry: and Ergometry**” com “la utilització de la mesura en l'estudi de la mida, forma, proporció, composició i maduració

del cos humà, amb l'objectiu d'un millor coneixement del comportament humà en relació al creixement, desenvolupament i envelliment, l'activitat física i l'estat nutricional”.

Des de 1978 s'ha intentat la sistematització de les diferents mesures antropomètriques mitjançant l'acreditació formativa de la **International Society for the Advancement of Kinanthropometry** (ISAK) (Marfell-Jones, 1986).

A escala nacional, el 1987 es crea el **Grupo Español de Cineantropometria** (GREC).

La implicació de la genètica en els processos de creixement és complexa i encara no s'han establert completament les interaccions i la seva expressió fenotípica. Amb tot sembla que els paràmetres morfològics més afectats per l'herència són la talla i les dimensions longitudinals, i en menor mesura els diàmetres transversals, com l'amplada d'espatlles i malucs. Els de menor influència genètica sembla que són els plecs cutanis. Finalment els perímetres de les extremitats podrien estar relacionats parcialment tant per la genètica com per la influència ambiental. (Moreno et al., 2011).

Entre els aspectes més importants a tenir en compte en la sistematització de tècniques antropomètriques està la determinació de la Posició antropomètrica i dels Punts anatòmics de referència, així com el consens normatiu de prendre totes les mesures al costat dret del cos (salvo excepcions per lateralitats, alteracions o asimetries anatòmiques).

### 1.6.1 Models de composició corporal

L'avaluació de la composició corporal (antropometria) ha estat sempre una de les fites més importants en l'estudi de l'ésser humà.

Els mètodes emprats són múltiples, tenint en compte que el mètode ideal correspondria a l'estudi per separat dels elements d'un cadàver (Alvero Cruz et al., 2005).

Coincidint amb la nova Cineantropometria Espanyola (Esparza Ros et al., 1993), a principis dels anys 80, comencen a utilitzar-se noves propostes basades en el model de “**4 components de Matiegka**”: la de **Rose i Guimaraes** (Esparza Ros et al., 1993), que és de les més utilitzades en les Unitats de Medicina de l'Esport, de forma sistemàtica, per calcular els diferents components corporals:

- Per a la **Massa Grassa (MG)**, aplicarem l'equació de **Faulkner** (Faulkner, 1968), que utilitza el sumatori de 4 plecs, tots del tren superior.

$$SUM_{4P} = Triceps + Subescap + Suprailiac + Abdominal$$
$$\%Greix (Faulkner) = 5,783 + 0,153 \times SUM_{4P}$$

Aquesta fórmula es deriva d'una anterior de **Yushasz** (Yushasz, 1974) que utilitza el sumatori de 6 plecs, els 4 plecs del tren superior i 2 plecs del tren inferior:

$$SUM_{6P} = Triceps + Subescapular + Suprailiac + Abdominal + Cuixa + Cama$$
$$\text{Males: } \%Greix (Yushasz) = 4,56 + 0,143 \times SUM_{6P}$$
$$\text{Females: } \%Greix (Yushasz) = 3,64 + 0,097 \times SUM_{6P}$$

L'equació inicial de Yushasz es basa en estudis d'homes i dones de 18 a 61 anys i, com en la majoria de fórmules, cal vigilar utilitzar-la fora d'aquestes edats, especialment en persones molt grans o molt grosses o molt primes. Posteriorment es va utilitzar per **Carter** amb lleugeres modificacions (Carter, 1982):

$$\text{Males: } \%Greix (Yushasz) = 2,585 + 0,1051 \times SUM_{6P}$$
$$\text{Females: } \%Greix (Yushasz) = 3,580 + 0,1548 \times SUM_{6P}$$

Altres fórmules calculen la Densitat corporal (D) com les de **Sloan** (Sloan et al., 1970):

$$\text{Males: } D = 1,1043 - 0,00133 \times Cuixa - 0,00131 \times Subescapular$$
$$\text{Females: } D = 1,0764 - 0,00081 \times Suprailiac - 0,00088 \times Triceps$$

Podem aplicar fórmules per estimar el %Greix com les de Siri (Siri, 1961) o de **Brozek** (Brozek et al., 1963), escollint l'última com a més exacta (Guerra et al., 2010):

$$\%Greix (Brozek) = \left( \frac{4,57}{D} - 4,142 \right) \times 100$$

**Slaughter** utilitza una fórmula adaptada a nens (Slaughter et al., 1988):

$$\text{Males: } \%Greix = 0,735 \times (Triceps + Cama) + 1$$
$$\text{Females: } \%Greix (Slaughter nens) = 0,61 \times (Triceps + Cama) + 5$$

- Per a la **Massa Òssia (MO)** podem utilitzar la fórmula de Von Döbeln (Von Döbeln, 1964), modificada per **Rocha** (Rocha, 1975), utilitzant els diàmetres ossis de l'húmer ( $D_{Húmer}$ ) i del fèmur ( $D_{Fèmur}$ ):

$$MO = 3,02 \times (Alçada^2 \times \frac{D_{Húmer}}{100} \times \frac{D_{Fèmur}}{100} \times 400)^{0,712}$$

$$\%Ossi = \frac{MO}{Pes} \times 100$$

- La **Massa Residual (MR)** (òrgans, líquids, etc.) l'estimarem amb les constants proposades per **Wurch** (Würch, 1974):

$$\text{Males: \%Residual} = 24,1$$

$$\text{Females: \%Residual} = 20,9$$

- El pes de la **Massa Muscular (MM)** es dedueix de la proposta bàsica de **Matiegka** (Matiegka, 1921):

$$\text{Massa total (MT)} = \text{MG} + \text{MO} + \text{MR} + \text{MM}$$

En conseqüència:

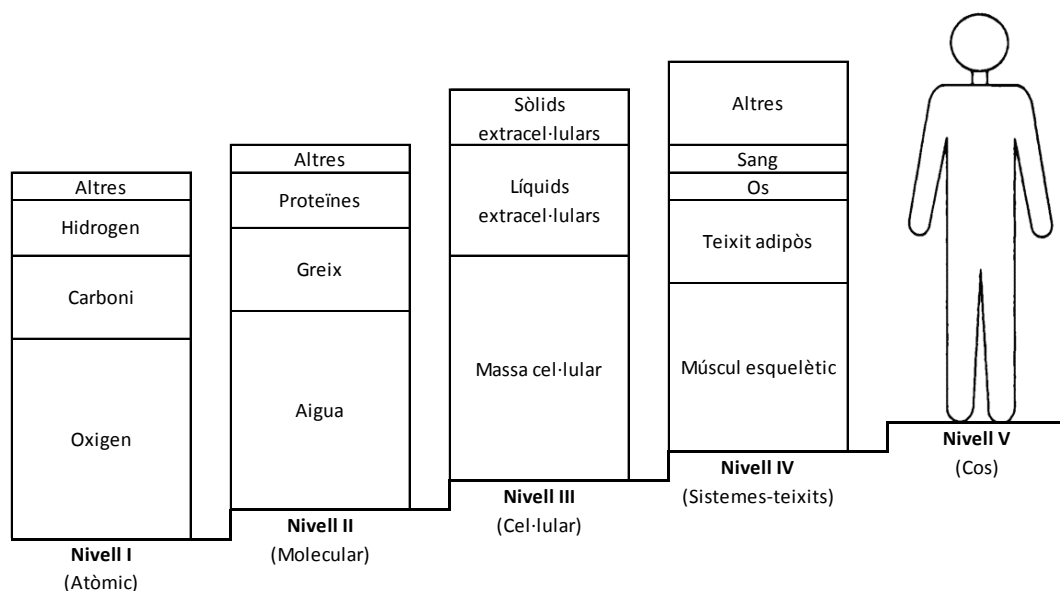
$$\%Muscular = 100 - (\%Greix + \%Ossi + \%Residual)$$

En la proposta de De Rose i Guimaraes cal vigilar especialment la fórmula escollida per calcular el percentatge de greix, donat que valors (pe. utilitzant Yuhasz) poden distorsionar de forma important els valors que se'n deriven del component muscular, especialment en alguns col·lectius com les dones, nens, etc.

En funció dels objectius i del tipus de metodologia utilitzat realitzarem un determinat tipus de fraccionament del cos humà. En general solen determinar-se estudis entre dos i cinc components.

### 1.6.1.1 Model de cinc components

A partir dels supòsits anteriors s'han proposat diversos mètodes basats en diferents nivells d'estudi, com el model de cinc components (Wang et al., 1992). **Figura 46**



**Figura 46.** El cinc nivells de composició corporal (Wang, 1992)

Fins el moment actual, cap mètode pot avaluar de forma directa la composició corporal i tots presenten errors, tant d'índole metodològica, en la recollida de dades primàries, com del model que assumim com a cert.

### 1.6.1.2 Model de quatre components

Possiblement és el més utilitzat en estudis cineantropomètrics. Diferencia entre:

- Massa seca lliure de greix (MSLG).
- Massa muscular (MM).
- Massa mineral, òssia (MO).
- Massa residual (MR).

$$Pes = MG + MO + MR + MM \quad (\text{Model de quatre components}) \quad (\text{Figura 47})$$



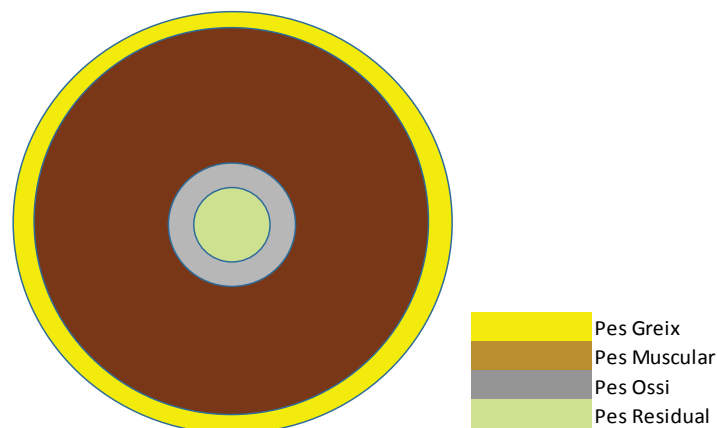


Figura 47. Composició corporal (Model de quatre components, Matiegka).

### 1.6.1.3 Model de tres components

Tenint en compte que la massa residual es considera en molt casos com una constant, el model es pot simplificar a tres components:

- Aigua corporal total (ACT).
- Massa lliure de greix (MLG).
- Massa grassa (MG).

$$Pes = ACT + MLG + MG \quad (\text{Model de tres components})$$

### 1.6.1.4 Model de dos components

En l'àmbit pràctic, en la clínica diària, la majoria dels models estan d'acord en separar el cos en dos components:

- Massa lliure de greix (MLG).
- Massa grassa (MG).

$$Pes = MLG + MG \quad (\text{Model de dos components})$$

## 2 Hipòtesi

En les societats industrialitzades, l'obesitat i les malalties associades representen un dels principals problemes sanitaris. Per detectar l'obesitat en la clínica diària, de forma general, s'utilitza el BMI i es classifica a les persones en diferents categories INSO. En nens s'utilitzen diverses corbes de creixement del BMI que varien en funció de les referències utilitzades.

En les consultes de Medicina de l'Esport es solen realitzar de forma sistemàtica diverses mesures antropomètriques per determinar diferents components de la composició corporal dels esportistes. En moltes ocasions els criteris basats en classificacions a partir del BMI no són suficients (ScHröder et al, 2014) o no concorden amb els derivats de les mesures antropomètriques.

Després de valorar amb els dos grups de variables (Bàsiques: pes i alçada; Ampliades: paràmetres antropomètrics) una important mostra de nens esportistes (n=22820) al llarg de vint anys, en el treball actual es plantegen les hipòtesis:

1. Encara que a nivell de grans estudis epidemiològics s'utilitza el BMI per a avaluar els nivells de sobrepès i obesitat, a nivell de clínica individual el BMI no representa una mesura correcta per valorar el grau d'obesitat en nens esportistes.
2. Algunes de les mesures antropomètriques com els plecs cutanis poden resultar predictors del percentatge de greix molt més precisos, útils i de fàcil implantació en la consulta clínica diària, que el BMI.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 3 Objectius

A partir de la hipòtesi anterior, es plantegen els següents objectius:

### 3.1 Principals:

- A. Comparar i determinar si el BMI d'una població de nens esportistes és comparable als mateixos valors de nens representatius de la població infantil general.
- B. Analitzar els diferents paràmetres antropomètrics com a possibles predictors del percentatge de greix, en nens esportistes (nois i noies) i al llarg de dues dècades.

### 3.2 Específics:

1. Analitzar i comparar diverses dades antropomètriques (pes, alçada, plecs cutanis, diàmetres ossis, perímetres d'extremitats, etc.) en dos grups poblacionals de nens (esportistes i població general) entre 7 i 10 anys, entre el 2006 i 2010.
2. Introduir una nova variable quantitativa, BMI Cole, com el BMI equivalent als 18 anys de cada un dels nens estudiats, estratificat per sexe i edat. A partir del BMI Cole, utilitzar la variable qualitativa BMI (INSO), per classificar cada nen en una categoria d'obesitat.
3. Analitzar diversos paràmetres antropomètrics (pes, alçada, plecs cutanis, diàmetres ossis, perímetres musculars, percentatges de greix, múscul i os, etc.) en una població de nens esportistes de 7 a 10 anys, de les comarques de Tarragona, entre els anys 2006-2010.
4. Correlacionar el BMI Cole amb els diferents paràmetres antropomètrics per identificar i determinar les mesures rellevants, en una població de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre els anys 2006 i 2010.
5. Determinar el paràmetre antropomètric que millor representi la població de nens esportistes de 7-10 anys, entre els anys 2006 i 2010, mitjançant l'anàlisi discriminant i estudis de regressió.

6. Comprovar i corroborar els resultats i comportament de l'anàlisi anterior en una població infantil global de 7 a 10 anys (NAT7-10) i en una població més ampla infanto juvenil de 7 a 18 anys (NAT7-18).
7. Analitzar les dades anteriors segons l'edat, el sexe i la dècada estudiada.
8. Classificar l'obesitat dels nens esportistes en funció de paràmetres antropomètrics d'utilització habitual en la consulta clínica diària.
9. Aplicar les noves variables quantitatives de determinació del percentatge de greix i comparar amb el BMI Cole i BMI (INSO) de la població de nens esportistes, de 7 a 18 anys.
10. Elaborar noves corbes de referència de creixement ponderal, agafant com a referència una població de nens esportistes.

## 4 Material i mètodes

### 4.1 Disseny d'Estudi

En l'estudi actual s'han utilitzat diferents tipus de disseny d'estudi, en funció dels objectius:

- **Objectiu A:** Per aconseguir aquest objectiu s'ha dissenyat un estudi transversal quasi experimental amb grup control, comparant prevalences d'obesitat, amb variables de tipus quantitatiu i classificació qualitativa per categories INSO (Infrapès, Normopès, Sobrepès i Obesitat), de nens esportistes amb població normal, entre 7 i 10 anys, de les comarques de Tarragona, entre els anys 2006 i 2010.
- **Objectiu B:** Per assolir aquest objectiu s'ha dissenyat un estudi col·lectiu de casos, de tipus descriptiu transversal, i observacional en el temps, entre diverses variables antropomètriques per explorar i estimar l'obesitat d'una població de nens i joves esportistes (nois i noies), entre 7 i 18 anys, de les comarques de Tarragona, entre els anys 1991 i 2012.

## 4.2 Bases de Dades:

Per a la realització dels estudis dissenyats per assolir els objectius principals s'han utilitzat dos bases de dades:

1. **EDALc**, amb una mostra representativa de la població de nens de la població general, a partir de una subpoblació del **Projecte EdAl**.
2. **NATalia (NAT)**, amb una mostra representativa de nens i joves esportistes, a partir d'una subpoblació del **Grup NATalia**.

### 4.2.1 Projecte EdAl

El Projecte Educació en Alimentació (EdAl) (Albadalejo, 2010) (Giralt et al., 2011) és un estudi d'intervenció en escoles del Baix Camp, amb l'objectiu de prevenir l'obesitat infantil mitjançant l'alimentació saludable i l'activitat física.

Emmarcat en el PAAS (Plasència et al, 2008) es va portar a terme a través de la Universitat Rovira i Virgili, l'Institut Català de la Salut, l'Agència de Salut Pública de Catalunya, l'Ajuntament de Reus.

En els últims anys s'ha reduït de forma dramàtica el volum d'hores lectives destinades a la promoció d'hàbits i estils de vida saludables, especialment pel que fa a l'activitat física escolar. Amb el programa EdAl es pretén demostrar l'interès i la importància d'incorporar bons hàbits alimentaris i d'activitat física per millorar els estils de vida i reduir la prevalença de l'obesitat en la població infantil.

En l'estudi es comparen els resultats d'aplicar un programa de bons hàbits saludables, especialment en alimentació i activitat física, entre 24 escoles Reus (intervenció) respecte d'altres 14 escoles de Cambrils, Salou i Vila-seca (control). L'estudi es va realitzar en 1939 nens (grup intervenció n=1222, grup control n=717), entre 7 i 10 anys, al llarg d'uns 28 mesos, entre els anys 2006 fins 2010 (Tarro et al., 2014).

A més de diversos paràmetres socioeconòmics i les dades epidemiològiques habituals (edat, sexe, etc.), es van enregistrar diverses variables com el pes, l'alçada o el nombre d'hores setmanals d'activitat física. Amb el BMI es va calcular i es va classificar categòricament (Infrapès, Normopès, Sobrepès, Obesitat) a cadascú dels nens en funció de diversos criteris (taules d'Hernández, Cole, EnKid). Les famílies corresponents van emplenar enquestes d'hàbits alimentaris i d'estils de vida tant a l'inici com al final de l'estudi.

Els resultats del treball mostren que, amb la introducció de classes pràctiques d'hàbits saludables per part d'Agents Promotors de Salut, hi ha una disminució significativa de la prevalença d'obesitat, especialment en nens (nois= -2,36%; noies= -1,66%), comparat amb un augment de la prevalença d'obesitat en el grup control.

En el grup d'intervenció també es van incrementar el nombre d'hores d'activitat física.

A partir de tota la població EdAl, la subpoblació **EDALc** (n=1571) engloba les dades de tots els nens (nois i noies) de 7 a 10 anys, entre els anys 2006 al 2010, que pertanyen al Grup Control (n=482) i als que corresponen a la valoració inicial del grup d'Intervenció (n=1089) (**Taula 15**).

**Taula 15.** Subpoblació EDALc.

	<b>EDALc</b>		
	Nois	Noies	Total
	n	n	n
Intervenció, Inicial (n)	549	540	1089
Control (n)	217	265	482
Total (n)	766	805	<b>1571</b>



## 4.2.2 Població NATalia

El nom de la **Població NATalia** (de forma simplificada, **NAT**) respon al nom de Natalia Rodríguez, una de les nostres esportistes olímpiques amb el major nombre de revisions medicoesportives realitzades a la Unitat de Medicina de l'Esport (UME) de la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla (Xarxa), des d'edats infantils i juvenils fins edat adulta.



Figura 48. Logo de la població NATalia (elaborat per Marta Romeu)

La població **NATalia** (n=23340) representa el conjunt de dades antropomètriques de nens i joves esportistes (amb més de 5 hores d'activitat física setmanals), dels 5 als 18 anys, a les comarques de Tarragona, entre els anys 1991 i 2012. Les dades han estat enregistrades sistemàticament a partir de les Valoracions funcionals medicoesportives (VFME), revisions medicoesportives de la UME, en centres sanitaris dependents o en col·laboració amb la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla:

- Hospital Sant Pau i Santa Tecla.
- Hospital El Vendrell.
- Pius Hospital de Valls.
- Patronat Municipal Esports de Tarragona.
- CAP Vendrell.
- CAP Llevant.
- CAP Vila-seca.
- CAP Torredembarra.
- CAP Calafell.
- CAP L'Arboç.

Per a l'elaboració de la tesi, els individus de la mostra de població global **NAT** (n=23340) s'han classificat en diverses subpoblacions, en funció de criteris com l'edat o els anys de reclutament, com es pot veure a la **Taula 16**.

**Taula 16.** Mides de les mostres de les subpoblacions NAT, per anys.

		NAT	NAT7-18	NAT7-10	NAT7-10c
		Inici	1991	1991	1991
	Final	2012	2012	2012	2010
Edat	<b>N</b>	<b>23340</b>	<b>22820</b>	<b>5565</b>	<b>1168</b>
5		70			
6		450			
7		970	970	970	71
8		1241	1241	1241	256
9		1403	1403	1403	347
10		1951	1951	1951	494
11		1882	1882		
12		2798	2798		
13		2560	2560		
14		2774	2774		
15		2464	2464		
16		2220	2220		
17		1854	1854		
18		703	703		

De totes les subpoblacions es disposa de les variables edat, sexe, pes i alçada, necessàries per a calcular el BMI. **Figura 49**

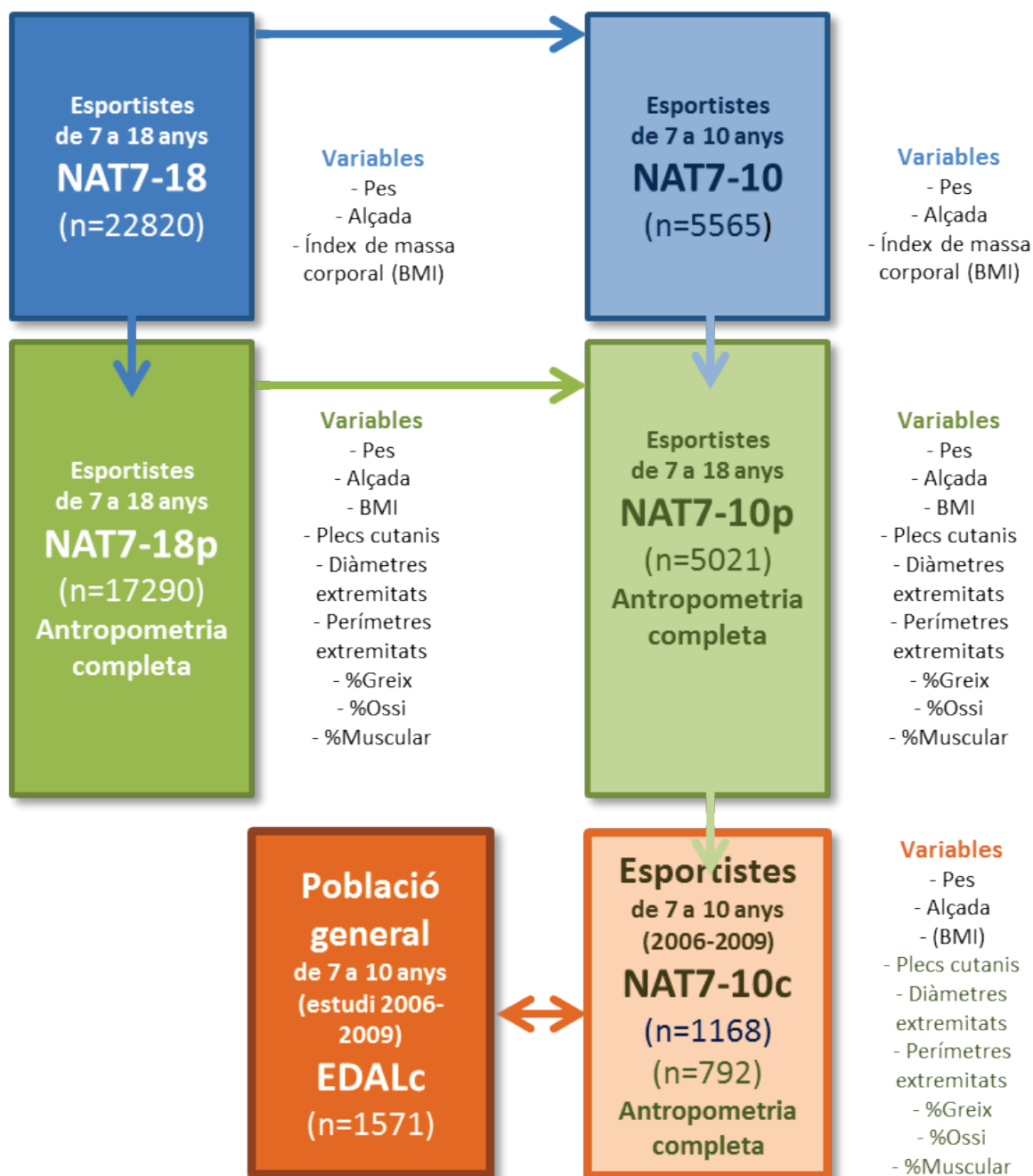


Figura 49. Variables principals de cada una de les subpoblacions a estudi.

Amb els esportistes amb antropometria completa, es a dir, amb plecs cutanis, diàmetres ossis i perímetres, s'han elaborat les subpoblacions **NAT7-18p** (n=17290) a partir de NAT7-18 (n=22820) i **NAT7-10p** (n=5021) a partir de NAT7-10 (n=5565). **Figura 50**

Finalment, per poder elaborar l'estudi comparatiu amb la població EDALc (Objectiu A), s'ha escollit com a subpoblació **NAT7-10c** (n=1168) els nens esportistes de 7 a 10 anys dels anys 2006 a 2010, en correspondència al període de temps de realització del Projecte EdAl. De la subpoblació NAT7-10c, de 792 nens disposem d'antropometria completa (amb plecs, diàmetres i perímetres). **Figura 50**

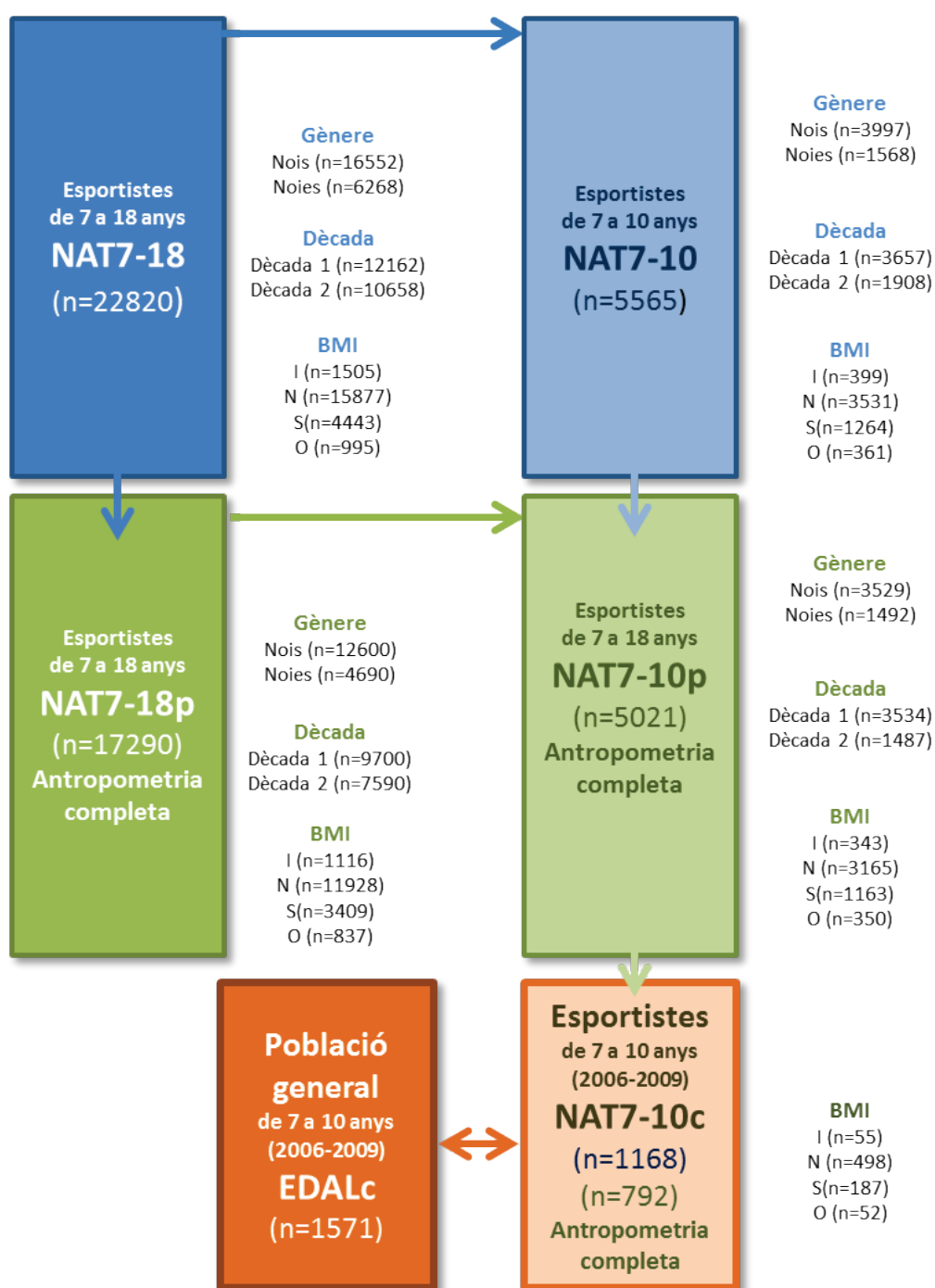


Figura 50. Esquema general de les Bases de Dades

Entre les variables estudiades destaca el grau d'activitat física. En l'actual estudi s'ha escollit una classificació del nivell esportiu molt similar a la de l'estudi "*Valoración de la condición física en relación con la salud en escolares preadolescentes de la provincia de León: influencia de la actividad física en el sobrepeso, la obesidad y el riesgo de síndrome metabólico*" (Martínez Castañeda, 2010), considerant com esportistes als nens i joves que realitzen més de 5 hores d'activitat física setmanal:

- **No esportistes:** de 0 a 5 hores d'activitat física a la setmana, amb les subcategories:
  - **0 h/set**
  - **1-4 h/set**
  - **5 h/set**
- **Esportistes:** amb més de 5 hores d'activitat física a la setmana, on s'inclouen tots els nens estudiats a la població NATalia.

## 4.3 Recollida de dades

Totes les mesures corresponents a les dades de la població NATalia s'han pres i enregistrat per especialistes en Medicina de l'Educació Física i Esport i personal d'infermeria de la Unitat de Medicina de l'Esport de la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla.

Tots ells formats i ensinistrats amb la presa de mesures antropomètriques, d'acord als criteris (Stewart et al., 2011) de International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Marfell-Jones, 1986b).

Tots els instruments de mesura han estat homologats i calibrats periòdicament, d'acords als protocols hospitalaris habituals:

- Tallímetre (SECA)
- Bàscula (SECA)
- Plicòme (HOLTAIN)
- Peu de rei (HOLTAIN)
- Cinta mètrica (SECA)

L'enregistrament de les dades s'ha realitzat directament al **programa UME** (programari propi realitzat amb versions successives del programa MS Access (des de la versió 2 fins a l'actual versió 2013, de Microsoft Office Professional Plus 2013). En alguns casos, s'ha utilitzat un formulari amb els mateixos criteris i ordre d'introducció de dades que el sistema informàtic.

En la introducció de dades, el programa realitza una primera validació de les mateixes i presenta alertes en el cas de sospitar dades no coherents. La programació de correcció en la introducció de dades s'ha realitzat a través de la generació de rutines codificades amb Visual Basic.

## 4.4 Dades antropomètriques

Per a la presa de mesures antropomètriques s'han utilitzat els criteris normalitzats del Grupo Español de Cineantropometria (GREC) (Esparza Ros et al., 1993) , d'acord a la International Standards for Anthropometric assessment (ISAK) (Marfell-Jones, 1986b).

En els següents apartats s'indica la metodologia en la presa de mesures de les dades antropomètriques utilitzades: pes, alçada, plecs, diàmetres i perímetres

### 4.4.1 Pes

Es col·loca l'esportista amb roba interior, sense calçat, col·locat al centre de la bàscula en posició estàndard erecte i d'esquena al registre de la mesura sense que el cos toqui res del voltant. S'utilitzen bàscules que mesuren en kg amb precisió de 0,1 kg.

### 4.4.2 Alçada

Es mesura la distància entre el vèrtex i les plantes dels peus. L'esportista, descalç, se situa de peus amb talons junts, glutis, esquena i regió occipital en contacte al plànol del tallímetre. La mesura es realitza en inspiració profunda per compensar l'escurçament del discs intervertebrals. El cap es manté en el plànol de Frankfort, mirant al davant.

S'utilitza un tallímetre en cm i amb una precisió d'1 mm.

### 4.4.3 Plecs

Per mesurar els plecs cutanis en la majoria de les Unitats de Medicina de l'Esport s'ha utilitzat un lipòmetre de professional de tipus Holtain.

De forma general es mesuren els següents plecs cutanis.

#### 4.4.3.1 Tríceps

El plec del tríceps s'ha mesurat al punt mig acrómio-radial, en la part posterior del braç. El plec (mm) és vertical i corre paral·lel a l'eix longitudinal del braç.

#### 4.4.3.2 Subescapular

El plec subescapular (en mm) es mesura a l'angle de l'escàpula en direcció obliqua fins baix i afora, formant un angle de 45° amb l'horitzontal. Per a realitzar aquesta mesura es

palpa l'angle inferior de l'escàpula amb el polze esquerre, en aquest punt fem coincidir el dit índex i movem a baix el dit polze rotant-lo lleugerament en sentit horari, prenent el plec en aquesta direcció.

#### 4.4.3.3 Supraespinal o Suprailíac anterior

El plec supraespinal, també anomenat suprailíac anterior es localitza a la intersecció formada per la línia de la vora superior de la cresta ilíaca i una línia imaginària que va des de l'espina ilíaca antero-superior dreta fins el vorell axil·lar anterior. Es segueix la línia natural del plec de forma medial fins baix formant un angle de 45° amb l'horitzontal. Es mesura en mm.

#### 4.4.3.4 Abdominal o Periumbilical

El plec abdominal, o periumbilical, es situa lateralment a la dreta de la cicatriu umbilical en el seu punt mig. El plec és vertical i corre, a uns 3-5 cm, paral·lel a l'eix longitudinal del cos. Es mesura en mm.

#### 4.4.3.5 Cuixa anterior

El plec corresponent a la cara anterior de la cuixa es situa al punt mig de la línia que uneix el plec inguinal i la vora proximal de la ròtula, en la cara anterior de la cuixa. És longitudinal al llarg de l'eix major del fèmur. Els peus han d'estar recolzats a terra i els genolls formant un angle de 90° (assegut inicialment). Es mesura en mm.

#### 4.4.3.6 Cama intern o medial

El plec intern o medial de la cama es localitza a nivell de la màxima circumferència de la cama, en la seva cara medial. És vertical i corre paral·lel a l'eix longitudinal de la cama. Es col·loca la cama relaxada sobre una banqueteta o calaix i el genoll flexionat a 90°. Es mesura en mm.

### 4.4.4 Diàmetres:

La mesura dels diàmetres ossis s'ha realitzat amb un peu de rei o paquímetre homologat de la marca Holtain, que mesura en cm i amb una precisió de mm.



#### 4.4.4.1 Canell

El diàmetre del canell, biestiloideo, es mesura entre l'apòfisis estiloide del radi i el cúbit. El braç es col·loca en pronació amb la ma flexionada amb el canell amb un angle de 90°. Les branques del paquímetre estan dirigides a baix en la bisectriu del angle del canell. Colze (bicondili d'húmer).

#### 4.4.4.2 Colze

El diàmetre del colze, en cm, es mesura entre l'epicòndil i la epit ròclea de l'húmer. El braç es col·loca en antepulsió i l'avantbraç flexionat a 90° i en supinació. Les branques del paquímetre apunten a la bisectriu de l'angle recte a nivell del colze.

#### 4.4.4.3 Genoll

La mesura del diàmetre del genoll, en cm, es realitza entre el còndil medial i lateral del fèmur. Amb el genoll a 90° (assegut), les branques del paquímetre es situen en la bisectriu de l'angle recte a nivell del genoll.

#### 4.4.5 Perímetres

Els perímetres de les extremitats, com el braç i la cama, es realitzen amb una cinta mètrica rígida de 2m de llarg per 6 mm d'ample, mesurant amb una precisió d'1 mm.

##### 4.4.5.1 Braç

El perímetre del braç, en cm, es mesura en el punt de major circumferència en contracció màxima. En posició erecta, es posa el braç en antepulsió i flexió, l'avantbraç en supinació completa a 45°. S'anima a treure "bola" tensant al màxim els músculs flexors del braç, en tensió.

##### 4.4.5.2 Cama

La mesura del perímetre de la cama es realitza a nivell de la màxima circumferència de la cama. Amb el subjecte dret, amb les cames lleugerament separades i el pes distribuït de forma equilibrada, la cinta es col·loca perpendicular a l'eix de la cama, al costat dret. Es mesura en cm.

## 4.5 Composició corporal

Per calcular la composició corporal, s'han utilitzat les fórmules a partir de la **proposta de De Rose i Guimaraes** (De Rose et al., 1980), dividint el cos en quatre components (Apartat 1.6.1)

Les dades s'han enregistrat directament **Programa UME**.

Per estimar els diferents percentatges de la composició corporal, a partir dels diferents models tal com s'exposa en l'apartat 1.6.1, s'han utilitzat les fórmules següents. A l'Annex K figuren les funcions específiques elaborades amb Visual Basic.

### 4.5.1 %Greix (percentatge de greix)

Les diferents fórmules per estimar el percentatge de greix (%Greix) utilitzen diversos plecs cutanis, alguns corresponents a la part superior del cos i, d'altres, a les extremitats inferiors.

- **%Greix Faulkner**

El % de Greix segons Faulkner utilitza el sumatori de quatre plecs (SUM4p), tots de la part superior del cos (tronc i braços), tal com s'indica en la fórmula següent:

$$SUM_{4P} = Triceps + Subescap + Suprailiac + Abdominal \quad \text{Plecs en mm}$$
$$\%Greix (Faulkner) = 5,783 + 0,153 \times SUM_{4P}$$

- **%Greix Yuhasz**

En la fórmula utilitzada per Yuhasz s'utilitzen sis plecs, incloent dos plecs d'extremitats inferiors, segons la fórmula:

$$SUM_{6P} = Triceps + Subescapular + Suprailiac + Abdominal + Cuixa + Cama$$

- Nois:  $\%Greix (Yusasz) = 4,56 + 0,143 \times SUM_{6P}$  Plecs en mm
- Noies:  $\%Greix (Yusasz) = 3,64 + 0,097 \times SUM_{6P}$

### ▪ %Greix Carter

Carter proposa una fórmula similar a partir de sis plecs cutanis:

Plecs en mm

$$SUM_{6P} = Triceps + Subescapular + Suprailiac + Abdominal + Cuixa + Cama$$

- Nois:  $\%Greix (Carter) = 2,585 + 0,1051 \times SUM_{6P}$

- Noies:  $\%Greix (Carter) = 3,58 + 1,1548 \times SUM_{6P}$

Plecs en mm

### ▪ %Greix Sloan-Brozek

A partir de la densitat (D) calculada mitjançant la fórmula de Sloan es calcula el percentatge de greix amb la fórmula de Brožek:

- Nois:  $D = 1,1043 - 0,00133 \times Cuixa - 0,00131 \times Subescapular$

- Noies:  $D = 1,0764 - 0,00081 \times Suprailiac - 0,00088 \times Triceps$

Plecs en mm

$$\%Greix (Sloan - Brozek) = (4,57/D - 4,142) \times 100$$

### ▪ %Greix Slaughter

Slaughter proposa una fórmula, en teoria adaptada a nens, a partir de un plec de l'extremitat superior i un de la inferior (Slaughter et al., 1988):

- Nois:  $\%Greix = 0,735 \times (Triceps + Cama) + 1$

- Noies:  $\%Greix = 0,61 \times (Triceps + Cama) + 5$

Plecs en mm

Aquestes fórmules s'utilitzen habitualment en estudis com AVENA per calcular el component de greix en adolescents, al considerar que presenten la millor correlació amb el percentatge de greix total mesurat per absorciometria dual de raig-X (DEXA) (Rodríguez et al., 2005).

## 4.5.2 %Ossi (percentatge d'os)

El càlcul del percentatge d'os (%Ossi) depèn principalment dels diàmetres ossis.

### ▪ Segons Von Döbeln (modificat per Rocha)

En la fórmula per calcular el %Ossi, Rocha, utilitza els diàmetres de l'húmer i del fèmur i l'alçada, segon la fórmula:

$$Pes\ Ossi = 3,02 \times (Alçada)^2 \times \frac{D_{Húmer}}{100} \times \frac{D_{Fèmur}}{100} \times 400)^{0,712}$$

Diàmetres en cm

$$\%Ossi = \frac{Pes\ Ossi}{Pes} \times 100$$

## 4.5.3 %Residual (percentatge residual)

En el model de quatre components el percentatge residual (%Residual) correspon a tot allò que no és ni greix, ni múscul ni os.

### ▪ Segons Wurch

Per aquest autor el %Residual es considera constant, segons:

- Nois:            %Residual = 24,1
- Noies:           %Residual = 20,9

## 4.5.4 %Muscular (percentatge de múscul)

El percentatge muscular (%Muscular) es calcula de forma indirecta restant al total la resta de component, segons:

$$\%Muscular = 100 - (\%Greix + \%Ossi + \%Residual)$$

## 4.6 Càlcul del BMI Cole

De forma habitual, amb els criteris internacionals IOTF (Annex F) en els estudis d'obesitat infantil, es calcula el BMI i s'utilitzen els punts de tall (cut-off), en funció de l'edat tant en nois com en noies, per valorar la seva correspondència amb d'edat adulta (18 anys).

A partir del punt de tall del BMI (Annex F, [Taula 81](#) i [Taula 82](#)) cada nen es classifica en les diferents **categories INSO** (Infrapès, Normopès, Sobrepès i Obesitat).

Les corbes de creixement (pes, talla, BMI,..) dels nois i noies, en general, no responen a una corba de distribució normal. Per aquest motiu s'utilitzen tècniques de suavització i d'ajustament de corbes, com la de mínims quadrats. Un dels mètodes es denomina LMS (Timothy et al., 1992) (Cole et al., 1992) utilitza diversos paràmetres que serveixen per ajustar diverses corbes per cada sexe i edat, a partir de  $\mu$  (M, mitjana),  $\sigma$  (S, coeficient de variació) i  $\lambda$  (L, transformació Box-Cox per corregir l'asimetria).

Amb el BMI i els valors LMS ([Taula 17](#)) corresponents cada sexe i edat es pot calcular el Z-score (Cole et al., 2012) (Apartat 1.1.2):

$$Z = \frac{(BMI/M)^L - 1}{L \times S} \text{ quan } L \neq 0; \quad Z = \frac{\ln(BMI/M)}{L \times S} \text{ quan } L = 0;$$

També ho podem fer a la inversa, si aïllem BMI, a partir del Z-score i dels valors LMS, podem calcular el BMI:

$$BMI = M \times (1 + L \times S \times Z)^{1/L}$$

**Taula 17.** Coeficients BMI LMA corresponents a punts de tall (IOTF) internacionals.

Edat (anys)	Nois			Nóies		
	L	M	S	L	M	S
2	-0,624	16,482	0,07950	-0,816	16,206	0,08447
2,5	-0,758	16,237	0,07911	-0,928	15,983	0,08417
3	-0,888	16,019	0,07892	-1,029	15,793	0,08424
3,5	-1,012	15,831	0,07905	-1,121	15,628	0,08476
4	-1,130	15,676	0,07968	-1,207	15,481	0,08580
4,5	-1,240	15,550	0,08107	-1,286	15,356	0,08755
5	-1,342	15,452	0,08353	-1,356	15,255	0,09019
5,5	-1,436	15,378	0,08729	-1,414	15,183	0,09383
6	-1,517	15,336	0,09195	-1,461	15,148	0,09820
6,5	-1,581	15,338	0,09685	-1,498	15,162	0,10286
7	-1,621	15,392	0,10136	-1,526	15,236	0,10735
7,5	-1,639	15,498	0,10532	-1,546	15,366	0,11154
8	-1,644	15,643	0,10899	-1,559	15,534	0,11560
8,5	-1,643	15,812	0,11270	-1,563	15,723	0,11969
9	-1,641	15,996	0,11654	-1,560	15,923	0,12384
9,5	-1,636	16,192	0,12030	-1,549	16,142	0,12786
10	-1,625	16,400	0,12372	-1,531	16,387	0,13150
10,5	-1,608	16,617	0,12660	-1,507	16,665	0,13457
11	-1,586	16,846	0,12888	-1,481	16,974	0,13702
11,5	-1,565	17,087	0,13057	-1,456	17,309	0,13884
12	-1,547	17,342	0,13169	-1,435	17,665	0,14002
12,5	-1,534	17,612	0,13227	-1,421	18,033	0,14057
13	-1,524	17,898	0,13239	-1,412	18,400	0,14055
13,5	-1,516	18,198	0,13211	-1,407	18,755	0,13999
14	-1,509	18,511	0,13151	-1,408	19,090	0,13897
14,5	-1,504	18,827	0,13064	-1,412	19,401	0,13763
15	-1,498	19,138	0,12958	-1,419	19,683	0,13609
15,5	-1,494	19,437	0,12839	-1,427	19,934	0,13449
16	-1,490	19,725	0,12720	-1,434	20,155	0,13299
16,5	-1,487	20,001	0,12610	-1,438	20,347	0,13177
17	-1,486	20,265	0,12519	-1,438	20,512	0,13096
17,5	-1,486	20,518	0,12448	-1,432	20,658	0,13050
18	-1,487	20,759	0,12395	-1,423	20,792	0,13033

Com podem comprovar a la **Taula 17**, tots els valors de  $L$  són diferents de zero ( $L \neq 0$ ), a partir de les fórmules anteriors, en funció de la seva edat i sexe, es calcula el  $Z$ -score corresponent al BMI de cada nen:

$$Z = \frac{(BMI/M)^L - 1}{L \times S}$$

Un cop determinat el  $Z$ -score ( $Z$ ), a partir dels valors LMS, podem extrapolar el cut-off per una determinada edat i podem estimar el valor del BMI que correspon a la citada edat.

En el treball actual definim el **BMI Cole** com el valor del BMI estimat als 18 anys, en funció del  $Z$ -score corresponent al BMI d'acord al sexe i edat de cada nen, utilitzant els valors LMS de les taules de IOTF (Cole et al, 1992)(Jiang et al., 2006)(Cole et al., 2007):

$$BMI\ Cole_{18} = M_{18} \times (1 + L_{18} \times S_{18} \times Z)^{1/L}$$

A diferència del  $Z$ -score i dels percentils, el BMI Cole representa un valor clínic tipus quantitatiu, amb la mateixa potència estadística, independent de l'edat i el sexe, i al qual podem aplicar directament els mateixos criteris de classificació BMI (INSO) que als adults.

Com exemples d'aplicació pràctica de les fórmules anteriors poden estudiar dos possibles casos:

1) Noi de 8 anys, amb Pes=30 kg i Alçada=121 cm, amb BMI = 20,49:

$$BMI = \frac{30}{1,21^2} = 20,49$$

D'acord amb les taules de la IOTF (**Taula 18**) el BMI per Sexe=1 (noi) i Edat=8 anys estaria entre els punts de tall BMI=18,5 i BMI=23, corresponents als 18 anys.

També tenim els corresponents valors de  $L$ ,  $M$  i  $S$  per a la seva edat i els corresponents als dels seu sexe al 18 anys, paràmetres que haurem d'utilitzar per calcular el que anomenarem BMI equivalent de l'adult o, simplement, BMI Cole.

**Taula 18.** Dades corresponents als cut-off i LMS (IOTF) en un noi.

Sexe	Edat	BMI16	BMI17	BMI18,5	BMI23	BMI25	BMI27	BMI30	BMI35
1	8	12,43	13,11	14,13	17,12	18,41	19,68	21,56	24,6

		L	M	S
1	8	-1,644	15,64	0,109
1	18	-1,487	20,76	0,124

Veure **Taula 81**

Veure **Taula 17**

D'acord amb les dades anteriors, podem obtenir el Z-score corresponent:

$$Z = \frac{(20,49/15,64)^{-1,644} - 1}{-1,644 \times 0,109} = 2,000156$$

Amb el Z-Score i els valors de L, M, S corresponents als 18 anys del seu sexe, podem calcular el BMI Cole equivalent a l'adult (18 anys):

$$BMI\ Cole_{18} = 20,76 \times (1 - 1,487 \times 0,124 \times 2,000156)^{1/-1,487} = 28,28$$

D'acord a la classificació INSO en adults, el nen de 8 anys, amb un BMI = 20,49 en realitat presenta un BMI equivalent (BMI Cole = 28,28) que caldria classificar com a SOBREPÈS.



2) Noia de 10 anys, amb Pes=55 kg i Alçada=150 cm, amb BMI = 24,44:

$$BMI = \frac{55}{1,50^2} = 24,44$$

D'acord amb el criteris de la IOTF (veure **Taula 19**) el BMI per Sexe=2 (noia) i Edat=10 anys estaria entre els punts de tall BMI=30 i BMI=35, corresponents als 18 anys.

**Taula 19.** Dades corresponents als cut-off i LMS (IOTF) en una noia.

Sexe	Edat	BMI16	BMI17	BMI18,5	BMI23	BMI25	BMI27	BMI30	BMI35
2	10	12,63	13,4	14,58	18,16	19,78	21,43	23,97	28,36

		L	M	S
2	10	-1,531	16,39	0,1315
2	18	-1,423	20,79	0,13033

Veure **Taula 82**

Veure **Taula 17**

D'acord amb les dades anteriors, podem obtenir el z-score corresponent:

$$Z = \frac{\left(\frac{24,44}{16,387}\right)^{-1,531} - 1}{-1,531 \times 0,1315} = 2,27432$$

i calculem el BMI Cole

$$BMI\ Cole_{18} = 20,792 \times (1 - 1,531 \times 0,13033 \times 2,27432)^{1/-1,3033} = 30,56$$

La noia, inicialment amb un BMI de 24,44 estaria classificada com a normal, quan en realitat s'haurà de classificar en la categoria d'OBESITAT.

En Visual Basic per MS Access s'ha creat la Funció BMI Cole per calcular, de forma general per cada nen, el BMI equivalent a 18 anys, a partir de la seva Edat, Sexe i BMI:

## 4.7 Tractament de dades i anàlisi estadística

Les dades han estat enregistrades de forma protocol·litzada i sistematitzada des de l'any 1991 amb el Gestor de bases de dades MS Access.

Per a la utilització de les dades es van sol·licitar els respectius permisos (Annex M) mantenint en tot moment la confidencialitat de les dades dels nens estudiats.

El sistema presenta una sèrie de formularis amb filtres per evitar errors en les entrades i presenta múltiples càlculs automatitzats que permeten valorar la coherència de les dades.

Les dades s'organitzen en diferents taules:

- Filiació
- Assistències
- Dades esportives
- Paràmetres Basals
- Antropometria
- Altres

A través de la realització de consultes, en MS Access, s'ha realitzat un filtratge i extracció de la Població NATalia, amb els nens esportistes amb dades antropomètriques, fins a 18 anys, des de l'any 1991 fins al 2012.

Les dades de les Consultes s'ha exportat a MS Excel i, posteriorment, al programa SPSS v21 que, de forma general s'ha utilitzat en les diferents tècniques d'anàlisi de les dades.

En alguns casos, en el tractament estadístic de les dades, també s'ha utilitzat el programa estadístic d'EPIDAT v3.1.

Amb el suport de les eines informàtiques de MS Access, MS Excel i SPSS, s'ha realitzat una segona fase de correcció de possibles errors en dades:

- Nules.
- Repetides.
- Incoherents.
- Impossibles.
- Extrems (valors atípics, outliers).

En adults, en la majoria dels estudis epidemiològics sol utilitzar-se l'edat acomplida. Per evitar possibles distorsions en els nens, l'edat de cadascun s'ha ajustat (arrodonit) al valor del  $\frac{1}{2}$  any més proper.

Amb les dades dels fitxers EdAl i NATalia, a partir de la selecció dels casos i la segmentació de les variables qualitatives, s'han elaborat anàlisis descriptives de les mostres amb les dades més rellevants, s'han realitzat proves de normalitat, comparació de mostres en funció de variables quantitatives (T de Student), tècniques d'anàlisi de la variància (ANOVA), correlacions i regressió entre diferents variables i anàlisi discriminant de classificacions.

A partir dels resultats de l'estudi (correlacions, regressió, etc.) s'han elaborat noves variables quantitatives per l'estimació del percentatge de greix (%GreixNAT) , a partir de la qual s'ha realitzat una nova una classificació qualitativa NAT (INSO) que, de forma similar al BMI (INSO), permet classificar els joves esportistes en funció del seu grau d'adipositat.

Finalment, de forma comparativa, per edats i sexe, s'han elaborat corbes de creixement amb les noves variables.

## 5 Resultats

### 5.1 Població a estudi (NATalia)

D'acord amb la definició de la població NATalia (veure apartat 4.2.2 Població NATalia, i [Figura 50](#)), a la [Taula 20](#) es mostra una descripció global de la mida (n) de cada una de les diferents subpoblacions que es plantegen en aquest treball. De cada una de les subpoblacions NAT es mostren les mides (n) de tot el subgrup i separades per sexe, per dècades i en funció de la classificació BMI (INSO).

**Taula 20.** Mida de les subpoblacions NAT.

<b>NAT7-10c (n=1168)</b>				BMI (INSO) amb plecs (n=792)			
Nois	Noies			I	N	S	O
1055	113			55	498	187	52

<b>NAT7-10 (n=5565)</b>				BMI (INSO)			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
3997	1568	3657	1908	399	3531	1264	371

<b>NAT7-10p (n=5021) amb plecs</b>				BMI (INSO)			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
3529	1492	3534	1487	343	3165	1163	350

<b>NAT7-18 (n=22820)</b>				BMI (INSO)			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
16552	6268	12162	10658	1505	15877	4443	995

<b>NAT7-18p (n=17290) amb plecs</b>				BMI (INSO)			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
12600	4690	9700	7590	1116	11928	3409	837

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012

BMI (INSO): Classificació INSO segons BMI Cole

Amb plecs: Individus dels quals disposem de tots els paràmetres antropomètrics

## 5.2 Estudi comparatiu de nens de 7 a 10 anys de la població general vs esportistes

Per realitzar estudi comparatiu entre els valors antropomètrics d'una població general de nens i una població de nens esportistes (Objectiu A), s'han comparat els resultats de la població NAT7-10c (n=1168), representada per nens esportistes amb més de 5 hores d'activitat física setmanals, respecte el grup EDALc (n=1571), representatiu de la població general infantil.. En les dues submostres poblacionals figuren nens entre els 7 i 10 anys reclutats entre 2006 i 2010. La mida de la mostra segons el sexe es detalla a la [Taula 21](#).

**Taula 21.** Subpoblacions EDALc vs NAT7-10c.

EDALc		NAT7-10c	
(n=1571)		(n=1168)	
Nois	Noies	Nois	Noies
766	805	1055	113

La població de EDALc presenta un nombre similar de nois (n=766) i noies (n=805) mentre que en la població NAT7-10c de nens “esportistes” el grup de nois (n=1055) és superior al de noies (n=113) de la mateixa edat, entre 7 i 10 anys.

Entre les dues poblacions, EDALc de no esportistes i NAT7-10c d'esportistes, s'han comparat paràmetres com el pes i l'alçada, i altres dades antropomètriques calculades com el BMI, el BMI Cole, BMI corregit equivalent i comparable amb el BMI adult, independentment del sexe i l'edat (veure apartat 4.6 Càlcul del BMI Cole”), la classificació INSO o el grau d'activitat física, en funció del nombre d'hores actives setmanals ([Taula 22](#)).

Podem comprovar que els nens esportistes (NAT7-10c) són més alts (uns 4 cm) i més pesats (uns 3 kg), de forma estadísticament significativa ( $p<001$ ) que els de la població general.

Encara que inicialment podríem esperar un BMI inferior dels nens esportistes, aquest és lleugerament superior ( $p=0,002$ ). Al calcular el valor amb el BMI corregit (BMI Cole) les diferències desapareixen ( $p=0,844$ ). Per tant, podem concloure que el BMI Cole de les dues poblacions és similar.

**Taula 22.** Descripció de les poblacions de no esportistes (EDALc) vs esportistes (NAT7-10c).

	EDALc		NAT7-10c		<i>p</i>
	n=1571		n=1168		
	mitjana	± DS	mitjana	± DS	
Pes (Kg)	30,5	± 7,1	33,2	± 7,6	<0,001
Alçada (cm)	131,4	± 6,6	135,6	± 7,9	<0,001
BMI	17,5	± 3,1	17,9	± 2,8	0,002
BMI Cole	23,1	± 4,6	23,0	± 3,9	0,844
Classificació BMI (INSO)					
Infrapès (%)	11		8		0,009
Normopès (%)	60,2		63,6		0,077
Sobrepès (%)	20,1		22,3		0,188
Obesitat (%)	8,7		6,2		0,018
Activitat física					
0h/setmana (%)	23,0				
1-4h/setmana (%)	64,7				
5h/setmana (%)	12,3				
més de 5h/setmana (%)			100		

BMI: Body Mass Index; BMI Cole: índex de massa corporal ajustat per nens segons Cole ;  
 DS: desviació estàndard; En gris els resultats més rellevants

Unes 2/3 parts (64,7%) dels nens de EDALc (Taula 22) realitzen entre 1-4 hores setmanals d'activitat física però, aproximadament, 1/4 part dels nens no realitzen cap tipus d'activitat física (23%).

Si aquestes mateixes poblacions les estudiem amb els nens dividits en dues franges d'edat (7-8 i 9-10), les conclusions globals anteriors es mantenen. Tampoc s'han trobat diferències significatives entre els dos grups en el BMI Cole (**Taula 23**) ni al comparar els nens de 7-8 anys ( $p=0,513$ ) ni els de 9-10 anys ( $p=0,373$ ).

**Taula 23.** Descripció de les variables antropomètriques de les poblacions de no esportistes (EDALc) vs esportistes (NAT7-10c), en franges d'edat entre 7-8 i 9-10 anys.

	EDALc		NAT7-10c		<i>p</i>
	mitjana	± DS	mitjana	± DS	
7-8 anys	n=586		n=490		
Pes (Kg)	28,2	± 6,4	29,6	± 5,9	<0,001
Alçada (cm)	128,0	± 5,8	130,2	± 6,1	<0,001
BMI Cole	22,9	± 4,7	23,1	± 4,1	0,513
9-10 anys	n=985		n=678		
Pes (Kg)	32,0	± 7,1	35,8	± 7,7	<0,001
Alçada (cm)	133,4	± 6,1	139,5	± 6,8	<0,001
BMI Cole	23,2	± 4,5	23,0	± 3,8	0,373

BMI: Body Mass Index; BMI Cole: index de massa corporal ajustat per nens segons Cole ;  
 DS: desviació estàndard; En gris els resultats més rellevants

Quan classifiquem els dos grups de nens segons el BMI (INSO) (Figura 51), observem que el grup d'esportistes (NAT7-10c), respecte del grup de no esportistes (EDALc), presenta valors significativament menors en la freqüència de Infrapès, que es redueix un 3% en esportistes ( $p=0,007$ ) i d'Obesitat, reduïda un 2,5% en esportistes ( $p=0,015$ ).

No s'observen diferències significatives en la freqüència de nens classificats com a Normopès i de Sobrepès entre el grup NAT7-10c i EDALc.

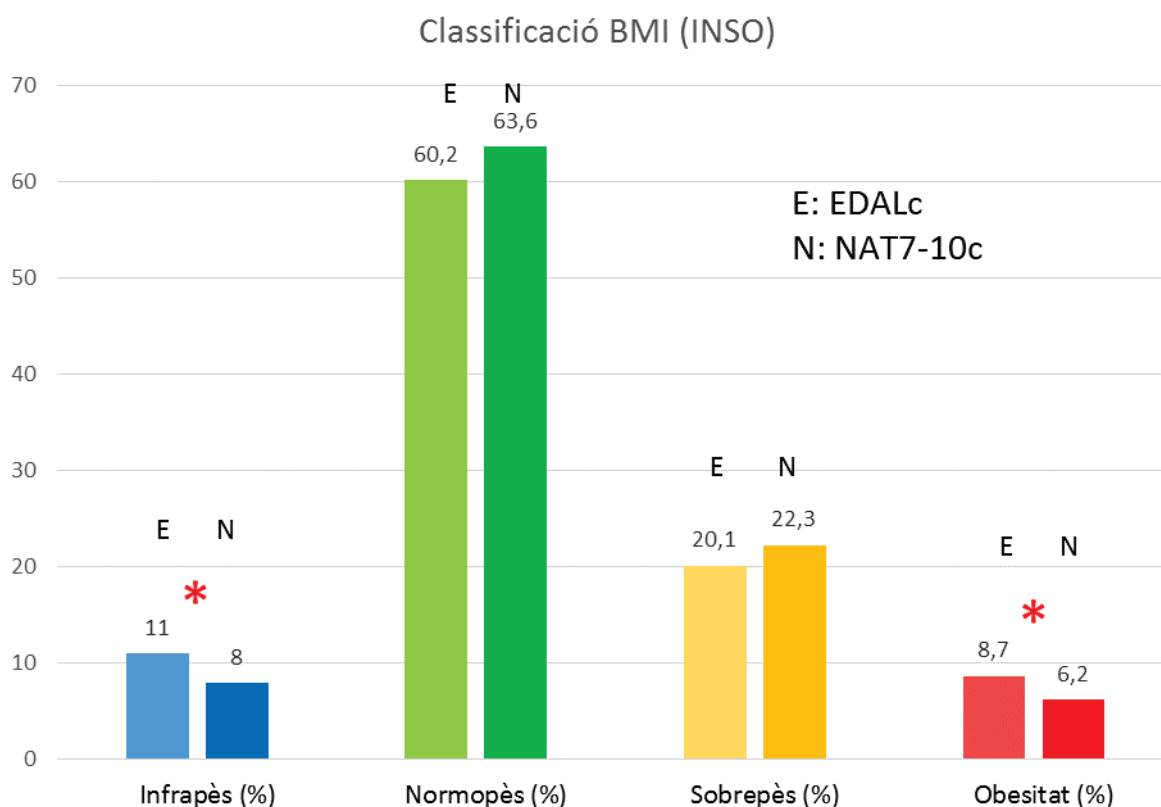


Figura 51. Comparativa classificació BMI (INSO) EDALc vs NAT7-10c.

Al comparar les dues poblacions de nens, en funció del sexe (Taula 24), es mantenen resultats similars. Tant els nois com les noies esportistes (NAT7-10c) són més alts i amb més pes que els de EDALc, amb un BMI lleugerament superior en esportistes, però que no presenta diferències estadísticament significatives respecte del BMI Cole al comparar per sexes.



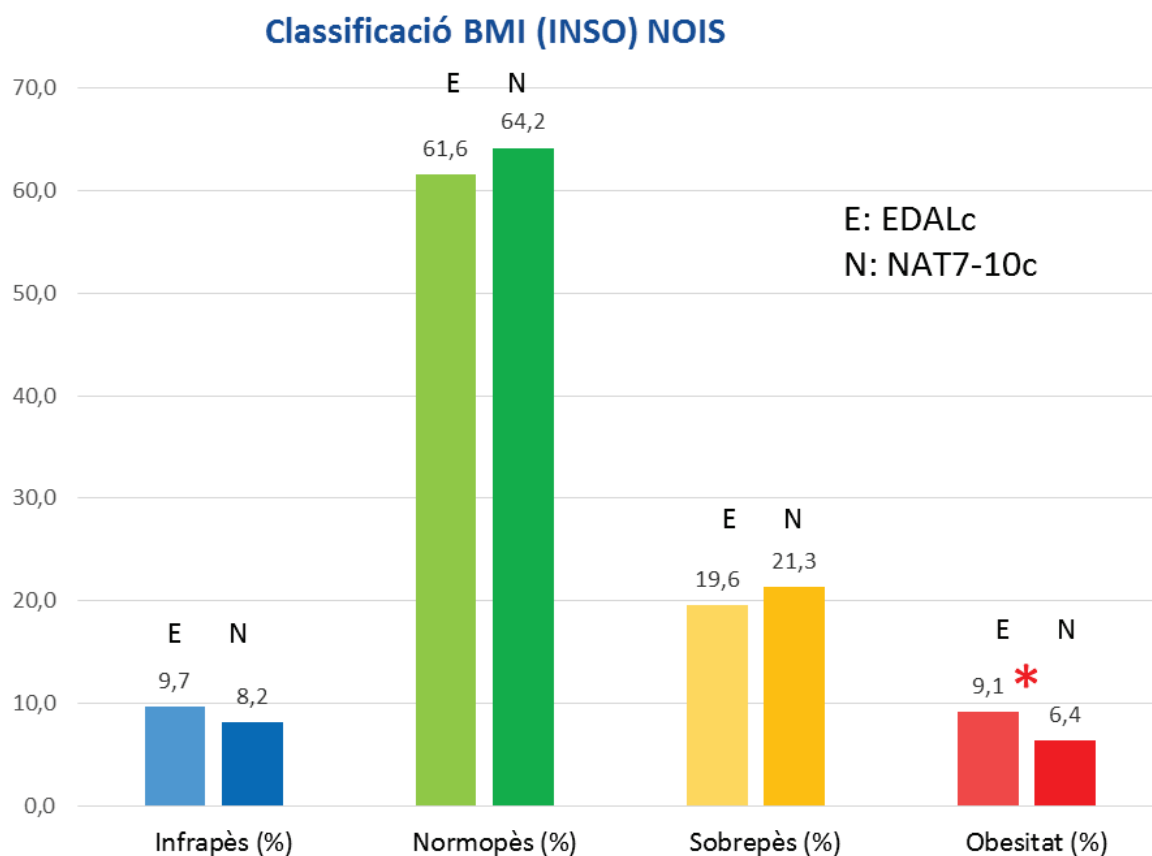
**Taula 24.** Descripció de variables d'antropometria i activitat física per sexe de les poblacions de nens no esportistes (EDALc) vs d'esportistes (NAT7-10c).

	Nois			p	Noies			p		
	EDALc n=766		NAT7-10c n=1055		EDALc n=805		NAT7-10c n=113			
	mitjana	± DS	mitjana		± DS	mitjana	± DS		mitjana	± DS
Pes (Kg)	30,7	± 6,9	33	± 7,6	<0,001	30,4	± 7,2	35,1	± 8,1	<0,001
Alçada (cm)	131,7	± 6,4	135,4	± 7,7	<0,001	131,2	± 6,7	137,9	± 9,3	<0,001
BMI	17,6	± 3	17,8	± 2,8	0,040	17,5	± 3,1	18,3	± 2,6	0,013
BMI Cole	23,1	± 4,5	23	± 4	0,686	23,1	± 4,6	23,4	± 3,6	0,416
Classificació BMI (INSO)										
Infrapès (%)	9,7		8,2		0,299	12,3		6,2		0,041
Normopès (%)	61,6		64,2		0,287	58,9		58,4		0,995
Sobrepès (%)	19,6		21,3		0,395	20,6		31		0,018
Obesitat (%)	9,1		6,4		0,033	8,2		4,4		0,223
Activitat física										
0h/setmana (%)	17,4				<0,001	28,4				<0,001
1-4h/setmana (%)	66,7				<0,001	62,8				<0,001
5h/setmana (%)	15,9				<0,001	8,8				<0,001
> 5h/setmana (%)			100		<0,001			100		<0,001

BMI: Body Mass Index; BMI Cole: index de massa corporal ajustat per nens segons Cole ; DS: desviació estàndard; En gris els resultats més rellevants

Si fem la comparació les dues poblacions segons la classificació BMI (INSO) i per sexe, de forma similar a com s'observa de forma global, hi ha menor nombre de nens en les categories extremes, tant en Infrapès com en Obesitat, encara que sols en el cas de l'Obesitat les diferències resulten significatives. Els valors de Normopès són similars en els dos grups, independentment del sexe. En les noies destaca una important diferència de Sobrepès (p=0,018) en el grup d'esportistes, la qual cosa contradiu la idea que l'esport hauria de reduir les xifres de Sobrepès.

Les dades comparatives per cada sexe de la classificació BMI (INSO) les podem veure gràficament a la **Figura 52** (nois) i **Figura 53** (noies).



**Figura 52.** Comparativa Classificació BMI (INSO) EDALc vs NAT7-10c, en **NOIS**.

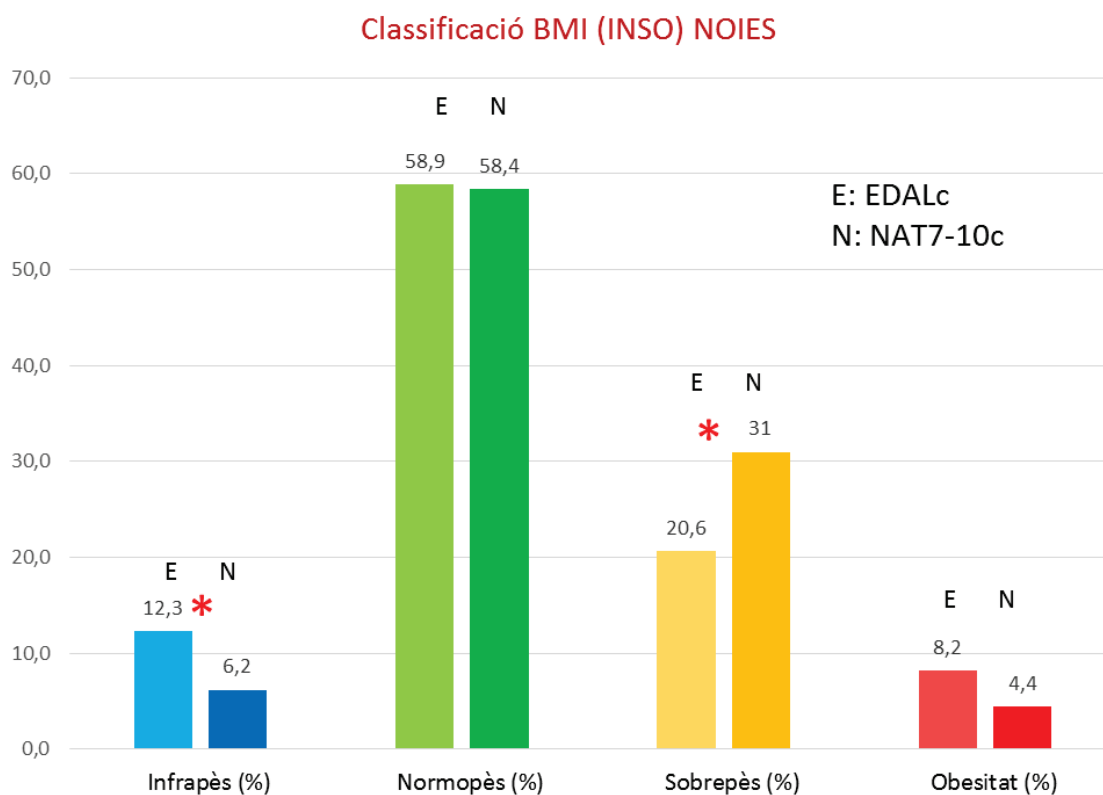


Figura 53. Comparativa Classificació BMI (INSO) EDALc vs NAT7-10c, en NOIES.

Mitjançant anàlisi de la variància (ANOVA) s'han avaluat les diferències en els valors de Pes, Alçada i BMI Cole, en funció de les hores setmanals d'activitat física (Taula 25). Podem observar diferències amb el pes dels nens, més gran quanta més activitat física realitzen. L'efecte resulta menor pel que fa a l'alçada, encara que ja s'ha comentat anteriorment la major alçada, significativa, dels nens de la població esportiva (NAT7-10c).

En relació al BMI Cole no hi ha diferències significatives ( $p=0,499$ ) entre els diferents grups, en funció del nivell d'activitat física.

**Taula 25.** Descripció de variables antropomètriques de les poblacions de nens no esportistes (EDALc) vs de la d'esportistes (NAT7-10c), de 7 a 10 anys, entre 2007 i 2010, en funció de l'activitat física.

	EDALc			NAT7-10c		p
	0h/setmana	1-4h/setmana	5h/setmana	> 5h/setmana		
	n=297	n=831	n=157	n=1168		
	mitjana ± DS	mitjana ± DS	mitjana ± DS	mitjana ± DS	DS	
Pes (Kg)	29,9 ± 6,8	30,5 ± 7	30,9 ± 7,1	33,2 ± 7,6		<0,001
Alçada (cm)	130,8 ± 6,6	131,6 ± 6,5	131,2 ± 6,1	135,6 ± 7,9		<0,001
BMI Cole	22,8 ± 4,4	23,0 ± 4,4	23,4 ± 4,7	23,0 ± 3,9		0,499

BMI: Body Mass Index; BMI Cole: índex de massa corporal ajustat per nens segons Cole ; DS: desviació estàndard;  
 En gris els resultats més rellevants

El fet que no existeixi cap diferència en el BMI (corregit o no) segons el grau d'activitat física fa dubtar de la seva utilitat a nivell clínic en la població infantil, ja que freqüentment s'utilitza com a paràmetre exclusiu per a determinar el sobrepès i l'obesitat. Cal tenir en compte que, precisament, un dels principals objectius terapèutics a nivell pediàtric sol ser la reducció del BMI mitjançant l'exercici físic i l'esport, a més d'una reducció de la ingesta calòrica.

## 5.3 Estudi de la població de nens esportistes de 7a 10 anys, entre els anys 2007-2010

En aquest apartat l'avaluen els resultats d'una subpoblació de NAT7-10c (n=1168) en què disposem de valors cineantropomètrics: plecs cutanis, diàmetres, perímetres, etc. en molts dels subjectes (n=792) (**Taula 26**). Per tal d'analitzar o buscar els possibles predictors del percentatge de greix (Objectiu B) s'analitzen en els pròxims apartats, de manera global o separat segons la classificació BMI (INSO), els esmentats paràmetres .

**Taula 26.** Mida (n) de les subpoblacions de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10c amb dades antropomètriques bàsiques com pes i alçada (**Total**) i completes (**Amb plecs**).

<b>NAT7-10c</b>			
	<b>Nois</b>	<b>Noies</b>	<b>Total</b>
<b>Total</b>	1055	113	<b>1168</b>
<b>Amb plecs</b>	710	82	<b>792</b>

En aquesta subpoblació de NAT7-10c, on disposem d'altres paràmetres cineantropomètrics (**Taula 27**) a l'analitzar les dades d'alçada, pes, BMI i BMI Cole, no s'observen diferències estadísticament significatives entre sexes.

**Taula 27.** Descripció de les dades antropomètriques completes de la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007 i 2010, NAT7-10c (n=792), per sexe.

	NAT7-10c (plecs, n=792)				
	Nois (n=710)		Noies (n=82)		p
	mitjana	± DS	mitjana	± DS	
Pes (Kg)	33,6	± 7,6	35,2	± 8,2	0,084
Alçada (cm)	135,9	± 7,4	137,5	± 8,4	0,068
BMI	18,0	± 3	18,4	± 3	0,296
BMI Cole	23,2	± 4,0	23,7	± 3,7	0,284
Classificació BMI (INSO)					
Infrapès (%)	7,0		6,1		0,929
Normopès (%)	63,9		53,7		0,088
Sobrepès (%)	22,3		35,4		0,012
Obesitat (%)	6,8		4,9		0,677

BMI: Body Mass Index; BMI Cole: índex de massa corporal ajustat per nens segons Cole ; DS: desviació estàndard; En gris els resultats més rellevants

En estudiar els nois i noies en cada una de les categories respecte del BMI (INSO) (**Figura 54**) s'observen diferències significatives en la categoria de sobrepès, on les noies mostren major percentatge en relació als nois.

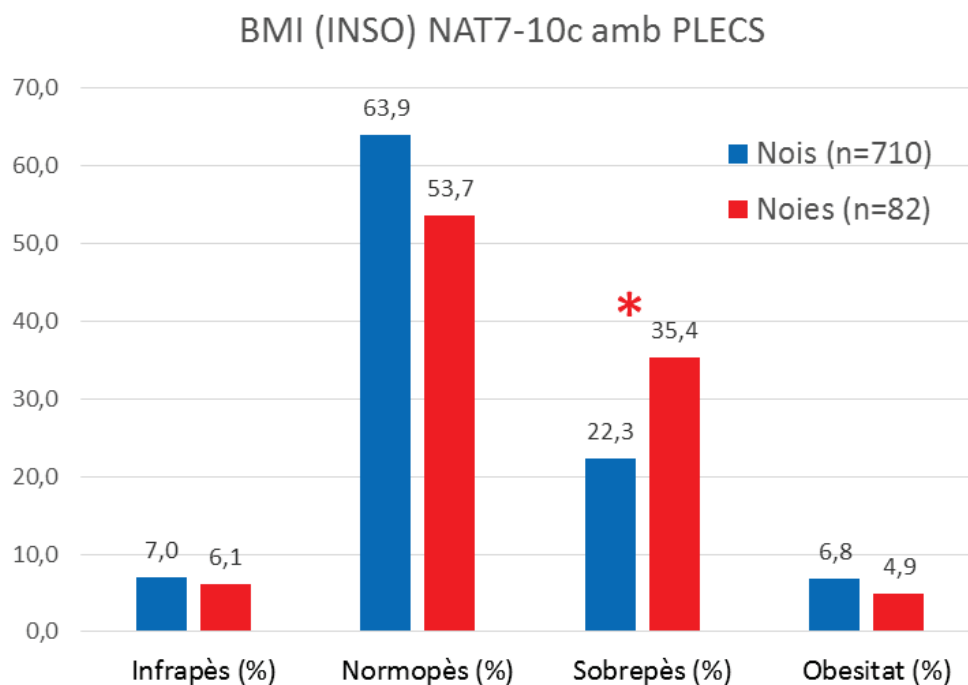


Figura 54. Classificació BMI (INSO) en NAT7-10c amb plecs, per sexe.

A la **Taula 28** es descriuen els paràmetres antropomètrics habituals que s'utilitzen de forma sistemàtica en el treball: plecs cutanis amb sumatoris de 4 i 6 plecs, diàmetres ossis, perímetres de braç i cama, així com diverses fórmules per calcular el percentatge de greix, os i múscul. Segons Wurch (Material i Mètodes 4.5.3) el % residual es considera constant (nois: 24,1%; noies: 20,9%), per la qual cosa, a pesar que s'ha escollit un model de composició corporal de 4 components, aquest component no es mostrarà en els resultats.

**Taula 28.** Descripció de variables antropomètriques, correlacions significatives amb BMI Cole i la classificació BMI (INSO) en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10c (n=792).

	mitjana	±	DS	R BMI (Cole)	R Infrapès	R Normopès	R Sobrepès	R Obesitat
	n=792			n=792	n=55	n=498	n=187	n=52
Plec tríceps (mm)	12,88	±	5,29	0,795	-	0,524	0,358	0,373
Plec subescapular (mm)	8,28	±	5,19	0,789	-	0,521	0,389	0,467
Plec supraespinal (mm)	9,25	±	6,26	0,821	-	0,504	0,439	0,418
Plec abdominal (mm)	13,72	±	9,29	0,822	-	0,574	0,344	0,432
Plec cuixa (mm)	19,48	±	8,20	0,801	-	0,559	0,348	0,518
Plec cama (mm)	14,71	±	6,58	0,741	-	0,475	0,323	0,532
Sumatori 4 plecs (mm)	44,14	±	24,60	0,856	-	0,593	0,440	0,485
Sumatori 6 plecs (mm)	78,33	±	38,00	0,856	-	0,603	0,441	0,520
%Greix (Faulkner)	12,54	±	3,76	0,856	-	0,593	0,440	0,485
%Greix (Yuhasz)	11,77	±	4,34	0,770	-	0,485	0,330	0,349
%Greix (Carter)	11,39	±	4,70	0,770	-	0,485	0,330	0,350
%Greix (Sloan-Brozek)	14,12	±	6,69	0,834	-	0,540	0,433	0,558
%Greix (Slaughter)	21,29	±	8,25	0,798	-	0,531	0,371	0,509
Diàmetre canell (cm)	4,55		0,47	0,385	-	0,242	NS	0,496
Diàmetre colze (cm)	5,62		0,58	0,493	-	0,272	0,235	0,553
Diàmetre genoll (cm)	8,80		0,78	0,662	-	0,417	0,252	0,385
Diàmetre turmell (cm)	6,30		0,55	0,285	-	0,195	NS	0,291
Perímetre braç (cm)	22,07		2,84	0,828	0,298	0,579	0,414	0,576
Perímetre cama (cm)	28,60		2,94	0,788	-	0,544	0,371	0,519
%Ossi	19,85		2,43	-0,660	-	-0,337	-0,275	-0,321
%Muscular	40,67		3,13	-0,477	-	-0,138	-0,236	-0,439

R: coeficient de correlació de Pearson  
 En gris les correlacions amb més potència estadística



En el grup de nens esportistes NAT7-10c (**Taula 28**) els plecs més petits resulten ser el subescapular ( $8,28\text{mm} \pm 5,19$ ) i el supraespinal ( $9,25\text{mm} \pm 6,26$ ).

El plec anterior de la cuixa ( $19,48\text{mm} \pm 8,20$ ) és el més elevat en aquests nens, tot i que en el grup hi ha moltes menys noies ( $n=82$ ) que nois ( $n=710$ ). El segon plec més elevat és l'interior de la cama ( $14,71\text{mm} \pm 6,58$ ). Tots dos plecs són representatius de la distribució del greix corporal a nivell del tren inferior.

Com a plecs amb valors mitjans destaquen el tríceps ( $12,88\text{mm} \pm 5,29$ ) i el plec abdominal ( $13,72\text{mm} \pm 9,29$ ).

A l'aplicar diferents fórmules per estimar el %Greix podem comprovar importants diferències entre els que estimen valors baixos (Yuhasz:  $11,77\% \pm 4,34$ ; Carter:  $11,39\% \pm 4,70$ ), d'altres amb valors molt elevats (Sloan-Brozek:  $14,12\% \pm 6,69$ , Slaughter:  $21,29\% \pm 8,25$ ) i amb valors mitjans (Faulkner:  $12,54\% \pm 3,76$ ).

Amb els descriptius també disposem de valors del %Ossi i %Muscular, a partir de càlculs utilitzant bàsicament diàmetres i perímetres, respectivament (Material i Mètodes 4.5).

A la **Taula 28** també es presenten les correlacions significatives entre el BMI (Cole) i totes variables descrites i en cada una de les categories BMI (INSO; infrapès, normopès, sobrepès i obesitat). Encara que a nivell global el BMI Cole es correlaciona amb paràmetres representatius del greix corporal (plecs cutanis), al separar per categories comprovem com el grau de correlació baixa.

Les millors correlacions les trobem en la categoria de Normopès, amb les mateixes variables que a nivell global (Sumatori de 4 i 6 plecs, Plec abdominal i %Greix Faulkner). Amb tot, aquestes correlacions, representen una baixa probabilitat de predicció ( $R^2$ ) (Sumatori de 4 plecs,  $R^2: 0,593^2 = 35,2\%$ ; Sumatori de 6 plecs,  $R^2: 0,603^2 = 36,4\%$ ). En la categoria de Sobrepès les correlacions baixen molt. En la d'Obesitat no hi cap tipus de correlació en la categoria de Infrapès.

A més dels plecs, de forma global, aparentment el BMI Cole presenta una bona correlació amb les variables Perímetre del braç (R: 0.828) i Perímetre de la cama (R: 0,788). Però al classificar per categories segons el BMI (INSO) les correlacions encara baixen més que en el cas dels plecs cutanis, com en el cas de Normopès (R: 0,579) ( $R^2: 0,579^2 = 33,5\%$ ).

Tant el %Ossi com el %Muscular presenten una correlació negativa global amb el BMI Cole, que es manté amb les diferents subcategories del BMI (INSO).

El BMI Cole presenta una correlació negativa global amb %Múscul, que no es manté al dividir en categories BMI (INSO).

El %Os presenta una correlació molt baixa i negativa amb el BMI (Cole) al valorar per categories BMI (INSO).

A la **Taula 29** comprovem com el BMI Cole té molt bona correlació amb variables representatives dels plecs cutanis com el Sumatori de 6 plecs (R: 0,856) però també amb el Sumatori de 4 plecs (R: 0,856), que resultat molt més simple i fàcil d'utilitzar en la clínica diària.

A nivell de plecs individuals, el plec que representa la correlació més gran és el plec abdominal (R: 0,822), amb molt poca diferència tant del Sumatori de 4 com el de 6 plecs.

**Taula 29.** Correlacions entre les diferents variables antropomètriques de la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre els anys 2007-2010, NAT7-10c (n=792).

	Plec tríceps	Plec subescap	Plec suprailiac	Plec abdominal	Plec cuixa	Plec canna	Sumatori de 4 plects	Sumatori de 6 plects	%Greix Faulkner	%Greix Yuhasz	%Greix Carter	%Greix Sloan-Brozek	%Greix Slaughter	Diàmetre canell	Diàmetre colze	Diàmetre genoll	Diàmetre turmell	%Os	Perímetre braç	Perímetre canna	%Muscul
Pes	0,728	0,708	0,761	0,770	0,736	0,716	0,790	0,794	0,790	0,728	0,729	0,756	0,750	0,535	0,637	0,797	0,479	-0,521	0,877	0,903	-0,512
Aïçada	0,321	0,275	0,339	0,362	0,343	0,361	0,350	0,363	0,350	0,352	0,352	0,325	0,355	0,459	0,515	0,592	0,492	-0,119	0,533	0,615	-0,322
BMI	0,804	0,801	0,835	0,837	0,808	0,760	0,870	0,869	0,870	0,783	0,783	0,842	0,812	0,443	0,549	0,724	0,345	-0,654	0,873	0,851	-0,498
BMI Cole	0,795	0,789	0,821	0,822	0,801	0,741	0,856	0,856	0,856	0,770	0,770	0,834	0,798	0,385	0,493	0,662	0,285	-0,660	0,828	0,788	-0,477
Plec tríceps		0,787	0,851	0,860	0,877	0,835	0,922	0,931	0,922	0,867	0,867	0,884	0,947	0,324	0,441	0,600	0,189	-0,541	0,757	0,709	-0,641
Plec subescapular			0,851	0,818	0,762	0,733	0,905	0,878	0,905	0,810	0,810	0,904	0,789	0,322	0,423	0,534	0,185	-0,527	0,706	0,642	-0,634
Plec suprailiac				0,920	0,836	0,829	0,964	0,948	0,964	0,881	0,881	0,895	0,875	0,339	0,422	0,597	0,206	-0,560	0,744	0,692	-0,657
Plec abdominal					0,853	0,811	0,969	0,952	0,969	0,890	0,891	0,888	0,869	0,308	0,409	0,581	0,183	-0,607	0,790	0,729	-0,626
Plec cuixa						0,888	0,884	0,942	0,884	0,874	0,874	0,945	0,921	0,356	0,438	0,617	0,219	-0,529	0,749	0,723	-0,589
Plec canna							0,851	0,916	0,851	0,841	0,842	0,863	0,965	0,307	0,369	0,601	0,191	-0,504	0,687	0,687	-0,572
Diàmetre canell							0,340	0,350	0,340	0,314	0,314	0,360	0,330	0,872	0,748	0,809	0,332	0,332	0,497	0,514	-0,630
Diàmetre colze							0,446	0,447	0,446	0,405	0,406	0,454	0,419		0,785	0,778	0,131	0,131	0,620	0,618	-0,706
Diàmetre genoll							0,613	0,634	0,613	0,550	0,550	0,602	0,624			0,715	-0,063	-0,063	0,720	0,788	-0,708
Diàmetre turmell							0,201	0,211	0,201	0,163	0,163	0,213	0,198					0,303	0,394	0,471	-0,515
Perímetre braç							0,799	0,798	0,799	0,723	0,723	0,767	0,749					-0,520		0,882	-0,539
Perímetre canna							0,739	0,753	0,739	0,683	0,683	0,718	0,725					-0,474			-0,502

Les correlacions són totes significatives al nivell 0,01 (bilateral)

Igual que amb els sumatoris de 4 i 6 plecs, el BMI Cole presenta una molt bona correlació amb l'estimació del %Greix Faulkner (R: 0,856), i menor amb la resta, fins i tot amb fórmules com la de Slaughter (R: 0,834) adaptada a nens.

Amb tot el comentat fins ara podem veure que en una població de nens esportistes de 7-10 anys (NAT7-10c) hi ha una bona correlació entre el BMI Cole i les variables antropomètriques (com %Greix), però si aquesta població la mirem en funció de les categories BMI (INSO) aquesta correlació desapareix. Per tant, al no tenir en compte els diferents components de la composició corporal (greix, múscul, os, residual) el BMI Cole a nivell clínic, resulta insuficient per estimar el sobrepès i l'obesitat en nens esportistes.

A la **Taula 30** es mostren les correlacions entre els diferents plecs cutanis i els sumatoris de plecs, obtenint correlacions molt elevades ( $R > 0,9$ ) entre el Plec abdominal i el Sumatori de 4 plecs (R: 0,969) i entre el Plec abdominal i el Sumatori de 6 plecs (R: 0,952).

També hi ha bones correlacions entre el Plec supraespinal i els sumatoris de plecs. En el cas dels Plecs de cuixa i cama es donen millors correlacions amb el Sumatori de 6 plecs, on s'utilitzen per realitzar les estimacions de greix corresponents.

**Taula 30.** Correlacions dels plecs cutanis amb sumatoris de plecs en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2017 i 2010, NAT7-10c (n=792).

	R Sumatori 4 plecs	R Sumatori 6 plecs
Plec tríceps (mm)	0,922	0,931
Plec subescapular (mm)	0,905	0,878
Plec supraespinal (mm)	0,964	0,948
Plec abdominal (mm)	0,969	0,952
Plec cuixa (mm)	0,884	0,942
Plec cama (mm)	0,851	0,916

R: coeficient de correlació de Pearson

Com hem vist a la **Taula 28** el BMI Cole, a nivell global, presenta una elevada correlació amb el Sumatori de 4 plecs i el %Greix Faulkner (R: 0,856) i que el Sumatori de 4 plecs, com podem veure en la taula anterior, presenta una molt alta correlació amb el Plec abdominal (R: 0,969) ( $R^2: 0,969^2 = 93,9\%$ ). Tot això indica, que el 94% del Sumatori de

4 plects (%Greix Faulkner) es pot estimar a partir del Plec Abdominal. Per tant, podríem començar a proposar, almenys a nivell global, el Plec abdominal com un bon predictor clínic del %Greix.

Per tal d'avançar en aquest estudi en la **Taula 31** es presenten les correlacions dels plects cutanis amb el %Greix Faulkner tant a nivell global com en cada una de les categories BMI (INSO). Podem observar com la bona correlació entre el Plec abdominal i el %Greix (R: 0,969), a nivell global, es manté per cada una de les categories de la classificació BMI (INSO), amb correlacions de més de 0,9 (R Infrapès: 0,928; R Normopès: 0,955; R Sobrepès: 0,919; R Obesitat: 0,919).

**Taula 31.** Correlacions dels plects cutanis amb el %Greix Faulkner en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007-2010, NAT7-10c (n=792).

	R %Greix n=792	R Infrapès n=55	R Normopès n=498	R Sobrepès n=187	R Obesitat n=52
Plec tríceps (mm)	0,922	0,785	0,859	0,807	0,792
Plec subescapular (mm)	0,905	0,714	0,837	0,801	0,869
Plec supraespinal (mm)	0,964	0,826	0,921	0,886	0,922
Plec abdominal (mm)	0,969	0,928	0,955	0,910	0,919
Plec cuixa (mm)	0,884	0,657	0,776	0,665	0,862
Plec cama (mm)	0,851	0,398	0,732	0,666	0,831

R: coeficient de correlació de Pearson

El plec supraespinal també presenta una bona correlació amb el %Greix, especialment en la categoria d'Obesitat (R obesitat: 0,922), però en aquest cas la millora és mínima i, globalment i en la resta de categories INSO, les correlacions són menors.

Els resultats de la **Taula 32** ens mostren l'anàlisi discriminant que ens relaciona el BMI i el %Greix. Aquesta és una tècnica estadística multivariant classificatòria que analitza si existeixen diferències significatives entre grups d'objectes (variable dependent qualitativa) respectes de variables mesurades sobre els mateixos (variable independent quantitativa). (De la Fuente, 2011). A més de la finalitat classificatòria, té una finalitat descriptiva, identificant les variables que més i millor discriminen i caracteritzen als grups, i una finalitat predictiva, proporcionant procediments de classificació sistemàtica de noves observacions d'origen desconegut en un dels grups analitzats (Rodríguez et al, 2001).

En aquesta anàlisi es busca la millor fórmula que ens classifica els nens en 4 categories en funció del %Greix i que aquestes es corresponguin amb les categories de la classificació BMI (INSO). En la taula es mostra el percentatge de coincidències de cada subgrup en relació a les dues classificacions. En certa forma aquesta anàlisi ens indica el percentatge de coincidència que es produeixen al comparar el grup pronosticat respecte del real.

**Taula 32.** Percentatge de subjectes classificats segons el %Greix (Faulkner) respecte del BMI (INSO) amb la funció discriminant, en la sub població de nens esportistes entre 7 i 10 anys, entre 2007 i 2010, NAT7-10c.

NAT7-10c (N=792)		Grup pronosticat amb el %Greix			
		Infrapès	Normopès	Sobrepès	Obesitat
Grup real Classificació BMI	Infrapès (n=55)	87,3	12,7	0	0
	Normopès (n=498)	43,0	46,6	10,4	0
	Sobrepès (n=187)	0,5	15,5	64,7	19,3
	Obesitat (n=52)	0	5,8	21,2	73,1

Els valors representen el % de subjectes en cada grup

Podem comprovar que, comparant amb el pronosticat amb el %Greix, el BMI (INSO) classifica raonablement les categories Infrapès (87,3%), Obesitat (73,1%), la classificació és pitjor amb la categoria de Sobrepès (64,7%) i només coincideixen les classificacions un 46,6% en el Normopès. En aquest últim cas, el 43% dels nens que el BMI Cole classifica com a Normopès, es classificarien com a infrapès amb el %Greix, a més, el 10,4% dels nens que el BMI Cole classifica com a Normopès, es classificarien en la categoria de Sobrepès tenint en compte el % de Greix.

L'anàlisi discriminant està representada gràficament a la **Figura 55**. En aquesta figura podem veure en diferents colors els nens de cada categoria de BMI (INSO) sobre un eix que representa el %Greix.

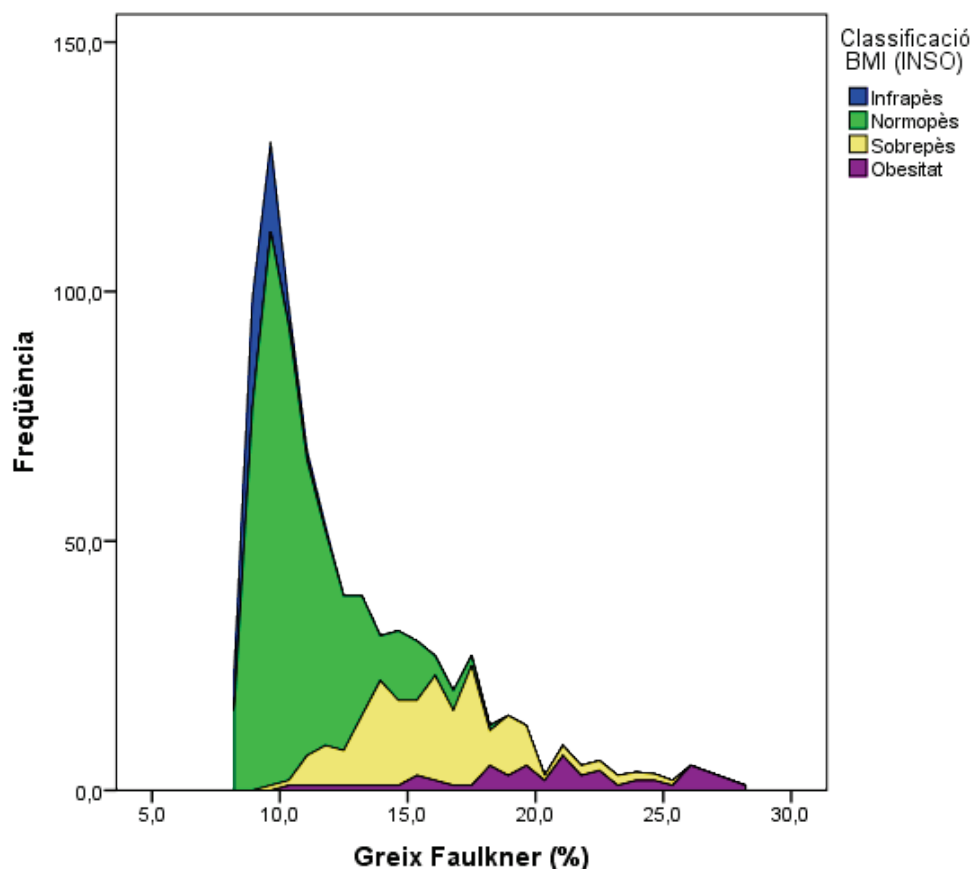


Figura 55. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el %Greix de la sub població NAT 7-10c.

Podem observar com el BMI (INSO) presenta un aplanament de les categories de Sobrepès i Obesitat. Classifica com a Sobrepès nens tant amb normopès (15,5%) com obesitat (19,3%). De forma similar classifica com Obesos nens amb normopès (5,8%) i molts amb sobrepès (21,2%). A la figura podem observar que en la categoria BMI (INSO) d'obesitat s'hi inclouen nens amb percentatges de greix des de 10 fins a més de 25%.

Aquestes dades reforcen el dubte de la utilització única del BMI Cole com a eina de classificació del grau d'obesitat, en presentar una baixa sensibilitat quan s'aplica a nivell categòric i individual i tenint en compte el %Greix real de la població que s'estudia.

Aplicant una metodologia similar de l'anàlisi discriminant amb el plec abdominal, en lloc del %Greix, respecte a les categories del BMI (INSO) s'obtenen les dades de la **Taula 33**.

**Taula 33.** Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte de les categories BMI (INSO), amb la funció discriminant, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007-2010, NAT7-10c.

NAT7-10c (N=792)		Grup pronosticat amb el Plec abdominal			
		Infrapès	Normopès	Sobrepès	Obesitat
Grup real Classificació BMI	Infrapès (n=55)	90,9	9,1	0	0
	Normopès (n=498)	46,2	40,4	13,1	0,4
	Sobrepès (n=187)	1,6	19,8	47,1	31,6
	Obesitat (n=52)	0	5,8	23,1	71,2

Els valors representen el % de subjectes en cada grup

En comparació amb el pronosticat amb el plec abdominal, el BMI (INSO) millora la classificació del Infrapès (90,9%) i fa una raonable classificació de l'Obesitat (71,2%), però presenta una important confusió al classificar el Normopès (40,5%) i el Sobrepès (47,1%).

Si traslладem les dades de l'anàlisi discriminant al gràfic de la **Figura 56**, de forma similar al que passava amb el %Greix (Faulkner), també apareix un important aplanament i superposició de categories BMI (INSO), especialment pel que fa al Sobrepès i l'Obesitat, que indica una baixa sensibilitat en la classificació dels nens esportistes (en NAT7-10c) si s'utilitza el BMI (INSO).

A diferència del %Greix, on es necessiten la determinació i el Sumatori de 4 plecs, amb el Plec abdominal, amb un sol plec, la metodologia resulta molt més simple.



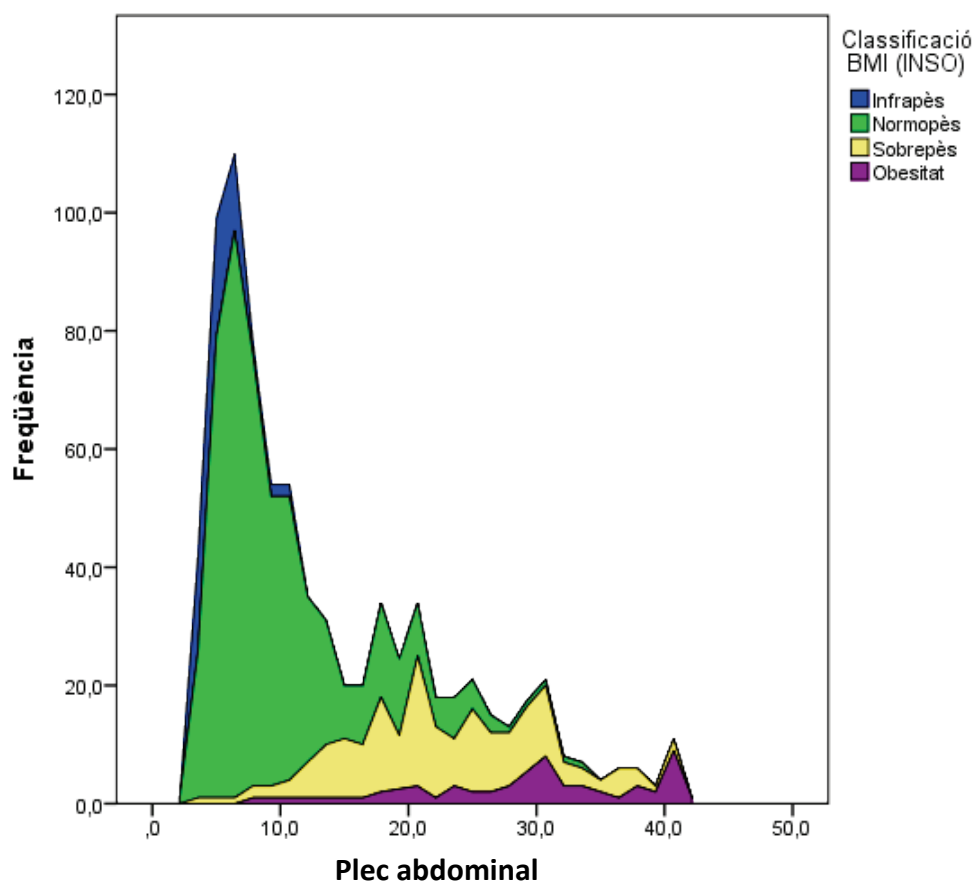


Figura 56. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el plec abdominal, de la subpoblació NAT7-10c..

A partir de les dues anàlisis discriminant sorgeix la pregunta sobre el nivell de pronòstic que realitza el Plec abdominal respecte de la classificació segons el %Greix.

Al no disposar, de moment, de punts de tall (cut off) del %Greix, s'ha realitzat una primera classificació categòrica de la mostra poblacional (NAT7-10c) en quartils del %Greix, conscients que la classificació en quartils no resulta el mètode ideal de representar la població real.

Seguint amb la mateixa metodologia, s'ha realitzat una nova anàlisi discriminant sobre la classificació en quartils del %Greix dels nens esportistes de NAT7-10c, valorant el percentatge de predicció que es faria amb el Plec abdominal (Taula 34).

**Taula 34.** Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte dels quartils del %Greix, amb la funció discriminant, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007-2010, NAT7-10c (n=792).

		Grup pronosticat amb el Plec abdominal			
		Q1	Q2	Q3	Q4
Grup real quartils %Greix	Q1 (n=196)	87,8	12,2	0	0
	Q2 (n=200)	20,5	76,5	3,0	0
	Q3 (n=199)	0,5	20,6	73,9	5,0
	Q4 (n=197)	0	0,0	16,8	83,2

Els valors representen el % de subjectes en cada grup

Podem comprovar que, utilitzant un sol plec, el Plec abdominal, es presenta una molt bona predicció de resultats en la classificació dels nens en quartils, d'acord al seu %Greix: Q1: 87,8%; Q2: 76,5%, Q3: 73,9% i Q4:83,2%.

En la Figura 57, representació gràfica de la Taula 34, a diferència de les figures anteriors, podem observar menys superposició i menys aplanament de categories (quartils del %Greix).

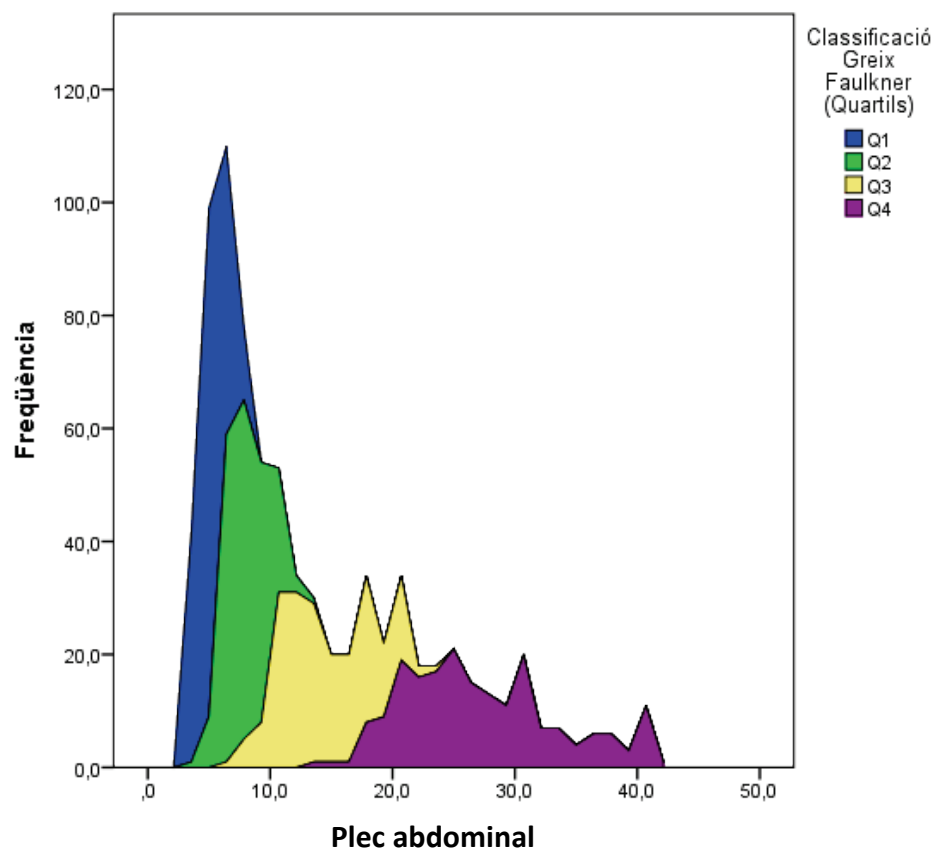


Figura 57. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre El %Greix i el plec abdominal (periumbilical), de la subpoblació NAT7-10c.

Amb les taules **Taula 32**, **Taula 33** i **Taula 34** es mostra com, en la població NAT7-10c, el plec abdominal ens pot servir per determinar el %Greix. A nivell global presenta una bona correlació amb el BMI Cole, presenta una bona correlació amb la classificació BMI (INSO), es correlaciona molt bé tant amb el Sumatori de 6 plecs i amb el Sumatori de 4 plecs i és molt més senzill d'aplicar en la clínica pediàtrica del dia a dia.

Amb la proposta del plec abdominal com a predictor del %Greix, es planteja si pot haver-hi altres variables candidates en un model de regressió.

Després de realitzar una anàlisi de regressió amb el % de Greix com a variable independent i diverses variables dependents com l'Edat, el Sexe, Pes o l'Alçada, els resultats ens mostren tres models de regressió que es detallen a la **Taula 35**.

**Taula 35.** Models de regressió lineal amb %Greix com a variable dependent i Plec abdominal, Pes, Alçada, Edat i Sexe com a variables independents, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007 i 2010, NAT7-10c (n=792).

Model		R <sup>2</sup> <sub>c</sub>	B	ET	Beta	p	IC 95%
1	Constant	0,939	7,147	0,059		<0,001	7,031 a 7,263
	Plec abdominal (mm)		0,393	0,004	0,969	<0,001	0,386 a 0,400
2	Constant	0,943	5,820	0,173		<0,001	5,480 a 6,159
	Plec abdominal (mm)		0,359	0,005	0,886	<0,001	0,348 a 0,370
	Pes (Kg)		0,053	0,007	0,108	<0,001	0,040 a 0,066
3	Constant	0,951	13,910	0,728		<0,001	12,481 a 15,338
	Plec abdominal (mm)		0,326	0,006	0,804	<0,001	0,314 a 0,337
	Pes (Kg)		0,141	0,010	0,288	<0,001	0,122 a 0,161
	Alçada (cm)		-0,078	0,007	-0,156	<0,001	-0,091 a -0,065

B: coeficient no estandaritzat; ET: error típic; Beta: coeficient estandaritzat; IC: interval de confiança; R<sup>2</sup><sub>c</sub>: R quadrat corregida

Amb els diferents models les prediccions obtingudes resulten molt elevades, per sobre del 93,9% en el pitjor dels casos, però amb molt poca millora en el cas d'incorporar variables successives.

Podem resumir els diferents models de regressió:

1. El **Model 1** amb la utilització del **Plec abdominal** com a única variable, aconseguix una  $R^2$  quadrat corregida (predictibilitat) gairebé del 94%.

$$\%Greix = 7,147 + 0,393 \times PlecAbd(mm)$$

2. El **Model 2** incorpora també la variable **Pes**, però això millora lleugerament la predictibilitat ( $R^2$  : 94,3%).

$$\%Greix = 5,820 + 0,359 \times PlecAbd(mm) + 0,053 \times Pes(kg)$$

3. El **Model 3** que incorpora, a més a més, l'**alçada**, tampoc millora gaire la seva potència de predicció ( $R^2$  : 95,1%).

$$\%Greix = 13,910 + 0,326 \times PlecAbd(mm) + 0,141 \times Pes(kg) - 0,078 \times Alçada(cm)$$

En l'estimació del %Greix, el Plec abdominal representa la variable amb major pes específica en la predicció, seguida del pes i de l'alçada, que milloren mínimament la predicció.

Com a resultat de les correlacions amb el BMI Cole, les classificacions del BMI (INSO), les anàlisis discriminant amb el %Greix i les anàlisis de regressió, es proposa el Plec abdominal com a paràmetre per estimar el %Greix, en els esportistes de la població NAT7-10c, nens de 7 a 10 anys, reclutats entre els anys 2006 i 2010.

L'estimació del %Greix vindria donada per la fórmula del Model 1 de l'anàlisi de regressió:

$$\%Greix = 7,147 + 0,393 \times PlecAbd(mm)$$

## 5.4 Estudi de la població de nens esportistes de 7a 10 anys

Les dades i resultats de l'estudi comparatiu de l'Estudi NAT7-10c, de l'apartat anterior, vàlides per uns anys determinats (2006-2010) podrien no coincidir amb les dades dels nens esportistes de les mateixes edats, al llarg de dues dècades, ja que com s'ha comentat en la introducció hi ha hagut canvis importants en la prevalença de l'obesitat en les últimes dècades i per tant canvis importants en els paràmetres antropomètrics en aquesta franja d'edat. Per això, calia veure si els resultats es podien extrapolar a tota la població de nens de 7 a 10 anys aplicant la mateixa metodologia utilitzada en l'Estudi NAT7-10c, al llarg del temps (entre 1991 i 2012).

NAT7-10 representa la població de nens esportistes de 7-10 anys (N=5565) al llarg de dues dècades (D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012).

Dels nens de la mostra, a més de pes i alçada (amb BMI), es van recollir, en la seva majoria, dades antropomètriques com plecs, diàmetres o perímetres (NAT7-10p; N=5021).

A la **Taula 36** es mostra el nombre d'individus en funció del sexe, la dècada o la classificació per categories BMI (INSO).

**Taula 36.** Subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10, amb BMI i plecs, per dècades.

<b>NAT7-10 (n=5565)</b>				<b>BMI (INSO)</b>			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
3997	1568	3657	1908	399	3531	1264	361

<b>NAT7-10p (n=5021) amb plecs</b>				<b>BMI (INSO)</b>			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
3529	1492	3534	1487	343	3165	1163	350

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012

La descripció de les variables de la població NAT7-10p es representen a la **Taula 37**, organitzades en forma global, per sexes i per dècades, amb les corresponents significacions estadístiques entre els diferents subgrups.

**Taula 37.** Descripció de variables antropomètriques en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).

	Total (n=5021)		Gènere				Dècada					
			Nois (n=3529)		Noies (n=1492)		D90 (n=3534)		D00 (n=1487)			
	mitjana	± DS	mitjana	± DS	mitjana	± DS	mitjana	± DS	mitjana	± DS	p	
Pes (Kg)	32	± 7,7	32,3	± 7,8	31,5	± 7,4	<0,001	31,6	± 7,6	32,9	± 7,8	<0,001
Alçada (cm)	133,5	± 8,8	133,9	± 8,6	132,3	± 9,1	<0,001	132,6	± 8,9	135,1	± 8,4	<0,001
BMI	17,8	± 2,7	17,8	± 2,7	17,8	± 2,6	0,976	17,7	± 2,7	17,8	± 2,7	0,322
BMI Cole	23,2	± 4	23,1	± 4	23,4	± 3,9	0,005	23,3	± 4	23	± 3,9	0,028
Classificació BMI Cole												
Infrapès (%)	7,2		7,1		7,3		0,025	6,8		7,9		0,165
Normopès (%)	63,5		64,9		59,8		<0,001	63,1		64,2		0,450
Sobrepès (%)	22,7		21,3		26,3		<0,001	23,1		22		0,386
Obesitat (%)	6,7		6,7		6,6		0,016	7		6		0,151
Plec tríceps (mm)	13,2	± 5,4	12,6	± 5,4	14,4	± 5,3	<0,001	13,2	± 5,5	13	± 5,4	0,095
Plec subescapular (mm)	8,8	± 5,7	8,3	± 5,4	10	± 6,1	<0,001	9,1	± 5,9	8,1	± 4,9	<0,001
Plec supraespinal (mm)	8,4	± 5,9	8,1	± 6	9,1	± 5,6	<0,001	8,2	± 5,8	8,8	± 6,1	0,001
Plec abdominal (mm)	12,4	± 8,8	12,1	± 8,9	13,3	± 8,6	<0,001	12,1	± 8,7	13,2	± 9,1	<0,001
Plec cuixa (mm)	21,2	± 9,8	19,8	± 9,4	24,4	± 9,8	<0,001	21,9	± 10,2	19,3	± 8,4	<0,001
Plec cama (mm)	13,9	± 6,2	13,4	± 6,2	15,1	± 6,1	<0,001	13,7	± 6,2	14,3	± 6,4	0,004
Sumatori 4 plecs (mm)	42,8	± 24,3	41,1	± 24,3	46,8	± 23,9	<0,001	42,6	± 24,5	43,1	± 24	0,563
Sumatori 6 plecs (mm)	77,8	± 38,6	74,3	± 38,4	86,3	± 37,7	<0,001	78,3	± 39	76,7	± 37,5	0,170
%Greix (Faulkner)	12,3	± 3,7	12,1	± 3,7	12,9	± 3,7	<0,001	12,3	± 3,7	12,4	± 3,7	0,563
%Greix (Yuhasz)	12,6	± 5,1	10,8	± 3,7	16,9	± 5,4	<0,001	13,0	± 5,3	11,9	± 4,5	<0,001
%Greix (Carter)	12,3	± 5,5	10,4	± 4	16,9	± 5,8	<0,001	12,7	± 5,8	11,5	± 4,8	<0,001
%Greix (Sloan-Brozek)	15	± 6,9	14,2	± 7,6	16,9	± 3,9	<0,001	15,4	± 7	14	± 6,5	<0,001
%Greix (Slaughter)	21	± 7,9	20,1	± 8,2	23	± 6,6	<0,001	20,9	± 7,8	21,1	± 8,1	0,561
Diàmetre canell (cm)	4,5	± 0,5	4,5	± 0,5	4,4	± 0,4	<0,001	4,5	± 0,5	4,6	± 0,5	<0,001
Diàmetre colze (cm)	5,5	± 0,6	5,6	± 0,6	5,4	± 0,6	<0,001	5,5	± 0,6	5,6	± 0,6	<0,001
Diàmetre genoll (cm)	8,5	± 0,8	8,6	± 0,8	8,1	± 0,7	<0,001	8,3	± 0,7	8,7	± 0,8	<0,001
Diàmetre tumell (cm)	6,2	± 0,6	6,3	± 0,6	5,9	± 0,5	<0,001	6,1	± 0,6	6,3	± 0,6	<0,001
Perímetre braç (cm)	21,5	± 2,8	21,5	± 2,8	21,3	± 2,6	0,016	21,3	± 2,7	21,9	± 2,9	<0,001
Perímetre cama (cm)	28	± 3	28,1	± 3,1	27,7	± 2,9	0,001	27,8	± 3	28,4	± 3	<0,001
%Ossi	19,7	± 2,6	20	± 2,6	18,9	± 2,5	<0,001	19,5	± 2,6	20	± 2,6	<0,001
%Muscular	41,8	± 3,5	40,7	± 3,2	44,3	± 3,1	<0,001	42,2	± 3,6	40,9	± 3,4	<0,001

BMI: Body Mass Index; BMI cole: índex de massa corporal ajustat per nens segons Cole. (REF); DS: desviació estàndard;  
 D90: grup de subjectes de 1991 a 2001; D00: grup de subjectes de 2002 a 2012

De forma global, en la població NAT7-10p de nens esportistes de 7 a 10 anys, el nois presenten un pes i una alçada lleugerament superiors al de les noies. També comprovem que en la primera dècada (D90) presenten un major pes i alçada respecte de la segona dècada estudiada (D00).

No s'observen diferències significatives en el BMI entre sexes ni entre dècades. El BMI Cole és lleugerament superior en noies (23,4 ±3,9) que en nois (23,1 ±4) i s'observa un lleuger descens en la dècada D90 (23 ±3,9) respecte de la dècada D00 (23,3 ±4).

Segons la classificació BMI Cole (Figura 58) presenten Sobrepès el 22,7% (més les noies: 26,3% que els nois: 21,3%) i Obesitat el 6,7% (nois: 6,7%; noies: 6,6%).

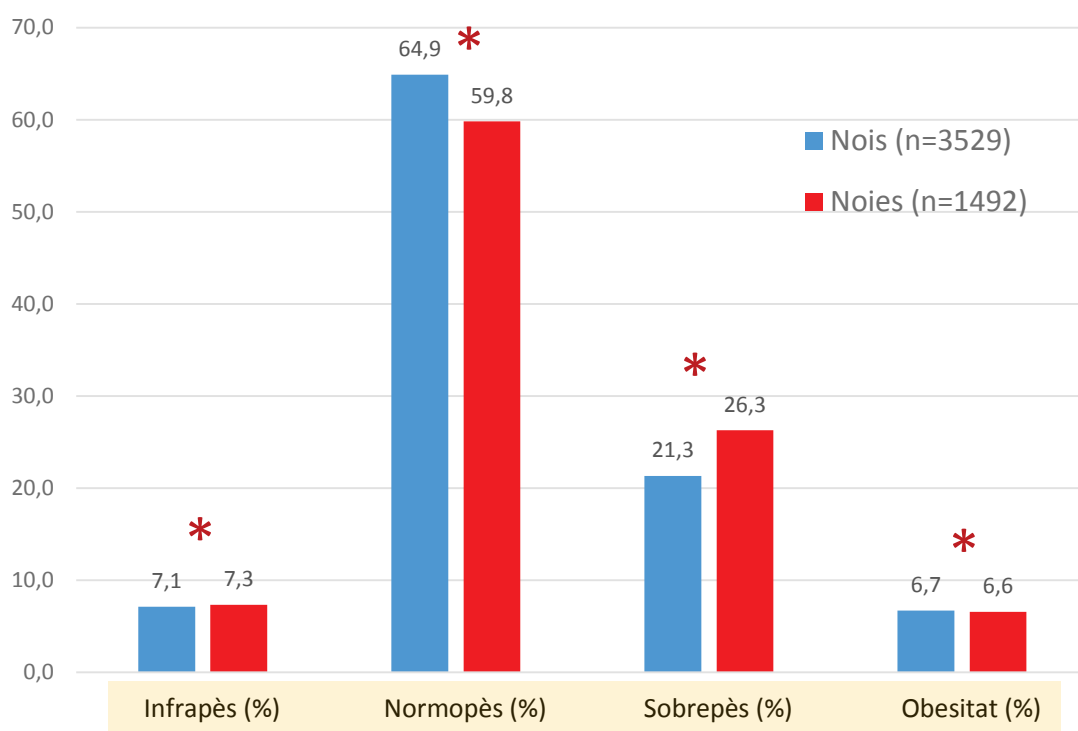


Figura 58. Classificació BMI (INSO) de la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p, per sexes.



Al llarg de les dues dècades estudiades no hi ha diferències significatives. (Figura 59).

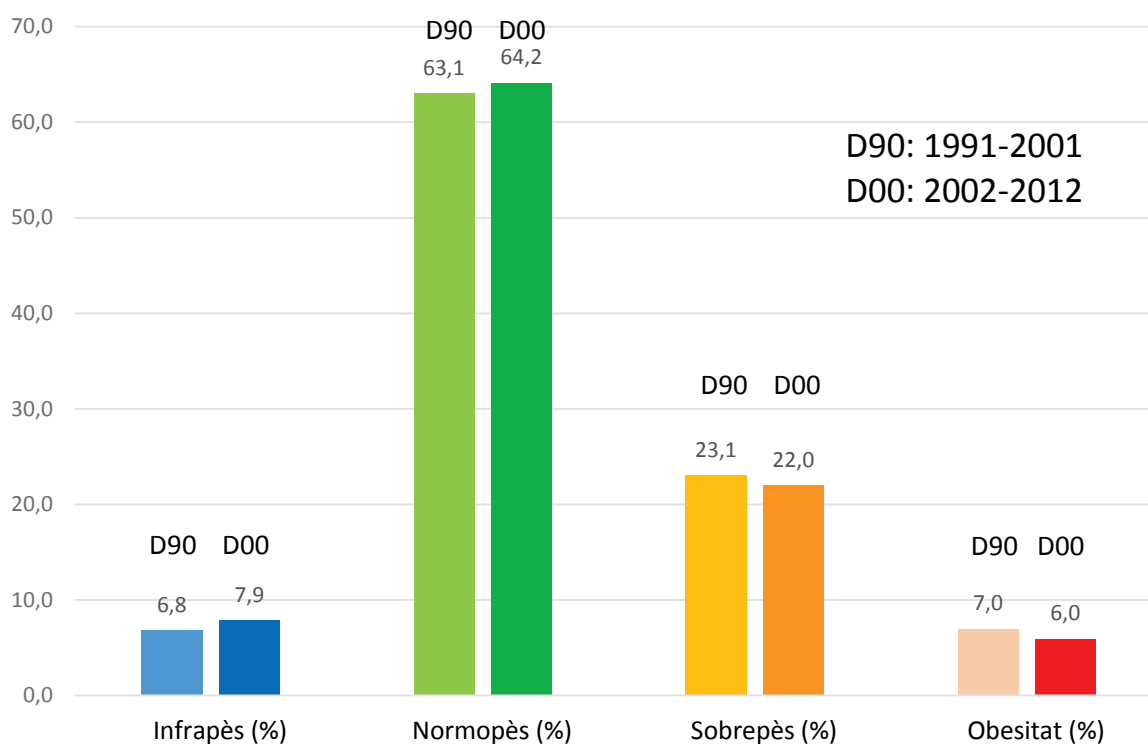


Figura 59. Classificació BMI (INSO) en la subpoblació NAT7-10p, per Dècades

En tots els casos, tant els plecs cutanis com els sumatoris de 4 i 6 plecs són més grans en les noies que en els nois. Al llarg del temps alguns plecs (supraespinal, abdominal i cama intern) s'han incrementat però d'altres (subescapular i cuixa anterior) s'han reduït.

A la **Taula 37** en relació a les diferents fórmules per calcular el %Greix, es mostra com els resultats segons Faulkner ( $12,3\% \pm 3$ ), Yuhasz ( $12,6\% \pm 5,1$ ) i Carter ( $12,3\% \pm 5,5$ ) són molt similars, inferiors als de Sloan-Brozek ( $15\% \pm 6,9$ ) i molt inferiors al de Slaughter ( $21\% \pm 7,9$ ). En tots els casos les noies presenten percentatges de greix superiors al dels nois i, al llarg de les dues dècades d'estudi, s'observa una reducció d'alguns valors del %Greix (Yuhasz, Carter i Sloan-Brozek). No hi ha diferències estadísticament significatives en el %Greix segons Faulkner ni Slaughter.

En tots els casos, els diferents diàmetres i perímetres són superiors en nois que en noies i, en el cas dels diàmetres, observem com s'han incrementat al llarg de les dues dècades d'estudi.

En els nens de 7 a 10 anys, encara que el %Ossi és superior en nois, en les noies observem un %Muscular superior. Finalment, al llarg de les dues dècades, podem veure com s'ha incrementat lleugerament el %Ossi però hem de destacar una davallada del %Muscular.

A la **Taula 38** figuren les correlacions entre la majoria de variables antropomètriques de NAT7-10p i, de forma ordenada, a la **Taula 38** seguint la sistemàtica de l'apartat anterior es presenten les correlacions de les variables antropomètriques amb BMI Cole i per categories BMI (INSO).

**Taula 38.** Correlacions entre variables antropomètriques en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 any, NAT7-10p (n=5021).

	Plec tríceps	Plec subescap	Plec suprail·lac	Plec abdominal	Plec cuixa	Plec cama	Sumatori de 4 plects	Sumatori de 6 plects	%Greix Faulkner	%Greix Yuhasz	%Greix Carter	%Greix Sloan-Brozak	%Greix Slaughter	Diàmetre canell	Diàmetre colze	Diàmetre genoll	Diàmetre turmell	%Os	Perímetre braç	Perímetre cama	%Múscul
Pes	0,693	0,662	0,74	0,756	0,646	0,706	0,763	0,759	0,763	0,6	0,603	0,691	0,725	0,53	0,644	0,759	0,543	-0,5	0,883	0,891	-0,47
Alçada	0,301	0,254	0,351	0,367	0,266	0,347	0,344	0,341	0,344	0,24	0,24	0,286	0,336	0,521	0,566	0,639	0,583	-0,1	0,583	0,66	-0,36
BMI	0,803	0,788	0,82	0,836	0,764	0,78	0,865	0,866	0,865	0,72	0,717	0,805	0,818	0,378	0,514	0,628	0,35	-0,7	0,86	0,81	-0,41
BMI Cole	0,787	0,77	0,779	0,797	0,763	0,754	0,834	0,841	0,834	0,72	0,716	0,79	0,797	0,293	0,427	0,528	0,255	-0,7	0,78	0,714	-0,35
Plec tríceps		0,798	0,813	0,837	0,841	0,842	0,911	0,924	0,911	0,83	0,832	0,847	0,951	0,274	0,399	0,485	0,202	-0,6	0,745	0,657	-0,47
Plec subescapular			0,841	0,836	0,761	0,751	0,919	0,894	0,919	0,82	0,815	0,877	0,799	0,255	0,368	0,419	0,191	-0,5	0,677	0,592	-0,49
Plec suprail·lac				0,918	0,763	0,79	0,953	0,922	0,953	0,8	0,797	0,849	0,834	0,28	0,405	0,503	0,24	-0,6	0,74	0,662	-0,55
Plec abdominal					0,803	0,814	0,967	0,945	0,967	0,81	0,813	0,856	0,857	0,291	0,415	0,525	0,252	-0,6	0,767	0,687	-0,56
Plec cuixa						0,844	0,842	0,921	0,842	0,86	0,861	0,896	0,876	0,242	0,344	0,414	0,173	-0,6	0,673	0,624	-0,36
Plec cama							0,85	0,912	0,85	0,81	0,814	0,824	0,961	0,297	0,4	0,514	0,23	-0,5	0,715	0,677	-0,44
Diàmetre canell							0,294	0,295	0,294	0,18	0,178	0,271	0,296		0,846	0,767	0,784	0,39	0,477	0,487	-0,62
Diàmetre colze							0,424	0,419	0,424	0,27	0,274	0,363	0,412			0,808	0,755	0,17	0,602	0,599	-0,72
Diàmetre genoll							0,519	0,515	0,519	0,31	0,308	0,446	0,513				0,763	0,69	0,688	0,72	-0,73
Diàmetre turmell							0,24	0,232	0,24	0,08	0,079	0,197	0,22					0,28	0,458	0,52	-0,58
Perímetre braç							0,782	0,78	0,782	0,63	0,63	0,711	0,756					-0,5		0,866	-0,47
Perímetre cama							0,695	0,706	0,695	0,56	0,563	0,642	0,693					-0,4			-0,42

Les correlacions són significatives al nivell 0,01 (bilateral)

**Taula 39.** Correlacions de variables antropomètriques amb el BMI Cole en tota la mostra i per categories BMI (INSO) en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).

	mitjana ± DS		R	R	R	R	R
	n=5021			Infrapès	Normopès	Sobrepès	Obesitat
	n=5021		n=5021	n=343	n=3165	n=1163	n=350
Plec tríceps (mm)	13,2	± 5,4	0,787	NS	0,536	0,410	0,264
Plec subescapular (mm)	8,8	± 5,7	0,770	NS	0,515	0,405	0,364
Plec supraespinal (mm)	8,4	± 5,9	0,779	NS	0,490	0,412	0,330
Plec abdominal (mm)	12,4	± 8,8	0,797	NS	0,547	0,436	0,316
Plec cuixa (mm)	21,2	± 9,8	0,763	NS	0,510	0,361	0,284
Plec cama (mm)	13,9	± 6,2	0,754	NS	0,478	0,367	0,314
Sumatori 4 plecs (mm)	42,8	± 24,3	0,834	NS	0,588	0,484	0,370
Sumatori 6 plecs (mm)	77,8	± 38,6	0,841	NS	0,595	0,488	0,381
%Greix (Faulkner)	12,3	± 3,7	0,834	NS	0,588	0,484	0,370
%Greix (Yuhasz)	12,6	± 5,1	0,715	NS	0,436	0,357	0,203
%Greix (Carter)	12,3	± 5,5	0,716	NS	0,436	0,357	0,203
%Greix (Sloan-Brozek)	15	± 6,9	0,790	NS	0,497	0,440	0,407
%Greix (Slaughter)	21	± 7,9	0,797	NS	0,533	0,425	0,340
Diàmetre canell (cm)	4,5	± 0,5	0,293	NS	0,148	0,093	0,141
Diàmetre colze (cm)	5,5	± 0,6	0,427	NS	0,187	0,172	0,220
Diàmetre genoll (cm)	8,5	± 0,8	0,528	NS	0,269	0,195	0,255
Diàmetre turmell (cm)	6,2	± 0,6	0,255	NS	0,113	0,060	0,118
Perímetre braç (cm)	21,5	± 2,8	0,780	NS	0,533	0,371	0,350
Perímetre cama (cm)	28	± 3	0,714	NS	0,465	0,289	0,351
%Ossi	19,7	± 2,6	-0,659	-0,25	-0,391	-0,303	-0,366
%Muscular	41,8	± 3,5	-0,354	0,194	NS	-0,243	-0,229

R: coeficient de correlació de Pearson; DS: desviació estàndard; NS: no significatiu

Tornem a comprovar que el %Greix (Faulkner) és el que presenta major correlació global (R: 0,834) amb el BMI Cole, similar al dels sumatoris de 4 plecs (R: 0,834) i molt semblant al sumatori de 6 plecs (R: 0,841).

Les correlacions baixen al classificar per categories BMI (INSO). En el millor dels casos, les correlacions entre el BMI (INSO) i les correlacions INSO en funció del Sumatori de 4 plecs varia des de R: 0,588 (Normopès) fins al R: 0,370 (Obesitat). No apareixen correlacions entre la majoria de variables i el BMI Cole en la categoria de Infrapès (NS).

A nivell de plecs individuals, el plec abdominal (R: 0,797), juntament amb el del tríceps (R: 0,787) són els de major correlació amb el BMI Cole, correlacions que baixen al classificar per categories BMI (INSO). En el cas de les correlacions entre el BMI i el Plec Abdominal, en cada una de les classificacions BMI (INSO) varien entre R: 0,547 (Normopès) fins a baixar al R: 0,316 (Obesitat).

Aquestes dades reforcen la idea que la utilització del BMI Cole és insuficient, com a paràmetre únic, per classificar els nens esportistes en les diferents categories BMI (INSO) al no tenir en compte valors com el %Greix, entre altres.

Quan correlacionem els diferents plecs cutanis amb els sumatoris de plecs, obtenim una molt alta correlació (R= 0,967, R<sup>2</sup>=0.935) entre el Plec abdominal i el Sumatori de 4 plecs (Taula 40) que es manté en valors molt elevats, inclòs a les diferents categories BMI (INSO) (Infrapès R: 0,947; Normopès R: 0,939; Sobrepès: 0,925; Obesitat R: 0,917).

**Taula 40.** Correlacions dels plecs cutanis amb el Sumatori de 4 plecs en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021), total i separat per categories INSO.

	R	R	R	R	R
	n=5021	Infrapès n=343	Normopès n=3165	Sobrepès n=1163	Obesitat n=350
Plec tríceps (mm)	0,911	0,867	0,863	0,773	0,779
Plec subescapular (mm)	0,919	0,909	0,846	0,816	0,867
Plec supraespinal (mm)	0,953	0,934	0,900	0,895	0,899
Plec abdominal (mm)	0,967	0,947	0,939	0,925	0,917
Plec cuixa (mm)	0,842	0,690	0,739	0,622	0,619
Plec cama (mm)	0,85	0,678	0,732	0,654	0,690

R: coeficient de correlació de Pearson

La correlació entre el Plec abdominal i el Sumatori de 4 plecs (R: 0,967), representatiu del %Greix (Faulkner) és superior a la correlació entre el Plec abdominal i el Sumatori de 6 plecs (R: 0,945) (Taula 41). Cal tenir en compte que el Sumatori de 6 plecs suposa més temps i una major complexitat tècnica en la clínica diària que la realització del Sumatori de 4 plecs o només del Plec abdominal.

**Taula 41.** Correlacions dels plecs cutanis amb el Sumatori de 6 plecs en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021)

	R n=5021	R Infrapès n=343	R Normopès n=3165	R Sobrepès n=1163	R Obesitat n=350
Plec triceps (mm)	0,924	0,864	0,869	0,801	0,798
Plec subescapular (mm)	0,894	0,829	0,808	0,780	0,823
Plec supraespinal (mm)	0,922	0,874	0,834	0,826	0,851
Plec abdominal (mm)	0,945	0,856	0,877	0,871	0,885
Plec cuixa (mm)	0,921	0,873	0,889	0,804	0,781
Plec cama (mm)	0,912	0,835	0,856	0,790	0,805

R: coeficient de correlació de Pearson

De forma similar al realitzat en la subpoblació NAT7-10c, a la Taula 42 es mostra el resultat d'una anàlisi discriminant per valorar el percentatge de predicció de subjectes (nens esportistes de NAT7-10p) que resultarien si es classifiquessin d'acord al %Greix, respecte a cada categoria BMI (INSO).

**Taula 42.** Percentatge de subjectes classificats segons el %Greix amb la funció discriminant respecte de les categories BMI (INSO), en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).

		Grup pronosticat amb el %Greix			
		Infrapès	Normopès	Sobrepès	Obesitat
Grup real Classificació BMI (INSO)	Infrapès (n=343)	87,5	11,7	1	0
	Normopès (n=3165)	41,0	48,7	10	0
	Sobrepès (n=1163)	1,6	22,6	52,4	23,4
	Obesitat (n=350)	1	3,4	26,0	69,7

Els valors representen el % de subjectes en cada grup

Els resultats són superposables als de **Taula 32**. El BMI (INSO) classifica raonablement les categories Infrapès (87,5%), l'Obesitat (697%) i, menys, el Sobrepès (52,4%) i el Normopès (48,7%). Amb tot, els nens que es classifiquen com a Normopès amb la classificació del BMI (INSO) serien nens considerats com a Infrapès (41%) o Sobrepès (10%) tenint en compte el pronòstic basant-se en el % de greix.

En el cas de la categoria de Sobrepès segons el BMI (INSO), només el 52,4% dels nens tenen un %Greix que permet classificar-los com a Normopès. De la resta, hi ha un 23,4% de nens amb alts %Greix i que es classificarien com a obesos, i un 22,6% de nens amb %Greix menors i que es classificarien com a Normopès. Per altra banda, el BMI Cole classifica com Obesos un 26% de nens que tenen %Greix corresponents a la categoria de Sobrepès i, fins i tot, un 3,4% de nens amb Normopès pronosticat segons el %Greix. Aquestes dades es representen a la **Figura 60** on podem observar les categories representatives de l'excés de pes (Sobrepès i Obesitat) aplanades i superposades, la qual cosa ens torna a insistir en la baixa sensibilitat de la classificació BMI (INSO) a nivell individual. Un cop més veiem que els nens que el BMI (INSO) classifica, per exemple, com a Obesos, tenen un gran ventall de %Greix molt diferents (10-30%).

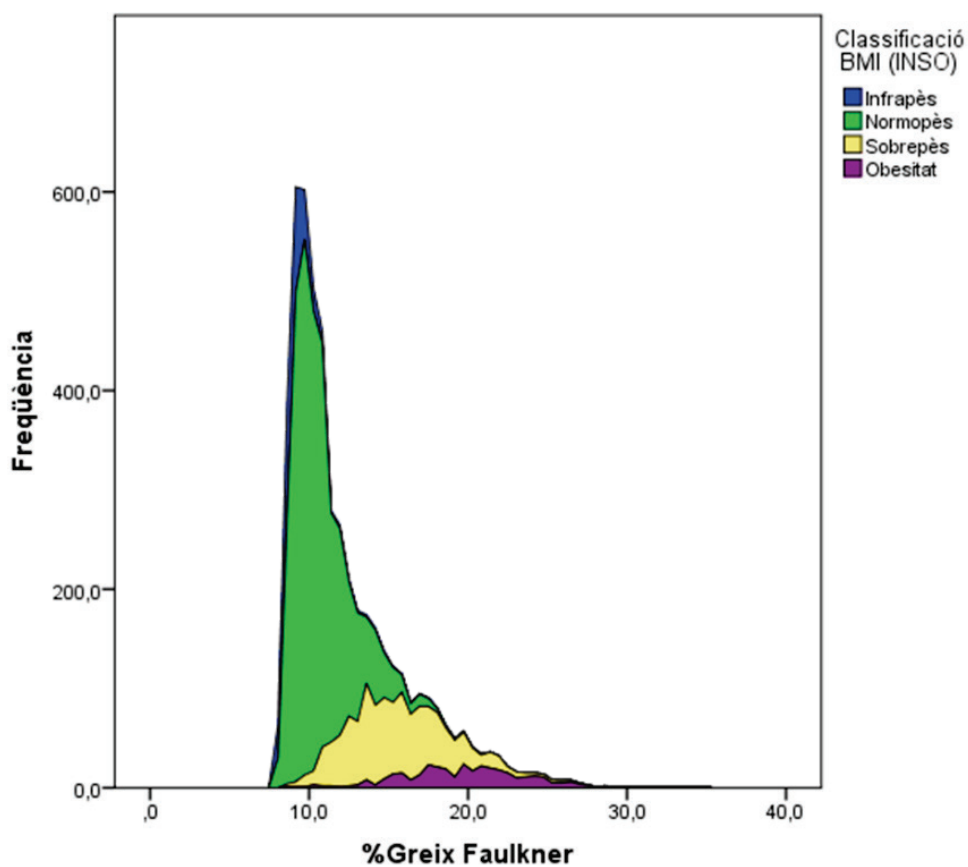


Figura 60. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el %Greix.

Si l'anàlisi discriminant es realitza amb el Plec abdominal (Taula 43), podem comprovar com, respecte a la Sub població NAT7-10c (Taula 33), millora la capacitat de classificació del Normopès (43,2%) i baixa lleugerament en Infrapès (87,5%), Sobrepès (44,8%) i Obesitat (66,6%).

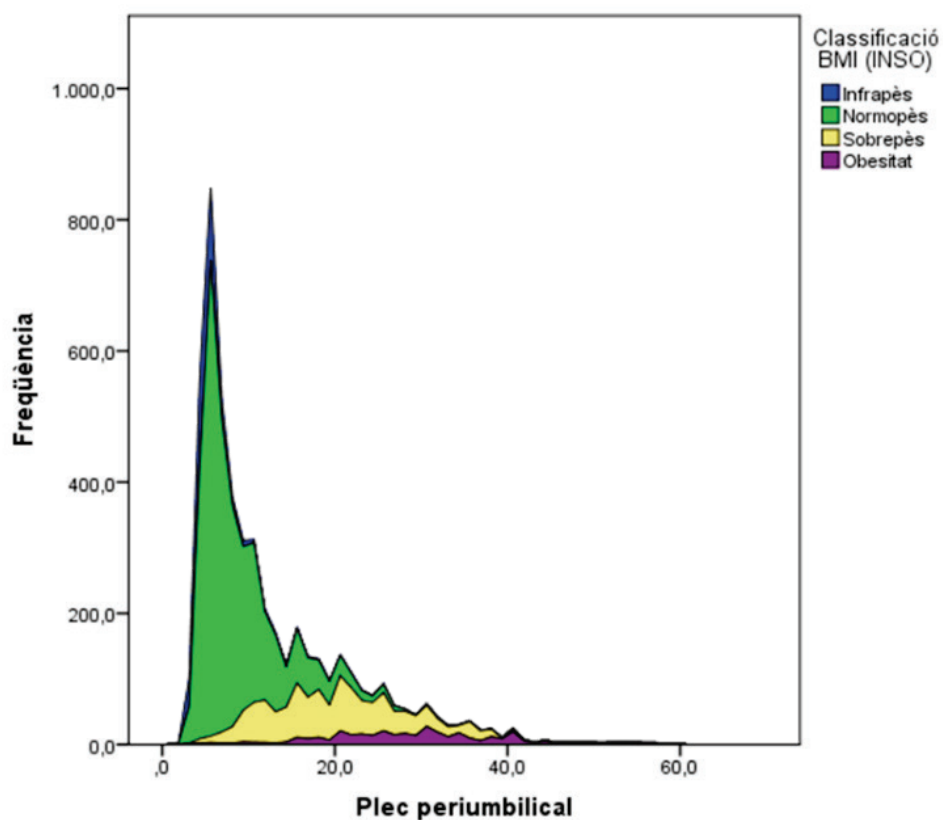


**Taula 43.** Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte de les categories BMI (INSO), amb la funció discriminant, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).

		Grup pronosticat amb el Plec abdominal			
		Infrapès	Normopès	Sobrepès	Obesitat
Grup real Classificació BMI	Infrapès (n=343)	87,5	11,7	0	1
	Normopès (n=3165)	45,5	43,2	10,1	1,2
	Sobrepès (n=1163)	2,5	24,3	44,8	28,4
	Obesitat (n=350)	1	4,3	28,0	66,6

Els valors representen el % de subjectes en cada grup

Les dades anteriors s'han representat a la **Figura 61**. Se segueix mostrant un aplanament i superposició important de les categories de Sobrepès i Obesitat, indicant una confusió important i baixa sensibilitat en la classificació BMI (INSO) en relació al %Greix real calculat en aquest grup de població.



**Figura 61.** Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre BMI (INSO) i el plec abdominal.

Amb els criteris metodològics utilitzats en NAT7-10c, es planteja una nova anàlisi discriminant per estimar el percentatge de predicció del Plec abdominal respecte del %Greix, després de dividir la població en quartils. Així, la variable %Greix s’ha dividit en 4 quartils (25, 50, 75 i 100) i s’ha avaluat si, mitjançant el Plec abdominal, un model de predicció és capaç de classificar els individus correctament en aquests 4 quartils. Com en les anteriors anàlisis, els nens pertanyen a un grup real de classificació (en aquest cas en un quartil segons el seu %de Greix) i el model els classifica en un grup o un altre utilitzant la variable de Plec abdominal. Els resultats es mostren a la **Taula 44**.

**Taula 44.** Percentatge de subjectes classificats segons el Plec abdominal respecte dels quartils del %Greix, amb la funció discriminant en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).

		Grup pronosticat amb el Plec abdominal			
		Q1	Q2	Q3	Q4
Grup real quartils %Greix	Q1 (n=1795)	90,9	9,1	0	0
	Q2 (n=1185)	19,0	74,0	7,0	0
	Q3 (n=1050)	0,2	18,7	75,5	5,6
	Q4 (n=991)	0	0,0	18,0	82,0

Els valors representen el % de subjectes en cada grup

De forma similar al que passava amb NAT7-10c, en el grup NAT7-10p la utilització del Plec abdominal presenta una molt bona predicció en la classificació dels nens esportistes d’acord al seu %Greix, categoritzats per quartils (Q1: 90,9%, Q2: 74,0%, Q3: 75,5% i Q4:82,0%). Podem veure en la **Figura 62** com es mostra una menor superposició i menor aplanament de categories.

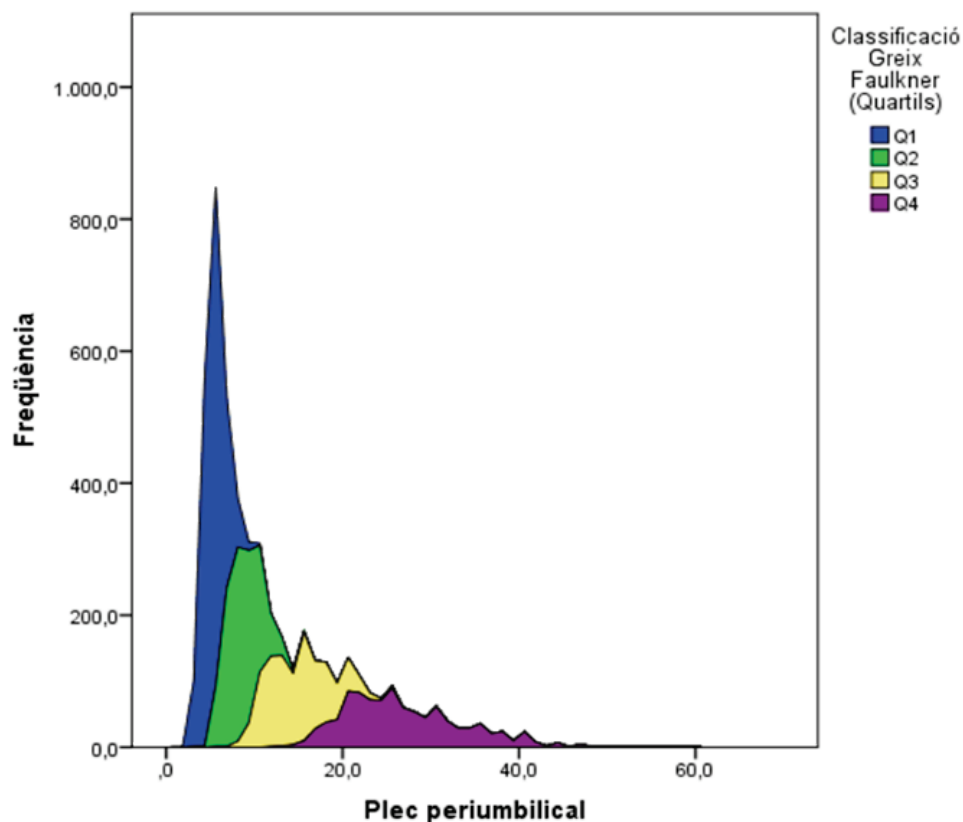


Figura 62. Representació gràfica de l'anàlisi discriminant entre Plec abdominal i el %Greix (quartils).

D'igual forma que amb l'estudi anterior i d'acord a les dades de les taules [Taula 42](#) i [Taula 44](#), la població NAT7-10p mostra una bona correlació entre el Plec abdominal i el BMI Cole, el BMI Cole en les diferents categories BMI (INSO), els sumatoris de plecs i el %Greix. A més, cal afegir que el Plec abdominal és fàcil de mesurar en la clínica diària.

Per tot l'anterior, el Plec abdominal es reforça i torna a postular-se com a candidat en un estudi de regressió lineal múltiple conjuntament amb altres variables com edat, sexe, pes, alçada, etc., com es mostra a la [Taula 45](#).

**Taula 45.** Models de regressió multivariant linear amb %Greix com a variable dependent i plec abdominal, pes, alçada, edat i sexe com a variables independents en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (n=5021).

Model		R <sup>2</sup> <sub>c</sub>	B	ET	Beta	p	IC 95%
1	Constant	0,936	7,3	0,023		<0,001	7,2 a 7,3
	Plec abdominal (mm)		0,408	0,002	0,967	<0,001	0,405 a 0,411
2	Constant	0,938	6,4	0,066		<0,001	6,3 a 6,5
	Plec abdominal (mm)		0,385	0,002	0,911	<0,001	0,380 a 0,389
	Pes (Kg)		0,036	0,003	0,074	<0,001	0,031 a 0,041
3	Constant	0,947	13,7	0,266		<0,001	13,2 a 14,3
	Plec abdominal (mm)		0,345	0,003	0,817	<0,001	0,340 a 0,350
	Pes (Kg)		0,138	0,004	0,286	<0,001	0,129 a 0,146
	Alçada (cm)		-0,076	0,003	-0,179	<0,001	-0,081 a -0,071
4	Constant	0,950	13	0,261		<0,001	12,5 a 13,5
	Plec abdominal (mm)		0,339	0,002	0,802	<0,001	0,334 a 0,344
	Pes (Kg)		0,145	0,004	0,301	<0,001	0,137 a 0,153
	Alçada (cm)		-0,076	0,003	-0,180	<0,001	-0,081 a -0,071
	Gènere; noi=1, noia=2		0,463	0,026	0,057	<0,001	0,412 a 0,514
5	Constant	0,950	12,8	0,270		<0,001	12,3 a 13,4
	Plec abdominal (mm)		0,339	0,002	0,802	<0,001	0,334 a 0,343
	Pes (Kg)		0,145	0,004	0,300	<0,001	0,136 a 0,153
	Alçada (cm)		-0,072	0,003	-0,171	<0,001	-0,078 a -0,066
	Gènere; noi=1, noia=2		0,460	0,026	0,057	<0,001	0,409 a 0,512
	Edat (anys)		-0,038	0,015	-0,012	0,011	-0,067 a -0,009

B: coeficient no estandaritzat; ET: error típic; Beta: coeficient estandaritzat; IC: interval de confiança; R<sup>2</sup><sub>c</sub>: R quadrat corregida

En l'estudi del grup NAT7-10p obtenim fins a 5 models de regressió:

1. El **Model 1** amb la utilització del **Plec abdominal** com a única variable, també aconseguix una  $R^2$  quadrat corregida (predictibilitat) gairebé del 94% ( $R^2 : 93,6\%$ ).

$$\%Greix = 7,3 + 0,408 \text{ PlecAbd}(mm)$$

2. El **Model 2** incorpora també la variable **Pes**, però no millora la predictibilitat ( $R^2 : 93,8\%$ ).

$$\%Greix = 6,4 + 0,385 \text{ PlecAbd}(mm) + 0,036 \text{ Pes}(kg)$$

3. El **Model 3** que incorpora, a més a més, l'**Alçada**, tampoc millora gaire la seva capacitat de predicció ( $R^2 : 94,7\%$ ).

$$\%Greix = 13,7 + 0,345 \text{ PlecAbd}(mm) + 0,138 \text{ Pes}(kg) - 0,076 \text{ Alçada}(cm)$$

4. El **Model 4** que incorpora el **Sexe**, i tampoc millora gaire la seva capacitat de predicció ( $R^2 : 95,0\%$ ).

$$\%Greix = 13 + 0,339 \text{ PlecAbd}(mm) + 0,145 \text{ Pes}(kg) - 0,076 \text{ Alçada}(cm) + 0,463 \text{ Sexe}(1: \text{nois}; 2: \text{noies})$$

5. El **Model 5** incorpora l' **Edat**, que no millora tampoc la predicció ( $R^2 : 95,0\%$ )

$$\%Greix = 12,9 + 0,339 \text{ PlecAbd}(mm) + 0,145 \text{ Pes}(kg) - 0,072 \text{ Alçada}(cm) + 0,460 \text{ Sexe}(1: \text{nois}; 2: \text{noies}) - 0,038 \text{ Edat}(anys)$$

Tenint en compte que la incorporació de variables complica els càlculs, valorant les mínimes millores en la capacitat de predicció entre el Model 1 i el Model 5, amb el simple plec abdominal (Model 1) gairebé s'aconsegueix la màxima predictibilitat en l'estimació del %Greix en nens esportistes entre 7 i 10 anys (NAT7-10p), independentment de l'edat, el sexe, fins i tot, el pes i l'alçada.

L'estimació del % de Greix vindria donada per la fórmula del Model 1 de l'anàlisi de regressió i tindria un valor de predicció del 93,6%:

$$\%Greix = 7,3 + 0,408 \text{ PlecAbd}(mm)$$

## 5.5 Estudi de la població de nens esportistes de 7a 18 anys

Els resultats de l'Estudi NAT7-10c (n=792), en una població de nens esportistes de 7 a 10 anys, entre 2007 a 2010, resulten gairebé superposables als de l'Estudi NAT7-10p (n=5021), amb nens esportistes de 7 a 10 anys, reclutats al llarg de dues dècades (entre 1991 i 2012).

La mostra poblacional NAT7-18 (**Taula 46**) representa la població de nens esportistes de 7 a 18 anys (n=22820) al llarg de dues dècades (D90: entre 1991 i 2001; D00: 2002 i 2012). En aquesta població NAT7-18 volem valorar si els resultats observats en els nens esportistes de 7 a 10 anys entre 1991 a 2012, poden ser vàlids en tota la població infanto-juvenil, de 7 a 18 anys, i també diferenciant els valors depenen del sexe, l'edat o en funció del temps (dècada D90 i D00).

Dels nens de la mostra NAT7-18, a més del pes i l'alçada, necessaris per calcular el BMI i el BMI Cole, en la seva majoria es disposa de dades antropomètriques com plecs, diàmetres i perímetres (NAT7-18p; n=17290).

Com en els altres casos, la mostra NAT7-18 es descriu de manera general (n=22820) i s'utilitza el subgrup NAT7-18p (n= 17290) per la valoració dels paràmetres que tenen relació amb altres variables antropomètriques, a banda del pes i l'alçada.

**Taula 46.** Mides de les subpoblacions de nens esportistes de 7 a 18 anys amb BMI (NAT7-18) i amb plecs (NAT7-18p) per sexe, dècades i classificació BMI (INSO).

<b>NAT7-18 (n=22820)</b>				BMI (INSO)			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
16552	6268	12162	10658	1505	15877	4443	995

<b>NAT7-18p (n=17290) amb plecs</b>				BMI (INSO)			
Nois	Noies	D90	D00	I	N	S	O
12600	4690	9700	7590	1116	11928	3409	837

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012

La descripció de les principals variables antropomètriques de NAT7-18p (n=17290) es mostren a la **Taula 47**.

**Taula 47.** Descripció de variables antropomètriques en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p.

	Total		Gènere				Dècada					
	(n=17290)		Nois (n=12600)		Noies (n=4690)		D90 (n=9700)		D00 (n=7590)			
	mitjana	± DS	mitjana	± DS	mitjana	± DS	p	mitjana	± DS	mitjana	± DS	p
Pes (Kg)	50	± 16,4	50,9	± 17,1	47,7	± 14,1	<0,001	46,7	± 16,2	52,6	± 16,8	<0,001
Alçada (cm)	155,9	± 17,4	157	± 18	153	± 15,1	<0,001	152,1	± 18,7	158,5	± 16,8	<0,001
BMI	20	± 3,4	20	± 3,4	19,9	± 3,3	<0,001	19,5	± 3,2	20,4	± 3,6	<0,001
BMI Cole	22,7	± 3,6	22,8	± 3,6	22,5	± 3,4	<0,001	22,6	± 3,5	22,9	± 3,7	<0,001
Classificació BMI (INSO)												
Infrapès (%)	6,6		6,2		7,5		<0,001	7		6,3		0,035
Normopès (%)	69,6		69,4		70		0,396	70,4		68,3		<0,001
Sobrepès (%)	19,5		19,6		19,2		0,495	18,5		20,5		<0,001
Obesitat (%)	4,4		4,7		3,4		<0,001	4,1		4,9		0,001
Plec tríceps (mm)	13,4	± 6	12,7	± 6	15,4	± 5,7	<0,001	13,2	± 5,9	13,7	± 6,3	<0,001
Plec subescapular (mm)	9,9	± 6	9,6	± 6	10,9	± 5,9	<0,001	9,6	± 5,9	10,3	± 6,1	<0,001
Plec supraespinal (mm)	10,1	± 7	9,9	± 7,2	11	± 6,4	<0,001	9,3	± 6,4	11,2	± 7,5	<0,001
Plec abdominal (mm)	14,8	± 9,7	14,6	± 10	15,9	± 8,9	<0,001	13,5	± 9,2	16,6	± 10	<0,001
Plec cuixa (mm)	20,4	± 9,6	18,9	± 9,4	24,9	± 8,9	<0,001	20,8	± 10	19,9	± 9,1	<0,001
Plec cama (mm)	14,6	± 7	13,9	± 7	16,9	± 6,8	<0,001	13,9	± 6,7	15,5	± 7,2	<0,001
Sumatori 4 plecs (mm)	48,2	± 26,9	46,9	± 27,6	53,3	± 25	<0,001	45,5	± 25,7	51,7	± 28	<0,001
Sumatori 6 plecs (mm)	83,2	± 41,3	79,6	± 41,9	95	± 38,2	<0,001	80,2	± 40,2	87,2	± 42,3	<0,001
%Greix (Faulkner)	13,2	± 4,1	13	± 4,2	13,9	± 3,8	<0,001	12,7	± 3,9	13,7	± 4,3	<0,001
%Greix (Yuhasz)	13,1	± 5,4	11,4	± 4,1	18,1	± 5,5	<0,001	13	± 5,3	13,3	± 5,4	<0,001
%Greix (Carter)	12,9	± 5,8	11	± 4,4	18,3	± 5,9	<0,001	12,7	± 5,8	13,1	± 5,9	<0,001
%Greix (Sloan-Brozek)	15,3	± 7,1	14,4	± 7,8	17,8	± 4,1	<0,001	15,2	± 7,1	15,3	± 7,2	0,274
%Greix (Slaughter)	21,6	± 8,8	20,5	± 9,2	24,7	± 7,3	<0,001	20,9	± 8,5	22,4	± 9,2	<0,001
Diàmetre canell (cm)	5	± 0,6	5,1	± 0,6	4,8	± 0,5	<0,001	4,9	± 0,6	5,1	± 0,6	<0,001
Diàmetre colze (cm)	6,2	± 0,8	6,3	± 0,8	5,9	± 0,6	<0,001	6	± 0,8	6,4	± 0,8	<0,001
Diàmetre genoll (cm)	9,3	± 1	9,4	± 1	8,9	± 0,9	<0,001	9	± 1	9,5	± 0,9	<0,001
Diàmetre turmell (cm)	6,6	± 0,7	6,8	± 0,7	6,2	± 0,5	<0,001	6,5	± 0,7	6,7	± 0,7	<0,001
Perímetre braç (cm)	24,9	± 4,2	25,4	± 4,3	24,1	± 3,4	<0,001	24,1	± 4	26	± 4,2	<0,001
Perímetre cama (cm)	32	± 4,5	32,4	± 4,5	31,6	± 4,1	<0,001	31,1	± 4,4	33,2	± 4,4	<0,001
%Ossi	18,9	± 2,6	19,1	± 2,6	18,1	± 2,4	<0,001	19	± 2,6	18,7	± 2,7	<0,001
%Muscular	41,7	± 3,7	40,7	± 3,4	44,3	± 3,1	<0,001	42,2	± 3,7	41,1	± 3,6	<0,001

BMI: Body Mass Index; BMI Cole: índex de massa corporal corregit segons IOTF. (REF); DS: desviació estàndard; D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012

En la mostra NAT7-18p els nois presenten, en general, un pes, alçada, BMI i BMI Cole superior a les noies. El percentatge de nois i noies en cada una de les categories de la classificació BMI (INSO) és molt similar en nois i noies, amb un excés de pes del 23,9% global (Sobrepès: 19,5% + Obesitat: 4,4%).

Al llarg de les dues dècades d'estudi els esportistes són globalment més pesats (passant de  $46,7 \pm 16,2$  kg a  $52,6 \pm 16,8$  kg de mitjana) i més alts (passant de  $152,1 \pm 18,7$  cm a  $158,5 \pm 16,8$  cm). De forma paral·lela, el BMI s'ha incrementat lleugerament (de  $19,5 \pm 3,2$  a  $20,4 \pm 3,6$ ) igual que el BMI Cole (de  $22,6 \pm 3,5$  a  $22,9 \pm 3,7$ ). En els últims anys (D00), fins i tot en població esportiva, l'excés de pes ha passat del 22,6% (Sobrepès: 18,5% + Obesitat: 4,1%) fins al 25,4% (Sobrepès: 20,5% + Obesitat: 4,9%). A excepció del %Greix segons Sloan-Brozek, tots els càlculs estimadors del percentatge de greix indiquen un increment en els darrers anys. En referència al percentatge de greix, en general, podem observar com els plecs cutanis són superiors en noies, comprovant que els mateixos han anat augmentant en els últims anys (p.e. el plec abdominal ha passat de  $13,5 \pm 9,2$  mm a  $16,6 \pm 10$  mm), de forma similar els sumatoris tant de 4 plecs (passant de  $45,5 \pm 25,7$  mm a  $51,7 \pm 28$  mm) com el sumatori de 6 plecs (passant de  $80,2 \pm 40,2$  mm a  $87,2 \pm 42,3$  mm). Finalment, de forma paral·lela a l'augment de pes i alçada, també han augmentat els diàmetres ossis i els perímetres, tant de braç com de la cama.

Conscients que aquesta població conté una franja d'edats (7-18 anys) en les que hi ha moltes variacions a nivell físic en els nens, presentem els resultats de cada edat de manera diferenciada. A més, com hem vist anteriorment, el sexe pot ser una font important de variabilitat entre els subjectes, per aquest motiu, també s'han segmentat els resultats en aquest sentit. A la **Taula 48** es mostren els principals descriptius antropomètrics (pes, alçada, BMI i BMI Cole) de NAT7-10 (n=22820) ponderats per edat, sexe i dècada.



**Taula 48.** Descripció de la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (n=22820) per edats, sexe i dècades.

Edat		Nois (n=16552)						p	Noies (n=6268)						
		D90 (n=8254)			D00 (n=8298)				D90 (n=3908)			D00 (n=2360)			
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	p
7	Pes	456	25,6	± 4,6	172	26,5	± 5,4	0,065	305	26,0	± 4,5	37	24,7	± 5,2	0,091
	Alçada	456	123,5	± 5,5	172	124,1	± 5,7	0,226	305	123,2	± 5,5	37	122,8	± 5,9	0,686
	BMI	456	16,7	± 2,2	172	17,1	± 2,5	0,096	305	17,1	± 2,2	37	16,2	± 2,3	0,032
	BMI Cole	456	22,8	± 4,1	172	23,5	± 4,5	0,084	305	23,8	± 4,1	37	22,2	± 4,0	0,025
8	Pes	571	29,2	± 5,8	315	29,2	± 5,5	0,844	298	28,9	± 5,6	57	28,4	± 5,3	0,544
	Alçada	571	129,2	± 6,2	315	129,7	± 5,6	0,256	298	128,4	± 6,1	57	128,5	± 5,9	0,923
	BMI	571	17,4	± 2,4	315	17,3	± 2,4	0,676	298	17,4	± 2,5	57	17,1	± 2,4	0,401
	BMI Cole	571	23,2	± 4,0	315	23,1	± 4,0	0,698	298	23,6	± 4,1	57	23,1	± 4,0	0,379
9	Pes	582	33,3	± 7,3	405	32,7	± 6,8	0,196	338	32,8	± 6,6	78	33,8	± 5,9	0,199
	Alçada	582	135,0	± 6,4	405	135,1	± 6,1	0,831	338	133,8	± 6,6	78	134,6	± 5,7	0,315
	BMI	582	18,1	± 2,9	405	17,8	± 2,8	0,084	338	18,2	± 2,7	78	18,6	± 2,4	0,243
	BMI Cole	582	23,5	± 4,3	405	23,0	± 4,1	0,077	338	23,7	± 3,9	78	24,2	± 3,4	0,297
10	Pes	764	36,4	± 7,6	732	36,2	± 7,8	0,624	343	36,1	± 7,6	112	37,1	± 7,5	0,239
	Alçada	764	140,3	± 6,6	732	140,3	± 6,4	0,911	343	140,2	± 7,1	112	141,9	± 7,4	0,036
	BMI	764	18,4	± 2,9	732	18,2	± 2,9	0,397	343	18,2	± 3,0	112	18,3	± 2,5	0,917
	BMI Cole	764	23,0	± 3,8	732	22,8	± 3,8	0,293	343	22,9	± 3,9	112	22,8	± 3,3	0,891
11	Pes	713	39,9	± 8,6	660	40,9	± 9,2	0,029	354	40,6	± 8,1	155	42,1	± 9,3	0,076
	Alçada	713	145,1	± 7,2	660	145,9	± 7,2	0,052	354	146,8	± 7,5	155	148,0	± 7,4	0,099
	BMI	713	18,8	± 3,1	660	19,1	± 3,2	0,089	354	18,7	± 2,8	155	19,1	± 3,1	0,216
	BMI Cole	713	22,8	± 3,7	660	23,1	± 3,9	0,092	354	22,5	± 3,3	155	22,9	± 3,7	0,271
12	Pes	946	44,6	± 9,5	1047	47,3	± 10,9	<0,001	432	45,4	± 9,3	373	47,9	± 10,2	<0,001
	Alçada	946	151,3	± 7,9	1047	153,2	± 8,0	<0,001	432	153,6	± 8,1	373	155,0	± 7,2	0,013
	BMI	946	19,4	± 3,1	1047	20,0	± 3,5	<0,001	432	19,1	± 2,8	373	19,8	± 3,1	0,001
	BMI Cole	946	22,7	± 3,5	1047	23,4	± 3,9	<0,001	432	22,0	± 3,1	373	22,8	± 3,5	0,001
13	Pes	880	49,8	± 11,0	952	52,3	± 11,9	<0,001	412	50,5	± 9,3	316	52,7	± 10,7	0,004
	Alçada	880	158,3	± 9,3	952	159,7	± 8,9	0,001	412	159,0	± 7,3	316	159,3	± 6,4	0,529
	BMI	880	19,7	± 3,1	952	20,3	± 3,4	<0,001	412	19,9	± 2,8	316	20,6	± 3,3	0,002
	BMI Cole	880	22,4	± 3,4	952	23,1	± 3,7	<0,001	412	22,0	± 3,0	316	22,8	± 3,5	0,001
14	Pes	941	56,0	± 10,6	1024	59,2	± 12,2	<0,001	448	54,7	± 8,8	361	56,3	± 10,0	0,018
	Alçada	941	166,0	± 9,0	1024	167,4	± 8,5	<0,001	448	162,1	± 7,1	361	162,7	± 6,2	0,226
	BMI	941	20,2	± 2,8	1024	21,0	± 3,4	<0,001	448	20,8	± 2,7	361	21,2	± 3,3	0,034
	BMI Cole	941	22,2	± 3,0	1024	23,1	± 3,6	<0,001	448	22,2	± 2,8	361	22,6	± 3,4	0,038
15	Pes	794	62,0	± 11,0	1023	63,8	± 12,5	0,001	325	57,3	± 8,7	322	59,0	± 10,7	0,028
	Alçada	794	171,3	± 8,6	1023	172,1	± 8,4	0,053	325	164,9	± 7,0	322	164,1	± 6,6	0,171
	BMI	794	21,0	± 2,8	1023	21,4	± 3,3	0,005	325	21,0	± 2,6	322	21,9	± 3,3	0,001
	BMI Cole	794	22,5	± 3,0	1023	22,9	± 3,5	0,006	325	21,8	± 2,7	322	22,7	± 3,4	0,001
16	Pes	736	65,8	± 10,5	897	68,1	± 12,4	<0,001	317	59,0	± 8,8	270	59,4	± 9,2	0,592
	Alçada	736	174,7	± 7,6	897	175,2	± 8,0	0,232	317	165,0	± 7,2	270	164,9	± 6,3	0,854
	BMI	736	21,5	± 2,9	897	22,1	± 3,4	<0,001	317	21,6	± 2,8	270	21,8	± 3,0	0,473
	BMI Cole	736	22,3	± 3,0	897	23,0	± 3,6	<0,001	317	22,0	± 2,9	270	22,1	± 3,1	0,456
17	Pes	647	67,9	± 9,9	772	70,6	± 12,5	<0,001	238	61,0	± 9,8	197	58,7	± 8,6	0,013
	Alçada	647	176,0	± 7,8	772	177,2	± 7,8	0,007	238	165,9	± 7,9	197	165,3	± 6,7	0,394
	BMI	647	21,9	± 2,6	772	22,4	± 3,2	<0,001	238	22,1	± 3,0	197	21,4	± 2,5	0,013
	BMI Cole	647	22,1	± 2,7	772	22,7	± 3,4	<0,001	238	22,1	± 3,1	197	21,4	± 2,6	0,012
18	Pes	224	70,4	± 9,8	299	71,2	± 12,2	0,421	98	60,0	± 9,2	82	58,3	± 8,2	0,180
	Alçada	224	177,1	± 8,2	299	177,2	± 8,4	0,863	98	165,0	± 8,7	82	165,9	± 7,8	0,497
	BMI	224	22,4	± 2,6	299	22,6	± 3,1	0,497	98	22,0	± 2,7	82	21,1	± 2,3	0,018
	BMI Cole	224	22,3	± 2,7	299	22,5	± 3,2	0,456	98	21,8	± 2,8	82	20,8	± 2,3	0,014

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012

A la taula es pot comprovar com fins els 11 anys no es produeixen canvis significatius ni en pes ni en alçada entre les dues dècades, ni en els nois ni en les noies. La majoria dels canvis entre les dues dècades (especialment el pes, el BMI i el BMI Cole) es produeixen a partir dels 12 anys, tant en nois com en noies, amb un increment d'aquests paràmetres en els últims anys (D00).

A la **Taula 49** es mostren els resultats de les correlacions existents entre la majoria de les variables antropomètriques en tots els subjectes del grup NAT7-18p (n=17290), sense segmentar per edat, sexe ni dècada, en coherència amb l'Estudi NAT7-10c (**Taula 28**) i Estudi NAT7-10 (**Taula 38**).

El BMI Cole continua presentant una bona correlació amb el Sumatori de 4 plecs (R: 0,794) amb el %Greix (Faulkner) (R: 0,794), amb el Sumatori de 6 plecs (R: 0,791) i, a nivell de plecs individual, amb el Plec abdominal (0,757).

Respecte dels sumatoris de plecs i els diferents càlculs de %Greix, el Plec abdominal continua essent el de major correlació (seguit del Plec del tríceps), a pesar de la mostra tan gran on s'inclouen tantes edats, tots dos sexes, i dues dècades diferents.

Observem una molt bona correlació entre el Plec abdominal i el Sumatori de 4 plecs (R: 0,963) i el %Greix (Faulkner) (R: 0,963) i el Sumatori de 6 plecs (R: 0,934).

El Plec abdominal, un altre cop, es reafirma com a candidat important per estimar el %Greix, al tenir molt alta correlació amb el Sumatori de 4 plecs i aquest amb el BMI Cole.

**Taula 49.** Correlacions entre variables antropomètriques en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290).

	Plec triceps	Plec subescap	Plec suprailiac	Plec abdominal	Plec cuixa	Plec cama	Sumatori de 4 plects	Sumatori de 6 plects	%Greix Faulkner	%Greix Yuhasz	%Greix Carter	%Greix Sloan-Brazek	%Greix Slaughter	Díametre canell	Díametre colze	Díametre genoll	Díametre turmell	%Os	Perímetre braç	Perímetre cama	%Muscul
Pes	0,302	0,474	0,509	0,499	0,196	0,325	0,485	0,417	0,485	0,31	0,308	0,323	0,319	0,699	0,774	0,799	0,613	-0,5	0,93	0,93	-0,19
Alçada	0	0,167	0,201	0,199	-0,08	0,052	0,162	0,095	0,162	0,04	0,039	0,01	0,022	0,728	0,758	0,711	0,634	-0,3	0,772	0,809	-0,04
BMI	0,627	0,739	0,763	0,757	0,539	0,613	0,776	0,735	0,776	0,6	0,597	0,654	0,639	0,473	0,579	0,702	0,422	-0,7	0,857	0,827	-0,34
BMI Cole	0,716	0,743	0,753	0,757	0,679	0,682	0,794	0,791	0,794	0,64	0,636	0,745	0,726	0,154	0,256	0,411	0,178	-0,6	0,52	0,465	-0,43
Plec triceps		0,77	0,798	0,806	0,847	0,844	0,893	0,922	0,893	0,85	0,849	0,861	0,952	0,021	0,107	0,31	0,01	-0,5	0,377	0,355	-0,52
Plec subescapular			0,853	0,825	0,695	0,705	0,914	0,877	0,914	0,77	0,768	0,872	0,762	0,186	0,279	0,399	0,151	-0,6	0,526	0,476	-0,56
Plec suprailiac				0,918	0,72	0,765	0,959	0,923	0,959	0,79	0,792	0,847	0,812	0,188	0,289	0,455	0,173	-0,6	0,55	0,513	-0,61
Plec abdominal					0,749	0,779	0,963	0,934	0,963	0,8	0,796	0,842	0,824	0,181	0,283	0,458	0,174	-0,6	0,553	0,517	-0,61
Plec cuixa						0,843	0,802	0,898	0,802	0,86	0,861	0,898	0,88	-0,05	0,017	0,209	-0,05	-0,5	0,267	0,272	-0,41
Plec cama						0,826	0,826	0,904	0,826	0,83	0,83	0,827	0,963	0,06	0,132	0,354	0,054	-0,5	0,376	0,389	-0,48
Díametre canell						0,16	0,103	0,16	0,16	0	0	0,043	0,037	0,888	0,779	0,821	0,13	0,66	0,651	0,651	-0,33
Díametre colze						0,263	0,198	0,263	0,263	0,06	0,058	0,125	0,118		0,819	0,8	0,8	-0,1	0,749	0,729	-0,42
Díametre genoll						0,442	0,397	0,442	0,442	0,24	0,236	0,3	0,339			0,752	0,752	-0,130	0,765	0,789	-0,5
Díametre turmell						0,144	0,09	0,144	0,144	-0,07	-0,07	0,028	0,032					0,12	0,576	0,599	-0,39
Perímetre braç						0,544	0,48	0,544	0,544	0,35	0,345	0,387	0,384					-0,6		0,91	-0,26
Perímetre cama						0,505	0,459	0,505	0,505	0,35	0,355	0,368	0,381					-0,5			-0,2

Les correlacions són significatives al nivell 0,01 (bilateral)

Seguint la metodologia estadística utilitzada en els apartats anteriors, es realitza un estudi de regressió lineal múltiple, amb el %Greix com a variable dependent i estudiant variables independents com el plec abdominal, pes, alçada, edat, sexe, etc.

Els principals models resultants de l'estudi de regressió es resumeixen en la **Taula 50**.

**Taula 50.** Models de regressió multivariant lineal amb el %Greix com a variable dependent i plec abdominal, pes, alçada, edat i sexe com a variables independents en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290).

Model		R <sup>2</sup> <sub>c</sub>	B	ET	Beta	p	IC 95%
1	Constant	0,927	7,10	0,016		<0,001	7,07 a 7,13
	Plec abdominal (mm)		0,41	0,001	0,963	<0,001	0,407 a 0,411
2	Constant	0,930	6,55	0,028		<0,001	6,49 a 6,60
	Plec abdominal (mm)		0,41	0,001	0,960	<0,001	0,406 a 0,410
	Gènere; noi=1, noia=2		0,45	0,019	0,048	<0,001	0,411 a 0,484
3	Constant	0,930	7,48	0,081		<0,001	7,32 a 7,64
	Plec abdominal (mm)		0,41	0,001	0,965	<0,001	0,408 a 0,412
	Gènere; noi=1, noia=2		0,42	0,019	0,045	<0,001	0,379 a 0,453
	Alçada (cm)		-0,01	0,000	-0,025	<0,001	-0,007 a -0,005
4	Constant	0,940	13,25	0,135		<0,001	12,98 a 13,51
	Plec abdominal (mm)		0,37	0,001	0,864	<0,001	0,365 a 0,370
	Gènere; noi=1, noia=2		0,50	0,018	0,054	<0,001	0,466 a 0,535
	Alçada (cm)		-0,06	0,001	-0,270	<0,001	-0,066 a -0,061
	Pes (Kg)		0,08	0,001	0,299	<0,001	0,073 a 0,078
5	Constant	0,940	12,80	0,145		<0,001	12,52 a 13,09
	Plec abdominal (mm)		0,37	0,001	0,861	<0,001	0,363 a 0,368
	Gènere; noi=1, noia=2		0,52	0,018	0,056	<0,001	0,485 a 0,555
	Alçada (cm)		-0,06	0,001	-0,243	<0,001	-0,060 a -0,055
	Pes (Kg)		0,08	0,001	0,306	<0,001	0,074 a 0,080
	Edat (anys)		-0,05	0,006	-0,035	<0,001	-0,060 a -0,037

B: coeficient no estandaritzat; ET: error típic; Beta: coeficient estandaritzat; IC: interval de confiança; R<sup>2</sup><sub>c</sub>: R quadrat corregida

Amb l'estudi de regressió s'obtenen 5 models:

1. El **Model 1** amb la utilització del **Plec abdominal** com a única variable, també aconseguix una  $R^2$  quadrat corregida (predictibilitat) gairebé del 93%

$$\%Greix = 7,10 + 0,41 PlecAbd(mm)$$

2. El **Model 2** incorpora també la variable **Sexe**, sense gaire millora de la predictibilitat ( $R^2$  : 93,0%)

$$\%Greix = 6,55 + 0,41 PlecAbd(mm) + 0,45 Sexe(1: noi; 2: noia)$$

3. El **Model3** que incorpora, l'**Alçada**, tampoc millora la seva potència de predicció ( $R^2$  : 93,0%).

$$\%Greix = 7,48 + 0,41 PlecAbd(mm) + 0,42 Sexe(1: noi; 2: noia) \\ - 0,01 Alçada(cm)$$

4. El **Model 4** incorpora el **Pes** i tampoc millora la potència de predicció ( $R^2$  : 94,0%).

$$\%Greix = 13,25 + 0,37 PlecAbd(mm) + +0,50 Sexe(1: nois; 2: noies) \\ - 0,06 Alçada(cm) + 0,08 Pes(kg)$$

5. El **Model 5** incorpora l'**Edat**, però tampoc millora la potència de predicció ( $R^2$  : 94,0%).

$$\%Greix = 12,8 + 0,37 PlecAbd(mm) + 0,52 Sexe(1: nois; 2: noies) \\ - 0,06 Alçada(cm) + 0,08 Pes(kg) - 0,05 Edat(anys)$$

Per la seva capacitat predictiva i per la seva simplicitat, de tots els models anteriors, es proposa la utilització de la fórmula del Model 1 (amb el plec abdominal com única variable independent) com un estimador pràctic a nivell clínic de l'estimació del %Greix en joves esportistes de 7 a 18 anys, independentment de l'edat i el sexe.

$$\%Greix = 7,10 + 0,41 PlecAbd(mm)$$

Com es mostra, s'incorpora el sexe en el model 2 de regressió. Conscients que aquesta variable és important, tot i no augmentar massa la predicció respecte al model 1, s'han realitzat estudis de regressió tant en nois (Taula 51) com en noies (Taula 52) per poder reafirmar la validesa d'un únic model per tots dos sexes.

**Taula 51.** Models de regressió multivariant lineal amb el %Greix com a variable depenent i plec abdominal, pes, alçada i edat com a variables independents en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=12600), en nois.

Model		R <sup>2</sup> <sub>c</sub>	B	ET	Beta	p	IC 95%
1	Constant	0,935	7,00	0,017		<0,001	6,97 a 7,03
	Plec abdominal (mm)		0,41	0,001	0,967	<0,001	0,406 a 0,409
2	Constant	0,936	7,49	0,042		<0,001	7,41 a 7,58
	Plec abdominal (mm)		0,41	0,001	0,970	<0,001	0,407 a 0,411
	Edat (anys)		-0,04	0,003	-0,029	<0,001	-0,048 a -0,035
3	Constant	0,939	7,97	0,045		<0,001	7,88 a 8,06
	Plec abdominal (mm)		0,39	0,001	0,917	<0,001	0,384 a 0,389
	Edat (anys)		-0,18	0,006	-0,129	<0,001	-0,197 a -0,172
	Pes (Kg)		0,03	0,001	0,131	<0,001	0,030 a 0,035
4	Constant	0,944	12,91	0,166		<0,001	12,59 a 13,24
	Plec abdominal (mm)		0,37	0,001	0,875	<0,001	0,366 a 0,371
	Edat (anys)		-0,07	0,007	-0,046	<0,001	-0,079 a -0,051
	Pes (Kg)		0,07	0,002	0,280	<0,001	0,066 a 0,072
	Alçada (cm)		-0,05	0,002	-0,219	<0,001	-0,055 a -0,048

B: coeficient no estandaritzat; ET: error típic; Beta: coeficient estandaritzat; IC: interval de confiança; R<sup>2</sup><sub>c</sub>: R quadrat corregida

De l'estudi de regressió en els nois del grup NAT7-18 apareixen 4 models, en els quals es presenta molt poca millora de la predictibilitat, a l'introduir successives variables.

En nois, la fórmula:  $\%Greix = 7,00 + 0,41 \text{ PlecAbd}(mm)$  és molt similar al model general.

**Taula 52.** Models de regressió multivariant lineal amb el %Greix com a variable dependent i plec abdominal, Pes, Alçada i Edat com a variables independents en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=4690), en noies.

Model		R <sup>2</sup> <sub>c</sub>	B	ET	Beta	p	IC 95%	
1	Constant	0,909	7,42	0,035		<0,001	7,35	a 7,49
	Plec abdominal (mm)		0,41	0,002	0,953	<0,001	0,406	a 0,413
2	Constant	0,911	6,89	0,057		<0,001	6,783	a 7,006
	Plec abdominal (mm)		0,39	0,002	0,916	<0,001	0,389	a 0,398
	Pes (Kg)		0,02	0,001	0,062	<0,001	0,014	a 0,020
3	Constant	0,929	15,54	0,256		<0,001	15,04	a 16,04
	Plec abdominal (mm)		0,35	0,002	0,808	<0,001	0,342	a 0,352
	Pes (Kg)		0,12	0,003	0,419	<0,001	0,109	a 0,121
	Alçada (cm)		-0,08	0,002	-0,334	<0,001	-0,087	a -0,078
4	Constant	0,930	14,98	0,271		<0,001	14,45	a 15,51
	Plec abdominal (mm)		0,34	0,003	0,802	<0,001	0,339	a 0,349
	Edat (anys)		-0,06	0,010	-0,048	<0,001	-0,081	a -0,041
	Pes (Kg)		0,12	0,003	0,434	<0,001	0,113	a 0,125
	Alçada (cm)		-0,07	0,003	-0,303	<0,001	-0,080	a -0,069

B: coeficient no estandaritzat; ET: error típic; Beta: coeficient estandaritzat; IC: interval de confiança; R<sup>2</sup><sub>c</sub>: R quadrat corregida

De l'estudi de regressió en les noies del grup NAT7-18p apareixen 4 models, en els quals es presenta una mínima millora de la predictibilitat, a l'introduir successives variables, però sense increment destacable en comparació amb el model general.

En noies, la fórmula:  $\%Greix = 7,42 + 0,41 PlecAbd(mm)$  gairebé tampoc no varia respecte del model general.

## 5.6 %GreixNAT i NAT (INSO)

Amb els resultats dels estudis anteriors (NAT7-10c, NAT7-10 i NAT7-18) i, especialment amb els models de regressió obtinguts, es planteja una alternativa a les fórmules habituals per calcular el %Greix (Faulkner, Carter, Sloan, Slaughter, etc.), mitjançant una nova fórmula d'estimació del percentatge de greix a partir del plec abdominal, que anomenarem com **%GreixNAT**, aplicable a la població esportiva de 7 a 18 anys:

$$\%GreixNAT = 7,10 + 0,41 \text{ PlecAbdominal (mm)}$$

Com es demostra en els estudis de regressió de l'apartat anterior (Resultats de la [Taula 52](#)) aquesta fórmula no depèn de l'edat, ni del sexe, ni del pes, ni l'alçada, la qual cosa permet la comparabilitat del %Greix en nens esportistes.

A partir de la nova fórmula obtinguda, s'ha incorporat a tots els esportistes de NAT7-18p una nova variable, %GreixNAT i, a partir de les noves dades, s'ha elaborat una taula de percentils.

Amb els percentils obtinguts, de forma similar a la forma de definir les diferents categories INSO (com el BMI), s'ha definit una nova classificació NAT (INSO) a partir dels punts de tall corresponents per percentils 5, 85 i 95, d'acord a la classificació següent:

- **InfraGreix** %GreixNAT fins al Percentil 5
- **NormoGreix** %GreixNAT des del Percentil 5 fins al Percentil 85
- **SobreGreix** %GreixNAT des del Percentil 85 fins al Percentil 95
- **OverGreix** %GreixNAT per sobre del Percentil 95



Els resultats d'aquesta nova classificació els podem veure representats a la [Taula 53](#).

**Taula 53.** Categories NAT (INSO), amb percentils i punts de tall (*cut off*). N

<b>NAT (INSO)</b>	<b>Percentils</b>	<b>Plec abdominal (mm)</b>	<b>%GreixNAT</b>
<b>InfraGreix</b>	1	1	8
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>NormoGreix</b>	10	5	9
	15	6	10
	20	7	10
	25	7	10
	30	8	10
	35	9	11
	40	10	11
	45	11	12
	50	12	12
	55	13	12
	60	14	13
	65	16	14
	70	18	14
	75	20	15
80	23	17	
<b>SobreGreix</b>	<b>85</b>	<b>26</b>	<b>18</b>
	90	30	19
<b>OverGreix</b>	<b>95</b>	<b>36</b>	<b>22</b>
	99	41	24

Les categories NAT (INSO) quedarien definides de la forma següent:

- **InfraGreix**                    **%GreixNAT** ≤ 9%
- **NormoGreix**    9% > **%GreixNAT** < 18%
- **SobreGreix**    18% ≥ **%GreixNAT** < 22%
- **OverGreix**      22% ≥ **%GreixNAT**

## 5.6.1 %GreixNAT i NAT (INSO) en la població de nens esportistes de 7 a 10 anys

Un cop definides la variable continua %GreixNAT i la qualitativa NAT(INSO) pot resultar interessant la seva aplicació en les diferents poblacions NAT (NAT7-10p i NAT7-18p) i valorar les diferències respecte a BMI Cole i BMI (INSO).

A la població NAT7-10p, que inclou nens i nenes esportistes de 7 a 10 anys (Taula 54), el %GreixNAT presenta una correlació significativa amb el BMI Cole (R: 0,797). A la taula també es representen els paràmetres de la recta de regressió que explica aquesta correlació ( $\%GreixNAT = -4,47 + 0,72 BMI\ Cole$ ). A la Figura 63, la correlació es representa en forma de núvol de punts per poder veure de manera més gràfica la relació entre el BMI Cole i la nova variable %GreixNAT.

**Taula 54.** Correlació de Pearson en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p (N=5021)

	BMI (Cole)
%Greix NAT	0,797**

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral)

Recta de regressió		R	R <sup>2</sup> <sub>c</sub>	B	ET	Beta	p	IC 95%
%GreixNAT	Constant	0,797	.635	-4,47	0,181		<0,001	-4,82 a -4,11
	BMI Cole			0,72	0,008	0,797	<0,001	0,701 a 0,731

B: coeficient no estandaritzat; ET: error típic; Beta: coeficient estandaritzat; IC: interval de confiança; R2c: R quadrat corregida

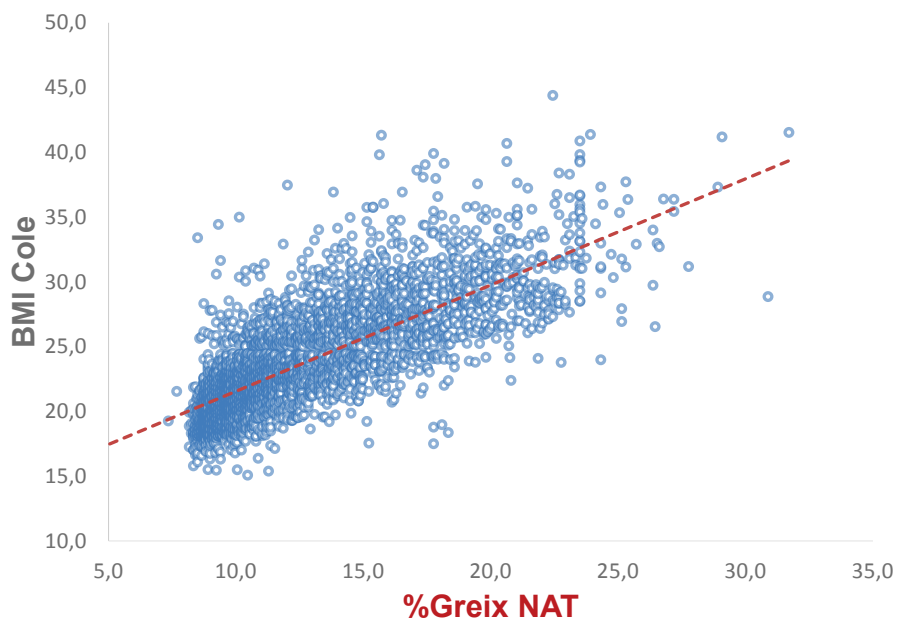


Figura 63. Representació gràfica de la correlació entre BMI Cole i %GreixNAT, en NAT7-10p (n=5021)

Per poder valorar la correspondència categòrica entre les dues classificacions BMI (INSO) i NAT (INSO), s'ha elaborat una taula de contingència (Taula 55).

Taula 55. Taules de contingència Classificació NAT (INSO) vs BMI (INSO) en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10.

		BMI (INSO)			
		Infrapès	Normopès	Sobrepès	Obesitat
	5021	343	3165	1163	350
NAT (INSO)	InfraGreix	560 159 28,4% 46,4%	394 70,4% 12,4%	6 1,1% 0,5%	1 0,2% 0,3%
	NormoGreix	4005 183 4,6% 53,4%	2754 68,8% 87,0%	919 22,9% 79,0%	149 3,7% 42,6%
	SobreGreix	346 1 0,3% 0,3%	15 4,3% 0,5%	201 58,1% 17,3%	129 37,3% 36,9%
	OverGreix	110 0 0,0% 0,0%	2 1,8% 0,1%	37 33,6% 3,2%	71 64,5% 20,3%

Percentatges BMI (INSO) en vertical  
 Percentatges NAT (INSO) en horitzontal

El BMI (INSO) classifica sols un 28,4% de nens esportistes amb InfraGreix com Infrapès. El 70,4% els considera com a Normopès, 1,1% com a sobrepès i el 0,2% Obesitat.

Els esportistes classificats com a NormoGreix estan distribuïts al llarg de totes les categories de BMI (INSO). La majoria (68,8%) són correctament classificats com a Normopès, mentre que un 22,9% es classifica com Sobrepès i un 3,7% com Obesos.

Pel que fa al SobreGreix, el BMI (INSO) gairebé reparteix els esportistes entre Sobrepès (58,1%) i Obesitat (37,3%).

Finalment, un 64,5% d'esportistes amb OverGreix són correctament classificats com Obesitat, però fins un 33,6% es classifiquen com a simple Sobrepès i un 1,8% com a Normopès.

Per tant, les dues variables categòriques per classificar els nens en grups segons el grau d'obesitat (BMI (INSO) i NAT (INSO)) presenten moltes diferències. Així per exemple, un nen classificat com a normogreix amb el NAT (INSO) podria ser classificat en el grup de sobrepès, inclús el d'obesitat amb la categorització clàssica del BMI (INSO).

Per facilitar la comprensió dels resultats, les dades de la **Taula 55** es mostren gràficament, tant de forma absoluta com relativa, a la **Figura 64** (de forma absoluta, nombre de nens per grup) i a la **Figura 65** (de forma relativa freqüència de nens per grup).

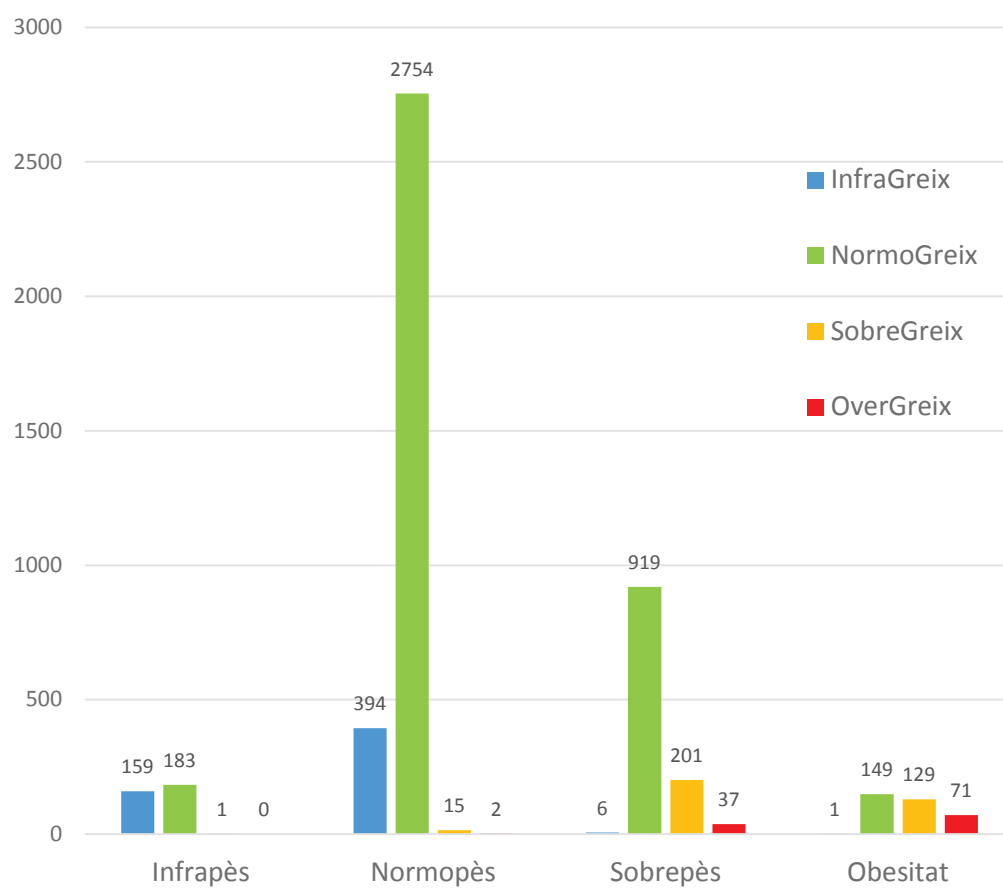


Figura 64. Representació de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO, en NAT7-10p (n=5021).

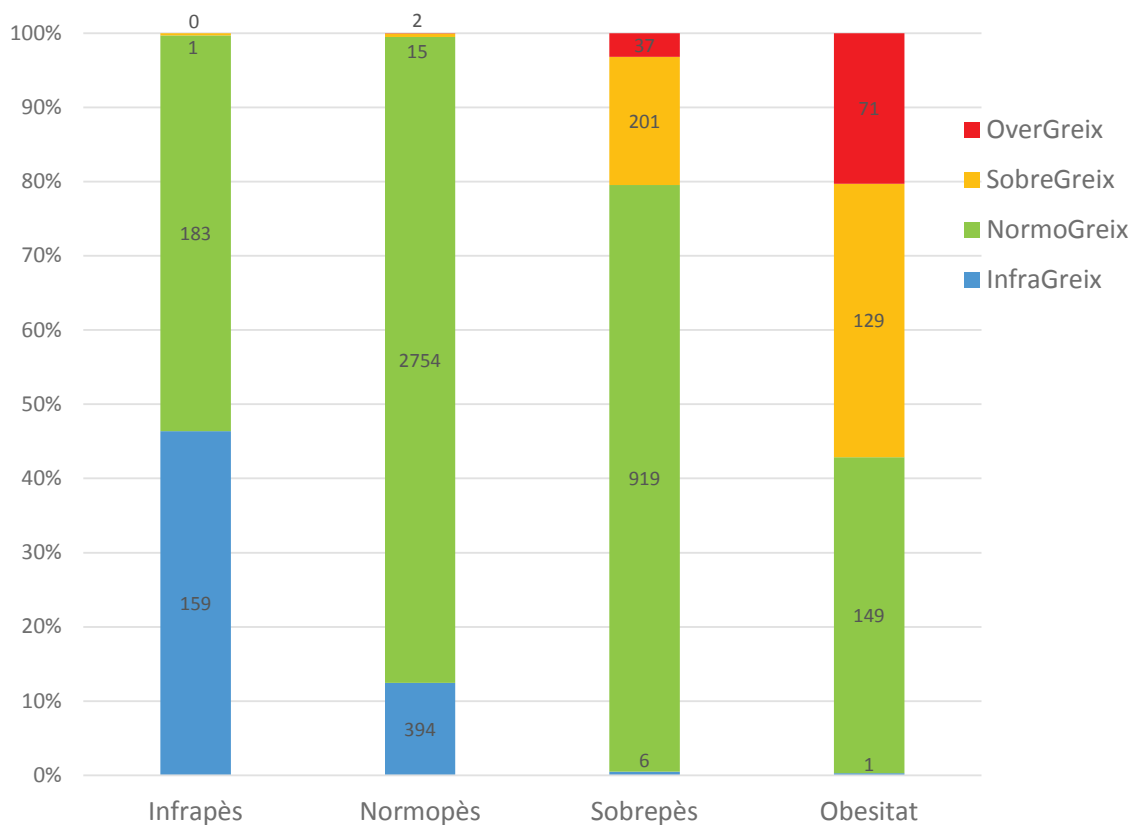


Figura 65. Representació percentual de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO), en NAT7-10p (n=5021).

Com podem comprovar a les figures anteriors, els valors de **NormoGreix**, en verd, representen percentatges molt importants en cadascuna de les categories BMI (INSO), especialment a la de Sobrepès (79,0%) però també en les categories extremes, com Infrapès (53,4%) o com Obesitat (42,6%).

A la **Taula 56** es representen les dades descriptives de la població NAT7-10p comparant les dues classificacions BMI (INSO) a partir de BMI Cole, respecte de NAT (INSO) a partir de %GreixNAT. Es mostren les dades totals, per sexe i per dècada.

A nivell global, les dues classificacions categòriques presenten valors molt diferenciats. Mentre que amb BMI (INSO) el percentatge d'esportistes amb excés de pes representarien el 30,2% (Sobrepès: 23,2%; Obesitat: 7,0%), amb NAT (INSO) els valors es redueixen a tan sols 9,1% (SobreGreix: 6,9%; OverGreix: 2,2%).

Per sexes es mantenen les diferències importants entre les dues classificacions, especialment pel que fa a les categories d'excés de pes (Sobrepès i Obesitat). Segons NAT (INSO) s'observa una diferència molt important, entre sexes, en la categoria de Infrapès, amb un major percentatge de nois (13,06%) respecte de les noies (6,64%). Pel que fa a l'excés de pes, segons la classificació NAT (INSO) no s'observen diferències significatives entre els dos sexes dels nens esportistes de 7 a 10 anys (població NAT7-10p).

Per dècades, no hi ha hagut canvis significatius en el percentatge de nens esportistes classificats en les diferents categories INSO, a excepció de la categoria de InfraGreix (baixant de 12,11% a 8,88%).

**Taula 56.** Descripció de variables BMI Cole i %GreixNAT i classificació INSO, per sexe i dècada, en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p.

	Total (n=5021)		Nois (n=3529)		Noies (n=1492)		D90 (n=3534)		D00 (n=1487)	
	mitjana ± DS		mitjana ± DS		mitjana ± DS		mitjana ± DS		mitjana ± DS	
		p		p		p		p		p
BMI Cole	23,27 ± 4,02		23,17 ± 4,05	0,014	23,48 ± 3,97	0,014	23,26 ± 4,03		23,01 ± 3,93	0,028
Classificació BMI (INSO)										
Infrapès (%)	6,8		6,69	0,575	7,17	0,575	6,81		7,86	0,165
Normopès (%)	63,0		64,55	<0,001	59,45	<0,001	63,08		64,15	0,450
Sobrepès (%)	23,2		21,73	<0,001	26,54	<0,001	23,08		22,01	0,386
Obesitat (%)	7,0		7,03	0,855	6,84	0,855	7,03		5,97	0,151
%GreixNAT	12,20 ± 3,62		12,05 ± 3,65	<0,001	12,54 ± 3,52	<0,001	12,07 ± 3,56		12,50 ± 3,73	<0,001
Classificació NAT (INSO)										
InfraGreix (%)	11,2		13,06	<0,001	6,64	<0,001	12,11		8,88	0,001
NormoGreix (%)	79,8		77,81	<0,001	84,38	<0,001	79,49		80,43	0,470
SobreGreix (%)	6,9		6,83	0,837	7,04	0,837	6,48		7,87	0,087
OverGreix (%)	2,2		2,30	0,501	1,94	0,501	1,92		2,82	0,060

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012



Com que en la població NAT 7-10p disposem de dades antropomètriques com el percentatge de greix (%Greix), múscul (%Múscul) i os, podem comparar i estimar les diferències entre aquests valors per cada una de les categories INSO, respecte del BMI Cole i de %GreixNAT.

A la **Taula 57** es mostren els percentatges de greix, múscul i os en funció de les classificacions INSO segons el BMI Cole i NAT.

**Taula 57.** Diferència de mitjanes entre Classificació BMI (INSO) vs NAT (INSO) en la sub població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10p

NAT7-10p (N=5021)	Classificació BMI (INSO)			Classificació NAT (INSO)			Diferència BMI-NAT	p
	n	mitjana	DS	n	mitjana	DS		
<b>% Greix</b>	Infrapès	343	9,19	1,05	560	8,77	0,42	0,452
	Normopès	3165	10,70	1,76	4005	11,87	2,52	<0,001
	Sobrepès	1163	15,43	3,07	346	19,78	2,02	<0,001
	Obesitat BMI	350	19,80	4,12	110	23,76	3,28	<0,001
<b>% Múscul</b>	Infrapès	343	42,11	3,68	560	42,88	2,86	0,088
	Normopès	3164	42,60	2,93	4004	42,26	3,11	0,004
	Sobrepès	1163	40,67	3,67	346	37,24	2,97	<0,001
	Obesitat BMI	350	37,98	4,50	110	34,02	3,50	<0,001
<b>% Os</b>	Infrapès	343	22,33	2,43	560	21,66	2,38	0,007
	Normopès	3164	20,41	2,18	4004	19,72	2,41	<0,001
	Sobrepès	1163	17,88	1,85	346	16,81	1,83	<0,001
	Obesitat BMI	350	16,07	1,72	110	16,01	1,68	1,000

DS: desviació estàndard; \*: La diferència de mitjanes és significativa al nivell 0,05

Al comparar el %**Greix** entre les diferents categories INSO (BMI i NAT) observem com la mitjana del percentatge en Infrapès (9,19%), segons BMI, sembla ser lleugerament superior a la respectiva de InfraGreix (8,77%), de NAT, però no és significatiu. Sí es donen diferències significatives entre la categoria de Sobrepès (15,43%), que és menor que la corresponent de SobreGreix (19,78%), i en Obesitat (19,80%), amb percentatge de %Greix menor que en OverGreix (23,76%). Resumint, podem afirmar que el BMI (INSO) classifica com excés de pes els individus amb menor greix que la classificació NAT (INSO).

Quan comparem el percentatge de %**Múscul** dels nens esportistes classificat segons BMI (INSO) respecte de NAT (INSO), els resultats es donen a l'inrevés: el BMI (INSO) classifica com a Sobrepès a individus amb més alt percentatge muscular (40,67%) respecte de la categoria homòloga de InfraGreix (37,24). De forma similar es classifica com Obesitat subjectes amb més massa muscular (37,98%) que ho fa la categoria de OverGreix (34,02%). Amb l'anterior podem concloure que el BMI (INSO) classifica com a Sobrepès i Obesitat a nens que en realitat tenen una important massa muscular. La categoria de Infrapès mostra un menor %Múscul (42,11%) que la corresponent de InfraGreix (42,88%), però no és significatiu.

Pel que respecta al %**Os** podem destacar com els nens classificats com a Sobrepès, segons BMI (INSO), en realitat presenta un percentatge major d'os (17,88%) respecte dels classificats com a SobreGreix (16,81), segons NAT (INSO).

Les diferències entre els %Greix, %Múscul i %Os dels nens esportistes de 7 i 10 anys (població NAT7-10p), entre les categories INSO elaborades a partir del BMI Cole i %GreixNAT es mostren representades a la **Figura 66**. El valor que es representa és la diferència, en freqüència (%), dels valors obtinguts amb la classificació BMI menys els valors que s'obtenen amb la classificació NAT.

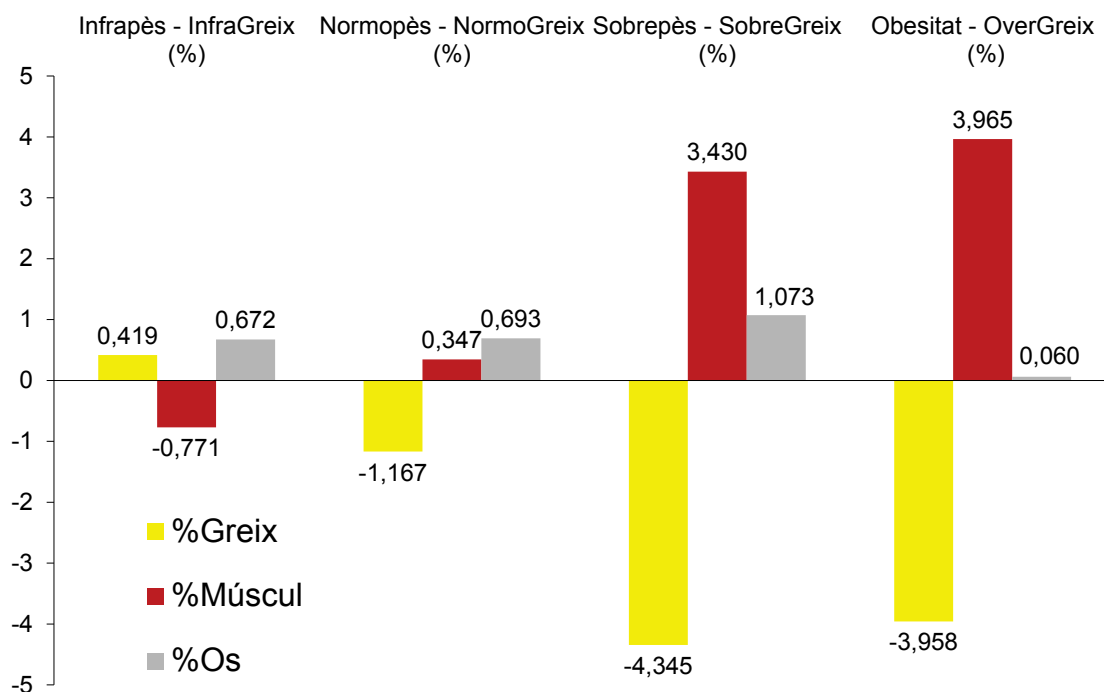


Figura 66. Diferències del components de la composició corporal en funció de les classificacions BMI (INSO) – NAT (INSO), en la població de nens esportistes de 7 a 10 anys, NAT7-10.

Les dades anteriors permeten afirmar que la classificació BMI (INSO), a partir del BMI Cole, classifica com a Infrapès a persones amb percentatge important de greix o nens amb menor massa muscular. Per altra banda classifica com a Sobrepès i/o Obesitat a subjectes amb molta massa muscular o amb estructura òssia important, encara que tinguin menor percentatge de greix.

## 5.6.2 %GreixNAT i NAT (INSO) en la població de nens esportistes de 7 a 18 anys

Un cop realitzat l'estudi comparatiu en NAT7-10p entre els dos tipus de classificació INSO a partir del BMI Cole i a partir de la nova variable predictora del percentatge de greix, %GreixNAT, hem valorat tota la població de nens esportistes NAT7-18p (n=17290).

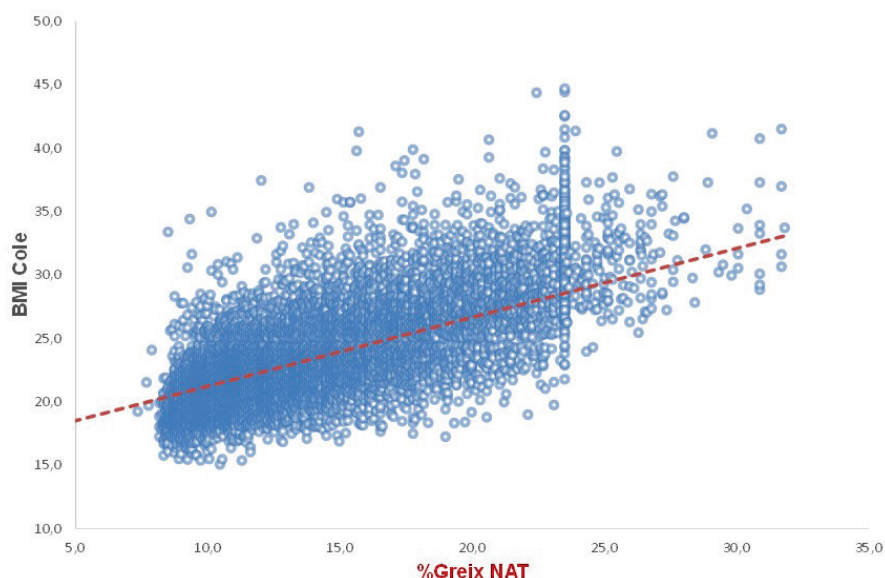
A la **Taula 58** es mostra com el BMI Cole i el %GreixNAT de la població NAT7-18p presenten una coeficient de correlació de Pearson de 0,757, lleugerament inferior que en NAT7-10p. Aquest resultat ens indica que sols el 57,3% d'una variable s'explica a partir de l'altra.

**Taula 58.** Correlació de Pearson entre el %GreixNAT i el BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (N=17290)

Correlació	R	R <sup>2</sup> <sub>c</sub>		B	ET	Beta	p	IC 95%
%GreixNAT	0,757**	0,573	Constant	-5,77	0,126		<0,001	-6,02 a -5,53
			BMI Cole	0,83	0,005	0,757	<0,001	0,822 a 0,843

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral). B: coeficient no estandaritzat; ET: error típic; Beta: coeficient estandaritzat; IC: interval de confiança; R2c: R quadrat corregida

La recta de regressió lineal ( $\%GreixNAT = -5,77 + 0,83 BMI\ Cole$ ) i la gràfica del núvol de punts de NAT7-18p es representen a la **Figura 67**, on s'observa una major dispersió que en NAT7-10p.



**Figura 67.** Representació gràfica de la correlació entre BMI Cole i %GreixNAT, en NAT7-18p (n=17290).

A la **Taula 59** es mostra la taula de contingència on es compara el grau de coincidència en la classificació dels esportistes de 7 a 18 anys de les categories BMI (INSO) respecte de les categories NAT (INSO).

**Taula 59.** Taula de contingència Classificació NAT (INSO) vs BMI (INSO) en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290)

	17290	BMI (INSO)			
		Infrapès 1116	Normopès 11928	Sobrepès 3409	Obesitat 837
InfraGreix	827	284 34,3% 25,4%	535 64,7% 4,5%	7 0,8% 0,2%	1 0,1% 0,1%
NormoGreix	14007	828 5,9% 74,2%	10983 78,4% 92,1%	2011 14,4% 59,0%	185 1,3% 22,1%
SobreGreix	1695	4 0,2% 0,4%	376 22,2% 3,2%	1039 61,3% 30,5%	276 16,3% 33,0%
OverGreix	761	0 0,0% 0,0%	34 4,5% 0,3%	352 46,3% 10,3%	375 49,3% 44,8%

Percentatges BMI (INSO) en vertical  
 Percentatges NAT (INSO) en horitzontal

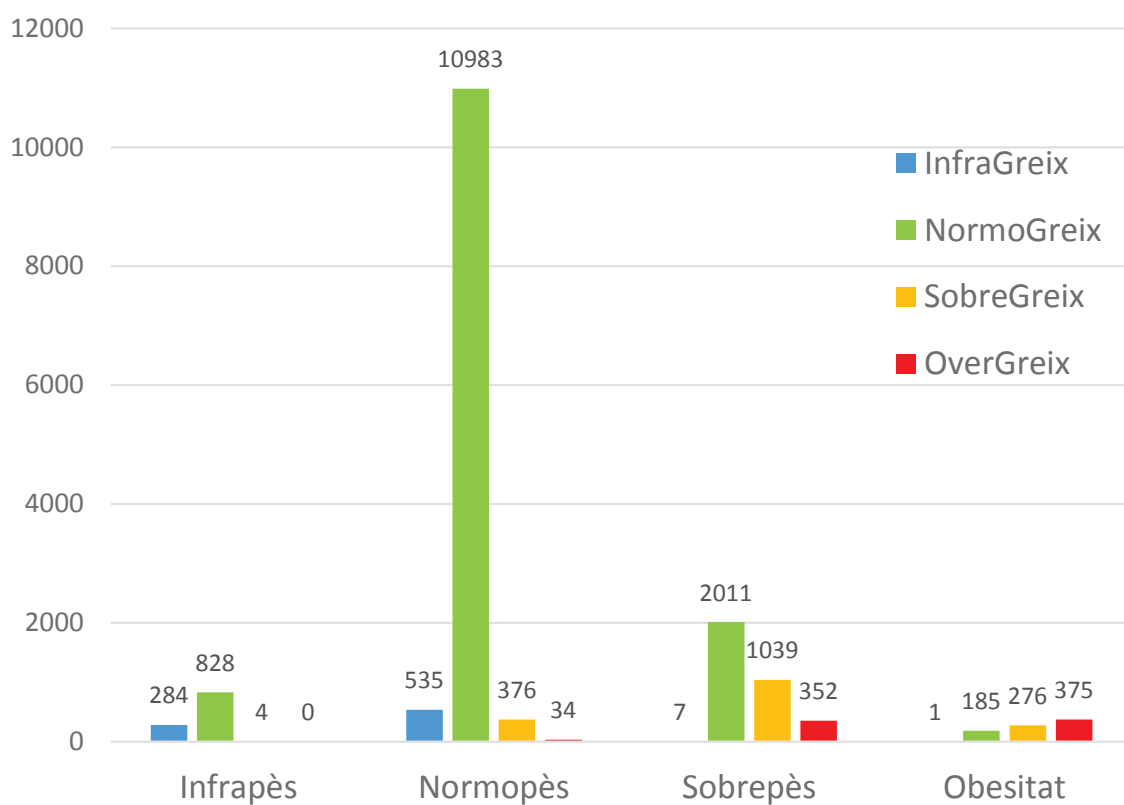
El BMI (INSO) classifica els nens amb el % de greix més baix, Infragreix, de la següent manera: el 34,3% són esportistes amb Infrapès, el 64,7% Normopès, 0,8% Sobrepès i, ocasionalment, algun subjecte (0,1%) el classifica com Obesitat.

Dels subjectes amb NormoGreix, el 78,4% són classificats pel BMI (INSO) com a Normopès, però el 14,5% els considera amb Sobrepès, el 5,9% com Infrapès i el 1,3% com Obesitat.

De les persones amb SobreGreix, les classificacions coincideixen com a Sobrepès en un 63%, mentre que el 22% es considera com Normopès i el 16,3% com Obesitat.

En la categoria de OverGreix coincideix amb l'Obesitat en un 49,3% dels casos, però gairebé el 46,3% es consideren com a Sobrepès, fins i tot un 4,5% es considera Normopès.

Les dades anteriors es mostren representades de forma absoluta (nombre de nens) en la **Figura 68** i, de forma relativa (freqüència, %), a la **Figura 69**.



**Figura 68.** Representació de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO), ) en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290).

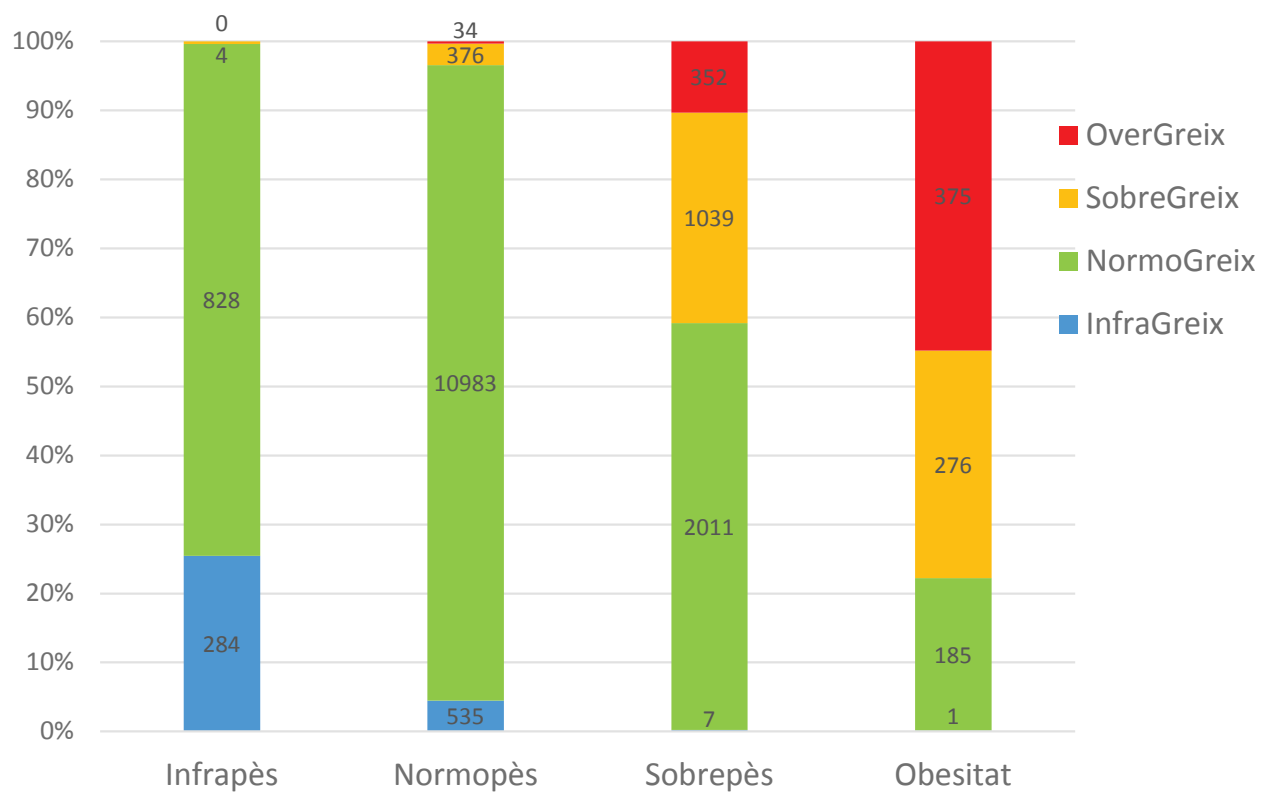


Figura 69. Representació percentual de la taula de contingència entre les classificacions BMI (INSO) vs NAT (INSO), en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18p (n=17290).



La **Taula 60** mostra les dades descriptives corresponents a la població NAT7-18p, comparant les dues classificacions INSO (BMI i NAT) a partir de les variables BMI Cole i %GreixNAT, de forma global, per gènere (sexe: nens i nenes) i evolució temporal (dècades: D90 i D00).

Igual que passava en NAT7-10p, els dos criteris de classificació agrupen els esportistes de forma molt diferent, especialment en el referent a l'excés de pes (Sobrepès i Obesitat). A nivell global, mentre BMI (INSO) classifica com excés de pes al 25,5% (Sobrepès: 19,7%; Obesitat: 4,8%) i NAT (INSO) ho fa sols en el 14,2% (SobreGreix: 9,8%; OverGreix: 4,4%).

Per gènere, el BMI Cole mitjà és superior en els nois ( $22,82 \pm 3,61$ ) que en les noies ( $22,54 \pm 3,41$ ) mentre que, segons el %GreixNAT són les noies les que presenten valors superiors ( $13,93 \pm 3,82$ ) que els nois ( $12,95 \pm 4,22$ ). A nivell categòric es mantenen les diferències anteriors entre les dues classificacions: les noies presenten percentatges més alts de Sobrepès i SobreGreix que els nois, encara que sense significació estadística, i segons BMI (INSO) en la categoria d'Obesitat apareixen més noies (6,84%) que nois (5,29%), mentre que, al classificar amb NAT (INSO), de forma global, hi ha un percentatge major de nois amb Obesitat (4,9%) que de noies (3,0%).

Al llarg de les dues dècades estudiades, s'ha incrementat tant el BMI Cole (de  $22,62 \pm 3,50$  passa a  $22,91 \pm 3,66$ ) com el %GreixNAT (de  $12,61 \pm 3,79$  passa a  $13,89 \pm 4,11$ ). Amb els dos mètodes de classificació INSO s'ha incrementat el percentatge d'esportistes amb Sobrepès-Obesitat i de SobreGreix-OverGreix, de forma estadísticament significativa.

**Taula 60.** Descripció de variables BMI Cole i GreixNAT i classificació INSO en la població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18.

	Total (n=17290)		Gènere				Dècada		p		
	mitjana ± DS	DS	Nois (n=12600)		Noies (n=4690)		D00 (n=7590)				
			mitjana ± DS	DS	mitjana ± DS	DS	mitjana ± DS	DS			
<b>BMI Cole</b>	22,82 ± 3,63	3,63	22,82 ± 3,61	3,61	22,54 ± 3,41	3,41	22,62 ± 3,50	3,50	22,91 ± 3,66	3,66	<0,001
<b>Classificació BMI (INSO):</b>											
Infrapès (%)	6,5		6,05		7,55		7,0		6,3		0,035
Normopès (%)	69,0		68,80		59,45		70,4		68,3		<0,001
Sobrepès (%)	19,7		19,86		26,54		18,5		20,5		<0,001
Obesitat (%)	4,8		5,29		6,84		4,1		4,9		0,001
<b>% GreixNAT</b>	13,23 ± 3,99	3,99	12,95 ± 4,22	4,22	13,93 ± 3,82	3,82	12,61 ± 3,79	3,79	13,89 ± 4,11	4,11	<0,001
<b>Classificació NAT (INSO):</b>											
InfraGreix (%)	4,8		5,5		2,8		6,8		2,9		<0,001
NormoGreix (%)	81,0		80,0		83,6		82,3		79,3		<0,001
SobreGreix (%)	9,8		9,5		10,5		7,8		11,9		<0,001
OverGreix (%)	4,4		4,9		3,0		3,0		5,9		<0,001

Al disposar de dades antropomètriques a mostra de la població NAT7-18p, podem estimar el %Greix, %Múscul i %Os, en les diferents categories INSO, en funció del BMI Cole o de %GreixNAT.

Les dades respectives dels diferents components es mostren a la **Taula 61** en funció de la Classificació BMI (INSO), NAT (INSO) i la diferència entre categories INSO (BMI-NAT).

**Taula 61.** Diferència de mitjanes entre Classificació BMI (INSO) vs NAT (INSO) en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18

NAT7-18p (N=17290)	Classificació BMI (INSO)			Classificació NAT (INSO)			Diferència BMI-NAT	P		
	N	mitjana	DS	N	mitjana	DS				
% Greix Faulkner	Infrapès	1116	9,74	1,41	Infragreix	827	8,78	0,50	0,96	<0,001
	Normopès	11928	11,78	2,44	Normogreix	14007	12,11	2,45	-0,32	<0,001
	Sobrepès	3409	17,15	3,72	Sobregreix	1695	19,54	2,15	-2,39	<0,001
	Obesitat BMI	837	22,30	4,40	Obesitat	761	24,44	2,96	-2,14	<0,001
% Múscul	Infrapès	1116	42,12	3,39	Infragreix	827	42,76	2,78	-0,64	0,007
	Normopès	11928	42,54	2,98	Normogreix	14007	42,47	2,99	0,07	0,845
	Sobrepès	3409	39,72	3,98	Sobregreix	1695	37,79	3,06	1,92	<0,001
	Obesitat BMI	837	36,10	4,43	Obesitat	761	33,86	3,29	2,24	<0,001
% Os	Infrapès	1116	21,79	2,41	Infragreix	827	21,65	2,28	0,13	0,978
	Normopès	11928	19,39	2,26	Normogreix	14007	19,17	2,38	0,22	<0,001
	Sobrepès	3409	16,93	1,90	Sobregreix	1695	16,52	1,89	0,41	<0,001
	Obesitat BMI	837	15,20	1,82	Obesitat	761	15,23	1,78	-0,03	1,000

\*. La diferència de mitjanes és significativa al nivell 0,05

En la comparativa del **%Greix** en les diferents categories INSO, observem com BMI (INSO) classifica com Infrapès esportistes amb valors superiors ( $9,74 \pm 1,41$ ) que la classificació NAT (INSO). El BMI (INSO) classifica com a Sobrepès i Obesitat a esportistes amb valors molt més baixos ( $17,15 \pm 3,72$  i  $22,30 \pm 4,40$ , respectivament) que NAT (INSO) amb valors molt més alts ( $19,54 \pm 2,15$  i  $24,44 \pm 2,96$  respectivament).

Si es comparen els valors del **%Múscul** en les diferents categories, podem comprovar que els valors musculars dels esportistes en les categories de Sobrepès ( $39,72 \pm 3,98$ ) i Obesitat ( $36,10 \pm 4,43$ ) són molt superiors als de les categories SobreGreix ( $37,79 \pm 3,06$ ) i OverGreix ( $33,86 \pm 3,29$ ).

De forma similar a la població NAT7-10p, el BMI (INSO) classifica nens esportistes com a Sobrepès, amb valors de **%Os** ( $16,93 \pm 1,90$ ) superiors als homòlegs classificats som a SobreGreix ( $16,52 \pm 1,89$ ).

El comportament de la població de nens esportistes de 7-10 anys, NAT7-10, es repeteix en la població NAT7-18. El BMI (INSO) classifica com a Infrapès a persones amb percentatge important de greix o nens amb menor massa muscular. Per altra banda classifica com a Sobrepès i/o Obesitat a nens amb massa muscular superior encara que tinguin un percentatge de greix més baix.

Les diferències de cada component (greix, múscul i os) entre les corresponents categories INSO (BMI-NAT): Infrapès-InfraGreix; Normopès-NormoGreix; Sobrepès-SobreGreix; Obesitat-OverGreix, estan representades a la **Figura 70**.

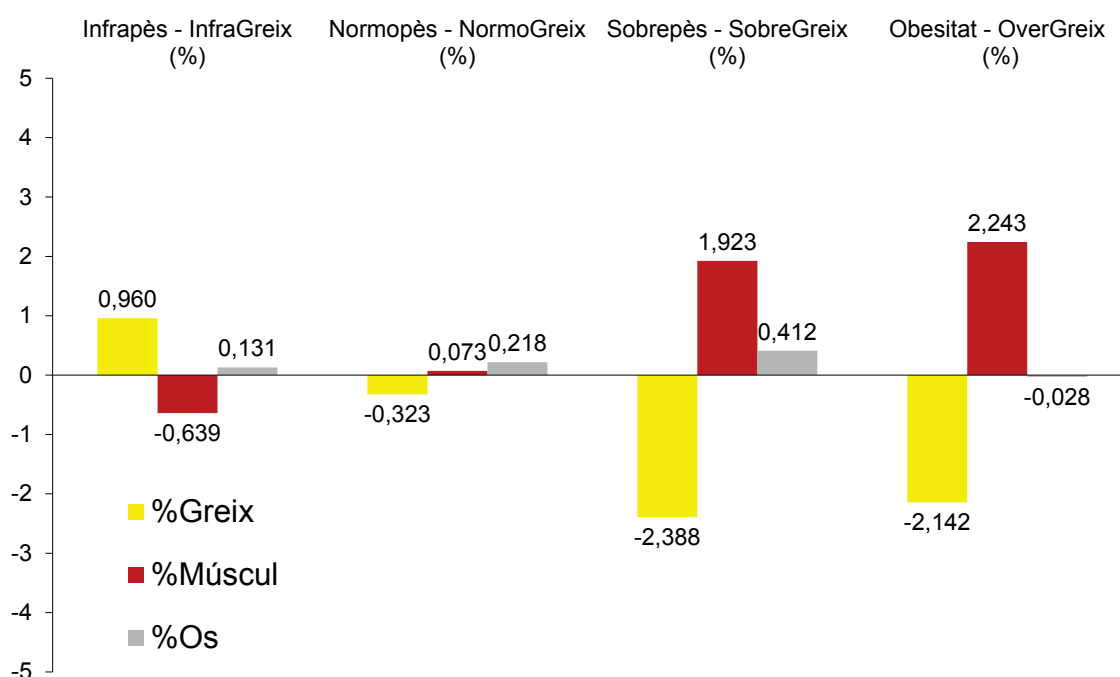


Figura 70. Diferències del components de la composició corporal en funció de les classificacions BMI (INSO) – NAT (INSO), en NAT7-10

Podem comprovar com a les categories “Infra” (Infrapès: 9,74% – InfraGreix: 8,78%) els nens presenten un %Greix superior (+0,96%) al classificar amb el BMI (INSO). A més s’observa com amb la classificació BMI (INSO) els subjectes classificats com Infrapès presenten un %Múscul (42,12%) inferior que classificant com InfraGreix (%Múscul: 42,76%).

No hi ha diferències destacables dels diferents components corporals segon les categories “Normo” (Normopès-NormoGreix).

Al comparar segons les categories “Sobre” (Sobrepès-SobreGreix), el BMI (INSO) classifica com a Sobrepès nens que en realitat tenen menor %Greix (Sobrepès: 17,15%; SobreGreix: 19,54%; Diferència BMI-NAT: -2,39%) i major %Múscul (Sobrepès: 39,72%; SobreGreix: 37,79%; Diferència BMI-NAT: +1,923%) i major %Os (+0,412).

A les categories “O” (Obesitat–OverGreix), el BMI (INSO) classifica com a Obesitat a nens esportistes que, en realitat, tenen menor %Greix (Obesitat: 22,30%; OverGreix: 24,44%; Diferència BMI-NAT: -2,142%) però amb important component muscular (Obesitat: 36,10%; OverGreix: 33,86%; Diferència BMI-NAT: +2,243%).

### 5.6.3 %GreixNAT i NAT (INSO) per edats i sexe

Entre els objectius de l'estudi es busca analitzar els diferents paràmetres antropomètrics com a predictors del percentatge de greix en nois i noies esportistes.

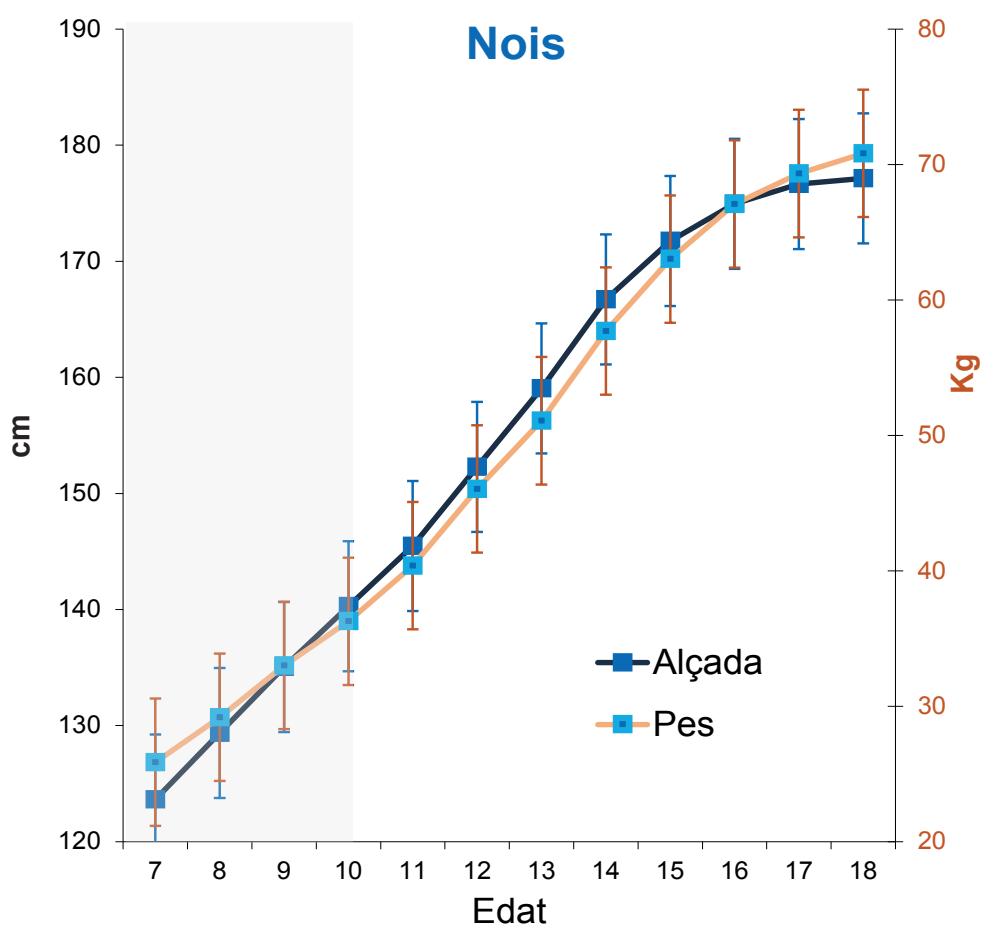
A la **Taula 62** es mostren les dades globals corresponents a les corbes de creixement de pes i alçada, tant de nois com noies, entre els 7 i 18 anys, de la mostra de nens esportistes corresponents a NAT7-18.

**Taula 62.** Corbes de creixement de pes i talla ) en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18 (n=22820).

Sexe	Edat	N	Pes				Alçada			
			Mínim	Màxim	Mitjana	DS	Mínim	Màxim	Mitjana	DS
Nois	7	628	15,30	48,00	<b>25,86</b> ± 4,83	108,00	153,00	<b>123,63</b> ± 5,53		
	8	886	18,80	70,50	<b>29,18</b> ± 5,70	111,20	175,50	<b>129,36</b> ± 6,00		
	9	987	18,30	73,00	<b>33,01</b> ± 7,11	116,00	172,10	<b>135,03</b> ± 6,27		
	10	1496	19,70	68,50	<b>36,27</b> ± 7,71	116,60	167,00	<b>140,27</b> ± 6,48		
	11	1373	19,30	87,00	<b>40,38</b> ± 8,90	120,10	180,00	<b>145,47</b> ± 7,21		
	12	1993	24,60	92,70	<b>46,05</b> ± 10,34	129,00	182,50	<b>152,29</b> ± 7,98		
	13	1832	22,00	109,00	<b>51,08</b> ± 11,50	128,00	188,00	<b>159,06</b> ± 9,11		
	14	1965	22,20	132,60	<b>57,70</b> ± 11,55	122,80	192,30	<b>166,73</b> ± 8,78		
	15	1817	28,00	144,70	<b>63,02</b> ± 11,91	130,00	198,20	<b>171,76</b> ± 8,47		
	16	1633	37,00	139,50	<b>67,08</b> ± 11,62	141,50	205,50	<b>174,96</b> ± 7,84		
	17	1419	42,20	117,80	<b>69,33</b> ± 11,48	146,50	202,50	<b>176,65</b> ± 7,83		
	18	523	39,50	124,30	<b>70,83</b> ± 11,24	148,00	205,00	<b>177,15</b> ± 8,32		
Noies	7	342	17,00	47,30	<b>25,89</b> ± 4,63	108,20	139,00	<b>123,19</b> ± 5,49		
	8	355	17,20	45,70	<b>28,81</b> ± 5,54	109,00	148,30	<b>128,39</b> ± 6,07		
	9	416	18,00	54,50	<b>32,95</b> ± 6,51	111,10	151,50	<b>133,97</b> ± 6,47		
	10	455	21,80	61,00	<b>36,34</b> ± 7,60	120,00	162,50	<b>140,62</b> ± 7,23		
	11	509	24,00	69,00	<b>41,03</b> ± 8,49	131,30	173,10	<b>147,16</b> ± 7,46		
	12	805	26,00	96,60	<b>46,55</b> ± 9,82	130,00	176,50	<b>154,24</b> ± 7,71		
	13	728	31,20	99,50	<b>51,46</b> ± 9,96	134,50	181,50	<b>159,11</b> ± 6,92		
	14	809	31,00	115,10	<b>55,44</b> ± 9,38	139,00	181,50	<b>162,38</b> ± 6,75		
	15	647	31,80	116,00	<b>58,18</b> ± 9,78	143,00	185,20	<b>164,50</b> ± 6,81		
	16	587	34,80	106,50	<b>59,18</b> ± 8,98	138,00	188,00	<b>164,99</b> ± 6,81		
	17	435	34,00	110,00	<b>59,97</b> ± 9,34	143,50	189,70	<b>165,65</b> ± 7,35		
	18	180	25,20	82,50	<b>59,21</b> ± 8,75	125,70	190,50	<b>165,43</b> ± 8,29		

DS: desviació estàndard

Com podem observar a la **Figura 71**, les corbes de creixement de pes i alçada corresponents a nois són progressives gairebé fins als 17-18 anys, l'edat adulta. Si ajustem els dos eixos verticals, el d'alçada entre 120 cm i 190 cm i el del pes entre 20 kg i 80 kg, les dues corbes són, pràcticament, superposables.



**Figura 71.** Corbes de creixement de pes i alçada, en nois.



En el cas de les noies (Figura 72) l'increment no és tan progressiu i les corbes de creixement de pes i alçada comencen a aplanar-se a partir dels 15 anys. Si ajustem els eixos verticals amb els mateixos criteris que amb els nois (Figura 71), podem comprovar com, en el cas de les noies, les corbes de creixement de pes i alçada també són superposables.

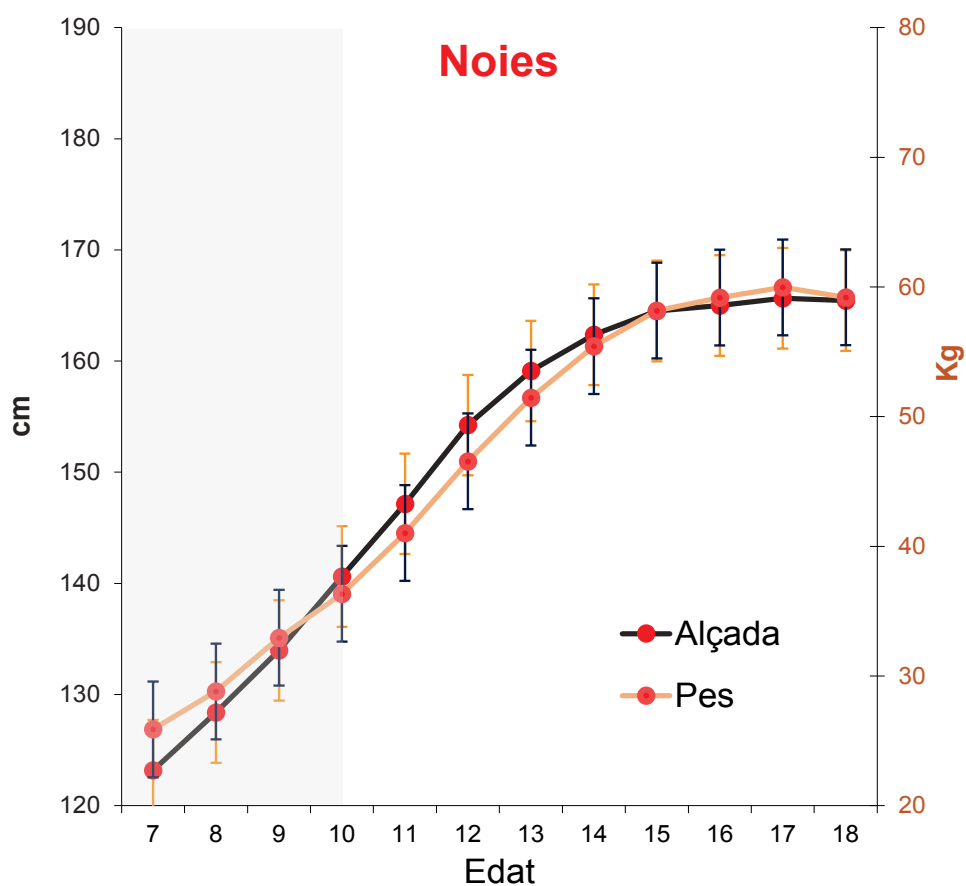


Figura 72. Corbes de creixement de pes i alçada, en noies.

A la **Taula 63** es comparen les dades corresponents a les corbes de creixement del pes de nois i noies.

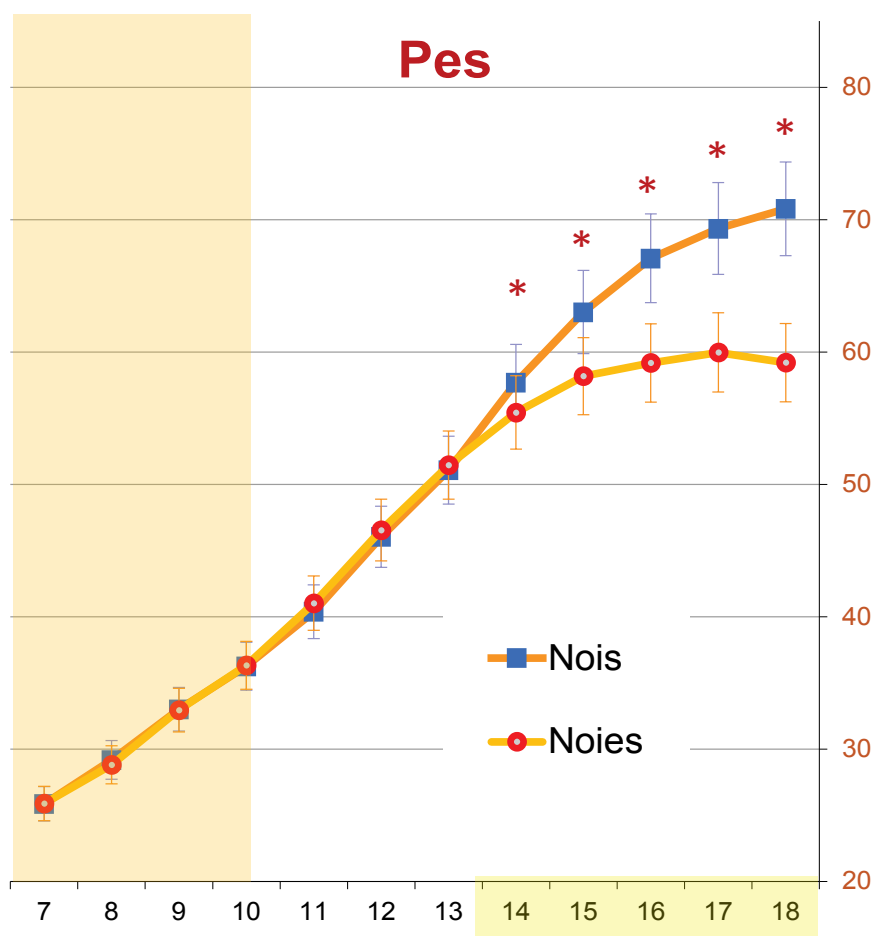
**Taula 63.** Comparativa corbes de creixement de pes (kg), per sexes, en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18.

	Edat	Nois (n=16552)			Noies (n=6268)			p
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
Pes	7	628	<b>25,86</b> ± 4,83		342	<b>25,89</b> ± 4,63	0,938	
	8	886	<b>29,18</b> ± 5,70		355	<b>28,81</b> ± 5,54	0,295	
	9	987	<b>33,01</b> ± 7,11		416	<b>32,95</b> ± 6,51	0,877	
	10	1496	<b>36,27</b> ± 7,71		455	<b>36,34</b> ± 7,60	0,868	
	11	1373	<b>40,38</b> ± 8,90		509	<b>41,03</b> ± 8,49	0,156	
	12	1993	<b>46,05</b> ± 10,34		805	<b>46,55</b> ± 9,82	0,235	
	13	1832	<b>51,08</b> ± 11,50		728	<b>51,46</b> ± 9,96	0,406	
	14	1965	<b>57,70</b> ± 11,55		809	<b>55,44</b> ± 9,38	< 0,001	
	15	1817	<b>63,02</b> ± 11,91		647	<b>58,18</b> ± 9,78	< 0,001	
	16	1633	<b>67,08</b> ± 11,62		587	<b>59,18</b> ± 8,98	< 0,001	
	17	1419	<b>69,33</b> ± 11,48		435	<b>59,97</b> ± 9,34	< 0,001	
	18	523	<b>70,83</b> ± 11,24		180	<b>59,21</b> ± 8,75	< 0,001	

DS: desviació estàndard

Fins als 13 anys, en la població NAT7-18 de nens esportistes, no hi ha diferències significatives en el pes que sí que apareixen a partir del 14 anys (nois: 57,70 kg; noies: 55,44 kg) fins a fer-se màximes als 18 anys (nois: 70,83 kg; noies: 59,21 kg).

Amb les dades anteriors, com podem comprovar a la **Figura 73**, el pes en el cas dels nois es dispara en comparació a la de les noies a partir dels 14 anys.



**Figura 73.** Corbes de creixement de pes, en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, per sexe.

A la **Taula 64** es presenten les diferències d'alçada entre nois i noies, en funció de les edats entre 7 i 18 anys.

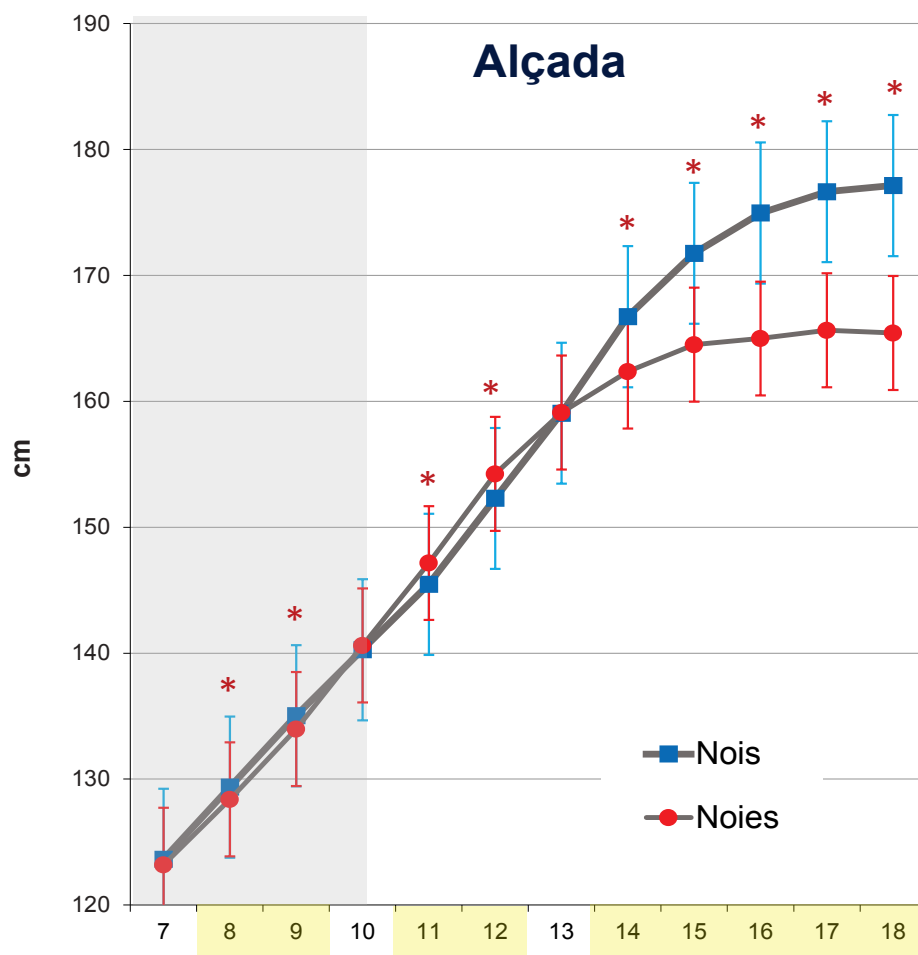
**Taula 64.** Alçada (cm) de cada edat comparada per sexes, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18.

Sexe	Edat	Nois (n=16552)			Noies (n=6268)			p
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
Alçada	7	628	<b>123,63</b> ± 5,53		342	<b>123,19</b> ± 5,49	0,235	
	8	886	<b>129,36</b> ± 6,00		355	<b>128,39</b> ± 6,07	0,011	
	9	987	<b>135,03</b> ± 6,27		416	<b>133,97</b> ± 6,47	0,004	
	10	1496	<b>140,27</b> ± 6,48		455	<b>140,62</b> ± 7,23	0,355	
	11	1373	<b>145,47</b> ± 7,21		509	<b>147,16</b> ± 7,46	< 0,001	
	12	1993	<b>152,29</b> ± 7,98		805	<b>154,24</b> ± 7,71	< 0,001	
	13	1832	<b>159,06</b> ± 9,11		728	<b>159,11</b> ± 6,92	0,884	
	14	1965	<b>166,73</b> ± 8,78		809	<b>162,38</b> ± 6,75	< 0,001	
	15	1817	<b>171,76</b> ± 8,47		647	<b>164,50</b> ± 6,81	< 0,001	
	16	1633	<b>174,96</b> ± 7,84		587	<b>164,99</b> ± 6,81	< 0,001	
	17	1419	<b>176,65</b> ± 7,83		435	<b>165,65</b> ± 7,35	< 0,001	
	18	523	<b>177,15</b> ± 8,32		180	<b>165,43</b> ± 8,29	< 0,001	

DS: desviació estàndard

Inicialment, entre els 7 i 8 anys, hi ha una petita superioritat en l'alçada a favor dels nens, que s'inverteix a favor de les noies, als 11 i 12 anys possiblement pel més ràpid desenvolupament puberal respecte dels nois, però que torna a ser definitivament superior en nois a partir del 14 anys (nois: 166,73 cm; noies: 162,38 cm) que augmenta fins als 18 anys (nois: 177,15 cm; noies: 165,43 cm).

Les dades de la **Taula 64** amb les dades corresponents a les corbes de creixement de l'alçada de nois i noies, es mostren representades a la **Figura 74**.



**Figura 74.** Corbes de creixement d'alçada en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per sexe.

Tant en els nois com en les noies, i en totes les edats, les mitjanes del BMI de la població d'esportistes NAT7-18 estan per sobre dels valors de referència corresponents als *cut-off* de la IOTF (**Taula 65** i Annex F).

**Taula 65.** Comparativa Corbes creixement BMI vs IOTF, en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (n=22820).

Edat	Nois						Noies					
	NAT7-18 (n=16552)					IOTF	NAT7-18 (n=6268)					IOTF
	N	Pes	Alçada	BMI	BMI Cole	BMI	N	Pes	Alçada	BMI	BMI Cole	BMI
7	628	25,86	123,63	<b>16,8</b>	23,0	<b>15,4</b>	342	25,89	123,19	<b>17,0</b>	23,6	<b>15,2</b>
8	886	29,18	129,36	<b>17,3</b>	23,2	<b>15,6</b>	355	28,81	128,39	<b>17,4</b>	23,5	<b>15,5</b>
9	987	33,01	135,03	<b>18,0</b>	23,3	<b>16,0</b>	416	32,95	133,97	<b>18,2</b>	23,8	<b>15,9</b>
10	1496	36,27	140,27	<b>18,3</b>	22,9	<b>16,4</b>	455	36,34	140,62	<b>18,2</b>	22,8	<b>16,4</b>
11	1373	40,38	145,47	<b>18,9</b>	22,9	<b>16,8</b>	509	41,03	147,16	<b>18,8</b>	22,6	<b>17,0</b>
12	1993	46,05	152,29	<b>19,7</b>	23,1	<b>17,3</b>	805	46,55	154,24	<b>19,4</b>	22,4	<b>17,7</b>
13	1832	51,08	159,06	<b>20,0</b>	22,8	<b>17,9</b>	728	51,46	159,11	<b>20,2</b>	22,4	<b>18,4</b>
14	1965	57,70	166,73	<b>20,6</b>	22,7	<b>18,5</b>	809	55,44	162,38	<b>21,0</b>	22,4	<b>19,1</b>
15	1817	63,02	171,76	<b>21,3</b>	22,7	<b>19,1</b>	647	58,18	164,50	<b>21,4</b>	22,2	<b>19,7</b>
16	1633	67,08	174,96	<b>21,9</b>	22,7	<b>19,7</b>	587	59,18	164,99	<b>21,7</b>	22,0	<b>20,2</b>
17	1419	69,33	176,65	<b>22,2</b>	22,4	<b>20,3</b>	435	59,97	165,65	<b>21,8</b>	21,8	<b>20,5</b>
18	523	70,83	177,15	<b>22,5</b>	22,4	<b>20,8</b>	180	59,21	165,43	<b>21,6</b>	21,3	<b>20,8</b>

El BMI Cole es manté gairebé constant per sota de 23, s'incrementa lleugerament en nois als 11, 12 i 13 anys i en noies al 9 i 10 anys, per baixar lleugerament al llarg de l'adolescència.

Al classificar categòricament el nois per cada una de les edats entre 7 i 18 anys (Taula 66) podem valorar les diferències entre les dades resultants d'aplicar BMI (INSO) i NAT (INSO).

Al final de la taula s'han representat les diferències percentuals entre les diferents categories INSO (BMI-NAT), en codis de colors (verds: diferències positives; vermells: diferències negatives).

**Taula 66.** Classificacions INSO en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18, per edats, en nois.

Edat	BMI (INSO) per edats, en nois (N=16552)						NAT (INSO) per edats, en nois (N=12600)						% Dif. INSO entre BMI - NAT											
	Infrapès		Normopès		Sobrepès		Obesitat		Total		Infragreix		Normogreix		Sobregreix		Obesitat		Total		I	N	S	O
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%				
7	51 (8,1%)	417 (66,4%)	109 (17,4%)	51 (8,1%)	628	122 (21,9%)	422 (75,6%)	12 (2,2%)	2 (0,4%)	558 (88,9%)	-13,7%	-9,2%	15,2%	7,8%										
8	67 (7,6%)	561 (63,3%)	194 (21,9%)	64 (7,2%)	886	117 (15,1%)	620 (79,8%)	30 (3,9%)	10 (1,3%)	777 (87,7%)	-7,5%	-16,5%	18,0%	5,9%										
9	58 (5,9%)	631 (63,9%)	220 (22,3%)	78 (7,9%)	987	103 (11,7%)	691 (78,3%)	67 (7,6%)	21 (2,4%)	882 (89,4%)	-5,8%	-14,4%	14,7%	5,5%										
10	108 (7,2%)	984 (65,8%)	329 (22,0%)	75 (5,0%)	1496	119 (9,1%)	1013 (77,2%)	132 (10,1%)	48 (3,7%)	1312 (87,7%)	-1,9%	-11,4%	11,9%	1,4%										
11	104 (7,6%)	894 (65,1%)	304 (22,1%)	71 (5,2%)	1373	64 (5,7%)	853 (76,6%)	138 (12,4%)	59 (5,3%)	1114 (81,1%)	1,8%	-11,5%	9,8%	-0,1%										
12	140 (7,0%)	1302 (65,3%)	442 (22,2%)	109 (5,5%)	1993	63 (4,1%)	1142 (74,5%)	210 (13,7%)	118 (7,7%)	1533 (76,9%)	2,9%	-9,2%	8,5%	-2,2%										
13	127 (6,9%)	1245 (68,0%)	378 (20,6%)	82 (4,5%)	1832	46 (3,5%)	1034 (78,5%)	147 (11,2%)	91 (6,9%)	1318 (71,9%)	3,4%	-10,5%	9,5%	-2,4%										
14	120 (6,1%)	1402 (71,3%)	368 (18,7%)	75 (3,8%)	1965	30 (2,1%)	1182 (83,7%)	117 (8,3%)	83 (5,9%)	1412 (71,9%)	4,0%	-12,4%	10,4%	-2,1%										
15	103 (5,7%)	1310 (72,1%)	342 (18,8%)	62 (3,4%)	1817	11 (0,9%)	1005 (82,9%)	136 (11,2%)	61 (5,0%)	1213 (66,8%)	4,8%	-10,8%	7,6%	-1,6%										
16	74 (4,5%)	1232 (75,4%)	272 (16,7%)	55 (3,4%)	1633	12 (1,1%)	932 (85,1%)	97 (8,9%)	54 (4,9%)	1095 (67,1%)	3,4%	-9,7%	7,8%	-1,6%										
17	59 (4,2%)	1106 (77,9%)	204 (14,4%)	50 (3,5%)	1419	6 (0,6%)	845 (85,4%)	82 (8,3%)	56 (5,7%)	989 (69,7%)	3,6%	-7,5%	6,1%	-2,1%										
18	23 (4,4%)	408 (78,0%)	80 (15,3%)	12 (2,3%)	523	3 (0,8%)	345 (86,9%)	33 (8,3%)	16 (4,0%)	397 (75,9%)	3,6%	-8,9%	7,0%	-1,7%										
	1034	11492	3242	784	16552	696	10084	1201	619	12600														

Fins als 10 anys, el BMI (INSO) infraestima (-13,7%) els nois amb Infrapès (8,1%) respecte a la categoria de InfraGreix (21,9%), i sobreestima l'Obesitat (+7,8%) i, especialment sobreestima (+15,2%) el Sobrepès (17,4%) respecte del SobreGreix (2,2%).

Al voltant dels 11 anys s'inverteixen les dades i, al llarg de tota l'adolescència el BMI (INSO) sobreestima (fins al +4,8% als 15 anys) l'Infrapès respecte del InfraGreix, i infraestima l'Obesitat respecte de l'OverGreix (-2,4% als 13 anys).

El Sobrepès respecte al SobreGreix, en els esportistes masculins, es sobreestima a totes les edats, especialment abans dels 10-11 anys (fins a un màxim del +18,0% als 8 anys), amb una certa estabilització al llarg de l'adolescència.

Finalment, el Normopès queda infraestimat respecte del NormoGreix a totes les edats, especialment abans dels 10 anys (-16,5% als 8 anys).

Les dades anteriors les podem veure representades gràficament a la [Figura 75](#).

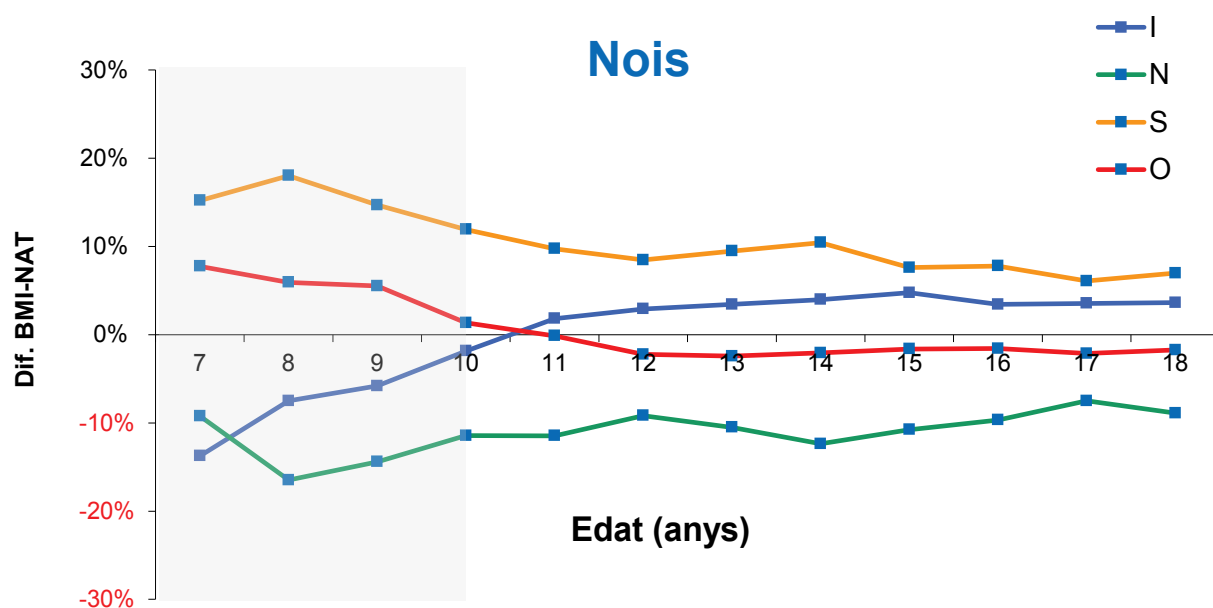


Figura 75. Diferència de freqüències entre categories BMI (INSO)- NAT (INSO), per edats, en nois.

Les diferències de freqüències per edats en les classificacions INSO (BMI i NAT) de les noies esportistes de NAT7-18 es mostren a la [Taula 67](#).





En el cas de les noies esportistes, sobre els 9-10 anys, hi ha una sobreestimació progressiva de Infrapès respecte de InfraGreix, amb un petit pic als 12 anys (+8,0%), augmentant al llarg del tot el període de creixement (màxima als 18 anys, +13,3%),

Sobre els 10 anys, un any abans que en els nois, també es produeix la inversió de les corbes de l'Obesitat respecte de la d'Infrapès. A partir dels 11 anys es produeix una infraestimació d'Obesitat respecte de OverGreix (fins -3,9% als 18 anys).

La sobreestimació del Sobrepès respecte del SobreGreix en noies esportistes és molt important abans dels 10 anys (fins 22,7% als 8 anys) i baixa lentament de forma progressiva fins a l'edat adulta (-2,6% als 17 anys).

En edats infantils, especialment abans dels 10 anys, el BMI (INSO) infraestima de forma molt notable el Normopès (-29,2% als 8 anys) respecte del NAT (INSO) i, a l'augmentar l'edat, es redueix aquesta infraestimació que, no obstant, es manté al llarg de l'adolescència (-2,4% als 17 anys).

La representació gràfica de les dades de les noies (Taula 67) correspon a la [Figura 76](#).

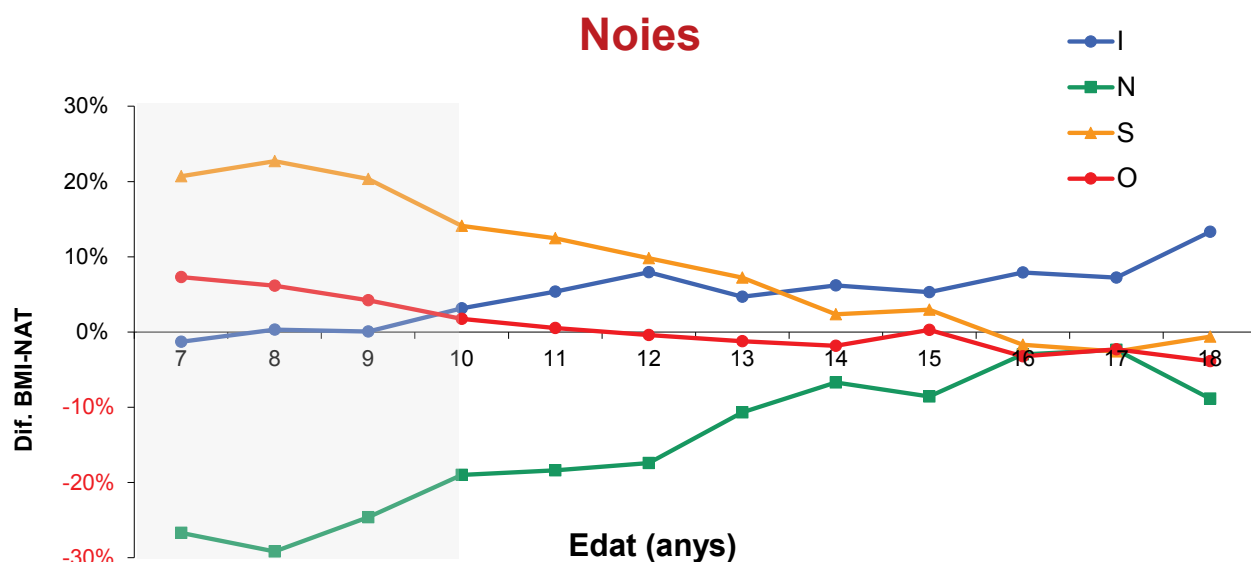


Figura 76. Diferència de freqüències entre categories BMI (INSO)- NAT (INSO), per edats, en noies.

Pot resultar interessant remarcar la sobreestimació d'Infrapès que fa el BMI (INSO) en noies. En realitat, algunes d'aquestes noies tenen més %Greix i menys %Múscul, el que significa pesar menys donada la menor densitat del greix respecte del múscul. També haurem de tenir en compte que, en alguns casos, pot passar el contrari, noies que pesen més per tenir més %Múscul poden ser classificades com a sobrepès. En ambdues situacions, caldria tenir aquesta possibilitat en compte per tal d'evitar, detectar i/o tractar els trastorns de la imatge corporal, com l'anorèxia, la bulímia, etc.

A la **Taula 68** es mostren les diferències de comportament del BMI Cole respecte del %GreixNAT al llarg del creixement, entre 7 a 18 anys, dels nens esportistes en NAT7-18, per sexe.

**Taula 68.** Corbes creixement BMI Cole i %GreixNAT en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys (NAT7-18).

Sexe	Edat	BMI Cole (N=22820)				%Greix NAT (N=17290)			
		N	Mínim	Màxim	Mitjana DS	N	Mínim	Màxim	Mitjana DS
Nois	7	628	17,02	44,39	23,04 ± 4,22	558	8,25	22,43	10,78 ± 2,56
	8	886	15,03	39,82	23,20 ± 3,99	777	8,17	25,39	11,50 ± 3,10
	9	987	15,50	41,18	23,33 ± 4,19	882	8,25	29,08	12,23 ± 3,74
	10	1496	15,38	41,52	22,87 ± 3,79	1312	7,35	31,70	12,80 ± 4,06
	11	1373	16,71	40,77	22,93 ± 3,78	1114	7,76	30,88	13,59 ± 4,33
	12	1993	16,25	37,99	23,07 ± 3,77	1533	8,33	31,70	14,14 ± 4,57
	13	1832	15,39	39,69	22,76 ± 3,58	1318	7,88	30,39	13,67 ± 4,37
	14	1965	16,64	41,49	22,68 ± 3,36	1412	8,45	30,88	13,24 ± 4,07
	15	1817	15,17	44,71	22,69 ± 3,33	1213	8,41	31,82	13,31 ± 4,09
	16	1633	15,99	43,26	22,66 ± 3,35	1095	8,66	30,88	13,14 ± 3,95
Noies	7	342	16,85	41,37	23,63 ± 4,12	336	8,49	27,19	11,58 ± 2,81
	8	355	15,08	36,92	23,50 ± 4,09	345	8,41	23,50	12,07 ± 3,15
	9	416	17,48	35,96	23,80 ± 3,84	401	8,41	25,71	13,14 ± 3,71
	10	455	16,32	41,31	22,84 ± 3,74	410	8,33	30,88	13,13 ± 3,91
	11	509	15,82	35,46	22,63 ± 3,44	438	8,66	28,01	13,39 ± 3,74
	12	805	16,28	36,71	22,39 ± 3,30	590	8,58	27,60	13,67 ± 3,61
	13	728	16,50	36,75	22,38 ± 3,24	471	8,45	24,57	13,83 ± 3,64
	14	809	15,96	42,52	22,39 ± 3,08	535	8,41	24,81	14,50 ± 3,50
	15	647	16,61	40,03	22,24 ± 3,08	371	8,49	23,50	14,10 ± 3,23
	16	587	15,47	39,01	22,04 ± 3,01	373	8,33	25,55	15,01 ± 3,66
17	435	15,89	40,75	21,76 ± 2,88	291	8,66	23,50	14,75 ± 3,51	
18	180	16,05	29,51	21,32 ± 2,60	129	9,23	23,50	14,42 ± 3,37	

DS: desviació estàndard

En el cas dels nois (**Figura 77**) podem comprovar que el BMI Cole presenta una tendència descendent al llarg de les diferents edats (BMI Cole: 23,04 als 7 anys; BMI Cole: 22,37 als 18 anys), amb petits pics als 9 anys (BMI Cole: 23,33) i als 12 anys (BMI Cole: 23,07).

El comportament del %GreixNAT és completament diferent. En els nois esportistes el %GreixNAT és molt baix als 7 anys (10,78%) i creix molt ràpid fins als 12 anys (14,14%), seguit d'un lleuger descens mantingut, i paral·lel al BMI Cole, fins als 18 anys (13,06%).

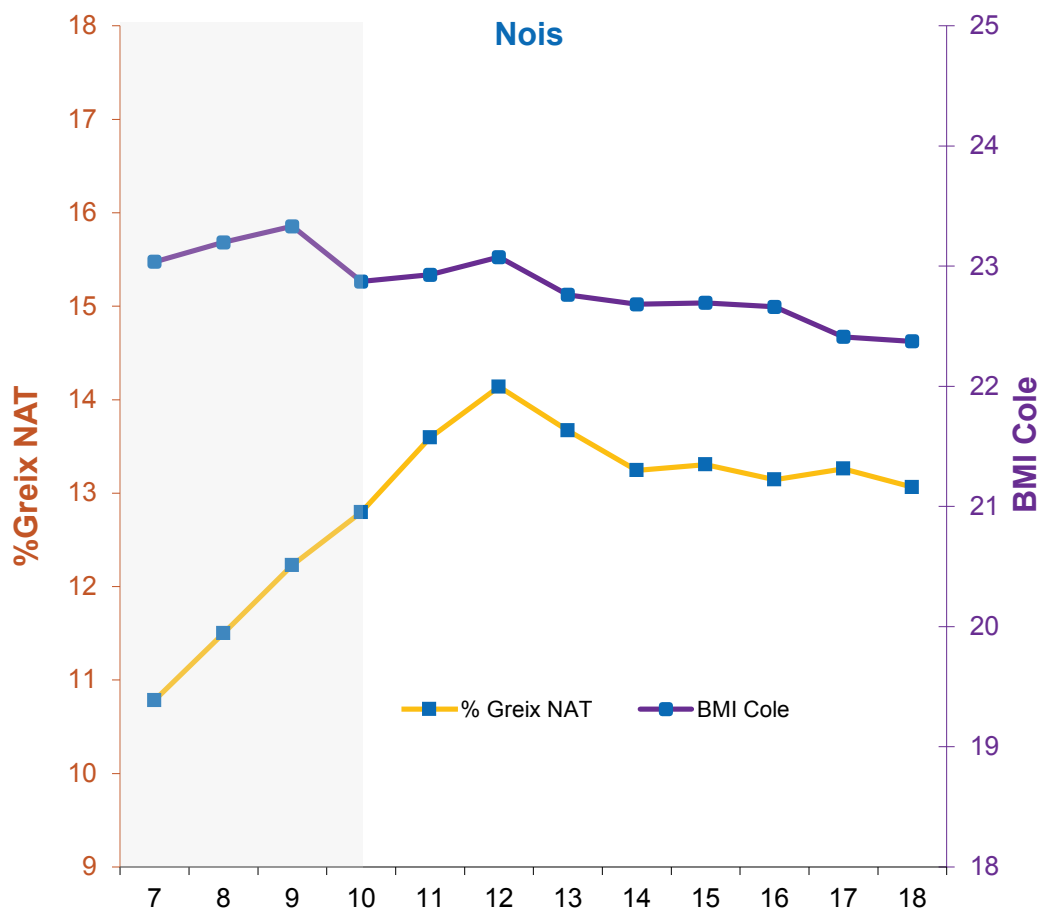


Figura 77. Comparativa entre %Greix NAT i BMI Cole en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, per edats, en nois.

En el cas de les noies (Figura 78) el comportament de les corbes del BMI Cole i %GreixNAT és diferent. El BMI Cole és molt més elevat a les primeres edats (BMI Cole: 23,80 als 9 anys) i, encara que apareix un petit pic (BMI Cole: 23,33 als 9 anys) es produeix un descens continuat fins a l'edat adulta (BMI Cole: 21,32 als 18 anys).

El %GreixNAT és molt baix a les edats inicials (11,58% als 7 anys) i manté un comportament creixent fins al final de l'adolescència (amb un màxim de 15,01% als 16 anys).

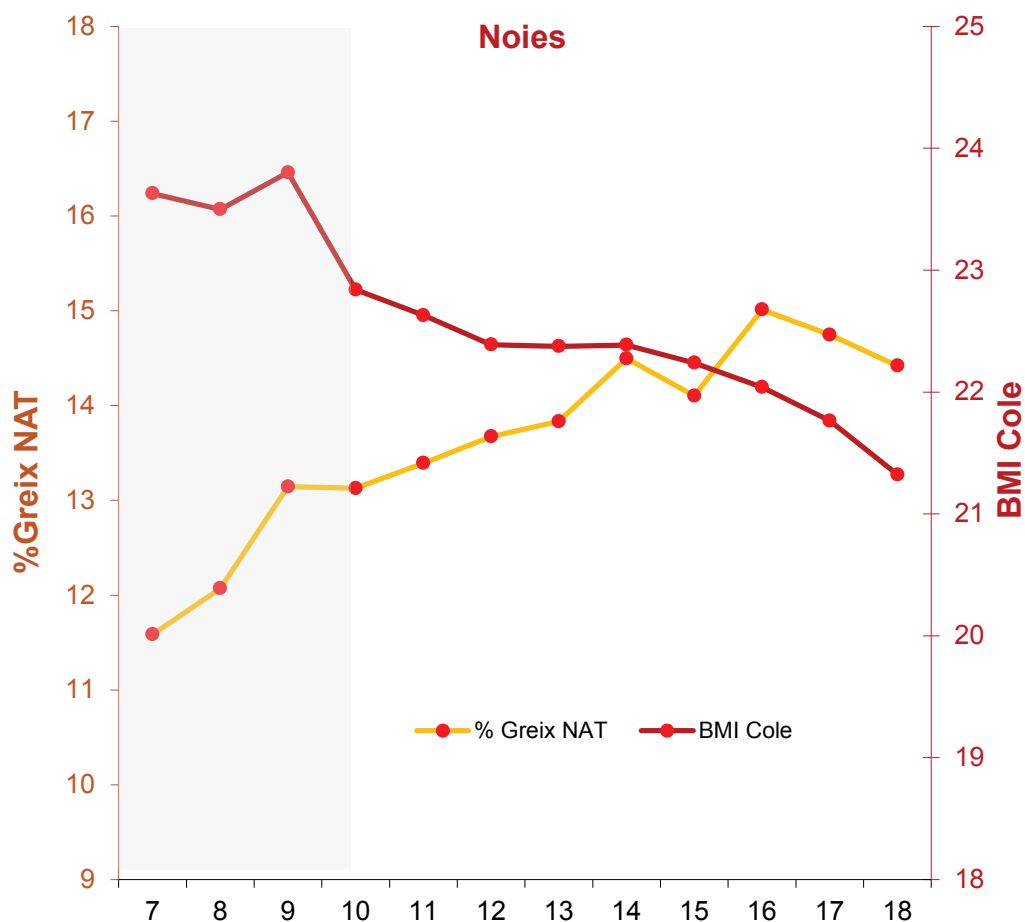


Figura 78. Comparativa entre %Greix NAT i BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per edats, en noies.

Atenent al BMI Cole podríem concloure que les noies amb un menor BMI Cole en l'adolescència tindrien un menor índex d'obesitat (segons SEEDO, IOTF, OMS) quan en realitat pesen menys al tenir major percentatge de greix, la qual cosa pot ser molt important per plantejar i implantar polítiques específiques d'increment de l'activitat física, en funció del gènere.

Les diferències significatives en el comportament del BMI Cole en nois i noies les podem valorar a la **Taula 69**. En els dos sexes es produeix un descens progressiu del BMI Cole fins a les edats adultes. El descens és significativament més important en noies, especialment a partir dels 12 anys, com podem veure a la **Figura 79**.

**Taula 69.** Corbes de creixement BMI Cole en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys, per sexes.

	Edat	Nois (n=16552)			Noies (n=6268)			p
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
BMI Cole	7	628	23,04	± 4,22	342	23,63	± 4,12	0,036
	8	886	23,20	± 3,99	355	23,50	± 4,09	0,233
	9	987	23,33	± 4,19	416	23,80	± 3,84	0,050
	10	1496	22,87	± 3,79	455	22,84	± 3,74	0,874
	11	1373	22,93	± 3,78	509	22,63	± 3,44	0,104
	12	1993	23,07	± 3,77	805	22,39	± 3,30	0,000
	13	1832	22,76	± 3,58	728	22,38	± 3,24	0,008
	14	1965	22,68	± 3,36	809	22,39	± 3,08	0,025
	15	1817	22,69	± 3,33	647	22,24	± 3,08	0,002
	16	1633	22,66	± 3,35	587	22,04	± 3,01	0,000
	17	1419	22,41	± 3,13	435	21,76	± 2,88	0,000
	18	523	22,37	± 3,03	180	21,32	± 2,60	0,000

DS: desviació estàndard

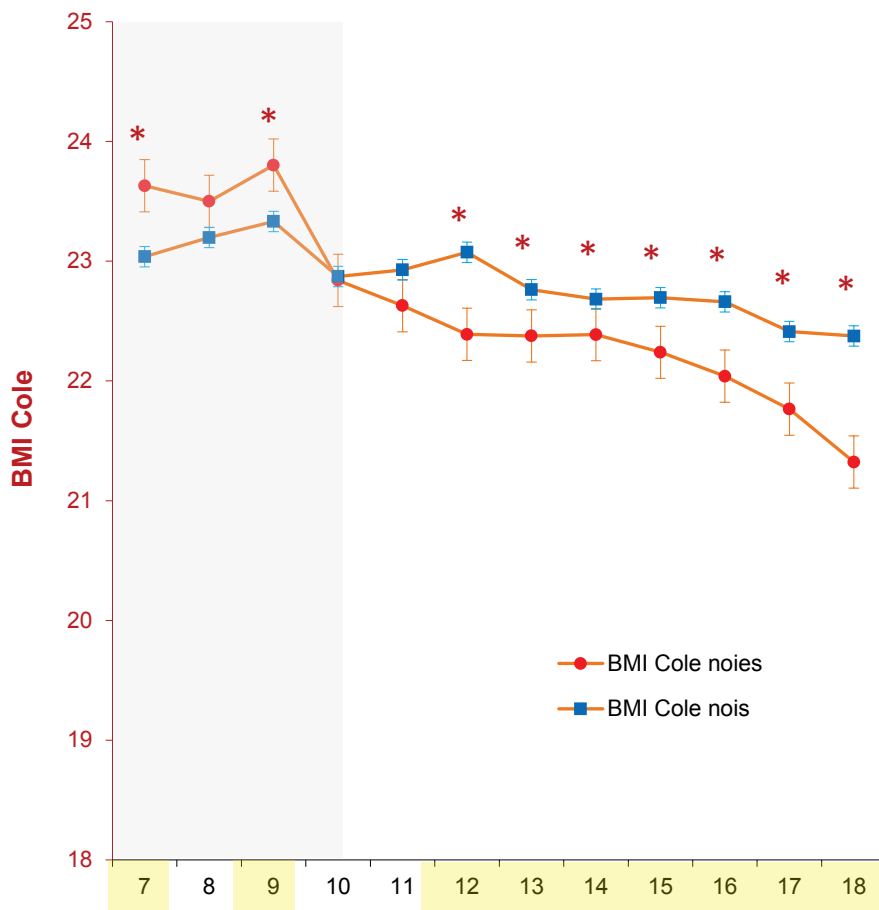


Figura 79. Comparativa BMI Cole en la subpoblació de nens esportistes de 7 a 18 anys, per edats i sexe.

A la **Taula 70** i, gràficament, a la **Figura 80**, podem comparar el comportament del %Greix NAT entre els dos sexes, en el nens esportistes de la població NAT7-18, al llarg del seu període de creixement fins a l'edat adulta.

En els nois es produeix un creixement gairebé progressiu des dels 7 anys (10,78%) fins als 16-17 anys (13,26%), passant per un pic intermedi als 12 anys (14,14%).

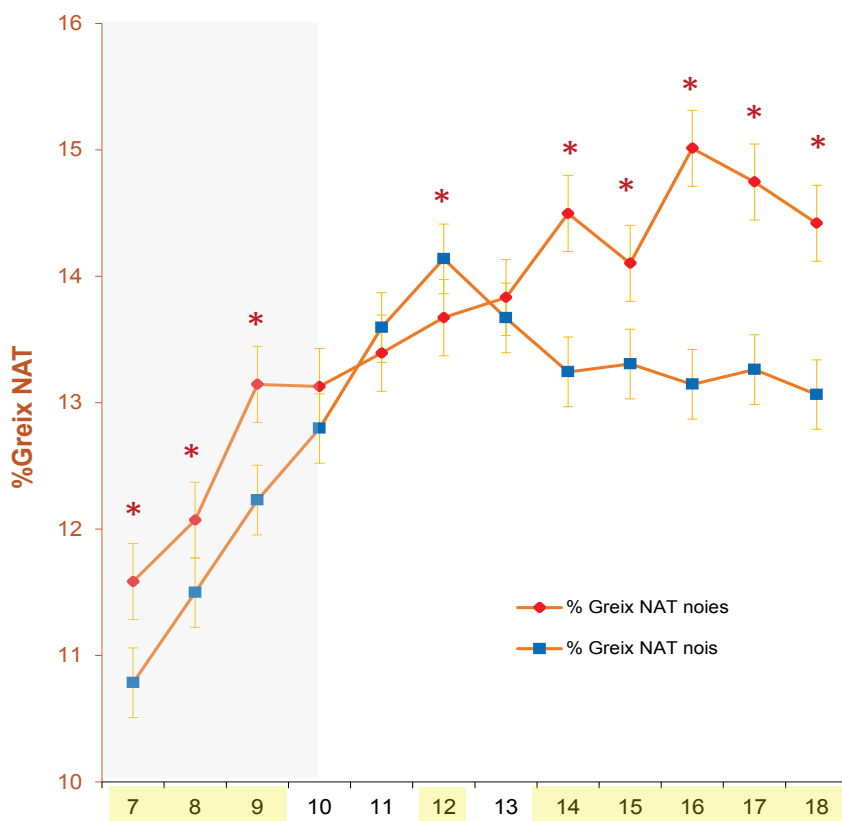
El comportament del %Greix NAT en noies és diferent. Amb valors més baixos els 7 anys (11,58%) s'incrementa de forma progressiva fins a un màxim als 16 anys (14,75%).



**Taula 70.** Corbes de creixement %Greix NAT, per sexes, en la sub població de nens esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18

	Edat	Nois (n=16552)			Noies (n=6268)			p
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
%Greix NAT	7	558	10,78 ± 2,56	336	11,58 ± 2,81	0,000		
	8	777	11,50 ± 3,10	345	12,07 ± 3,15	0,005		
	9	882	12,23 ± 3,74	401	13,14 ± 3,71	0,000		
	10	1312	12,80 ± 4,06	410	13,13 ± 3,91	0,145		
	11	1114	13,59 ± 4,33	438	13,39 ± 3,74	0,359		
	12	1533	14,14 ± 4,57	590	13,67 ± 3,61	0,014		
	13	1318	13,67 ± 4,37	471	13,83 ± 3,64	0,433		
	14	1412	13,24 ± 4,07	535	14,50 ± 3,50	0,000		
	15	1213	13,31 ± 4,09	371	14,10 ± 3,23	0,000		
	16	1095	13,14 ± 3,95	373	15,01 ± 3,66	0,000		
	17	989	13,26 ± 3,90	291	14,75 ± 3,51	0,000		
	18	397	13,06 ± 3,71	129	14,42 ± 3,37	0,000		

DS: desviació estàndard



**Figura 80.** Comparativa %Greix NAT, per edats i sexe.

## 5.6.4 %GreixNAT i NAT (INSO) per dècades

### 5.6.4.1 Nois

Els valors de la **Taula 71** mostren les corbes de creixements corresponents al Pes dels esportistes masculins de NAT7-18 al llarg de les dues dècades d'estudi (D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012). El creixement en el pes dels nois és similar fins als 10 anys però, a partir dels 11 anys és significativament superior en la D00 (70,56 kg als 17 anys) respecte de la D90 (67,87 kg als 17 anys), tal com queda representat a la **Figura 81**.

**Taula 71.** Corbes de creixement de pes, per dècades, en la població de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552).

Edat	D90 (n=8254)			D00 (n=8298)			p
	N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
7	456	25,63 ± 4,58		172	26,49 ± 5,40		0,065
8	571	29,16 ± 5,81		315	29,23 ± 5,51		0,844
9	582	33,26 ± 7,31		405	32,66 ± 6,81		0,196
10	764	36,36 ± 7,58		732	36,17 ± 7,85		0,624
11	713	39,88 ± 8,63		660	40,93 ± 9,16		0,029
12	946	44,61 ± 9,49		1047	47,34 ± 10,88		<0,001
13	880	49,81 ± 10,95		952	52,25 ± 11,88		<0,001
14	941	56,05 ± 10,61		1024	59,23 ± 12,17		<0,001
15	794	62,02 ± 11,04		1023	63,80 ± 12,50		0,001
16	736	65,84 ± 10,48		897	68,10 ± 12,38		<0,001
17	647	67,87 ± 9,95		772	70,56 ± 12,50		<0,001
18	224	70,38 ± 9,84		299	71,16 ± 12,19		0,421

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard

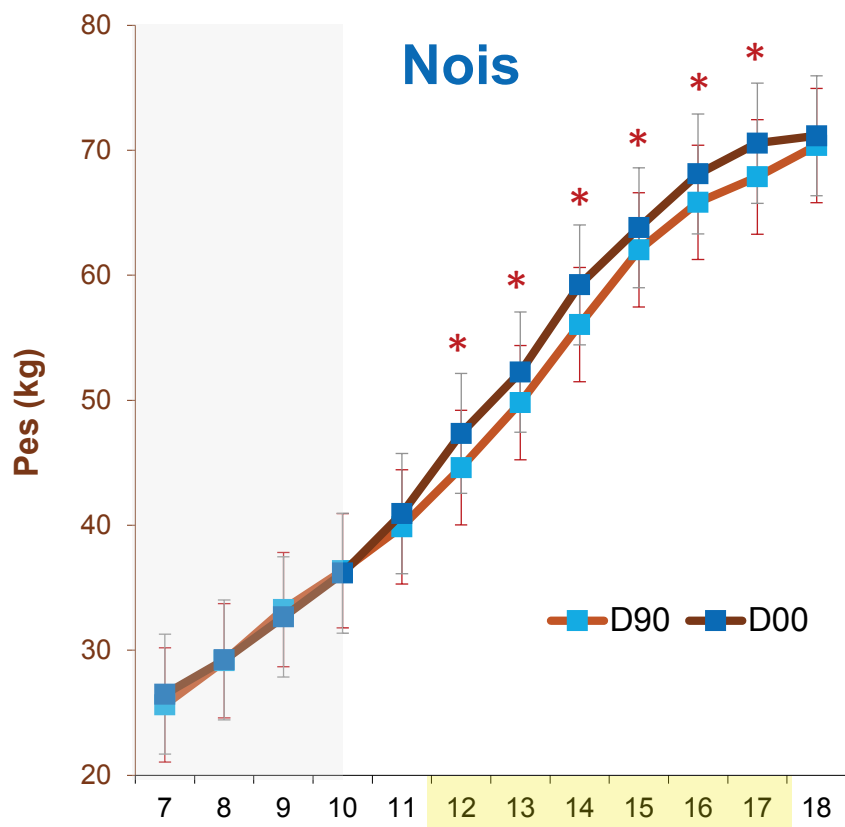


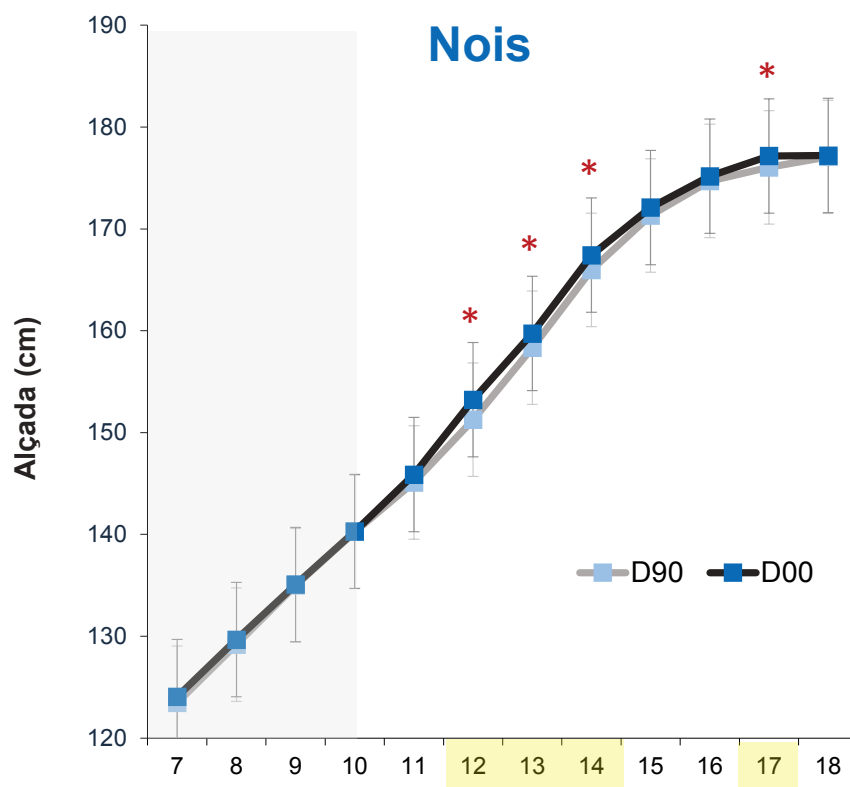
Figura 81. Corbes de creixement de pes, en la població de nois esportistes de 7 a 18 anys, per dècades.

A la Taula 72 i, gràficament a la Figura 82, es comparen les corbes de creixement de l'alçada dels nois esportistes corresponents a la D90 i D00. Podem comprovar com el creixement en l'alçada és pràcticament superposable fins als 11 anys i a partir dels 12 anys és lleugerament superior, de forma significativa als 17 anys, en la D00 (177,16 cm als 17 anys) respecte la D90 (176,04 cm).

**Taula 72.** Corbes de creixement de Alçada, per dècades, en la subpoblació de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552).

	Edat	D90 (n=8254)			D00 (n=8298)			p
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
Alçada	7	456	123,47	± 5,47	172	124,07	± 5,69	0,226
	8	571	129,19	± 6,20	315	129,66	± 5,60	0,256
	9	582	135,00	± 6,40	405	135,08	± 6,09	0,831
	10	764	140,25	± 6,55	732	140,29	± 6,40	0,911
	11	713	145,11	± 7,17	660	145,87	± 7,23	0,052
	12	946	151,26	± 7,86	1047	153,22	± 7,98	<0,001
	13	880	158,34	± 9,28	952	159,73	± 8,91	0,001
	14	941	165,97	± 9,03	1024	167,42	± 8,49	<0,001
	15	794	171,32	± 8,58	1023	172,10	± 8,38	0,053
	16	736	174,70	± 7,65	897	175,17	± 7,98	0,232
	17	647	176,04	± 7,81	772	177,16	± 7,81	0,007
	18	224	177,07	± 8,23	299	177,20	± 8,41	0,863

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard



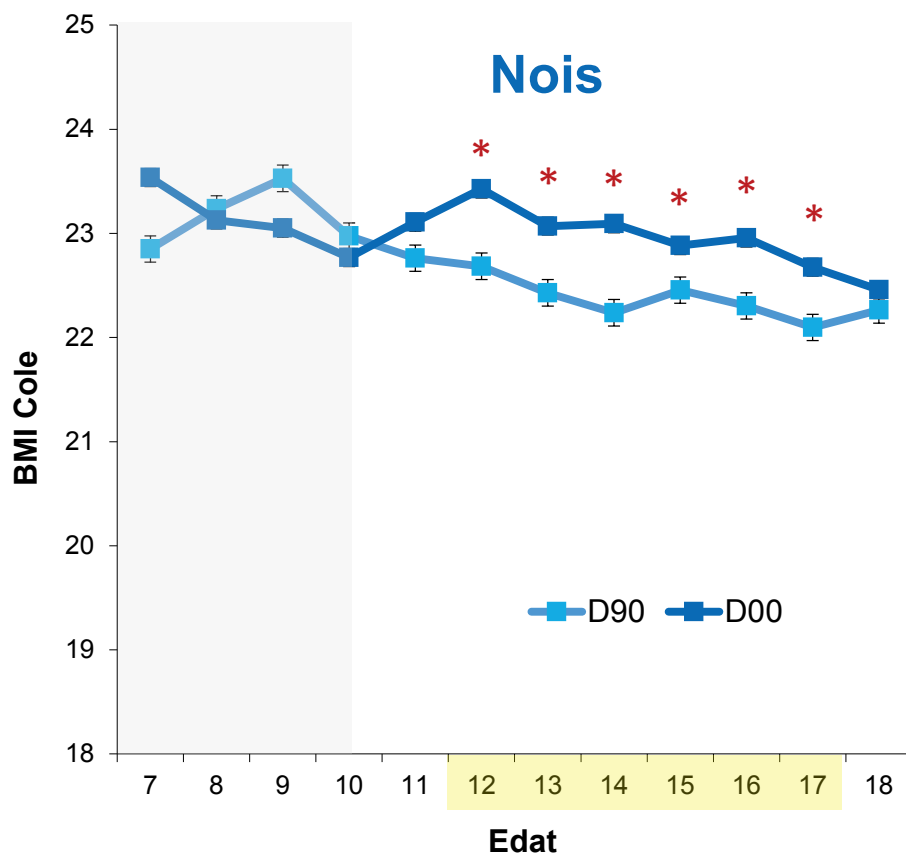
**Figura 82.** Corbes de creixement d'Alçada, en la població de nois esportistes de 7 a 18 anys, per dècades

A la **Taula 73** es compara l'evolució del BMI Cole al llarg de les diferents edats dels nois esportistes de NAT7-18. Encara que es produeix un lleuger descens del BMI Cole al llarg de l'adolescència, en general, a partir dels 11 anys, a la D00 els valors del BMI Cole es mantenen superiors en totes les edats (D90: 22,7 als 12 anys; D00: 23,4 als 12 anys). Les dades es representen a la **Figura 83**.

**Taula 73.** Corbes de creixement BMI Cole, per dècades, en la sub població de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552).

Sexe	Edat	BMI Cole						p
		D90 (n=8254)			D00 (n=8298)			
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
Nois	7	456	22,8	± 4,1	172	23,5	± 4,5	0,084
	8	571	23,2	± 4,0	315	23,1	± 4,0	0,698
	9	582	23,5	± 4,3	405	23,0	± 4,1	0,077
	10	764	23,0	± 3,8	732	22,8	± 3,8	0,293
	11	713	22,8	± 3,7	660	23,1	± 3,9	0,092
	12	946	22,7	± 3,5	1047	23,4	± 3,9	<0,001
	13	880	22,4	± 3,4	952	23,1	± 3,7	<0,001
	14	941	22,2	± 3,0	1024	23,1	± 3,6	<0,001
	15	794	22,5	± 3,0	1023	22,9	± 3,5	0,006
	16	736	22,3	± 3,0	897	23,0	± 3,6	<0,001
	17	647	22,1	± 2,7	772	22,7	± 3,4	<0,001
18	224	22,3	± 2,7	299	22,5	± 3,2	0,467	

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard



**Figura 83.** Corbes de creixement del BMI Cole en la sub població de nens esportistes de 7 a 8 anys, en nois, per dècades.

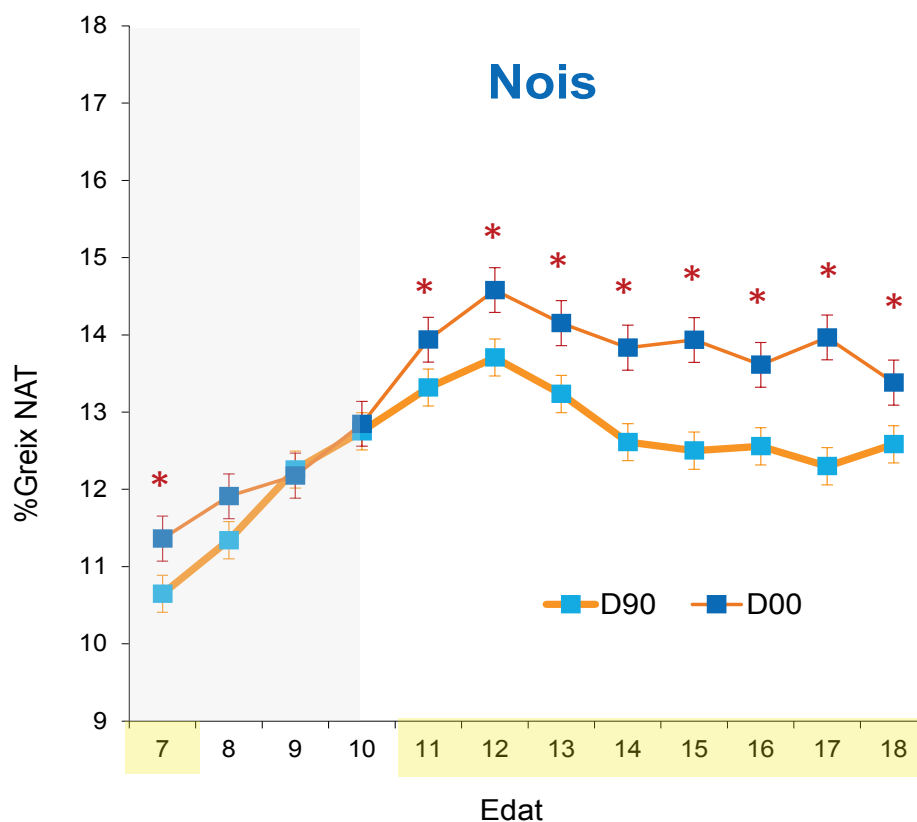
Finalment es representen els valors del %GreixNAT en els nois esportistes, comparant les corbes de creixement corresponents a les dues dècades de l'estudi (Taula 74).

En les dues dècades es produeix un fort increment del %GreixNAT que arriba a un màxim sobre els 12 anys, especialment els de la D00 (D90: 13,7%, D00: 14,6%). Els valors de GreixNAT baixen al llarg de l'adolescència i s'estabilitzen a partir dels 15 anys, mantenint-se sempre superiors als de la segona dècada (D90: 12,3%; D00: 14,0%). Les corbes de les dues Dècades es representen a la Figura 84.

**Taula 74.** Corbes de creixement %Greix NAT en la sub població de nois esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=16552) , per dècades.

Edat	%Greix NAT						p
	D90 (n=6647)			D00 (n=5953)			
	N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
7	451	10,6	± 2,5	107	11,4	± 2,9	0,019
8	562	11,3	± 3,0	215	11,9	± 3,4	0,031
9	576	12,3	± 3,9	306	12,2	± 3,5	0,764
10	703	12,8	± 4,1	609	12,8	± 4,0	0,666
11	615	13,3	± 4,4	499	13,9	± 4,2	0,017
12	775	13,7	± 4,7	758	14,6	± 4,4	<0,001
13	691	13,2	± 4,3	627	14,2	± 4,4	<0,001
14	682	12,6	± 3,9	730	13,8	± 4,2	<0,001
15	531	12,5	± 3,8	682	13,9	± 4,2	<0,001
16	485	12,6	± 3,9	610	13,6	± 3,9	<0,001
17	418	12,3	± 3,3	571	14,0	± 4,2	<0,001
18	158	12,6	± 3,6	239	13,4	± 3,7	0,036

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard



**Figura 84.** Corbes de creixement del %Greix NAT, en nois, per dècades.

### 5.6.4.2 Noies

El comportament del pes al llarg de les diferents edats de creixement, a les dues dècades estudiades, de les noies de NAT7-18, es presenten a la **Taula 75** i la **Figura 85**. De forma similar al que passava amb els nois, el pes de les noies esportistes de la D00 és significativament superior (uns 2 kg) respecte de la D90, especialment a partir dels 12 anys (D90: 45,40 kg; D00: 47,89 kg) igualant-se i fins i tot es produeix una lleugera inversió a partir dels 16 anys.

**Taula 75.** Corbes de creixement de pes, per dècades, en la subpoblació de noies esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=6268).

	Edat	D90 (n=3908)			D00 (n=2360)			p
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
Pes	7	305	26,04 ± 4,54	37	24,67 ± 5,20	0,091		
	8	298	28,89 ± 5,59	57	28,40 ± 5,26	0,544		
	9	338	32,76 ± 6,63	78	33,81 ± 5,90	0,199		
	10	343	36,10 ± 7,62	112	37,07 ± 7,53	0,239		
	11	354	40,56 ± 8,09	155	42,09 ± 9,27	0,061		
	12	432	45,40 ± 9,35	373	47,89 ± 10,19	<0,001		
	13	412	50,53 ± 9,28	316	52,66 ± 10,67	0,004		
	14	448	54,73 ± 8,76	361	56,32 ± 10,04	0,016		
	15	325	57,34 ± 8,73	322	59,03 ± 10,67	0,028		
	16	317	58,99 ± 8,83	270	59,39 ± 9,17	0,592		
	17	238	60,98 ± 9,84	197	58,75 ± 8,56	0,013		
18	98	60,01 ± 9,16	82	58,25 ± 8,19	0,180			

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard



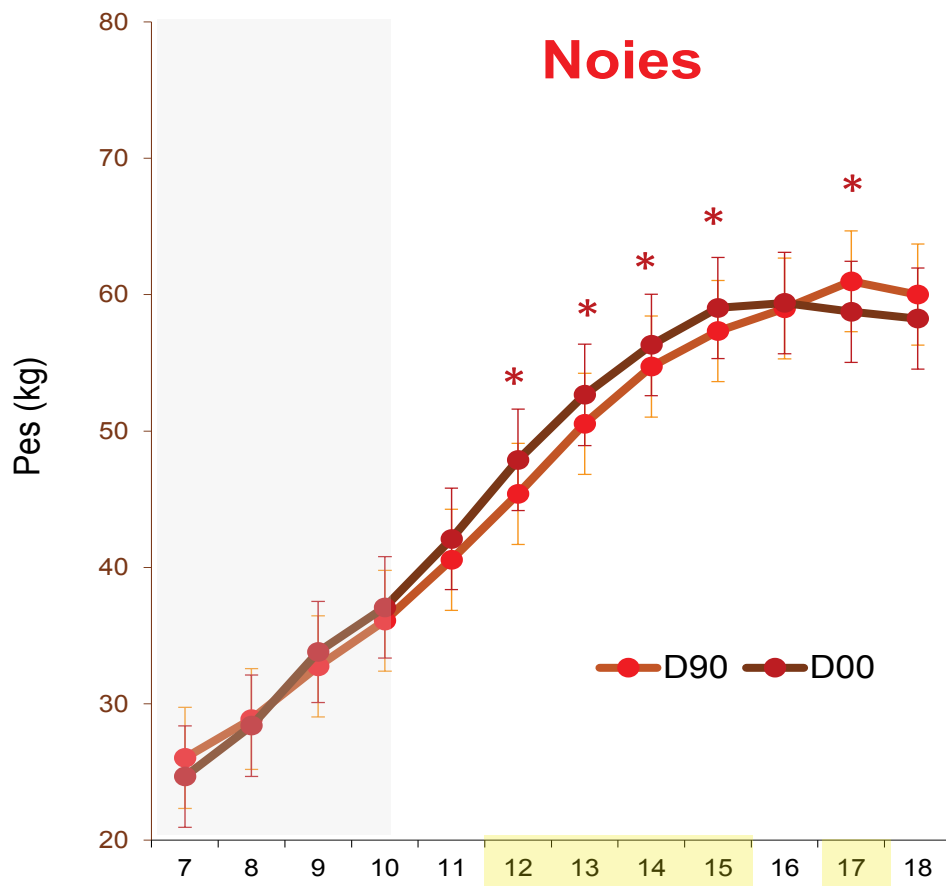


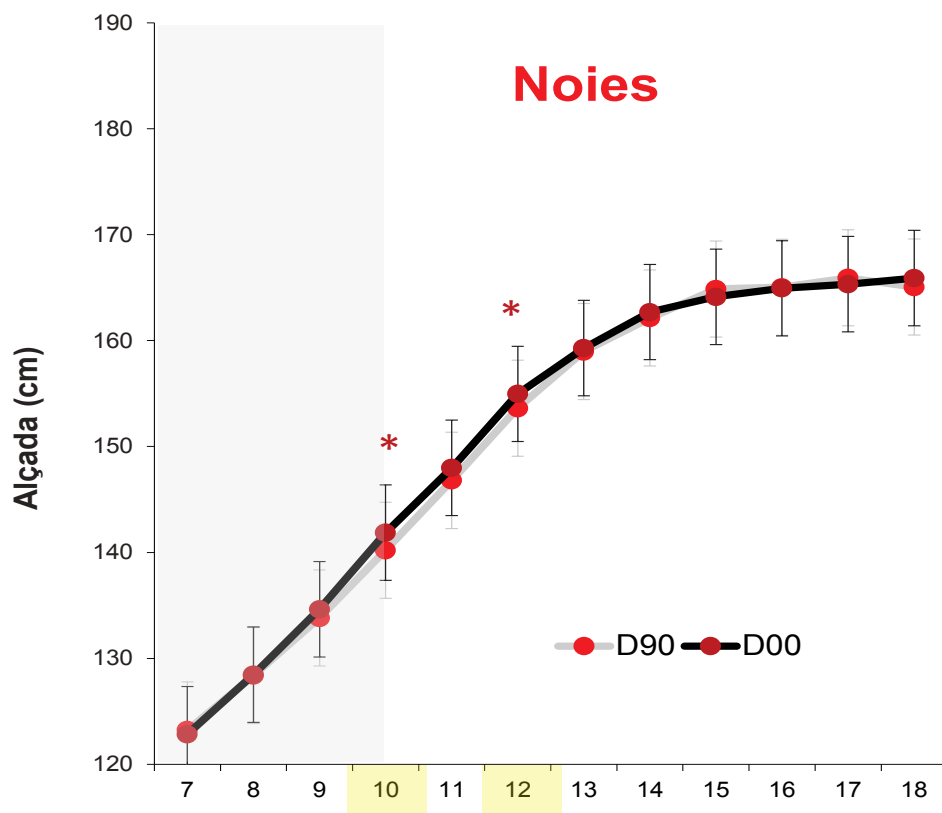
Figura 85. Corbes de creixement del Pes, en noies, per dècades.

Les corbes de creixement de l'Alçada de les noies esportistes de NAT7-18 al llarg de les dues dècades (Taula 76) son gairebé superposables, sense diferències significatives en la majoria de les edats, amb alguna excepció puntual. Figura 86

**Taula 76.** Corbes de creixement d'alçada, per dècades, en la sub població de noies esportistes de 7 a 18 anys NAT7-18 (N=6268).

	Edat	D90 (n=3908)			D00 (n=2360)			p
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
Alçada	7	305	123,23 ± 5,45	37	122,85 ± 5,90	0,686		
	8	298	128,38 ± 6,11	57	128,46 ± 5,93	0,923		
	9	338	133,82 ± 6,63	78	134,64 ± 5,69	0,315		
	10	343	140,22 ± 7,13	112	141,86 ± 7,41	0,036		
	11	354	146,80 ± 7,46	155	147,98 ± 7,41	0,099		
	12	432	153,62 ± 8,06	373	154,97 ± 7,22	0,013		
	13	412	158,97 ± 7,31	316	159,29 ± 6,39	0,529		
	14	448	162,12 ± 7,14	361	162,69 ± 6,24	0,226		
	15	325	164,87 ± 7,00	322	164,13 ± 6,60	0,171		
	16	317	165,04 ± 7,24	270	164,94 ± 6,27	0,854		
	17	238	165,92 ± 7,85	197	165,32 ± 6,71	0,394		
	18	98	165,05 ± 8,68	82	165,89 ± 7,82	0,497		

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard



**Figura 86.** Corbes de creixement de l'Alçada, en noies, per dècades.

Igual que en els nois, les corbes de creixement del BMI Cole en noies presenten una tendència descendent en les dues dècades (**Taula 77**). A partir dels 12 anys les noies de la D00 mostren un BMI Cole superior a les de la D90, encara que a partir dels 16 anys el BMI Cole de les noies de la D00 baixa per sota del de la D90, tal com es pot veure gràficament a la **Figura 87**.

**Taula 77.** Corbes de creixement BMI Cole, per dècades, en la població de noies esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18 (N=6268).

	Edat	BMI Cole						p
		D90 (n=3908)			D00 (n=2360)			
		N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
Noies	7	305	23,8	± 4,1	37	22,2	± 4,0	0,025
	8	298	23,6	± 4,1	57	23,1	± 4,0	0,379
	9	338	23,7	± 3,9	78	24,2	± 3,4	0,297
	10	343	22,9	± 3,9	112	22,8	± 3,3	0,891
	11	354	22,5	± 3,3	155	22,9	± 3,7	0,271
	12	432	22,0	± 3,1	373	22,8	± 3,5	0,001
	13	412	22,0	± 3,0	316	22,8	± 3,5	0,001
	14	448	22,2	± 2,8	361	22,6	± 3,4	0,038
	15	325	21,8	± 2,7	322	22,7	± 3,4	0,001
	16	317	22,0	± 2,9	270	22,1	± 3,1	0,456
	17	238	22,1	± 3,1	197	21,4	± 2,6	0,012
	18	98	21,8	± 2,8	82	20,8	± 2,3	0,014

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard

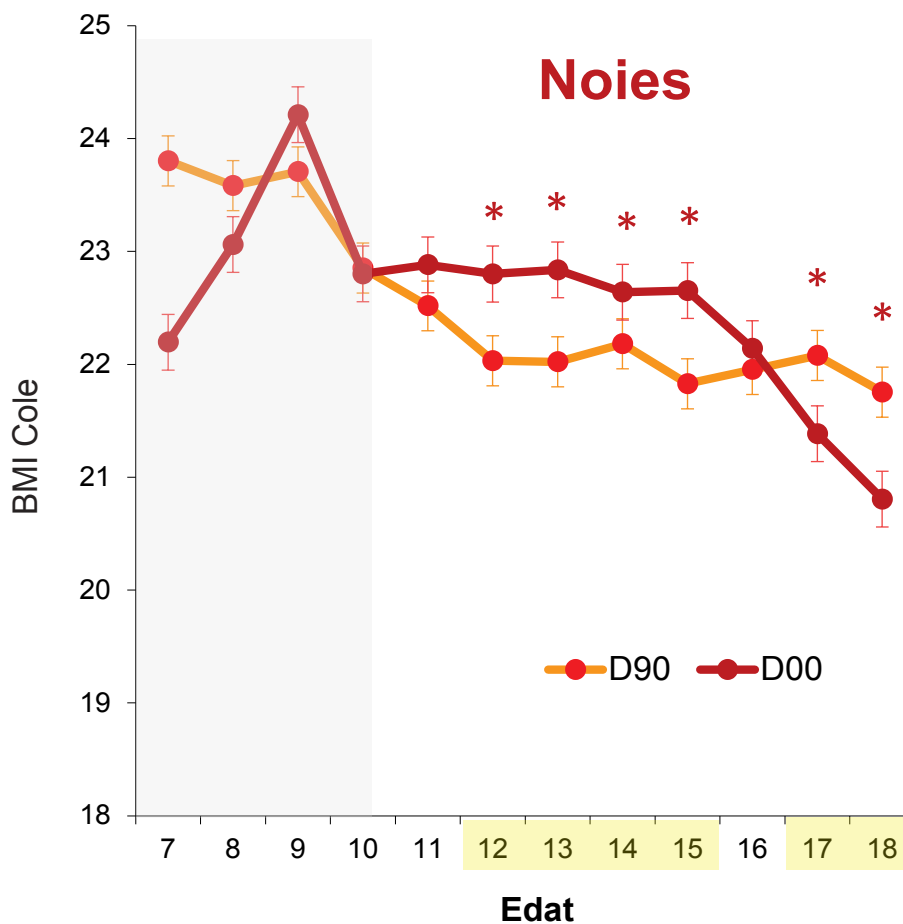


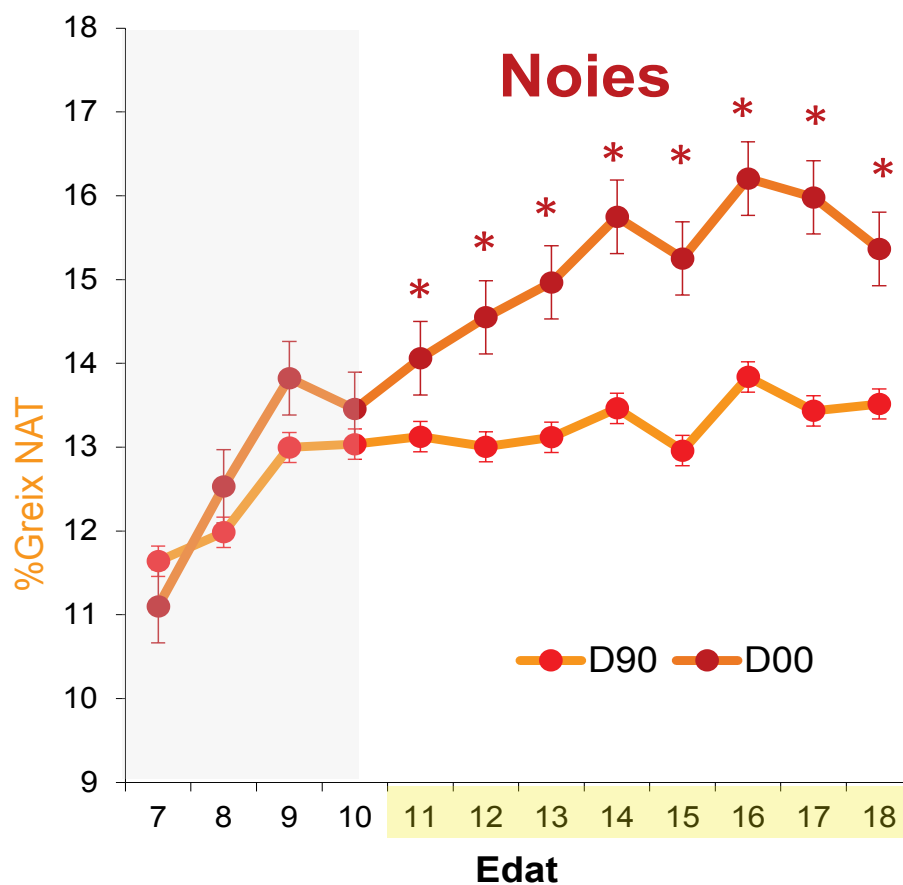
Figura 87. Corbes de creixement del BMI Cole, en noies, per dècades.

El comportament del %GreixNAT, per dècades, de les noies esportistes de NAT7-18 (Taula 78), és molt diferent del BMI Cole. En general, i a diferència del que succeïa en els nois, els seus valors són bàsicament creixents. Tant en D90 com en D00, el %GreixNAT s'incrementa de forma molt similar fins als 10 anys, moment on el %GreixNAT de les noies esportistes de la D00 augmenta de forma significativa respecte dels valors en D90, fins assolir els valors màxims sobre els 16 anys (D00: 16,2%; D90: 13,8%), amb certa estabilització en les últimes edats de l'adolescència. Figura 88

**Taula 78.** Corbes de creixement %GreixNAT, en la població de noies esportistes de 7 a 18 anys, NAT7-18 (N=6268), per dècades.

Edat	%Greix NAT						p
	D90 (n=3053)			D00 (n=1637)			
	N	Mitjana	DS	N	Mitjana	DS	
7	302	11,6	± 2,8	34	11,1	± 2,5	0,290
8	291	12,0	± 3,1	54	12,5	± 3,6	0,240
9	329	13,0	± 3,7	72	13,8	± 3,9	0,087
10	320	13,0	± 4,0	90	13,5	± 3,7	0,369
11	313	13,1	± 3,6	125	14,1	± 4,1	0,018
12	335	13,0	± 3,4	255	14,5	± 3,7	<0,001
13	289	13,1	± 3,2	182	15,0	± 4,0	<0,001
14	293	13,5	± 3,0	242	15,7	± 3,7	<0,001
15	186	13,0	± 2,7	185	15,3	± 3,3	<0,001
16	188	13,8	± 3,5	185	16,2	± 3,4	<0,001
17	141	13,4	± 3,0	150	16,0	± 3,5	<0,001
18	66	13,5	± 3,2	63	15,4	± 3,3	0,002

D90: entre 1991 i 2001; D00: entre 2002 i 2012; DS: desviació estàndard



**Figura 88.** Corbes de creixement del %Greix NAT, en noies, per dècades.

## 6 Discussió

L'Organització Mundial de la Salut (OMS; 1998) defineix l'obesitat com una condició que es caracteritza per l'excés de greix corporal, que pot afectar la salut i al benestar (Bray & Bouchard, 2014). En la majoria d'estudis epidemiològics s'utilitza el BMI per classificar l'obesitat, ja que a nivell clínic és fàcil d'utilitzar i presenta bona reproductibilitat (Rubio et al., 2007). L'acceptació del valor de BMI < 18,5 com a pes insuficient, BMI  $\geq$  25 com a punt de tall de Sobrepès i de BMI  $\geq$  30 com a punt de tall d'Obesitat, és molt operatiu i fàcil d'aplicar, però no deixen de ser valors que poden variar entre subjectes, amb comparabilitat discutible, i poden variar amb el temps, en funció de les diferents poblacions, societats, etc. La validació dels actuals punts de tall per sobrepès i obesitat es basa en el BMI de determinats grups ètnics, especialment caucàsians, a partir d'estudis observacionals d'Europa i EEUU. Hi ha molts treballs recents que han estudiat la relació entre BMI i el Percentatge de greix en diferents poblacions (Europa, Polinèsia, Indonèsia, Japó, Xina, Malàisia, Índia). Aquests estudis indiquen que la relació del pes i el %greix depèn de l'ètnia, però també del sexe o l'edat (Deurenberg, 2007).

A pesar de l'anterior, en la majoria d'estudis epidemiològics es considera que l'Índex de Massa Corporal (IMC) o Body Mass Index (BMI), en la majoria de la població, pot reflectir l'adipositat. De fet, la mateixa Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) així ho diu (Rubio et al., 2007).

Existeix un important consens en utilitzar el BMI en adults que, a més, permet classificar als individus en categories INSO (Infrapès, Normopès, Sobrepès i Obesitat) (Hall & Cole, 1990). Però el BMI no discrimina el pes associat a l'adipositat. En una proposta per estimar el percentatge de greix i classificar els individus, amb vista a la cirurgia, investigadors de la Clínica Universitària de Navarra han desenvolupat una nova fórmula denominada CUN-BAE (Clínica Universidad de Navarra-Body Adipositu Estimator) tenint en compte l'edat, el sexe, l'alçada, el pes i el BMI (Toro et al., 2014).

A pesar de l'anterior, a nivell epidemiològic s'utilitza de forma general el BMI com a paràmetre principal per determinar el grau de sobrepès i obesitat, tant en adults com en nens (Jiang et al., 2006)(De Onis et al., 2008)(Freedman et al., 2009).

En la nostra població d'estudi, al comparar el BMI de nens esportistes respecte a la població general, trobem valors superiors, estadísticament significatius, tant en nois ( $p=0,040$ ) com en noies ( $p=0.013$ ) (Taula 24). Al tractar-se de nens esportistes, sembla evident que aquest índex, com ja hem comentat, no reflecteix l'excés de pes, l'augment del BMI pot respondre a altres característiques de la composició corporal i per tant, el BMI ens pot donar una informació errònia sobre el grau de sobrepès i obesitat existents. Per tant, aquestes dades posen en dubte la utilitat del BMI com a estimador de l'obesitat. Com ja comenten altres autors, aquest índex és una mesura que en nens i adolescents el BMI pot estar condicionat per diversos factors, com l'alçada, l'edat i el sexe.

Al parlar del pes d'una persona realment estem parlant de l'atracció que exerceix la Terra sobre d'un cos de massa ( $m$ ), en funció de la força de gravetat ( $g$ ):

$$\text{Pes} = m * g$$

En realitat el BMI representaria una força ( $F=m*g$ ) produïda per l'acceleració la gravetat ( $g$ ) sobre la massa ( $m$ ) d'un individu respecte una superfície ( $S$ ) quadrada amb un costat igual a l'alçada de l'individu ( $L$ ):

$$S=L^2$$

En física, l'aplicació d'una força ( $F$ ) sobre una superfície ( $S$ ) és una pressió ( $P$ ):

$$P = \frac{F}{S}$$

Amb l'anterior, podríem dir que la fórmula del BMI correspon a una força (Pes) sobre una superfície (Alçada<sup>2</sup>) i que es comportaria físicament com una pressió.

També cal tenir en compte que, en el BMI, la densitat corporal ( $\rho$ ) es considera com a constant, independentment de les diferències entre els individus.

Si considerem constants la densitat corporal ( $\partial$ ) i la gravetat de la Terra ( $g$ ), la massa ( $m$ ) com a producte del Volum ( $V$ ) per la densitat ( $\partial$ ) vindria representada per una unitat al cub ( $L^3$ ).

$$BMI = \frac{Pes}{L^2} = \frac{m \times g}{L^2} = \frac{V \times \partial \times g}{L^2} = \frac{L^3 \times \partial \times g}{L^2}$$

$$\text{Si } \partial = ct; g \approx 10 \rightarrow BMI \approx \frac{10 \times L^3}{L^2}$$

El BMI en realitat és proporcional a una unitat de Volum ( $L^3$ ) dividit per una unitat al quadrat ( $L^2$ ).

$$BMI_L \propto L^3 / L^2 \propto L$$

Amb les consideracions anteriors podem afirmar que el BMI presenta una relació directament proporcional a l'alçada. Això vol dir que, considerant constant la gravetat, la densitat corporal, la composició corporal i l'aspecte físic, un individu amb dos metres d'alçada tindrà exactament el doble de BMI que un altre similar de solament un metre d'alçada. I si pogués tenir tres metres d'alçada, tindria el triple de BMI (Figura 89).

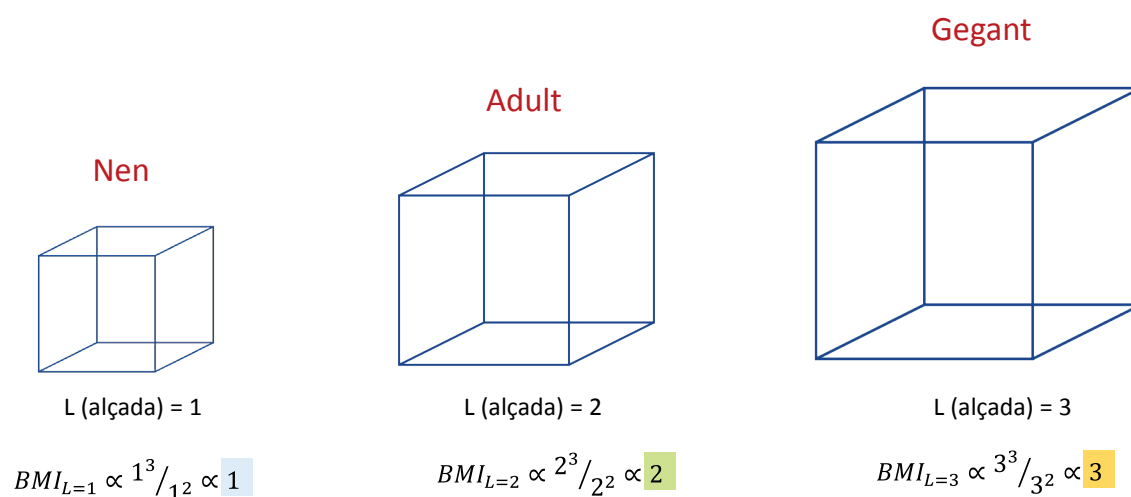


Figura 89. Relació del BMI amb l'alçada (elaboració pròpia).

A més de les diferències en alçada que poden produir alteracions molt importants en el BMI dels esportistes, les diferents especialitats esportives (pe. bàsquet, voleibol, handbol) comporten variacions importants en el percentatge de greix, en el component muscular, el pes ossi i residual, el grau d'hidratació o deshidratació, l'acumulació o sobrecàrrega d'hidrats de carboni, i altres, que no es consideren en la fórmula del BMI (Rothman, 2008).



Els nostres nens esportistes com ja hem comentat i veiem a la **Taula 24** tenen un BMI superior que els nens de la població general, però també observem com l'alçada en nois esportistes és un 3% (3,7cm) superior als nois de la seva edat de la població control i el pes també és un 7,5% (2,3kg) superior; en les noies aquest fet també es repeteix, un 5% (6,7 cm) més d'alçada i un 15,5% (4,7 kg) més de pes, canvis que com ja hem dit poden ser deguts a canvis en altres components del cos, no solament al % de greix donat la seva activitat física superior.

No hem d'oblidar que actualment el sobrepès representa un factor de risc, però l'obesitat ja es considera una malaltia crònica multifactorial, fruit de la interacció entre el genotip i condicionants ambientals (fenotip). L'obesitat afecta a un gran percentatge de la població de països desenvolupats, i afecta totes les edats, sexes i condicions socials i en base al BMI, la prevalença de l'obesitat ha augmentat en els últims anys i continua incrementant-se en gairebé tots els països, adquirint proporcions epidèmiques (Rubio et al., 2007). Segons la OMS, entre 1980 i 2014, les xifres d'obesitat s'han duplicat en tot el món. Al 2014 més de 1900 milions d'adults de més de 18 anys tenien excés de pes, dels quals més de 600 milions eren obesos. Al voltant del 13% de la població adulta mundial (homes: 11%; dones: 15%) eren obesos. El 39% dels adults de 18 o més anys (homes: 38%; dones: 40%) tenien sobrepès.

El 2015 s'estima que es pot arribar a més de 2300 milions de persones adultes amb sobrepès i, almenys, 700 milions d'obesos ([www.who.int](http://www.who.int)).

En relació a l'obesitat infantil, en la majoria d'estudis epidemiològics, a nivell poblacional, igual que en adults, es determina el BMI, donat que valors elevats en nens es correlacionen amb el sobrepès i obesitat (Cole et al., 2005). Per poder donar respostes al problema creixent de l'obesitat en la població, en general, i en nois i adolescents, en particular, el principal interès consisteix en mesurar el BMI, fins i tot, a través de programes i guies escolars, com proposen panels d'experts (Nihiser et al., 2007) dels *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC).

Ara bé, com ja hem comentat, en nens i adolescents, la definició del sobrepès i obesitat no resulta tan senzilla com utilitzar el BMI, a partir del pes i l'alçada (Cole et al., 2005), tenint en compte que pot variar en funció de l'edat, el sexe, l'origen o el moment de l'estudi. Segons alguns autors, l'exactitud del BMI pot variar segons el percentatge de greix corporal

però, en general, un BMI elevat per l'edat ( $\geq$  P95) es considera un bon predictor del risc de tenir un excés de greix i esdevenir un adult obès, amb una sensibilitat moderada (70-80%) i alta especificitat (95%) Per intentar controlar les variabilitats descrites anteriorment, al classificar l'obesitat infantil, en la pràctica pediàtrica, habitualment s'utilitzen diversos percentils de les corbes de creixement. De forma convencional, per valorar si un nen presenta un excés de pes s'utilitza el percentil 85 per determinar el Sobrepès, i el percentil 95 (o el 97) per determinar l'Obesitat (Pippi et al., 2003) (Pisabarro, 2006) (Prats et al., 2008).

Des que, al 1988, es van elaborar les primeres corbes de creixement per la Fundació Orbegozo (Hernández et al., 1988) amb valors de referència nacionals, al llarg del temps s'han anat realitzant actualitzacions, com la del 2004 (Sobradillo et al., 2004) o la del 2008 (Carrascosa Lezcano et al., 2008), amb un intent d'aconseguir una suposada millor representativitat respecte de la població infantil i juvenil.

A l'estudi ALADINO els valors d'excés de pes dels nens espanyols de 6 a 9 anys, utilitzant com a referència les taules de Orbegozo, passen des del 30,8% (sobrepès: 14%, obesitat: 16,8%), al 33,2% (sobrepès: 22,2%; obesitat: 11,0%) segons criteris IOTF, fins arribar al 44,5% (sobrepès: 26,2%; 18,3%) a l'aplicar criteris de l'OMS (Ortega Anta et al., 2013). Si el que pretenem és comparar els valors ponderals dels nostres nens amb la resta del món, la utilització de referències mundials (OMS) presenten el problema de la gran dispersió de les dades, la qual cosa dificulta la seva aplicabilitat a nivell local.

Les corbes de creixement per part de la IOTF representen un punt intermedi, amb l'avantatge que, en funció de la seva edat i sexe, ens permet equiparar el BMI de cada nen amb un BMI corregit equivalent que tindria a l'edat dels 18 anys i que, en el present estudi, hem anomenat BMI corregit (BMIC) o BMI Cole.

La utilització com a eina de treball del BMI Cole presenta moltes avantatges:

- Permet raonablement la comparabilitat entre poblacions de societats industrialitzades similars a la nostra.
- És independent del sexe i l'edat, amb les taules LMS de les corbes del BMI resulta realment fàcil implementar un sistema informàtic per corregir i calcular els diferents valors.

- Permet un càlcul comparable a la dels adults, facilita la classificació individual per categories INSO.
- Representa un valor d'interpretació clínica habitual.

Com a inconvenients d'utilitzar el BMI Cole com a equivalent a l'adult:

- La manca de consens en les taules de referència d'obesitat infantil.
- Com el BMI no corregit, no té en compte les diferències de densitat corporal.
- Penalitza els esportistes més alts i, per contra, afavoreix els de menor alçada.
- Encara que s'utilitzen percentatges, o els seus Z-scores corresponents, la utilització d'una variable quantitativa com el BMIc (BMI Cole) no està implementat de forma general
- Es fa necessària la utilització d'un programari per facilitar el càlcul automàtic.
- Les dades de referència, les taules LMS o els punts de tall, també poden variar al llarg del temps, a mesura que s'incorpora nova informació i valors ponderals dels nens, a partir dels estudis publicats.

Al comparar el BMI Cole d'una població de nens esportistes de 7 a 10 anys respecte d'una població de nens similar representatiu de la població general (Tarro et al., 2014), no hem trobat diferències significatives ( $p=0,844$ ). Fins i tot, si la comparació és amb el BMI, aquest resulta superior en nens esportistes ( $p=0,002$ ) (Taula 22).

Al classificar per categories BMI (INSO) els nens de la població general de 7 a 10 anys, aquests presenten un excés de pes del 28,8% (sobrepès: 20,1%; obesitat: 8,7%) molt similar a la població de nens esportistes d'edats similars, amb un 28,5% (sobrepès: 22,3%; obesitat: 6,2%) (Taula 22) encara que tots dos grups es situen per sota dels valors de referència IOTF de l'estudi ALADINO, amb excés de pes del 33,2% (sobrepès: 22,2%; 11,0%) (R. M. Ortega Anta et al., 2013).

Tot i que en els estudis ponderals s'avaluen i calculen els percentatges de sobrepès i obesitat (excés de pes), no resulta tan habitual estudiar què passa amb els subjectes amb Infrapès. Resulta curiós comprovar com, entre les dues poblacions de nens estudiades, es dona un percentatge superior de Infrapès en la població no esportista (11%) que dels esportistes (8%) ( $p=0,018$ ), principalment a càrrec d'un major nombre de noies no esportistes amb un (12,3%) de Infrapès respecte de les noies esportistes (6,2%) ( $p=0,081$ ) (Taula 22). Aquest

fet es pot relacionar amb la idea que la pràctica d'esport va lligada a un estil de vida saludable en tots els sentits, inclòs el de l'alimentació. Per aquesta raó, creiem que els casos de infrapès lligat a la desnutrició no es donen, o en menor freqüència, en nens que fan habitualment esport.

Si resulta que no hi ha diferències estadísticament significatives entre el BMI Cole de la població de nens esportistes de 7 a 10 anys respecte de la no esportiva, inclòs hi ha major percentatge de nois no esportistes amb Infrapès, cal qüestionar si el BMI com a paràmetre únic per mesurar l'estat ponderal és útil en els nens. Les dades anteriors posen en tela de judici alguns criteris terapèutics on es busca incrementar l'activitat física amb l'objectiu de reduir el BMI, especialment a nivell de consulta pediàtrica (Alcaraz et al., 2008).

Utilitzant els mateixos criteris IOTF a la **Taula 24** podem comprovar com la utilització única del BMI pot comportar que una població de nens esportistes (NAT7-10c N: 1168) presenti valors d'excés de pes, al sumar el percentatge de sobrepès i obesitat (M: 27,7%; F: 35,4%), i en el cas de les noies superiors als corresponents de la població general (EdAlc N: 1571; M: 28,7%; F: 28,8%).

Aquestes dades, especialment en noies, ens resulten sorprenents, ja que en esportistes esperàvem trobar un menor percentatge d'excés de pes que en la població general. En realitat, aquest fet esperat el veiem en el % de nens i nenes obesos, que és inferior en els esportistes. No obstant això, amb les dades de sobrepès observem, en nenes, que augmenta de manera significativa un 10% més i en els nois augmenta un 1,7%, encara que no és significatiu. Aquesta nova evidència no esperada en la població de nens esportistes ens reafirma en la confirmació de la hipòtesi que el BMI no representa una mesura correcta per valorar el grau d'obesitat en nens esportistes.

En nens esportistes de 7 a 10 anys, ni el BMI ni el BMI Cole de la dècada dels 2000 han canviat respecte de la dècada del 90 (**Taula 37**).

Segons els nostres resultats (**Taula 47**), en nens esportistes de 7 a 18 anys, si comparem la dècada dels 90 respecte del 2000, s'ha produït un increment del percentatge d'excés de pes de 22,6% a 25,4%. Tot i ser esportistes, s'observa un increment de l'excés de pes encara que no tant rellevant com en la població general.

A la **Taula 79**, en un estudi realitzat (Wang & Lobstein, 2006), podem comprovar com, des dels anys 70-80, gairebé tots els casos els valors de l'obesitat s'han duplicat o triplicat en poc temps (Wang et al., 2006).

**Taula 79.** Mostres d'estudis amb l'evolució de les xifres de l'excés de pes en nens.

País	Any (N)	Sobrepès i obesitat (%)	Edats		Referència
EEUU	1971 (4472) 1974 (6108)	15,4 → 25,6	6-18	IOTF	(Wang et al., 2002)
Brazil	1974 (56295) 1997 (4875)	Urban: 4,9 → 18,4 Rural: 3,1 → 8,4	6-18	IOTF	(Wang et al., 2002)
Finland	1977 (2832) 1999 (66211)	M: 8,3 → 18,4 F: 4,5 → 11,2	12-18	IOTF	(Kautiainen et al., 2002)
Spain	1985 (90997) 1995 (106284)	M: 21 → 34 F: 25 → 36 M: 13 → 21 F: 16 → 21	6-7 13-14	IOTF	(Moreno et al., 2002)
Spain	1985 (90997) 2002 (2859)	M: 13 → 35 F: 16 → 32	13-14	IOTF	(Moreno et al., 2005)
UK	1984 (5874) 2002 (9982)	M: 9,0 → 20,7 F: 13,5 → 27,4	4-11 2-10	IOTF	(Chinn et al., 2001) (Lobstein et al., 2003)

Tant si s'utilitzen corbes de creixement de referència nacional com internacionals, la utilització del BMI Cole pressuposa que tots els subjectes tenen la mateixa densitat corporal sense tenir en compte els diferents components de la composició corporal.

A nivell de consulta clínica, en molts casos quan intentem aplicar els criteris de classificació del BMI Cole en nens, sorgeixen dubtes tant en la pròpia catalogació INSO com dels objectius terapèutics.

Si bé és cert que han passat molts anys des de la realització de les taules d'Hernández (1988), en el pas del temps, en una població amb tendència a incrementar el seu estat ponderal (BMI), es planteja la qüestió de si les noves corbes, en realitat, estan normalitzant l'excés de pes, en situar els diferents punts de tall cada cop en valors creixents. En el cas d'algunes comunitats, com Catalunya, a més, caldria considerar els alts percentatges de

població nouvinguda procedents de diversos orígens geogràfics amb càrregues genètiques favorables a emmagatzemar energia en forma de reserva de greix (Rothman, 2008).

Encara que sembla raonable la utilització de les corbes de creixement més recents, aquest aspecte introdueix la discussió al respecte sobre quines poden ser les millors dades per valorar el sobrepès i l'obesitat. Fins i tot, plantegen la possibilitat d'utilitzar les corbes inicials de Orbegozo com a representatius dels valors ponderals dels nens espanyols, abans de l'inici de la pandèmia d'obesitat (Hernández et al., 1988).

Conscients de l'anterior, altres estudis en adolescents, com AVENA, han determinat els seus valors de referència per diversos paràmetres a més del BMI, com el Sumatori de 6 plecs i percentatge de greix (segons la fórmula descrita per Slaughter, que utilitza dos plecs corporals) (Moreno et al., 2005).

En revisions sistemàtiques on es relaciona el paper de l'activitat física com a predictor de la reducció de greix en adolescents, habitualment calculat a partir del BMI, es posen de manifest les dificultats metodològiques existents, tenint en compte els diversos tipus d'estudi (observacionals, experimentals, qüestionaris, etc.) i la intervenció de molts altres factors com la dieta o els estils de vida (Reichert et al., 2009).

Alguns estudis experimentals semblen indicar que, en nens obesos de 6 a 16 anys, una intervenció de tres mesos amb activitat física, dieta i modificacions d'hàbits, pot reduir gairebé en un punt el BMI (Eliakim et al., 2002). Algun estudi combina el BMI amb el plec tricípital, on una intervenció de 21 mesos sobre activitat física i hàbits, va comportar una reducció de l'obesitat, especialment en noies (Gortmaker, 1999). També hi ha estudis d'intervenció similars controlats a partir del sumatori de plecs, on baixa el percentatge de greix i altres paràmetres (com la pressió arterial) especialment al grup control (Mcmurray et al., 2002). La majoria d'estudis quasi experimentals i observacionals semblen indicar que la pràctica d'activitat física redueix el BMI en nens amb sobrepès o obesitat, especialment en noies, i amb un efecte menor en nens actius (Berkey et al., 2000).

Alguns estudis proposen la realització de treball de força estàtica, coordinació i velocitat de cames per aconseguir adherència a l'exercici físic en nens amb sobrepès amb l'objectiu de reducció de pes (Casajús et al., 2007)

S'han realitzat estudis comparant el percentatge de greix i la endomorfia (somatotipus) amb la mesomorfia i resultats de proves físiques (Marta et al., 2011).

Estudis utilitzant plecs cutanis i mesura de la circumferència abdominal suggereixen que el BMI Cole pot infraestimar els canvis en la pèrdua de greix en nens (Garnett et al., 2011).

La pràctica d' almenys 2-3 hores d'activitat física extraescolar a la setmana té efectes positius sobre la composició corporal i col·labora en un desenvolupament adequat del teixit adipós (Vicente Rodríguez et al., 2012).

En general, entre les recomanacions per reduir l'excés de pes en un nen, es sol indicar una reducció de la ingesta i un increment del volum d'exercici físic i/o esport (Dalmau et al., 2007). Aquesta actitud terapèutica planteja una sèrie de dubtes:

- Realment un increment de l'activitat física realment reduirà el sobrepès o l'obesitat (mesurats a partir del BMI) en un nen?
- Realment una baixada BMI implica una reducció del percentatge de greix?

En relació a aquest fet, Freedman com indicador del percentatge de greix corporal en nens i planteja la necessitat d'utilitzar els plecs cutanis i la mesura del perímetre de cintura (Freedman & Sherry, 2009). Per aquest motiu, en el present treball ens vàrem plantejar la mesura de tot un seguit de dades antropomètriques (plecs, diàmetres i perímetres)

Davant d'aquesta situació, el fet de tenir una UME, una recollida sistematitzada i estandarditzada de dades antropomètriques, ens va semblar que una part important d'aquest treball era analitzar el comportament del BMI en una població de nens esportistes, al llarg de dues dècades, i com els diferents paràmetres antropomètrics poden arribar a ser millors predictors de la composició corporal.

En la pràctica clínica diària sembla senzill determinar el pes i l'alçada dels pacients. No obstant això, als centres sanitaris no sempre està protocol·litzat el procediment de presa de valors antropomètrics. Les bàscules s'han de calibrar periòdicament amb pesos representatius dels individus a pesar, els tallímetres molts cops estan fixats a la mateixa bàscula i, amb el temps es pot modificar la fixació o es pot moure el sistema de mesura del cap. El posicionament general no sempre és el més correcte i, en persones amb tendència a la cifosi o la hiperlordosis, l'alçada pot variar de forma considerable. També hi pot haver variacions en funció del moment del dia que es realitzi la mesura. La col·locació del cap de forma sistemàtica segons el Plànol de Franfort pot variar l'alçada en funció de la forma del crani (rodó, ovalat, etc.). Finalment, en la clínica diària habitual, per problemes de temps, no es sol repetir la mesura de paràmetres antropomètrics.

Encara que a la història clínica ja s'estan enregistrant dades com el pes i l'alçada, en la consulta pediàtrica no se solen mesurar les altres dades antropomètriques, cosa que sí que es realitza sistemàticament a la majoria de les Unitats de Medicina de l'Esport a Catalunya.

Una Unitat de Medicina de l'Esport (UME), d'acord al *Real Decreto 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios (Anexo II, U91)* (BOE, 2003), es defineix com la unitat assistencial en la qual un metge especialista en Medicina de l'educació física i l'esport és responsable de realitzar estudis de les funcions orgàniques i realitza diagnòstics i tractament específics per a les persones que es dediquen, o dediquen part del seu temps a la pràctica esportiva.

Entre les tasques que es realitzen en una UME, a més del tractament de patologies en relació a la pràctica de l'esport, destaquen la promoció de la salut a través de la pràctica d'exercici físic i la prevenció de malalties, amb la cerca de possibles factors de risc mitjançant les valoracions funcionals medicoesportives (VFME). En una VFME es realitza un estudi anamnèsic exhaustiu dels antecedents personals i familiars, de l'exploració física es realitzen estudis complementaris (cardiològics, respiratoris, metabòlics, etc.). De forma sistemàtica, a les VFME, a més del pes i l'alçada, es mesuren molts paràmetres antropomètrics, habitualment a través de la presa de plecs cutanis, diàmetres ossis i perímetres d'extremitats amb l'objectiu de determinar la composició corporal (Esparza Ros et al., 1993). La utilització de la cineantropometria, a partir de les mesures anteriors és habitual en el món de l'esport (Alvero Cruz, 2009).

Entre 1991 i 2012, a la UME de la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla, s'han realitzat unes 23340 VFME (Població NATàlia), a nens esportistes fins a 18 anys, especialment a les comarques Camp de Tarragona i del Baix Penedès. A l'Estudi Natàlia s'han inclòs 22820 nens entre 7 i 18 anys dels quals disposem de dades antropomètriques (plecs, diàmetres i perímetres) en 17290 casos.

El nombre d'individus de la mostra és important tenint en compte la dels estudis realitzats en matèria d'obesitat infantil i juvenil, com es pot comprovar a la **Taula 80**.



**Taula 80.** Mostra de la mida (N) de diversos estudis d'obesitat infantil

Any	Estudi	Edat (anys)	N	
1994	UK90	0-23	32 222	(NHS, 2011)
2001	Orbegozo	0-18	6 443	(Hernández et al., 1988)
2012	IOTF	6-18	192 727	(Cole et al., 2012)
2003	EnKid	2-24	3 534	(Majem et al., 2003)
2004	OMS	0-6	26 985	(De Onis, 2007)
2006	AVENA	13-18	2 160	(Moreno et al., 2005) (Wärnberg et al., 2006)
2007	PERSEO	6-10	11 677	(Merino et al., 2007)
2011	AVALL	6	598	(Llargues et al., 2011)
2008	HELENA	13-18	3 528	(Jim Nez-Pav N et al., 2011)
2012	ESCA 2012	0-14	902	(Brugulat et al., 2013)
2013	ALADINO	6-9	7 659	(Ortega Anta et al., 2013)
2010	EdAI	7-10	1 571	(Giralt et al., 2011)

Però amb la idea de poder trobar una alternativa al BMI en el càlcul de l'obesitat que estimés més correctament el grau d'adipositat, hem pogut trobar en la literatura mèdica diferents aproximacions. En aquest sentit, la cintura abdominal és un altre paràmetre que cada cop més s'està implementant en clínica, especialment per la seva associació amb risc cardiovascular. En alguns estudis es proposa valorar l'obesitat abdominal definida a partir del percentil 95 de la mesura de la cintura abdominal, en funció del sexe. Es demostra que ha augmentat en els últims anys i que és superior en nois de color i hispànics, respecte dels caucàsians (Okosun et al., 2006).

En la línia dels adults, estudis en nens i adolescents (Schröder et al., 2014) semblen indicar que la obesitat infantil, mesurada a partir de la circumferència abdominal, s'ha incrementat en les últimes dècades, i proposen incloure aquesta mesura en la rutina clínica diària.

En la línia anterior, en adults, el quocient perímetre abdominal/alçada també està considerat com un bon índex antropomètric de risc cardiovascular i diabetis, especial quan es dona una ràtio superior a 0,55 (Rodríguez Pérez et al., 2010). A nivell escolar, sense substituir el BMI, alguns autors fan èmfasi en la detecció de l'obesitat, especialment l'abdominal,

mitjançant la mesura de la cintura abdominal que permet identificar individus amb risc de patir problemes isquèmics (Muñoz-Cano et al., 2010). En un estudi transversal recentment realitzat a 1521 nens entre 6 i 17 anys, s'insisteix en la mesura de la cintura abdominal i la seva relació amb l'alçada (obesitat abdominal si quocient superior a 0,5) per identificar els individus considerats amb risc cardiometabòlic, difícils de determinar per altres mètodes clínics tradicionals, com el BMI (Schroeder et al., 2014).

La bioimpedància elèctrica (BIE) és un mètode d'utilització ràpida i fàcil en la clínica, especialment a les consultes nutricionals. En basar-se en la resistència del pas d'un corrent elèctric, la seva aplicació exigeix unes estrictes condicions de mesura, al ser especialment modificable pel grau d'hidratació i nivell d'electròlits. Pels motius anteriors les dades poden presentar grans variacions en nens i, especialment en esportistes. A més, els resultats es basen en models matemàtics teòrics i equacions empíriques que obliga a utilitzar diferents taules en funció de l'edat, el sexe o l'ètnia (Alvero-Cruz et al., 2011)(Moreno, 2012).

L'absorciometria d'energia dual de raig X (DEXA) actualment està considerada com una de les tècniques de mesura més precises, fins i tot de referència, per estimar la composició corporal (Alvero Cruz et al., 2009).

Però aquestes últimes tècniques i d'altres basades amb la utilització de tecnologia que precisen una important despesa econòmica (ultrasons, infrarojos, pletismografia, TAC, RMN, etc.) resulten econòmicament inassolibles i de difícil implementació en la pràctica clínica general (Ravasco et al., 2010). Per això, a més d'una bàscula, un tallímetre i una cinta mètrica, possiblement un plicòmetre pot resultar un dels millors instruments per mesurar diversos plecs cutanis amb l'objectiu d'estimar el percentatge de greix (adipositat corporal). Encara que en gairebé tots els estudis nutricionals s'utilitzen plecs cutanis per estimar el percentatge de greix, en la consulta pediàtrica diària no és habitual la mesura de plecs cutanis, diàmetres ossis o perímetres d'extremitats.

En la literatura hi ha múltiples autors i propostes que utilitzen diversos plecs i fórmules per estimar el percentatge de greix. Els plecs es poden prendre a diferents parts del cos: nivell extremitats superior (pe. bicipital, tricipital) (Freedman et al., 2007); extremitats inferiors (p.e. cuixa anterior, cama intern) o tronc (p.e. subescapular, supraespinal, abdominal) (Casajús et al., 2007). A més, els plecs es poden prendre a la part dreta (Stewart et al.,

2011), a l'esquerra o a la dominant. Finalment, en funció de la població estudiada, l'edat o els objectius de l'estudi, en les fórmules per estimar el percentatge de greix s'utilitzen diferents sumatoris de plecs (Ara et al., 2007).

Entre les dades antropomètriques, a més dels plecs cutanis (tríceps, subescapular), la utilització d'altres paràmetres com diàmetres (p.e. colze, genoll) o perímetres (cintura abdominal, malucs), i els ratis entre els mateixos pot estimar amb més precisió els diferents components de la composició corporal. (Moreno et al., 2007).

Un altre cop resulta evident que, a nivell de la consulta diària, les fórmules que utilitzen una metodologia amb molts plecs o altres valors antropomètric i moltes repeticions són més laboriosos i difícils d'implementar que aquells que precisen menys nombre de mesures.

La presa de mesures antropomètriques no és senzilla (Freedman & Sherry, 2009) i cal que sigui sistemàtica i acurada (Martínez, 2010), però sol utilitzar-se per estimar el percentatge de greix de forma regional o total (Flavel et al., 2012).

A partir de les primeres VFME de l'estudi podíem observar com, en molts casos, nens esportistes amb un BMI elevat presentaven valors baixos dels plecs cutanis i del percentatge de greix. També veiem el contrari, nens amb plecs cutanis més grans i percentatges de greix més elevats presentaven un BMI més baix del que els corresponia. L'anterior complicava el plantejament terapèutic de molts programes d'exercici físic amb l'objectiu de reduir el BMI.

De forma similar a la utilització del BMI en percentil o Z-scores, alguns autors proposen taules de referència amb la distribució d'alguns dels plecs cutanis, com el tríceps o subescapular (De Onis, 2007)

En la majoria d'estudis d'obesitat en nens, i especialment en esportistes, entre les diferents metodologies emprades, s'incorporen mesures antropomètriques, especialment plecs cutanis (Slaughter et al., 1988)(González-Gross et al., 2003)(Rodríguez et al., 2005)(Freedman et al., 2007)(Martínez, 2010)(Flavel et al., 2012).

En disposar de dades antropomètriques (plecs cutanis, diàmetres ossis i perímetres d'extremitats) en la majoria dels nens esportistes s'han pogut determinar els sumatoris de 4 i de 6 plecs, així com diferents percentatges de greix, de múscul i d'os. De forma

sistemàtica s'han realitzat correlacions entre el BMI Cole i les variables antropomètriques anteriors, a diferents nivells mostrals: a la població de nens esportistes de 7 a 10 anys entre els anys 2006 i 2010 (NAT7-10c) (Taula 28), als nens esportistes de 7 a 10 anys entre els anys 1991 i 2012 (NAT7-10) (Taula 37) a tota la població de nens esportistes de 7 a 18 anys, al llarg de les dues dècades d'estudi (Taula 47).

A pesar de tractar-se de mostres poblacionals amb diferents edats i períodes temporals diferents, és remarcable com els resultats dels diferents nivells d'estudi gairebé es reproduïen i superposen. En els nens esportistes de 7 a 10 anys, entre els anys 2006 i 2010, el BMI Cole presenta la millor correlació amb el sumatori similar al de 4 plecs (R: 0,856) al percentatge de greix estimat amb la fórmula de Falkner (R: 0,856), idèntica a l'establerta amb el sumatori de 6 plecs (R: 0,856) (Taula 29). De forma similar, en els nens esportistes entre 7 i 10 anys, la correlació del BMI Cole amb el sumatori de 4 plecs i del %Greix Faulkner (R:0,834) també és gairebé similar a la correlació amb el sumatori de 6 plecs (R:0,841) (Taula 38). Quan s'analitzen les correlacions del BMI Cole en tota la població esportiva de 7 a 18 anys, les correlacions són fins i tot superiors amb el sumatori de 4 plecs i el %Greix Faulkner (R:0,794) que amb el de 6 plecs (R:0,791) (Taula 49). En tots els casos sembla evident l'elecció del sumatori de 4 plecs i el %Greix Faulkner com el de millor correlació amb el BMI Cole i que, a més a més, es de menor complexitat en la pràctica clínica, descartant el sumatori de 6 plecs i la resta de fórmules per estimar el percentatge de greix, inclosa la fórmula proposada per Slaughter, amb correlació més baixa (R:0,726), encara que en la literatura figura com específica per a nens (M. H. Slaughter et al., 1988).

En analitzar les diferents correlacions entre el BMI Cole i els plecs individuals, la millor correlació s'estableix amb el plec abdominal, tant en l'estudi de nens esportistes de 7 a 10 anys en els anys 2006 a 2010 (R: 0,822) (Taula 28, Taula 29), de tots els nens entre 7 i 10 anys (R: 0,797) (Taula 38, Taula 39) i també dels nens esportistes entre 7 i 18 anys (R: 0,757) (Taula 49). Com en el cas de les correlacions entre el BMI Cole i el sumatori de 4 plecs, les millors correlacions del BMI Cole, en els diferents nivells poblacionals estudiats, es donen amb el Plec abdominal.

Tenint en compte les correlacions globals anteriors, entre el BMI Cole i el sumatori de 4 plecs (%Greix Faulkner) i el plec abdominal, en tots els estudis, aquestes correlacions

desapareixen al classificar els subjectes per categories BMI (INSO), la qual cosa reforça la idea que el BMI Cole com a paràmetre únic no discrimina i no resulta un bon classificador de l'estat ponderal, almenys, en nens esportistes.

Tant en els nens esportistes de 7 a 10 anys com en tot el grup de nens i adolescents, de 7 a 18 anys, s'observen correlacions molt altes entre el Plec abdominal i el sumatori de 4 plecs (%Greix Faulkner) (Taula 38, R: 0,967) la qual cosa implica un 93,5% d'encerts en l'estimació del %Greix a partir del plec abdominal en NAT7-10p, i del 87,1% en el cas de la mostra total NAT7-18p (Taula 49, R: 0,933). Entre aquestes variables anteriors, a més, les correlacions es mantenen per cadascuna de les categories BMI (INSO) (R Infrapès: 0,947; R Normopès: 0,939; R Sobrepès: 0,925; R Obesitat: 0,917) (Taula 31).

Amb la gran correlació entre el plec abdominal i el sumatori de 4 plecs (%Greix Faulkner) i, donada la bona correlació entre el %Greix Faulkner i el BMI Cole, s'han realitzat diversos estudis de regressió per estimar el %Greix Faulkner a partir de diverses variables, presentant-se el plec abdominal com al més representatiu dels plecs cutanis. En tots els estudis de regressió realitzats, tant a nivell de nens esportistes de 7 a 10 anys com en la població de nens de 7 a 18 anys, s'ha decidit proposar un model de regressió amb el Plec abdominal com a única variable a tenir en compte ( $\%Greix = 7,10 + 0,41 \text{ Plec abdominal}$ ) (Taula 50).

De la fórmula anterior destaquen la seva potència de predicció ( $R^2c: 0,927$ , en NAT7-18p), que gairebé és independent d'altres variables com l'edat, el sexe, l'alçada i el pes, és senzill de realitzar i d'implementar en la pràctica clínica diària.

La fórmula anterior ha permès la creació d'una nova variable %GreixNAT a partir del plec abdominal, la qual s'ha aplicat per tornar a estimar el percentatge de greix de la població de nens esportistes de 7 a 18 anys.

Amb uns criteris i una sistemàtica de treball similar a la utilitzada per classificar l'obesitat infantil a partir del BMI, amb l'aplicació de %GreixNAT a la població de nens esportistes s'han aplicat percentils i s'han establert diferents punts de tall per P5, P85 i P95, que permeten una nova classificació NAT (INSO), a uns valors de tall corresponents del 9%, 18% i 22% de percentatge de greix (%GreixNAT) (Taula 53).

Les dues noves variables: %GreixNAT, de tipus quantitatiu, i NAT (INSO), de tipus qualitatiu, permeten fàcilment l'estimació del percentatge de greix i la classificació INSO

dels nens esportistes, a partir de la mesura única del plec abdominal, a nivell de la consulta i amb la utilització d'un simple plicòmetre.

En poder quantificar el percentatge de greix i classificar els esportistes en funció del mateix, en una taula de contingència podem analitzar les diferències en la distribució en cada una de les categories INSO, a partir del BMI Cole o del %GreixNAT. La classificació BMI (INSO) cataloga com a Infrapès a molts esportistes amb percentatge de greix alt i es classifiquen com Sobrepès i Obesitat molts dels esportistes amb alt percentatge de múscul (Taula 61, Figura 70).

Amb l'anterior anàlisi comprovem com la nova metodologia classifica més acuradament els nens esportistes al tenir el compte el percentatge de greix, a diferència del BMI.

Les dades de la població de nens esportistes de 7 a 18 anys, a les comarques de Tarragona, han permès elaborar corbes de creixement en funció del sexe, pes, alçada, BMI, BMI Cole i %GreixNAT. També ha permès valorar i comparar les modificacions del percentatge de nens classificats en cadascuna de les categories INSO, segons el BMI o %GreixNAT.

Alguns estudis reflecteixen un augment del BMI fins del 7% en adolescents en el curs d'una dècada (Martín Orte et al., 2008). Per contra, en el nostre estudi, mentre el BMI Cole presenta una tendència a la baixa en funció de les diferents edats, el %GreixNAT s'incrementa contínuament en noies i s'estabilitza en nois a partir dels 12 anys. Aquestes conclusions són similars a estudis recents (Maynard et al., 2015) on també relacionen la composició corporal amb el BMI, i consideren la necessitat de valorar factors com l'edat i el sexe a l'hora d'interpretar el BMI.

En l'estudi sobre *Hàbitos deportivos de la Población Escolar en España*, a partir dels 12 anys, es redueix el percentatge de sedentarisme en noies actives (5 ó més hores d'activitat física setmanal) del 44% al 16%. No obstant això, el sedentarisme s'incrementa de forma alarmant en noies que practiquen poca activitat física (0-2 hores setmanals) des del 29% fins el 67% als 16-18 anys (Viñas Fort et al., 2011).

Els estudis del comportament dels escolars realitzats pel Consejo Superior de Deportes, CSD (Viñas Fort et al., 2011) demostren una conducta sedentària i una reducció de l'activitat física en adolescents especialment les noies.

En el nostre estudi, a pesar de tenir la consideració d'esportistes, en les noies observem un alarmant increment del percentatge de greix (%GreixNAT).

Al llarg de les dues últimes dècades, el comportament dels nois i noies esportistes ha estat diferent. En nois esportistes s'han incrementat el pes, l'alçada, lleugerament el BMI Cole i el %GreixNAT. En noies esportistes ha augmentat el pes, el BMI Cole i el %GreixNAT de forma important.

Estudis, com el realitzat amb 1068 nens de 7 a 12 anys de l'Aragó, troben relació significativa entre l'activitat física i el BMI o el sumatori de 6 plecs en nois esportistes, però no en noies (Ara et al., 2007), la qual cosa concorda amb el nostre estudi que obliga a plantejar l'existència d'altres factors obesogènics condicionants (hormonals, contaminants, etc.).

Es podria pensar si l'increment del percentatge de greix (%GreixNAT), especialment en noies, (De Cock & Van de Bor, 2014) pot tenir relació amb la influència de certs contaminants, funcionant com a disruptors endocrins obesogènics, associats a l'exposició prenatal, tal com s'investiga des del Projecte OBELIX, finançat per la Comissió Europea, a través d'un enfocament multidisciplinari que combina l'avaluació epidemiològica, neonatologia, endocrinologia, toxicologia, química analítica i el risc (Legler et al., 2011).

Sembla urgent que caldran polítiques sanitàries per incrementar els nivells d'activitat física. Les estratègies han d'anar lligades a programes de salut pública (Laín et al., 2006) i, especialment en l'àmbit educatiu però també en el sanitari i social (López Delgado et al., 2010).

A partir de tot l'anterior, hem d'establir una sèrie de propostes:

- A més del pes i l'alçada, es proposa l'estimació del percentatge de greix (%GreixNAT) a partir de mesurar el plec abdominal en tots nens esportistes de 7 a 18 anys a les consultes de Medicina de l'Esport,
- Per mesura el plec abdominal cal disposar d'un plicòmetre a les consultes de Medicina de l'Esport.
- Es proposa classificar els nens esportistes en categories NAT (INSO) a partir del %GreixNAT.

- Aprofitant l'estructura organitzativa amb més de 250 centres de medicina de l'esport (uns 30 hospitalaris), a nivell institucional caldria la coordinació per sistematitzar i centralitzar les dades antropomètriques dels esportistes, a partir de les valoracions funcionals medicoesportives de les UME a Catalunya.
- A partir de les dades antropomètriques anteriors, elaborar corbes de creixement de referència per nens esportistes.
- Tenint en compte que, un dels objectius terapèutics dels nens obesos és augmentar els nivells d'activitat física, es proposa la utilització de les mateixes corbes de creixement com a referència de la població infantil general.
- Caldria establir un consens en la definició de “nen esportista”, per recollir la dada a la història clínica pediàtrica.
- Juntament amb els consells i recomanacions d'una alimentació saludable, caldria exigir la realització diària de, almenys, 60 minuts d'activitat física moderada i intensa.
- En general caldrà establir sinèrgies i col·laboració entre tots els possibles agents implicats en polítiques de promoció de la salut, especialment a través de l'increment de l'activitat física, l'exercici físic i esport, en els àmbits:
  - Sanitari: entenent l'obesitat com un veritable problema de salut i enregistrant la inactivitat física i el sedentarisme com a factors de risc, a corregir. Mesurar el BMI i el plec abdominal dels nens a la consulta pediàtrica, enregistrant les dades a la consulta clínica.
  - Educació: incrementant les hores reals d'activitat física setmanals, incloent BAT i Universitat. Afavorir hàbits saludables. Integar els professors d'educació física com a promotors de salut.
  - Familiar: fomentant la realització d'activitats en família.
  - Social: afavorint polítiques facilitadores d'entorn (pe. instal·lacions esportives obertes, patis oberts, carrils bici, gimnasos a l'aire lliure, activitats grupals)
- De forma específica, caldrà desenvolupar i promoure polítiques específiques adreçades a incrementar els nivells d'activitat física en noies adolescents.
- Caldrà realitzar estudis de contaminants ambientals per determinar la seva relació en l'increment de l'obesitat de les noies adolescents, en els últims anys.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 7 Conclusions

1. Els nens esportistes de 7 a 10 anys de les comarques de Tarragona són més alts i tenen més pes que els nens de la població infantil en general. No hi ha diferències significatives ( $p=0,844$ ) entre el BMI corregit (BMI Cole).
2. Els nens esportistes de 7 a 10 anys de les comarques de Tarragona presenten un percentatge menor en les categories de Infrapès (-3%,  $p=0,009$ ) i en la d'Obesitat (-2,5%,  $p=0,18$ ), en relació a la població infantil en general.
3. Els nens esportistes de 7 a 18 anys de les comarques de Tarragona presenten bona correlació global entre el BMI Cole i els sumatoris de plecs, especialment el Sumatori de 4 plecs, i amb el % Greix Faulkner. A nivell de plecs individuals la millor correlació global del BMI Cole es dona amb el plec abdominal.
4. En classificar la població de nens esportistes de 7 a 18 anys segons categories BMI (INSO), les correlacions amb els sumatoris de plecs i el percentatge de greix no apareixen.
5. El plec abdominal de nens esportistes de 7 a 18 anys estima amb un 93% el sumatori de 4 plecs i el %Greix Faulkner ( $R^2: 0,927$ ). Entre aquestes variables, es mantenen bones correlacions per cada una de les categories BMI (INSO). El %Greix per un estudi de regressió multivariant s'estima de manera exclusiva a partir del plec abdominal i és independent del sexe, l'alçada i l'edat.
6. El percentatge de greix (%GreixNAT) en una població d'esportistes de 7 a 18 anys s'obté amb la següent fórmula:

$$\%GreixNAT = 7,10 + 0,41 * \text{Plec abdominal (mm)}$$

7. L'aplicació del %GreixNAT a una població de 17290 nens esportistes de 7 a 18 anys ens dona els percentils com a punts de tall (P5: 9%, P85: 18%, P95: 22%) que permet establir una nova classificació INSO (NAT (INSO): InfraGreix, NormoGreix, SobreGreix, OverGreix)).
8. Una nova classificació NAT (INSO) ens mostra com la classificació BMI (INSO) classifica els nens esportistes de 7 a 18 anys com a Infrapès (5,9%), Sobrepès (14,4%)

i Obesitat (1,3%) quan, en realitat, tenen un percentatge de greix normal (NormoGreix). La categoria Infrapès classifica nens esportistes amb més percentatge de greix i menys múscul que InfraGreix. Per contra, la categoria de Sobrepès classifica esportistes amb més percentatge muscular i ossi i menys de greix. La categoria d'Obesitat que també classifica esportistes amb més percentatge muscular i menys de greix.

9. En nois esportistes de 7 a 18 anys el %GreixNAT creix de forma important fins als 11-12 anys i passa a estabilitzar-se de forma similar al BMIc, que és constant durant tot el període de creixement. Això es fa evident en les diferències entre la classificació BMI-NAT (INSO) on sempre sobreestima el Sobrepès i infraestima el Normopès. Fins als 10 anys infraestima el Infrapès i sobreestima l'obesitat, i a partir d'aquesta edat es produeix una inversió del seu comportant tant de l'Obesitat, que passa a subestimar-se lleugerament, i del Infrapès que passa a sobreestimar-se.
10. En noies esportistes de 7 a 18 anys el %GreixNAT es comporta de forma creixent fins al final de l'adolescència, en canvi el BMI Cole decreix de forma constant. Això es fa evident en les diferències de classificació BMI-NAT (INSO) on, a partir dels 10 anys, es sobreestima el infrapès de forma continuada; el Sobrepès també se sobreestima fins el final del creixement i es produeix una infraestimació del Normopès que es va normalitzant progressivament.
11. Els nois esportistes, en les dues últimes dècades, a partir dels 12 anys, han experimentat un increment de pes, d'alçada, del BMIc i del %GreixNAT.
12. Les noies esportistes, al llarg de dues dècades estudiades, han experimentat un lleuger augment del pes i del BMIc a partir dels 12 anys sense variació l'alçada fins al final del creixement (16 anys). En canvi el %GreixNAT creix de manera fins al final del creixement, que implica un important canvi en la composició corporal a expenses del greix.
13. L'epidèmia d'obesitat que s'observa en la població infantil general també apareix en la població de nens esportistes de 7 a 18 anys amb un lleuger augment del BMIc i augment molt important del %GreixNAT, de forma estadísticament significativa, a partir dels 10 anys, de forma especial en noies.

## 8 Bibliografia

- Abellan Aleman, J., Sainz de Baranda Andujar, P., & Ortín Ortín, E. J. (2010). *Guía para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con riesgo cardiovascular* (p. 72). SG Formato SL.
- Albadalejo, R. (2010). *Educación en Alimentación (EDAL) en escolares. Efectos de promoción de estilos de vida saludables en escolares de 7 y 8 años para prevenir la obesidad infantil. Resultados preliminares*. Rovira i Virgili.
- Alcaraz, J., Alvarez, J., Jiménez, F., Luego, E., Manuz, B., Manonelles, P., ... Villegas, J. A. (2008). La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como medio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes Documento de Consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). *Separata de Archivos de Medicina Del Deporte, XXV (5)*, 333–353.
- Almendros, M. I. S. M., González, M. A. M., de Irala-Estévez, J., Gibney, M., Kearney, J., Martínez, J. A., ... Martínez González, M. A. (1999). Percepciones de la población adulta española sobre factores determinantes de la salud. *Aten Primaria, 24*, 514–522.
- Alvero Cruz, J. E. Al. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de Medicina Del Deporte, 26(Cc)*, 166–179.
- Alvero Cruz, J. R., Diego Acosta, A. M., & Fernández Pastor, V. J. (2005). Métodos de evaluación de la composición corporal: tendencias actuales. *Archivos de Medicina Del Deporte, XXII(105)*, 45–49.
- Alvero-Cruz, J. R., Gómez, L. C., Ronconi, M., Vázquez, R. F., & Manzanido, J. P. I. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte, 4*, 167–174. Retrieved from <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=323327668006>
- Ara, I., Moreno, L. a, Leiva, M. T., Gutin, B., & Casajús, J. a. (2007). Adiposity, physical activity, and physical fitness among children from Aragón, Spain. *Obesity (Silver Spring, Md.), 15(8)*, 1918–1924. doi:10.1038/oby.2007.228
- Aranceta, J., Pérez Rodrigo, C., Serra Majem, L., Vioque, J., Tur Marí, J. A., Mataix Verdú, J., & others. (2004). Estudio DORICA: dislipemia, obesidad y riesgo cardiovascular. *Obesidad Y Riesgo Cardiovascular. Estudio DORICA. Madrid: Panamericana*, 125–156.
- Aranceta, J., Perez-Rodrigo, C., Ribas, L., & Serra-Majem, L. L. (2000). Activitat física en la població infantil i juvenil espanyola en el temps de lleure . Estudi enKid (1998-2000). *APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2006; 151: 86-94, 57, 86–94*.
- Aranceta, J., Perez-Rodrigo, C., Ribas, L., Serra-Majem, L. L., Rodrigo, C. P., Majem, L. S., ... Sala, M. F. (2003). Sociodemographic and lifestyle determinants of food

patterns in Spanish children and adolescents: the enKid study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, S40–S44.

Aranceta, J., Rodrigo, C. P., Majem, L. S., Barba, L. R., Izquierdo, J. Q., Vioque, J., ... De, E. (2003). Prevalencia de la obesidad en España : resultados del estudio SEEDO 2000. *Med Clin (Barc)*, 120(16), 608–612.

Ávila-Agüero, M. L. (2009). Hacia una nueva Salud Pública: determinantes de la Salud. *Acta Médica Costarricense*, 51(2), 71–73.

Bartrina, J. A., Rodrigo, C. P., Barba, L. R., & Majem, L. S. (2005). Epidemiología y factores determinantes de la obesidad infantil y juvenil en España., *VII*, 13–47.

Behnke, A. R., & Yarbrough, O. D. (1939). Respiratory resistance, oil-water solubility and mental effects of argon compared with helium and nitrogen. *Am J Physiol*, 126(2), 409–415.

Berkey, C., Rockett, H., & Field, A. (2000). Activity, dietary intake, and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls. *Pediatrics*. Retrieved from <http://pediatrics.aappublications.org/content/105/4/e56.short>

BOE. REAL DECRETO 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios. (2003). Spain.

Boreham, C., & Riddoch, C. (2001). The physical activity, fitness and health of children. *Journal of Sports Sciences*, 19(12), 915–29. doi:10.1080/026404101317108426

Bray, G. A., & Bouchard, C. (2014). *Handbook of Obesity–Volume 2: Clinical Applications* (Vol. 2). CRC Press.

Brožek, J., Grande, F., Anderson, J. T., & Keys, A. (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions\*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110(1), 113–140.

Brugulat Guiteras, P. (2013). *Enquesta de salut de Catalunya ESCA 2012. Informe dels principals resultats* (p. 64). Barcelona. Retrieved from [http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Minisite/ObservatoriSalut/osscc\\_Dades\\_estadistiques/Estat\\_salut\\_estils\\_vida/Informacio\\_general\\_enquestes\\_salut/Enquestes](http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Minisite/ObservatoriSalut/osscc_Dades_estadistiques/Estat_salut_estils_vida/Informacio_general_enquestes_salut/Enquestes)

Brugulat Guiteras, P., Medina Bustos, A., & Mompert Penina, A. (2012). *Enquesta de salut de Catalunya ESCA 2012. Informe dels principals resultats* (p. 64). Barcelona. Retrieved from [http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Minisite/ObservatoriSalut/osscc\\_Dades\\_estadistiques/Estat\\_salut\\_estils\\_vida/Informacio\\_general\\_enquestes\\_salut/Enquestes](http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Minisite/ObservatoriSalut/osscc_Dades_estadistiques/Estat_salut_estils_vida/Informacio_general_enquestes_salut/Enquestes)

Brugulat Guiteras, P., Medina Bustos, A., & Mompert Penina, A. (2013). *Enquesta de salut de Catalunya 2012 (ESCA) Informe dels principals resultats* (p. 64). Barcelona. Retrieved from [http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Minisite/ObservatoriSalut/osscc\\_Dades\\_estadistiques/Estat\\_salut\\_estils\\_vida/Informacio\\_general\\_enquestes\\_salut/Enquestes](http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Minisite/ObservatoriSalut/osscc_Dades_estadistiques/Estat_salut_estils_vida/Informacio_general_enquestes_salut/Enquestes)

- Brugulat, P., Mompart, A., & Medina, A. (2006). *La salut de la població infantil a Catalunya. Enquesta de salut de Catalunya 2006* (p. 137). Barcelona.
- Cáceres, D. I., M, M. M., Rodríguez, D. A., & Escalada, F. (2014). Variabilidad de la composición corporal medida con bioimpedanciometría eléctrica según condiciones de realización: influencia del ayuno y del reposo. *Nutrición Hospitalaria*, 30(6), 1359–1365. doi:10.3305/nh.2014.30.6.7934
- Campillo Álvarez, J. E. (2010). *El mono obeso* (España., p. 128). Barcelona: Brosmac SL.
- Carrascosa, A., Fernández, J., Fernández, C., & Fernández, A. (2008). Estudios españoles de crecimiento 2008. Nuevos. *Endocrinol Nutr.*, 55(10), 484–506.
- Carrascosa, A., Fernández, J. M., Ferrández, A., López-Siguero, J. P., Fernández, C., & Sánchez, E. (2010). *Estudios Españoles de Crecimiento 2010* (p. 46). Barcelona.
- Carrascosa Lezcano, A., Fernández García, J. M., Fernández Ramos, C., Ferrández Longás, A., López-Siguero, J. P., Sánchez González, E., ... Yeste Fernández, D. (2008). Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. In *Anales de Pediatría* (Vol. 68, pp. 552–569). Elsevier.
- Carter, J. E. L. (1982). Body composition of Montreal Olympic athletes. *Physical Structure of Olympic Athletes Part I The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Basel, Switzerland: Karger*, 107–116.
- Casajús, J. a, Leiva, M. T., Villarroya, A., Legaz, A., & Moreno, L. a. (2007). Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 51, 288–296. doi:10.1159/000105459
- Casajús, J. A., Leiva, M. T., Villarroya, A., Legaz, A., & Moreno, L. A. (2007). Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Ann Nutr Metab*, (51), 288–296. Retrieved from <http://www.deportes.uady.mx/cursos/Physical Performance and School Physical Education in Overweight Spanish Children.pdf>
- Catalunya, G. de. (2012). *Projecte Comunitari de Promoció de l'activitat física i l'alimentació saludable (Prevenió i control de l'obesitat)* (p. 12). Barcelona.
- Chinn, S., & Rona, R. (2001). Prevalence and trends in overweight and obesity in three cross sectional studies of British children, 1974-94. *Bmj*. Retrieved from <http://www.bmj.com/content/322/7277/24.short>
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj*, 320(7244), 1240.
- Cole, T. J., Faith, M. S., Pietrobelli, a, & Heo, M. (2005). What is the best measure of adiposity change in growing children: BMI, BMI %, BMI z-score or BMI centile? *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(3), 419–25. doi:10.1038/sj.ejcn.1602090

- Cole, T. J., Flegal, K. M., Nicholls, D., & Jackson, A. a. (2007). Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 335(7612), 194. doi:10.1136/bmj.39238.399444.55
- Cole, T. J., & Green, P. J. (1992). Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*, 11(10), 1305–1319.
- Cole, T. J., & Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatric Obesity*, 7(4), 284–94. doi:10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x
- Cruz-Jentoft, A., Baeyens, J., & Bauer, J. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and ...* Retrieved from <http://ageing.oxfordjournals.org/content/early/2010/04/13/ageing.afq034.short>
- Dalmau, J., Alonso, M., Gómez, L., C, M., & Sierra, C. (2007). Obesidad Infantil . Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. *Anales de Pediatría*, 66(3), 294–304.
- De Cock, M., & Van de Bor, M. (2014). Obesogenic effects of endocrine disruptors, what do we know from animal and human studies? *Environment International*, 70, 15–24. doi:10.1016/j.envint.2014.04.022
- De la Fuente, S. (2011). *ANÁLISIS DISCRIMINANTE* (p. 45). Madrid.
- De Onis, M. (2007). *WHO Child Growth Standards. World Health* (p. 237). Hong Kong: WHO.
- De Onis, M. (2008). 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. *Paediatrica Croatica Supplement*, 52, 13–17. doi:10.4067/S0370-41062009000400012
- De Rose, E. H., & Guimaraes, A. C. (1980). A model for optimization of somatotype in young athletes. *Kinanthropometry II*, 222.
- Deurenberg, P. (2007). Universal cut-off BMI points for obesity are not appropriate. *British Journal of Nutrition*, 85(02), 135. doi:10.1079/BJN2000273
- Dever, G. E. A. (1976). An epidemiological model for health policy analysis. *Social Indicators Research*, 2(4), 453–466. doi:10.1007/BF00303847
- Eknoyan, G. (2008). Adolphe Quetelet (1796-1874)--the average man and indices of obesity. *Nephrology, Dialysis, Transplantation : Official Publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*, 23(1), 47–51. doi:10.1093/ndt/gfm517
- Elena, M., Sánchez, D., Hernández-triana, M., Romero, D. M., Ordoñez, I. W., & López, V. M. (n.d.). Análisis de la concordancia entre métodos de la composición corporal en adultos mayores., 81–90. Retrieved from <http://www.didac.ehu.es/antropo/25/25-7/Diaz.htm>

- Eliakim, A., Kaven, G., & Berger, I. (2002). The effect of a combined intervention on body mass index and fitness in obese children and adolescents—a clinical experience. *European Journal of ...* Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/s00431-002-0980-2>
- Esparza Ros, F., Alvero Cruz, J. R., & Aragonés Clemente, M. T. (1993). *Manual de Cineantropometría GREC* (p. 108). Murcia: GREC. doi:1.042/1993 NA
- Esteban, B. M., & Hernández, J. Á. (2000). *Obesidad: la epidemia del Siglo XXI* (p. 493). Ediciones Díaz de Santos.
- European Commission. (2005). *Libro verde. Fomentar una alimentación sana y la actividad física: una dimensión europea para la prevención del exceso de peso, la obesidad y las enfermedades crónicas* (p. 25). Bruselas. Retrieved from [http://ec.europa.eu/green-papers/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/green-papers/index_es.htm)
- Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swimming and diving. *Exercise Physiology*, (part II).
- Flavel, N. A., Olds, T. S., & Buckley, J. D. (2012). Anthropometric estimates of total and regional body fat in children aged 6-17 years, *101*(12), 1253–1259. Retrieved from [http://apps.isiknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=Refine&qid=9&SID=V28MkIFYTqdxCUgzfLW&page=1&doc=3](http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=Refine&qid=9&SID=V28MkIFYTqdxCUgzfLW&page=1&doc=3)
- Freedman, D. S., & Sherry, B. (2009). The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*, *124 Suppl* (September 2009), S23–S34. doi:10.1542/peds.2008-3586E
- Freedman, D. S., Wang, J., Ogden, C. L., Thornton, J. C., Mei, Z., Pierson, R. N., ... Horlick, M. (2007). The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents. *Annals of Human Biology*, *34*(April), 183–194. doi:10.1080/03014460601116860
- García, O., Medina, A., & Saltó, E. (2013). *Enquesta de Salut Catalunya ESCA 2013. Informe dels principals resultats* (pp. 1–81). Barcelona.
- Garnett, S. P., Baur, L. a, & Cowell, C. T. (2011). The prevalence of increased central adiposity in Australian school children 1985 to 2007. *Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *12*(11), 887–96. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00899.x
- Giralt, M., Albaladejo, R., Tarro, L., Moríña, D., Arija, V., & Solà, R. (2011). A primary-school-based study to reduce prevalence of childhood obesity in Catalunya (Spain)--EDAL-Educació en alimentació: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, *12*(1), 54. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3052179&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- González Peris, M., & Peirau Terés, X. (2007). *Guia de Prescripció de l'Exercici Físic per a la Salut (Guia PEFS)*. Barcelona: Direcció General de Salut Pública i Secretaria General de l'Esport (p. 182).



- González Viana, A. (2009). Plan de actividad física deporte y salud“ PAFES.” In *VIII Congreso Deporte y Escuela* (pp. 253–254). Diputación Provincial de Cuenca.
- Gortmaker, S. (1999). Reducing obesity via a school-based interdisciplinary intervention among youth: Planet Health. ... *of Pediatrics & ...*. Retrieved from <http://archneur.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=346206>
- Guerra, R. S., Amaral, T. F., Marques, E., Mota, J., & Restivo, M. T. (2010). Accuracy of Siri and Brozek equations in the percent body fat estimation in older adults. *The Journal of Nutrition, Health @ Aging, 14*(9), 744–748.
- Hall, D. M. B., & Cole, T. J. (1990). What use is the BMI ?
- Hernández, M., Castellet, J., Narvaíza, J., & Rincón, I. (1988). *Curvas de crecimiento. Fundación Orbeago* (p. 15). Bilbao.
- Huertas, J. D., Robredo, M. T. B., Hoyos, A. M., Díaz Huertas, J., Benítez Robredo, M. T., & Muñoz Hoyos, A. (2007). *SIAS 6, Aspectos relativos a la salud de la infancia y de la adolescencia en España. Informa Salud Infancia Adolescencia y Sociedad (SIAS-6). Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo y Sociedad de Pediatría Social* (pp. 211–226). Sociedad de Pediatría Social.
- Jiang, Y., Cole, T., Pan, H., Ju, M., Lin, Z., Dong, X., & Zhang, L. (2006). Body mass index percentile curves and cut off points for assessment of overweight and obesity in Shanghai children. *World J Pediatr, 1*(1), 35–39.
- Jim Nez-Pav N, D., Castillo, M. J., Moreno, L. a, Kafatos, A., Manios, Y., Kondaki, K., ... Ruiz, J. R. (2011). Fitness and fatness are independently associated with markers of insulin resistance in European adolescents; the HELENA study. *International Journal of Pediatric Obesity : IJPO : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity, 6*(September 2010), 253–260. doi:10.3109/17477166.2011.575158
- Kautiainen, S., & Rimpelä, A. (2002). Secular trends in overweight and obesity among Finnish adolescents in 1977-1999. *International Journal of ...*. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/med/12075582>
- Lain, S. A., Webster, T., Briones, E. G., Merino, E. M., Sanidad, D. E., Consumo, Y., & Ciencia, Y. (2006). *Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia: guía para todas las personas que participan en su educación* (p. 111). Madrid: Ministerio de Educacion y Ciencia, Secretaría General de Educación: Ministerio de Sanidad y Consumo, Dirección General de Salud Pública.
- Lalonde, M. (1973). Social values and public health. *Canadian Journal of Public Health, 65*(4), 260–268.
- Lalonde, M. (1974). *A new perspective on the health of Canadians* (p. 77). Canada.
- Legler, J., Hamers, T., Van Eck Van Der Sluijs-van De Bor, M., Schoeters, G., Van Der Ven, L., Eggesbo, M., ... Trnovec, T. (2011). The OBELIX project: Early life exposure to endocrine disruptors and obesity. *American Journal of Clinical Nutrition, 94*. doi:10.3945/ajcn.110.001669

- Lissavetzky Díez, J., Soler Sicilia, A., & García Duarte, M. (2010). *Plan integral para la Actividad física y el Deporte (A+D) CSD* (p. 141). Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Llargues, E., Franco, R., Recasens, A., & Nadl, A. (2011). Assessment of a school-based intervention in eating habits and physical activity in school children: the AVall study. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 65(10), 896–901. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3171977&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Lobstein, T., James, W., & Cole, T. (2003). Increasing levels of excess weight among children in England. *International Journal of Obesity*. Retrieved from <http://www.nature.com/ijo/journal/v27/n9/abs/0802324a.html>
- López Delgado, M. E., Bonilla Mireia, C., Del Barrio Gómez, M. L., Brugos Llamazares, V., Delgado, M. E. L., Mireia, C. B., ... Llamazares, V. B. (2010). *Programa Alimentación Saludable y Actividad Física en la Infancia y Adolescencia Cantabria*. (1ª Edición., Vol. 1ª Edición). Cantabria: Consejería de Sanidad. Gobierno de Cantabria.
- Lorente Ramos, R. M., Azpeitia Armán, J., Arévalo Galeano, N., Muñoz Hernández, A., García Gómez, J. M., & Gredilla Molinero, J. (2012). Absorciometría con rayos X de doble energía. Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. *Radiología*, 54(5), 410–423.
- M. González-Gross, M. J. Castillo, L. Moreno, E. Nova, D. González-Lamuño, F. Pérez-Llamas, A. Gutiérrez, M. Garaulet, M. Joyanes, a. L. Y. a. M. (2003). Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles ( Estudio AVENA ). Evaluación de riesgos y propuesta de intervención . I . Descripción metodológica del proyecto \* STATUS OF SPANISH ADOLESCENTS ( AVENA STUDY ). ASSESSMENT OF. *Nutrición Hospitalaria*, (2003), 15–28.
- Majem, L. S., Barba, L. R., Bartrina, J. A., Rodrigo, C. P., Santana, P. S., & Rodríguez-Santos, F. (2003). Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Medicina Clínica*, 121(19), 725–732. doi:10.1016/S0025-7753(03)74077-9
- Majem, L. S., Barba, L. R., Bartrina, J. A., Rodrigo, C. P., Santana, P. S., Rodríguez-Santos, F., ... Rodríguez-Santos, F. (2003). Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Medicina Clínica*, 121(19), 725–732. doi:10.1016/S0025-7753(03)74077-9
- Marfell-Jones, M. (1986a). *Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK)*.
- Marfell-Jones, M. (1986b). *Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK)*. Retrieved from <http://www.isakonline.com/>
- Marta, C., Marinho, D. a, Costa, A. M., Barbosa, T. M., & Marques, M. C. (2011). Somatotype is More Interactive with Strength than Fat Mass and Physical Activity in

Peripubertal Children. *Journal of Human Kinetics*, 29A, 83–91. doi:10.2478/v10078-011-0063-4

- Martin, A., Ross, W., Drinkwater, D., & Clarys, J. (1985). Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. *International Journal of Obesity*, 9 Suppl 1, 31–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4066123>
- Martín Orte, E., & Llibre Ferrer, D. (2008). Índex de massa corporal en adolescents : canvis en el curs d'una dècada. *Pediatrics Catalana*, 68, 200–204.
- Martínez Castañeda, R. (2010). *Valoración de la condición física en relación con la salud en escolares preadolescentes de la provincia de León: influencia de la actividad física en el sobrepeso, la obesidad y el riesgo de síndrome metabólico*. León.
- Martínez, E. G. (2010). Composición corporal : Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Salud Uninorte*, 26(2), 98–116.
- Martínez López, E., & Redecillas Peiró, M. (2011). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de la provincia de Jaén. *Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte*, 11(43), 472–490. Retrieved from <Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista43/artprevalencia221.htm> ORIGINAL
- Mateu i Serra, A., & Segura i Benedicto, A. (2014). *Pla interdepartamental de salut pública, PINSAP* (p. 120). Barcelona.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, 4(3), 223–230.
- Maynard, L. M., Wisemandle, W., Roche, A. F., Chumlea, W. C., Guo, S. S., & Siervogel, R. M. (2015). Childhood Body Composition in Relation to Body Mass Index, 107(2).
- McCrary, M. A., Gomez, T. D., Bernauer, E. M., & Molé, P. A. (1995). Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(12), 1686–1691.
- Mcmurray, R., & Harrell, J. (2002). A school-based intervention can reduce body fat and blood pressure in young adolescents. *Journal of Adolescent ...*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1054139X02003488>
- Merino Merino, B., González Briones, E., & Aznar Laín, S. (2007). *Programa PERSEO. Actividad física y salud Guía para familias Actividad física y salud Guía para familias. ¡Come sano y muévete!* (p. 39). Madrid: MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Subdirección General de Coordinación Científica.
- Mohamed, E. I., & De Lorenzo, a. (2003). Mathematical models and their application in body composition research. *Acta Diabetologica*, 40, 3–8. doi:10.1007/s00592-003-0017-y
- Moreno, L. a, De Henauw, S., González-Gross, M., Kersting, M., Molnár, D., Gottrand, F., ... Marcos, a. (2008). Design and implementation of the Healthy Lifestyle in Europe

- by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study. *International Journal of Obesity (2005)*, 32 Suppl 5, S4–S11. doi:10.1038/ijo.2008.177
- Moreno, L. a, Mesana, M. I., Fleta, J., Ruiz, J. R., González-Gross, M., Sarría, A., ... Bueno, M. (2005). Overweight, obesity and body fat composition in spanish adolescents. The AVENA Study. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 49(2), 71–6. doi:10.1159/000084738
- Moreno, L. a, Mesana, M. I., González-Gross, M., Gil, C. M., Ortega, F. B., Fleta, J., ... Bueno, M. (2007). Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *International Journal of Obesity (2005)*, 31, 1798–1805. doi:10.1038/sj.ijo.0803670
- Moreno, L., Sarria, A., & Popkin, B. (2002). The nutrition transition in Spain: a European Mediterranean country. *European Journal of Clinical ...*. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/med/12373620>
- Moreno, M. (2012). Definición y clasificación de la Obesidad. *Rev. Med. Clin. Condes*, 23(2), 124–128.
- Moreno, & Manonelles, P. (2011). *Manual de cineantropometria*. (S. L. Nexus Médica Editores, Ed.) (p. 431). Barcelona: FEMEDE.
- Muñoz-Cano, J. M., Pérez-Sánchez, S., Córdova-Hernández, J. A., & Boldo-León, X. (2010). El índice cintura/talla como indicador de riesgo para enfermedades crónicas en una muestra de escolares. *Salud En Tabasco*, 16(2-3), 921–927.
- NHS. (2011). *A simple guide to classifying body mass index in children* (pp. 4–5). London.
- Nihiser, A. J., Lee, S. M., Wechsler, H., McKenna, M., Odom, E., Reinold, C., ... Grummer-Strawn, L. (2007). Body mass index measurement in schools. *The Journal of School Health*, 77, 651–671; quiz 722–724. doi:10.1111/j.1746-1561.2007.00249.x
- Okosun, I. S., Boltri, J. M., Eriksen, M. P., & Hepburn, V. A. (2006). IN IN Y OUNG P EOPLE : U NITED S TATES 1988 – 2002 investigation was to determine abdominal obesity in White , Black , and Hispanic, 16, 338–344.
- OMS. (1998). *Salud 21. Salud para todos en el siglo XXI* (Ministerio., p. 33). Oficina Regional Europea de la Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2004). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. *Saludmental.Msal.Gov.Ar*, 2002, 21. Retrieved from <http://www.saludmental.msal.gov.ar/argentina-saludable/pdf/OMS-estrategia-Mundial-DPAS.pdf>
- OMS. (2010a). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. *Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*.
- OMS. (2010b). *Sobrepeso y obesidad infantiles*. Retrieved from <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>

- Ortega Anta, R. M. ., & López-Sobaler, A. M. (2014). *Estudio Aladino 2013. Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España. 2013* (p. 106). Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. AECOSAN.
- Ortega Anta, R. M., López Sobales, A. M., & Dal Re Saavedra, M. A. (2013). *Estudio ALADINO. Estudio de la Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2011* (p. 110). Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- Pérez, E. C., Sandoval, M. J., Schneider, S. E., & Azula, L. A. (2008). Epidemiología del sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes. *Revista de Postgrado de La Vía Cátedra de Medicina*, 179, 5.
- Pippi, J. L. C., Acero, R. M., Villaverde, J. M. C., In, O. L. D., Galicia, D., Nhanes, I., & AGED, I. N. S. (2003). Estudio del riesgo de sobrepeso y obesidad en escolares de Galicia entre 6 y 17 años. *An Pediatr*, 58(6), 523–528.
- Pisabarro, R. (2006). Prevalencia de la obesidad en Uruguay. *Rev Esp Obes*, 4(3), 148–155.
- Plasència i Taradach, A., Castell, C., Cabezas, C., & Roure, E. (2008). *Pla Integral per a la Promoció de la Salut mitjançant l'Activitat física i l'Alimentació saludable (PAAS)* (pp. 1–28). Barcelona.
- Posso, M., Brugulat-Guiteras, P., Puig, T., Mompert-Penina, A., Medina-Bustos, A., Alcañiz, M., ... Tresserras-Gaju, R. (2014). Prevalencia y condicionantes de la obesidad en la población infantojuvenil de Cataluña, 2006-2012. *Medicina Clinica*, (x). doi:10.1016/j.medcli.2013.10.031
- Prats, B., Prats, R., Plasència, A., De Frutos, E., Colet, A., Prats-Coll, R., ... Colet-Llansana, A. (2008). *Protocol d'activitats preventives i de promoció de la salut a l'edat pediàtrica: infància amb salut* (p. 266). Barcelona: Generalitat de Catalunya. Direcció General de Salut Pública. Retrieved from <http://scientia-pre.cesca.cat/handle/11351/651>
- Preedy, V. R. (2012). *Handbook of Anthropometry, Physical measures of Human Form in Health and Disease*. (Springer, Ed.). London.
- Ravasco, P., Anderson, H., & Mardones, F. (2010). Métodos de valoración del estado nutricional, 57–66.
- Reichert, F. F., Baptista Menezes, A. M., Wells, J. C. K., Carvalho Dumith, S., & Hallal, P. C. (2009). Physical activity as a predictor of adolescent body fatness: a systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 39(4), 279–94. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19317517>
- Riaño Galán, I. (2007). Simposio I . Avances en el manejo del sobrepeso y de la obesidad. Sobrepeso y obesidad en la adolescencia . Nuestra realidad. *Boletín de La Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla I León*, 47 Supl 1, 8–12.

- Rocha, M. S. L. (1975). Peso osseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 anos. *Arquivos de Anatomia E Antropologia*, 1, 445–451.
- Rodríguez, G., Moreno, L. a, Blay, M. G., Blay, V. a, Fleta, J., Sarría, a, & Bueno, M. (2005). Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(December 2004), 1158–1166. doi:10.1038/sj.ejcn.1602226
- Rodríguez, M. J., & Mora, R. (2001). *Análisis discriminante*. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. Retrieved from <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/12080>
- Rodríguez Pérez, M. D. C., Cabrera De León, A., Aguirre-Jaime, A., Domínguez Coello, S., Brito Díaz, B., Almeida González, D., ... Alemán Sánchez, J. J. (2010). The waist to height ratio as an index of cardiovascular risk and diabetes. *Medicina Clínica*, 134(9), 386–91. doi:10.1016/j.medcli.2009.09.047
- Ros Arnal, I., Herrero Álvarez, M., Castell Miñana, M., López Ruzafa, E., Galera Martínez, R., Moráis López, A., ... Rodríguez Martínez, G. (2011). Valoración sistematizada del estado nutricional. *Acta Pediátrica Espanola*, 69(4), 165–172.
- Rothman, K. J. (2008). BMI-related errors in the measurement of obesity. *International Journal of Obesity (2005)*, 32 Suppl 3, S56–S59. doi:10.1038/ijo.2008.87
- Rubio, A. M., Moreno, A. M. S., Martínez Rubio, A., & Soto Moreno, A. M. (2006). *Plan Integral de Obesidad Infantil de Andalucía 2007-2012* (p. 140). Sevilla: Consejería de Salud. Junta de Andalucía.
- Rubio, M. A., Salas-Salvadó, J., Barbany, M., Moreno, B., Aranceta, J., Bellido, D., ... Foz, M. (2007). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Rev Esp Obes*, 5(3), 135–175.
- Salgado Méndez, E. (2005). *Estrategia NAOS, para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad* (p. 38). Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- ScHröder, H., Ribas, L., & Koebnick, C. (2014). Prevalence of Abdominal Obesity in Spanish Children and Adolescents. Do We Need Waist Circumference Measurements in Pediatric Practice? *Plos One*, 9(1). Retrieved from [http://apps.isiknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=Refine&qid=3&SID=X2FnVDHem2PSmIhCENd&page=1&doc=3](http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=Refine&qid=3&SID=X2FnVDHem2PSmIhCENd&page=1&doc=3)
- Schröder, H., Ribas, L., Koebnick, C., & Fitó, M. (2014). Prevalence of Abdominal Obesity in Spanish Children and Adolescents. Do We Need Waist Circumference Measurements in Pediatric Practice? *Plos One*, 9(1), e87549. Retrieved from [http://apps.isiknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=Refine&qid=3&SID=X2FnVDHem2PSmIhCENd&page=1&doc=3](http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=Refine&qid=3&SID=X2FnVDHem2PSmIhCENd&page=1&doc=3)

- Semiz, S., Ozgören, E., & Sabir, N. (2007). Comparison of ultrasonographic and anthropometric methods to assess body fat in childhood obesity. *International Journal of Obesity (2005)*, 31(1), 53–8. doi:10.1038/sj.ijo.0803414
- Serra, L., & Ribas, L. (2009). *Tendències d'obesitat, hàbits alimentaris i de l'activitat física a Catalunya a partir de les enquestes catalanes, i l'anàlisi de les tendències de sobrepès en la infància i l'adolescència a partir de diverses enquestes nacionals* (p. 48). Barcelona.
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Techniques for Measuring Body Composition*, 61, 223–244.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, Ra., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 709–723.
- Slaughter, M., Lohman, T., & Boileau, R. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/41464064>
- Sloan, A. W., & Weir, J. B. (1970). Nomograms for prediction of body density and total body fat from skinfold measurements. *J Appl Physiol*, 28(2), 221–222.
- Sobradillo, B., Aguirre, A., Aresti, U., Bilbao, A., & Fernández-Ramos, C. (2004). *Curvas y Tablas de Crecimiento 2004. Estudios Longitudinal y Transversal. Fundación Orbegozo* (Fundación., p. 36). Bilbao.
- Stewart, A., & Marfell-Jones, M. (2011). *International standards for anthropometric assessment (ISAK)*. South Africa.
- Suárez Cortina, L., & Martínez, V. (2007). *Programa Perseo. Guía sobre obesidad infantil para profesionales sanitarios de Atención Primaria* (p. 41). Madrid.
- Tarro, L., Llauradó, E., Albaladejo, R., Moriña, D., Arija, V., Solà, R., & Giralt, M. (2014). A primary-school-based study to reduce the prevalence of childhood obesity--the EdAl (Educació en Alimentació) study: a randomized controlled trial. *Trials*, 15, 58. doi:10.1186/1745-6215-15-58
- Toro, L. Z., Polo, J. R., Díez-tabernilla, M., Bernal, L. G., Grasa, D., & Pgc, C. (2014). Fórmula CUN-BAE y factores bioquímicos como marcadores predictivos de obesidad y enfermedad cardiovascular en pacientes pre y post gastrectomía vertical FACTORS AS PREDICTIVE MARKERS OF IN PATIENTS BEFORE AND AFTER SLEEVE. *Nutrición Hospitalaria*, 30(2), 281–286. doi:10.3305/nh.2014.30.2.7581
- Vicente Rodríguez, V., González Agüero, A., Guillen, B., Casajús, J. A., & Ara, I. (2012). Actividad Física Y Obesidad En Poblaciones Con Características. *Archivos de Medicina Del Deporte*, XXIX(150), 805–819.
- Viñas Fort, J., & Villalba, Pérez, M. (2011). *ESTUDIO Los hábitos deportivos de la población escolar en España*. (p. 130). Madrid: CSD. Retrieved from [www.fundacionalimentum.org](http://www.fundacionalimentum.org)

- Von Döbeln, W. (1964). Determination of body constituents. *Ocurrences, Causes and Prevention of Overnutrition*. Upsala: Almqvist and Wiksell.
- Wagner, D. R. (2013). Ultrasound as a tool to assess body fat. *Journal of Obesity*, 2013, 10. doi:10.1155/2013/280713
- Wang, Y., & Lobstein, T. (2006). Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1(1), 11–25.
- Wang, Y., Monteiro, C., & Popkin, B. (2002). Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *The American Journal of Clinical Nutrition* ... Retrieved from <http://ajcn.nutrition.org/content/75/6/971.short>
- Wang, Z.-M., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. (1992). The five-level model: a new approach to organizing. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 19–28.
- Wärnberg, J., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Romeo, J., González-Gross, M., Moreno, L. A., ... Díaz, L. E. (2006). Estudio AVENA (Alimentación y valoración del estado nutricional en adolescentes). Resultados obtenidos 2003-2006. *Pediatr Integral*, 1, 50–55.
- World Obesity*. (2014). Retrieved from [www.worldobesity.org](http://www.worldobesity.org)
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Médecine Sportive Francaise*, 4(1).
- Yuhasz, M. (1974). *Physical Fitness Manual*. Ontario.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9 Annexos

9.1 Annex A. L'evolució humana. Teoria del gen estalviador.....	261
9.2 Annex B. Estudis d'Obesitat infantil .....	267
9.3 Annex C. Corbes de Creixement F. Orbegozo .....	271
9.4 Annex D. Corbes de Creixement Carrascosa.....	275
9.5 Annex E. Corbes de Creixement OMS.....	277
9.6 Annex F. Corbes de Creixement IOTF.....	279
9.7 Annex G. Programa UME.....	281
9.8 Annex H. Estructura de dades NAT .....	283
9.9 Annex I. Estructura de dades EDALc .....	285
9.10 Annex J. Fórmula pel càlcul del BMI Cole .....	287
9.11 Annex K. Fórmules de composició corporal.....	289
9.12 Annex L. Sintaxis SPSS.....	293
9.13 Annex M. Permís utilització de dades.....	295
9.14 Annex N. Programari utilitzat a la tesi .....	297

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.1 Annex A. L'evolució humana. Teoria del gen estalviador

Les condicions de vida dels nostres avantpassats implicaven períodes d'abundància intercalats amb èpoques de carestia, implicant importants esforços físics per aconseguir aliments.

Aquesta necessitat adaptativa va permetre que l'evolució els dotés de gens que responien a l'activitat o a la inactivitat física, controlant l'expressió de proteïnes musculars a la gana i a l'abundància, modificant l'activitat d'enzims i de transportadors que orientarien a l'organisme cap a l'estalvi.

El cos humà és el resultat de l'adaptació genètica per sobreviure, especialment en resposta a èpoques de carències mitjançant la modificació d'enzims que varen orientar l'organisme fins l'estalvi energètic.

En resposta a grans ingestes d'hidrats de carboni del desenvolupament d'algunes hormones, com la insulina, varen facilitar l'acumulació de grans quantitats d'energia en forma de teixit greixos.



Figura 90. Els nostres avantpassats eren nòmades i caçadors, amb gran despesa energètica.

La teoria indica que el desenvolupament de “gens estalviadors” (Campillo Álvarez, 2010) haurien permès el ràpid emmagatzematge de greix en moments d'abundància d'aliments, proporcionant avantatges en la supervivència, major eficiència en la contracció muscular i majors índexs de reproducció en èpoques de carència.

Ara fa dos milions d'anys, els nostres antecessors, a causa de la manca d'aliments d'origen vegetal, es van veure obligats a alimentar-se d'animals terrestres i aquàtics. Això va permetre desenvolupar el cervell (gènere *Homo*) i va ser capaç d'elaborar instruments de pedra que, des de l'est d'Àfrica li va portar a colonitzar el món (*Homo Ergaster*).

Sobreviuen aquells individus que, per selecció natural, i per determinades mutacions genètiques, millor es van adaptar al medi. El fet de passar de quatre potes a la bipedestació li permetia major mobilitat, amb menor despesa energètica i, al tenir les mans alliberades, podia utilitzar-les per acumular aliments i menjar-los en indrets segurs.

La forma i freqüència en les menjades també va canviar dràsticament. D'una estratègia inicial bàsicament herbívora basada en picotejar tot el dia molts aliments poc energètics a una altra, la dels carnívors, amb pocs àpats però molt energètics (greixos i proteïnes).

Més tard, fa dos-cents mil anys (*Homo sàpiens*) els nostres avantpassats nòmades van colonitzar Europa i Àsia. Van haver de patir èpoques de glaciació, alimentant-se mitjançant la caça i la pesca. És clar que qui disposava de "un genotip estalviador" tenia més probabilitat de sobreviure i reproduir-se.

Més recentment, fa uns quinze mil anys, l'home va començar a conrear la terra i acumular menjar, va començar a tenir i pasturar bestiar i es va fer ramader. Ja no tenia dependència de les circumstàncies i, realment, ja no era tan important la necessitat d'acumular teixit adipós en el propi cos.

La majoria de nosaltres, com a resultat de la supervivència i evolució d'aquells avantpassats disposem d'aquest sistema optimitzat d'estalvi energètic. En certa mesura som uns primats que han hagut d'adaptar-se a milions d'anys de gana (Campillo Álvarez, 2010).

Per qualsevol situació de perill, el cervell activa la producció de les anomenades hormones de l'estrès: adrenalina, cortisol i glucagó. De forma especial actuen sobre el teixit adipós i estimulen el buidament de greix, en forma d'àcids grassos que circulen per la sang i poden ser utilitzats com a combustible pel múscul, permeten activitats perllongades a intensitats moderades. També actuen sobre el fetge buidant la glucosa emmagatzemada (en forma de glucogen) que també pot utilitzar-se tant pel múscul com pel cervell. En definitiva, alliberen l'energia suficient per mantenir la supervivència mitjançant el moviment muscular de llarga durada. Les persones hem heretat aquesta característica de trotar llargues distàncies ("Genotipus Motor").

La conseqüència de la reducció de despesa física en persones condicionades genèticament per “estalviar energia” comporta un increment del teixit greix (sobrepès i/o obesitat).

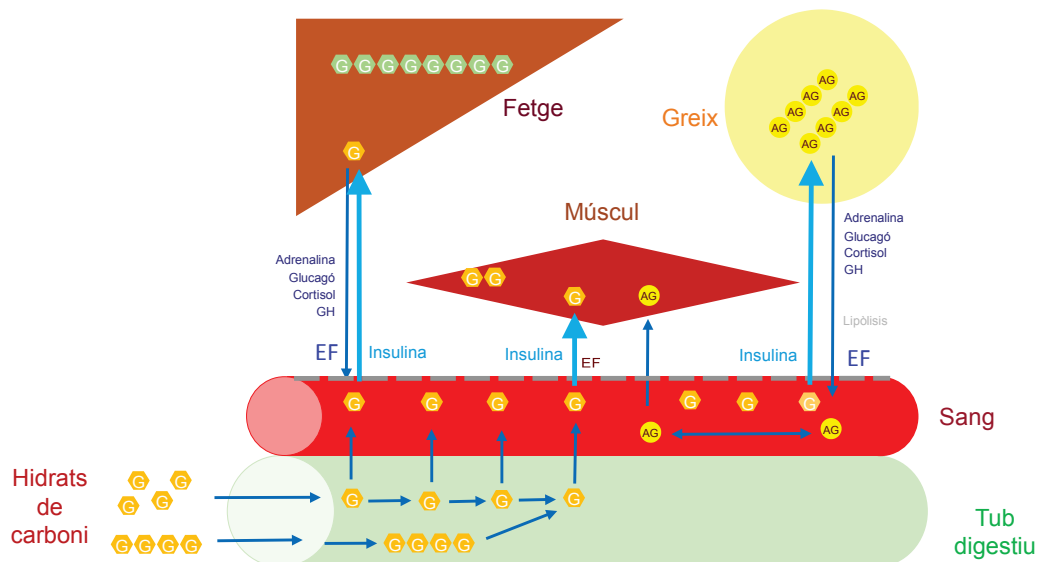


Figura 91. Metabolisme de la glucosa en inactivitat física (elaboració pròpia)

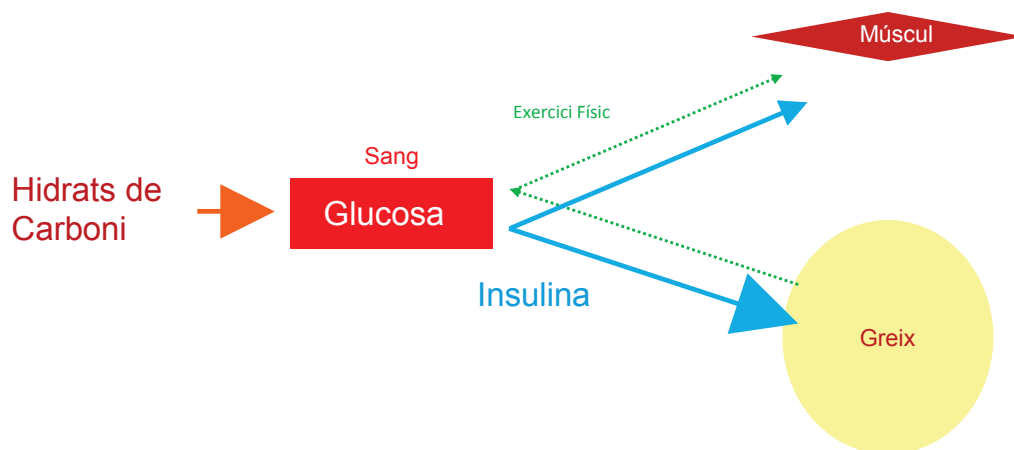


Figura 92. Destí de la glucosa en situació d'inactivitat (elaboració pròpia).

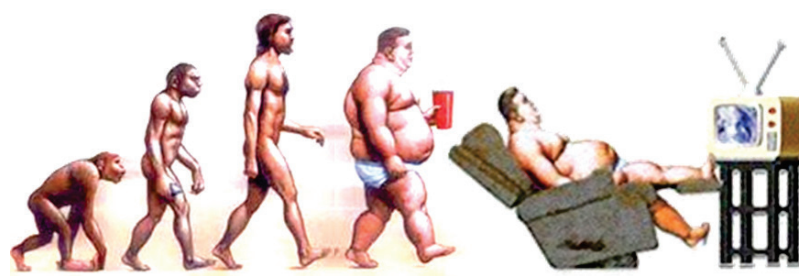


Figura 93. Evolució humana cap el sedentarisme.

En qualsevol sistema el balanç energètic el representa la diferència entre l'entrada (ingesta calòrica) i la sortida (despesa energètica).

Tenint en compte que el percentatge més gran de despesa el representa l'activitat física, a nivell muscular, en una societat industrialitzada on no hagi aquesta despesa, el resultat és un acúmulo energètic, en forma de greix.

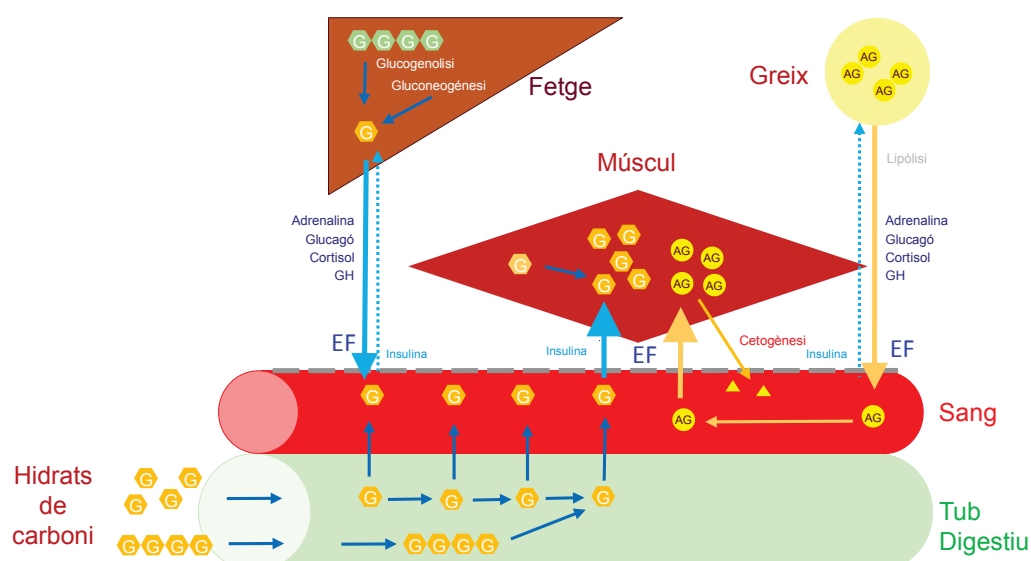


Figura 94. Metabolisme de la glucosa en activitat física (elaboració pròpia).

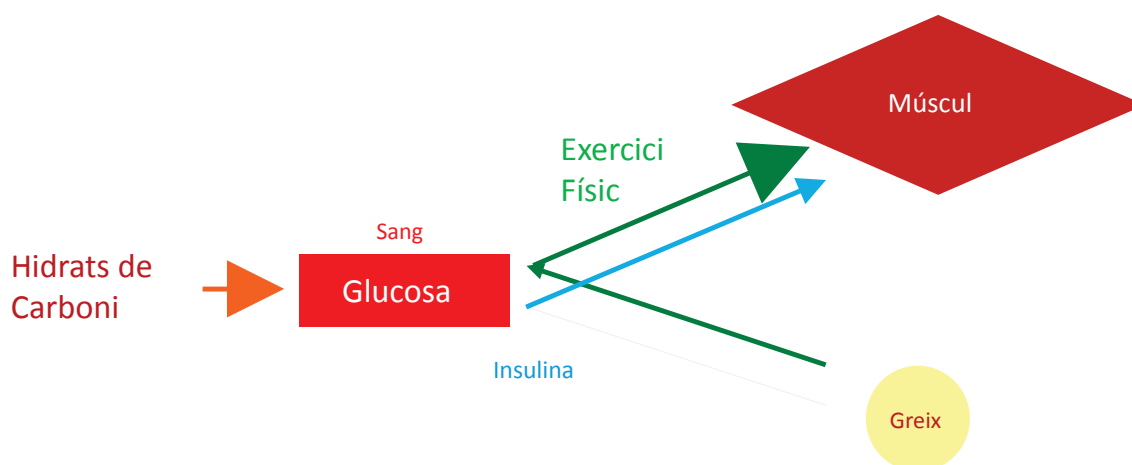


Figura 95. Destí de la glucosa en Exercici físic (elaboració pròpia).

El fet de tenir un “genotipus estalviador” és fantàstic per poder acumular energia i poder assolir grans volums de treball físic. Ara bé, en les societats modernes, industrialitzades, la gran majoria de treballs pesats s’han anat automatitzant i substituint per màquines, reduint les necessitats de despesa energètica.

La reducció d’activitat física (inactivitat) en molts casos s’ha convertit en un veritable estatus (sedentarisme) d’una gran i creixent proporció de persones de les “societats modernes”.

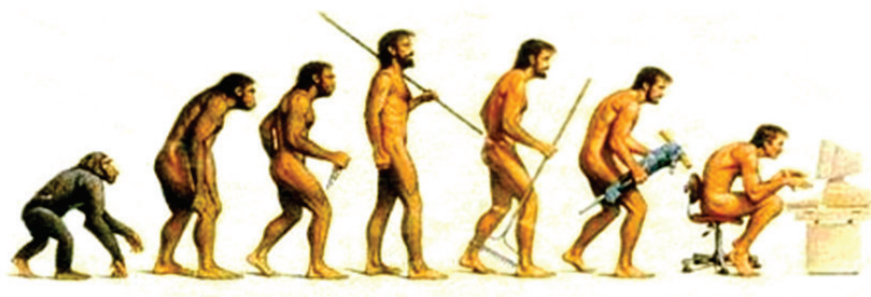


Figura 96. Evolució humana cap el sedentarisme.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.2 Annex B. Estudis d'Obesitat infantil

2000	Serra Majem L, Ribas Barba L Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del <b>Estudio enKid</b> (1998-2000). Med. Clin. (Barc). [Internet]. 2003 Jan;121(19):725–32. (Majem, Barba, Bartrina, Rodrigo, Santana, & Rodríguez-Santos, 2003)
2000	Aranceta J, Rodrigo CP, Majem LS, Barba LR Prevalencia de la obesidad en España : resultados del <b>estudio SEEDO 2000</b> . Med Clin. 2003;120(16):608–12.(Javier Aranceta, Rodrigo, et al., 2003)
2004	WHO <b>Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud</b> . Geneva WHO Libr. Cat. Data. 2010 (OMS, 2010a)
2006	Wärnberg J, Ruiz JR, Ortega FB <b>Estudio AVENA</b> (Alimentación y valoración del estado nutricional en adolescentes). Resultados obtenidos 2003-2006. Pediatr Integr. 2006;1:50–5.(Wärnberg et al., 2006)
2007	Rubio MA, Salas-Salvadó J <b>Consenso SEEDO 2007</b> para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. Rev Esp Obes. 2007;5(3):135–75.(M. A. Rubio et al., 2007)
2007	Merino Merino B, González Briones E, Aznar Laín S. <b>Programa PERSEO</b> . Actividad física y salud Guía para familias Actividad física y salud Guía para familias. ¡Come sano y muévete! Madrid: MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Subdirección General de Coordinación Científica; 2007. p. 39.(Merino Merino et al., 2007)
2008	Moreno, L. a, De Henauw, S., González-Gross, M., Kersting, M., Molnár, D., Gottrand, F., Marcos, a. <b>The HELENA study</b> . Design and implementation of the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study. International Journal of Obesity (2005), 32 Suppl 5, S4–S11 (Moreno et al., 2008)
2008	Carrascosa A, Fernández J, Fernández C, Fernández A. <b>Estudios españoles de crecimiento 2008</b> . Nuevos. Endocrinol Nutr. 2008;55(10):484–506 (Carrascosa et al., 2008)

2008	<p>Giralt M, Albaladejo R, Tarro L, Moraña D, Arija V, Solà R. <b>Estudio EDAL.</b> A primary-school-based study to reduce prevalence of childhood obesity in Catalunya (Spain)-EDAL-Educació en alimentació: study protocol for a randomized controlled trial. Trials. BioMed Central Ltd; 2011;12(1):54.(Giralt et al., 2011)</p>
2009	<p>Serra L, Ribas L. <b>Tendències d'obesitat , hàbits alimentaris i de l'activitat física a Catalunya</b> a partir de les enquestes catalanes, i l'anàlisi de les tendències de sobrepès en la infància i l'adolescència a partir de diverses enquestes nacionals. Barcelona; 2009 p. 48.(Serra et al., 2009)</p>
2010	<p>Carrascosa A, Fernández J, Ferrández A, López-Siguero J. <b>Estudios Españoles de Crecimiento 2010.</b> Barcelona; 2010 p. 46 (Carrascosa et al., 2010)</p>
2010	<p>Lissavetzky Díez J, Soler Sicilia A <b>Plan integral para la Actividad física y el Deporte (A+D).</b> Madrid: Consejo Superior de Deportes; 2010 p. 141.(Lissavetzky Díez, Soler Sicilia, &amp; García Duarte, 2010)</p>
2010	<p>López Delgado ME, Bonilla Mireia C <b>Programa Alimentación Saludable y Actividad Física en la Infancia y Adolescencia Cantabria.</b> 1ª Edición. Cantabria: Consejería de Sanidad. Gobierno de Cantabria; 2010.</p>
2011	<p>Ortega RM, López AM, Dal Re MA. <b>Estudio ALADINO.</b> Estudio de la Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2011. Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2013 p. 110.(R. M. Ortega Anta et al., 2013)</p>
2011	<p>Viñas J, Pérez M. <b>ESTUDIO Los hábitos deportivos de la población escolar en España.</b> Madrid: CSD; 2011. p. 130.(Viñas Fort &amp; Villalba, Pérez, 2011)</p>
2012	<p>Rubio AM, Moreno AMS, Martínez Rubio A, Soto Moreno AM. <b>Plan Integral de Obesidad Infantil de Andalucía 2007-2012.</b> Sevilla: Consejería de Salud. Junta de Andalucía; 2006. p. 140.(A. M. Rubio, Moreno, Martínez Rubio, &amp; Soto Moreno, 2006)</p>

2012	Brugulat Guiteras P, Medina Bustos A, Mompart Penina A. <b>Enquesta de Catalunya 2012 (ESCA 2012)</b> Informe dels principals resultats. Barcelona; 2013 p. 1–64 (Brugulat Guiteras, 2013)
2013	García O, Medina A, Saltó E. <b>Enquesta de Salut Catalunya 2013 (ESCA 2013)</b> Informe dels principals resultats. Barcelona; 2014 p. 1–81 (García et al., 2013)
2014	Mateu i Serra A, Segura i Benedicto A. <b>Pla interdepartamental de salut pública, PINSAP.</b> Barcelona; 2014 p. 120 (Mateu i Serra & Segura i Benedicto, 2014)

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.3 Annex C. Corbes de Creixement F. Orbegozo

### 9.3.1 Corbes de creixement Fundación Orbegozo, 1988

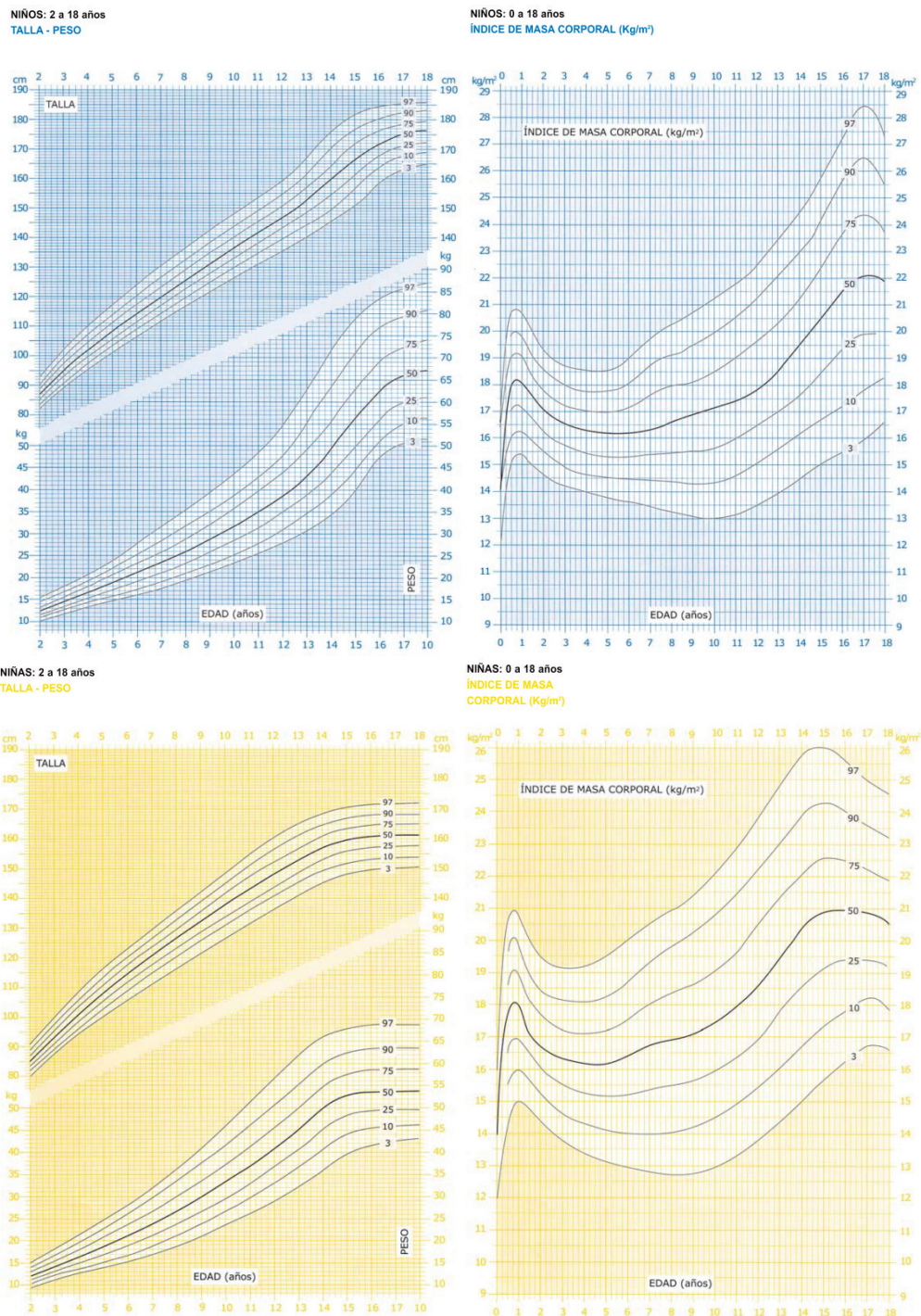


Figura 97. Corbes de creixement Fundación Orbegozo, Hernández 1988.



### 9.3.2 Corbes de creixement Fundación Orbegozo, 2004

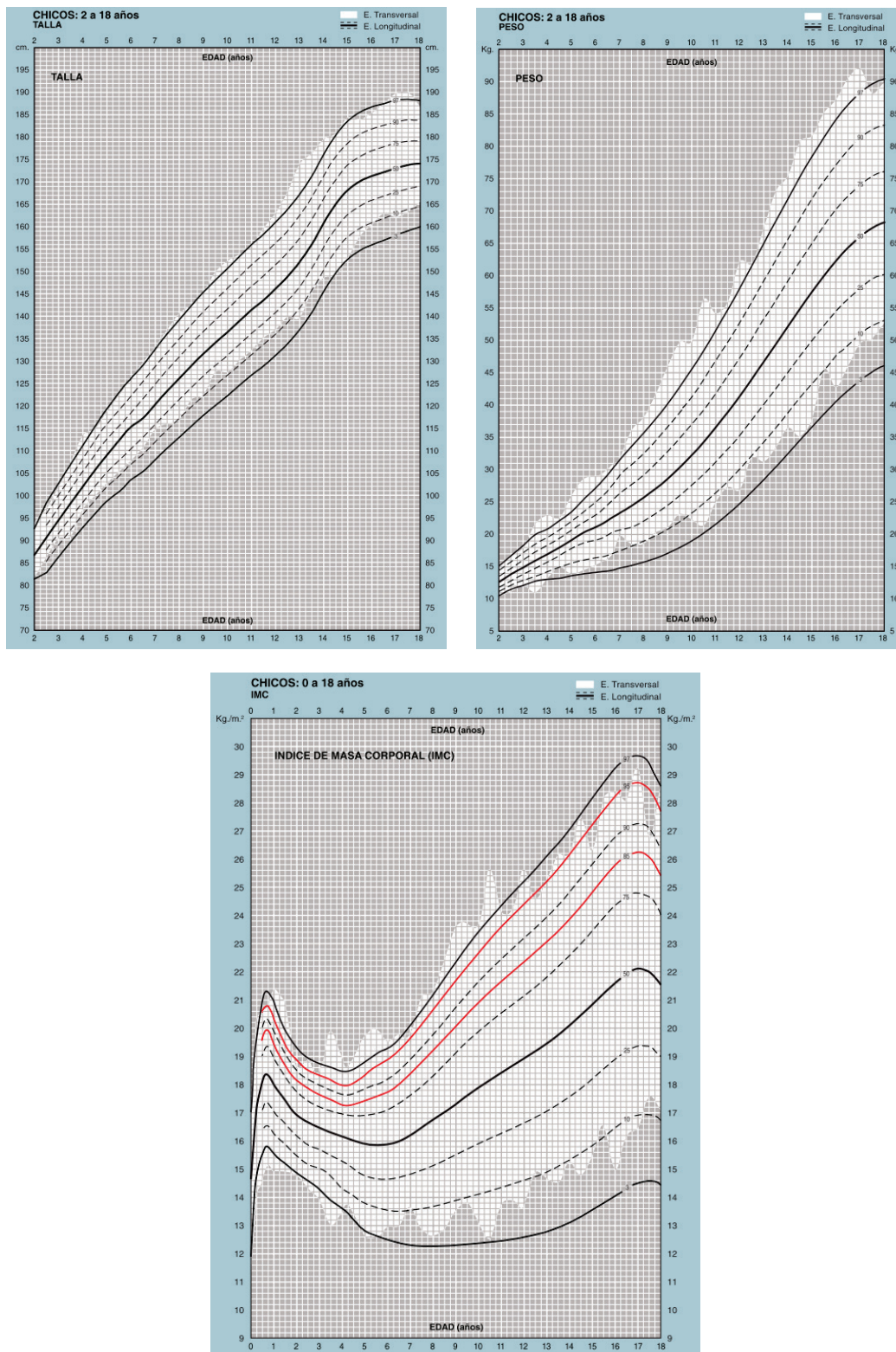


Figura 98. Corbes de creixement dels nois (Fundación Orbegozo, Sobradillo 2004).

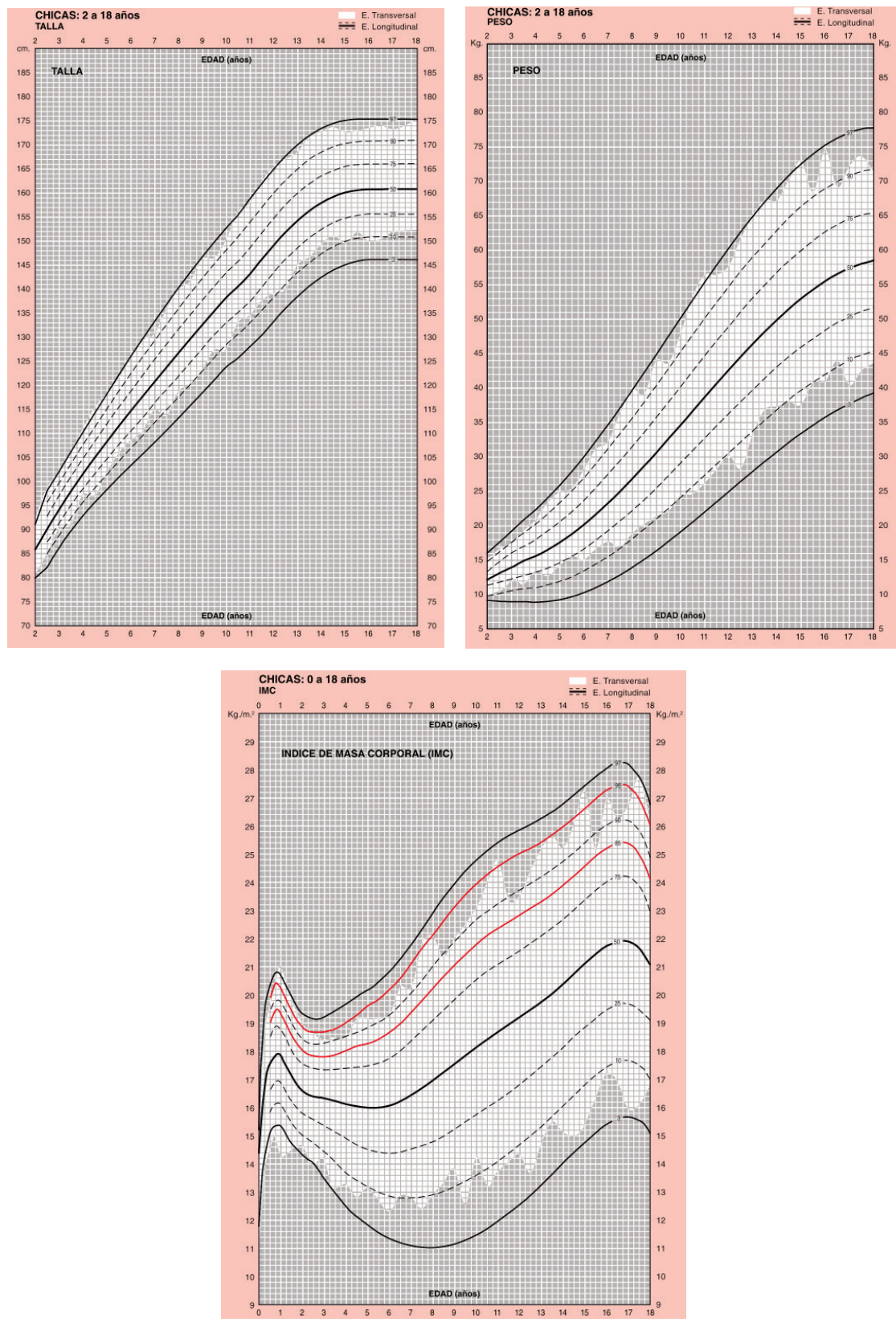


Figura 99. Corbes de creixement de les noies (Fundación Orbegozo, Sobradillo 2004).



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.4 Annex D. Corbes de Creixement Carrascosa

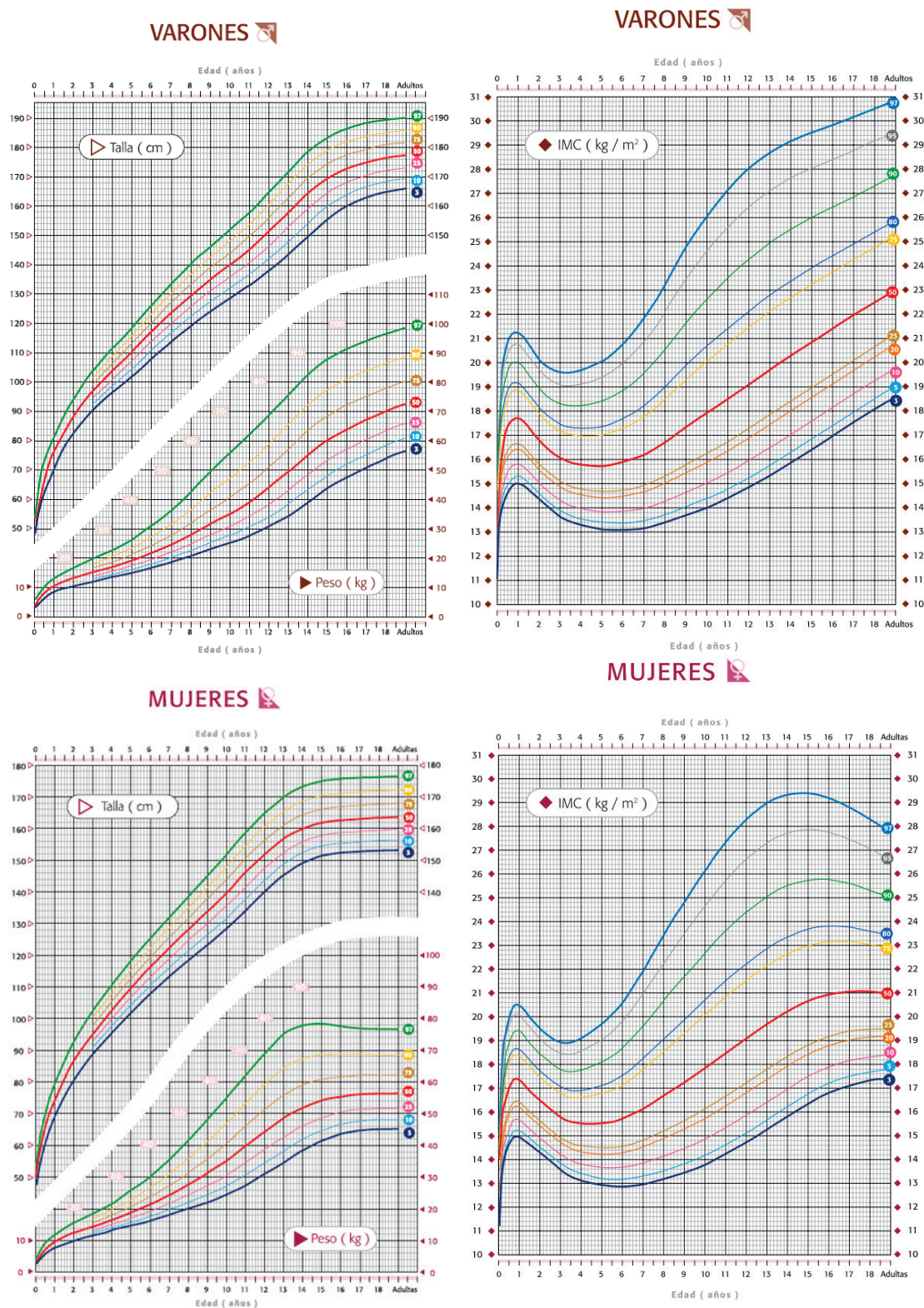


Figura 100. Estudios Españoles de Crecimiento (Carrascosa, 2010).

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.5 Annex E. Corbes de Creixement OMS


<b>BMI-for-age BOYS</b>		 <b>World Health Organization</b>				
<b>5 to 19 years (percentiles)</b>						
<b>Year: Month</b>	<b>Months</b>	<b>3rd</b>	<b>15th</b>	<b>Median</b>	<b>85th</b>	<b>97th</b>
5: 1	61	13.1	14.0	15.3	16.7	18.1
5: 2	62	13.1	14.0	15.3	16.7	18.1
5: 3	63	13.1	14.0	15.3	16.7	18.1
5: 4	64	13.1	14.0	15.3	16.7	18.1
5: 5	65	13.1	14.0	15.3	16.7	18.1
5: 6	66	13.1	14.0	15.3	16.7	18.1
5: 7	67	13.1	14.0	15.3	16.7	18.2
5: 8	68	13.1	14.0	15.3	16.8	18.2
5: 9	69	13.1	14.0	15.3	16.8	18.2
5: 10	70	13.1	14.0	15.3	16.8	18.2
5: 11	71	13.2	14.0	15.3	16.8	18.3
6: 0	72	13.2	14.0	15.3	16.8	18.3
6: 1	73	13.2	14.0	15.3	16.8	18.3
6: 2	74	13.2	14.1	15.3	16.9	18.4
6: 3	75	13.2	14.1	15.3	16.9	18.4
6: 4	76	13.2	14.1	15.4	16.9	18.4
6: 5	77	13.2	14.1	15.4	16.9	18.5
6: 6	78	13.2	14.1	15.4	16.9	18.5
6: 7	79	13.2	14.1	15.4	17.0	18.5
6: 8	80	13.2	14.1	15.4	17.0	18.6
6: 9	81	13.2	14.1	15.4	17.0	18.6
6: 10	82	13.2	14.1	15.4	17.1	18.7
6: 11	83	13.3	14.2	15.5	17.1	18.7
7: 0	84	13.3	14.2	15.5	17.1	18.8
7: 1	85	13.3	14.2	15.5	17.1	18.8
7: 2	86	13.3	14.2	15.5	17.2	18.8
7: 3	87	13.3	14.2	15.5	17.2	18.9
7: 4	88	13.3	14.2	15.6	17.2	18.9
7: 5	89	13.3	14.2	15.6	17.3	19.0
7: 6	90	13.3	14.3	15.6	17.3	19.0

Figura 101. Corbes de creixement en nois (adaptat de la OMS).


<b>BMI-for-age GIRLS</b>		 <b>World Health Organization</b>				
<b>5 to 19 years (percentiles)</b>						
Year: Month	Months	3rd	15th	Median	85th	97th
5: 1	61	12.9	13.8	15.2	16.9	18.6
5: 2	62	12.9	13.8	15.2	16.9	18.6
5: 3	63	12.9	13.8	15.2	17.0	18.7
5: 4	64	12.9	13.8	15.2	17.0	18.7
5: 5	65	12.9	13.8	15.2	17.0	18.7
5: 6	66	12.8	13.8	15.2	17.0	18.7
5: 7	67	12.8	13.8	15.2	17.0	18.8
5: 8	68	12.8	13.8	15.3	17.0	18.8
5: 9	69	12.8	13.8	15.3	17.0	18.8
5: 10	70	12.8	13.8	15.3	17.0	18.9
5: 11	71	12.8	13.8	15.3	17.1	18.9
6: 0	72	12.8	13.8	15.3	17.1	18.9
6: 1	73	12.8	13.8	15.3	17.1	19.0
6: 2	74	12.8	13.8	15.3	17.1	19.0
6: 3	75	12.8	13.8	15.3	17.1	19.0
6: 4	76	12.8	13.8	15.3	17.2	19.1
6: 5	77	12.8	13.8	15.3	17.2	19.1
6: 6	78	12.8	13.8	15.3	17.2	19.2
6: 7	79	12.8	13.8	15.3	17.2	19.2
6: 8	80	12.8	13.8	15.3	17.3	19.3
6: 9	81	12.8	13.9	15.4	17.3	19.3
6: 10	82	12.9	13.9	15.4	17.3	19.3
6: 11	83	12.9	13.9	15.4	17.3	19.4
7: 0	84	12.9	13.9	15.4	17.4	19.4
7: 1	85	12.9	13.9	15.4	17.4	19.5
7: 2	86	12.9	13.9	15.4	17.4	19.6
7: 3	87	12.9	13.9	15.5	17.5	19.6
7: 4	88	12.9	13.9	15.5	17.5	19.7
7: 5	89	12.9	13.9	15.5	17.5	19.7
7: 6	90	12.9	14.0	15.5	17.6	19.8

Figura 102. Corbes de creixement en noies (adaptat de la OMS).

## 9.6 Annex F. Corbes de Creixement IOTF

**Taula 81.** Punts de tall (cut-off) dels BMI corresponents als 18 anys segons l'edat (nois).

Edat (anys)	Nois					
	<b>BMI 16*</b>	<b>BMI 17*</b>	<b>BMI 18.5*</b>	<b>BMI 25*</b>	<b>BMI 30*</b>	<b>BMI 35*</b>
2	13,60	14,29	15,24	18,36	19,99	21,20
2,5	13,44	14,11	15,02	18,09	19,73	20,95
3	13,30	13,94	14,83	17,85	19,50	20,75
3,5	13,16	13,79	14,66	17,66	19,33	20,61
4	13,04	13,65	14,51	17,52	19,23	20,56
4,5	12,92	13,53	14,38	17,43	19,20	20,60
5	12,80	13,40	14,26	17,39	19,27	20,79
5,5	12,66	13,27	14,15	17,42	19,46	21,15
6	12,54	13,16	14,06	17,52	19,76	21,69
6,5	12,44	13,07	14,00	17,67	20,15	22,35
7	12,39	13,04	14,00	17,88	20,59	23,08
7,5	12,39	13,06	14,05	18,12	21,06	23,83
8	12,43	13,11	14,13	18,41	21,56	24,61
8,5	12,48	13,19	14,24	18,73	22,11	25,45
9	12,54	13,27	14,36	19,07	22,71	26,40
9,5	12,61	13,36	14,49	19,43	23,34	27,39
10	12,70	13,47	14,63	19,80	23,96	28,35
10,5	12,80	13,59	14,79	20,15	24,54	29,22
11	12,91	13,73	14,96	20,51	25,07	29,97
11,5	13,05	13,89	15,15	20,85	25,56	30,63
12	13,22	14,07	15,36	21,20	26,02	31,21
12,5	13,40	14,27	15,59	21,54	26,45	31,73
13	13,61	14,50	15,84	21,89	26,87	32,19
13,5	13,84	14,74	16,11	22,25	27,26	32,61
14	14,09	15,01	16,39	22,60	27,64	32,98
14,5	14,35	15,28	16,69	22,95	28,00	33,29
15	14,61	15,55	16,98	23,28	28,32	33,56
15,5	14,87	15,82	17,26	23,59	28,61	33,78
16	15,12	16,08	17,53	23,89	28,88	33,98
16,5	15,36	16,33	17,79	24,18	29,15	34,19
17	15,59	16,57	18,04	24,46	29,43	34,43
17,5	15,80	16,79	18,28	24,73	29,71	34,71
<b>18</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18,50</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>

\* indica que el centil BMI corresponent al BMI als 18 anys utilitzant els cut-off's basats en el mètode LMS

**Taula 82.** Punts tall (cut-off) dels BMI corresponents als 18 anys segons l'edat (noies).

Edat (anys)	Noies					
	BMI 16*	BMI 17*	BMI 18.5*	BMI 25*	BMI 30*	BMI 35*
2	13,40	14,05	14,96	18,09	19,81	21,13
2,5	13,25	13,88	14,77	17,84	19,57	20,90
3	13,11	13,73	14,60	17,64	19,38	20,74
3,5	12,98	13,59	14,44	17,48	19,25	20,65
4	12,85	13,45	14,30	17,36	19,16	20,62
4,5	12,72	13,31	14,16	17,27	19,14	20,67
5	12,59	13,18	14,04	17,23	19,20	20,85
5,5	12,46	13,06	13,93	17,25	19,36	21,16
6	12,34	12,96	13,85	17,33	19,62	21,61
6,5	12,26	12,89	13,81	17,48	19,96	22,19
7	12,23	12,87	13,83	17,69	20,39	22,88
7,5	12,25	12,91	13,90	17,96	20,89	23,65
8	12,30	12,98	14,00	18,28	21,44	24,50
8,5	12,37	13,07	14,13	18,63	22,04	25,42
9	12,44	13,16	14,26	18,99	22,66	26,39
9,5	12,52	13,27	14,40	19,38	23,31	27,38
10	12,63	13,40	14,58	19,78	23,97	28,36
10,5	12,77	13,57	14,78	20,21	24,62	29,28
11	12,94	13,77	15,03	20,66	25,25	30,14
11,5	13,15	14,00	15,30	21,12	25,87	30,93
12	13,38	14,26	15,59	21,59	26,47	31,66
12,5	13,64	14,54	15,91	22,05	27,04	32,33
13	13,92	14,84	16,23	22,49	27,57	32,91
13,5	14,20	15,13	16,55	22,90	28,03	33,39
14	14,47	15,43	16,86	23,27	28,42	33,78
14,5	14,74	15,71	17,16	23,60	28,74	34,07
15	15,00	15,97	17,43	23,89	29,01	34,28
15,5	15,24	16,21	17,68	24,13	29,22	34,43
16	15,45	16,42	17,90	24,34	29,40	34,55
16,5	15,63	16,61	18,08	24,53	29,55	34,64
17	15,78	16,76	18,24	24,70	29,70	34,75
17,5	15,90	16,89	18,38	24,85	29,85	34,87
<b>18</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18,50</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>

\* indica que el centil BMI corresponent al BMI als 18 anys utilitzant els cut-offs basats en el mètode LMS



## 9.7 Annex G. Programa UME

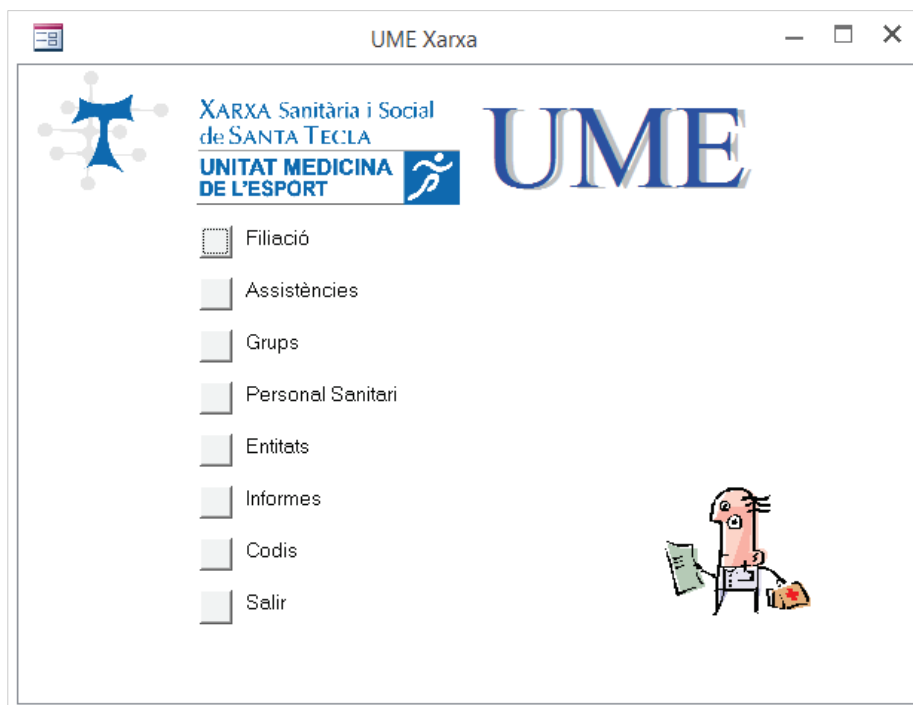


Figura 103. Programa UME.

Rodríguez Martínez, Natalia - 35 anys - NHC 77148

T0001317  
T0025074

### Assistències Individuals

Data	Grup	Edat	Con	Ant	Din	ECG	Esp	Erg	Eur	Lab	Img	A	R	E	C	Metge Assistència
08/06/11 15.36	Patologia (genèric)	32	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Rico Benages
15/11/10 8.52	Atletisme Escalona (genèric)	31	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Antuñia Lopez
30/10/06 10.47	Atletisme Escalona (genèric)	27	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Antuñia Lopez
14/11/05 11.03	Atletisme Escalona (genèric)	26	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	González Peris
25/11/03 18.09	Atletisme Escalona (genèric)	24	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Rico Benages
14/04/03 0.00	Atletisme Escalona (genèric)	23	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Antuñia Lopez
13/11/02 0.00	Atletisme Escalona (genèric)	23	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Peral Martínez
27/11/01 0.00	Atletisme Escalona (genèric)	22	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Rico Benages
28/11/00 0.00	Atletisme Escalona (genèric)	21	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Rico Benages
29/10/99 0.00	Atletisme Escalona (genèric)	20	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Sánchez Salvador
15/10/98 0.00	Atletisme Escalona (genèric)	19	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Sánchez Salvador
13/11/97 0.00	Atletisme Nàstic (genèric)	18	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Sánchez Salvador
23/05/97 0.00	Atletisme Nàstic (genèric)	17	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	González Peris
25/10/96 0.00	Atletisme Escalona (genèric)	17	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Peral Martínez
23/11/95 0.00	Atletisme Nàstic (genèric)	16	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	Rico Benages
11/11/94 0.00	Atletisme Nàstic (genèric)	15	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	González Peris
08/07/94 0.00	Atletisme Nàstic (genèric)	15	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	González Peris
25/11/93 0.00	Atletisme, footing (genèric)	14	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	González Peris

24 assistències

Figura 104. Registre d'Assistències Individuals (Programa UME).



[ 08/06/11 ] RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, NATALIA - 35 anys - NHC 77148

Esport: ATLETISME - Dr. Rico Benages

Assistència T0025074 T0001317

08/06/11 15.36 (32 anys) Grup Patologia (genèric)

General Dades Esportives Consulta Antropometria Dinamometria ECG Espirometria Ergometria Eurofit Laboratori Imatge

### CineAntropometria

Pes: 49,500 kg P 35  
58,8 (9,88)

Alçada: 163,90 cm P 43  
165,3 (8,24)

Env: 162,20 cm

Peu: [ ]

#### Plecs Cutanis

Triceps	7 mm
Subescapular	6,2 mm
Suprailiac	4,6 mm
Periumbilical	6 mm
Cuixa Anterior	15,4 mm
Camà Interna	5,6 mm

#### Diàmetres

Canell	4,9 cm
Colze	6,1 cm
Genoll	8,9 cm
Turvell	6 cm

#### Perimetres

Biceps	23,5 cm
Camà	32,8 cm

#### Composició Corporal

Greix:	4,67 kg	9,42%
Múscul:	23,89 kg	48,26%
Os:	10,60 kg	21,42%
Residu:	10,35 kg	20,90%

IP: 44,64  
 BMI: 18,43  
 BMI3: 11,24

ENDO: 1,7  
 MESO: 3,1  
 ECTO: 4,1

COM\_X: 2,4  
 COM\_Y: 0,3

10/06/11

Figura 105. Formulari de Cineantropometria i Somatocarta (Programa UME).

[ 15/11/10 ] RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, NATALIA - 35 anys - NHC 77148

Esport: ATLETISME - Dr. Antuñua Lopez

Assistència T0024086 T0001317

15/11/10 8.52 (31 anys) Grup Atletisme Escalona (genèric)

General Dades Esportives Consulta Antropometria Dinamometria ECG Espirometria Ergometria Eurofit Laboratori Imatge

### Ergometria

Tapis Rodant AERÒBIC FEMENÍ 50,7 kg Dr. Antuñua Lopez

min	PàrA km/h	PàrB %	PAS/PAD mmHg	FC bpm	VO2 L/min	ml/kg/min	Pols O2 ml/bat	VCO2 L/min	VE L/min	FR rpm	Lactat mmol/L	Actualitzar	Repòs	LI Aer	LI Ana	Màx
0			80 / 60	64	619	12	10	548	17,1	20		Temps (min)				13
1	2,2	6,0	/	114	1469	29	13	1231	32,8	27		km/h	11,71	17,00		18,00
2	2,4	8,0	/	132	1663	33	13	1436	36,3	29		%	3	3		3
3	2,6	10,0	/	148	1958	39	13	1726	44,5	33		FC (bpm)	64	157	186	190
4	2,8	12,0	/	162	2288	45	14	2077	53,7	35		PAS (mmHg)	80			150
5	1,9	14,0	/	172	2655	52	15	2540	71,7	46		VO2 (L/min)	619	2228	3122	3220
6	1,10	15,0	/	178	2769	55	16	2636	70,2	37		(ml/kg/min)	12	44	62	64
7	1,11	16,0	/	184	3019	60	16	2994	80,5	44		% VO2max	19%	69%	97%	100%
8	1,12	17,0	/	186	3122	62	17	3288	87,5	44		Pols O2 (ml/bat)	10	14	17	17
9	1,13	18,0	150 / 60	190	3220	64	17	3510	100	50		VE (L/min)	17	56	88	100
10												Lactat (mmol/L)				
-1			150 / 60	164								Motiu Detenció				
-3												Esgotament global al 100% de la seva FCMT				
-6			110 / 55	86								Comentaris				

Objectius: Valoració funcional medicoesportiva

Síntomes: Cap simptomatologia

Figura 106. Formulari d'Ergometria (Programa UME).

## 9.8 Annex H. Estructura de dades NAT

**Taula 83.** Estructura amb els principals camps de Grup NATalia.

<b>Data</b>	26/04/1994
<b>Cognoms</b>	
<b>Nom</b>	Mariona
<b>Edat</b>	12,5
<b>Alçada</b>	166,7
<b>Pes</b>	32,5
<b>Sexe</b>	2
<b>BMI</b>	11,7
<b>BMI Cole</b>	13,81
<b>BMI INSO</b>	1
<b>P_TRICEPS</b>	11,6
<b>P_SUBESCAP</b>	7,6
<b>P_SUPRAILI</b>	13,4
<b>P_ABDOMINAL</b>	22,1
<b>P_CUIXA_A</b>	14,4
<b>P_CAMA_I</b>	13
<b>D_CANELL</b>	5,1
<b>D_COLZE</b>	5,8
<b>D_GENOLL</b>	9,4
<b>D_TURMELL</b>	6,6
<b>P_BICEPS_C</b>	25
<b>P_PANTORRI</b>	34,3
<b>SUM_4P</b>	54,7
<b>SUM_6P</b>	82,1
<b>pGreix_F</b>	14,2
<b>pGreix_Y</b>	16,3
<b>pGreix_C</b>	16,3
<b>pGreix_S</b>	17,4
<b>pGreix_SN</b>	20
<b>pOssi</b>	30,6
<b>pMusc</b>	34,4
<b>pResid</b>	20,9



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.9 Annex I. Estructura de dades EDALc

**Taula 84.** Principals camps i exemple de dades en la Sub població EDALc.

<b>ID</b>	1_1_00006
<b>Grup</b>	1
<b>Base</b>	1
<b>Subjecte</b>	6
<b>Sexe</b>	1
<b>Edat</b>	8
<b>Pes</b>	22
<b>Alçada</b>	128
<b>Bmi</b>	13,61
<b>BMI_Cole</b>	17,46
<b>INSO_Cole</b>	1
<b>z_Cole</b>	-0,97
<b>Esport</b>	3

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.10 Annex J. Fórmula pel càlcul del BMI Cole

Function BMIcole(Sexe, Edat, BMI)

'BMI equivalent a adults IOTF (2012) utilitzant el mètode LMS

'L: Sesgo; M: Mitjana; S: Desviació estàndard

' Z: Z-Score

Dim L, M, S, Z

Dim L18, M18, S18

L = DLookup("[L]", "BMI\_LMS (IOTF 2012)", "[Sexe] & [Edat]=" & Sexe & Edat)

M = DLookup("[M]", "BMI\_LMS (IOTF 2012)", "[Sexe] & [Edat]=" & Sexe & Edat)

S = DLookup("[S]", "BMI\_LMS (IOTF 2012)", "[Sexe] & [Edat]=" & Sexe & Edat)

$$Z = ((\text{BMI} / \text{M}) ^ L - 1) / (L * S)$$

Edat = 18

L18 = DLookup("[L]", "BMI\_LMS (IOTF 2012)", "[Sexe] & [Edat]=" & Sexe & Edat)

M18 = DLookup("[M]", "BMI\_LMS (IOTF 2012)", "[Sexe] & [Edat]=" & Sexe & Edat)

S18 = DLookup("[S]", "BMI\_LMS (IOTF 2012)", "[Sexe] & [Edat]=" & Sexe & Edat)

$$\text{BMIcole} = \text{M18} * (1 + \text{L18} * \text{S18} * \text{Z}) ^ (1 / \text{L18})$$

End Function

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.11 Annex K. Fórmules de composició corporal

### 9.11.1 %Greix (percentatge de greix)

- **Faulkner:**

*Function pGreix\_Faulkner (Triceps, Subescapular, Supraespinal, Abdominal)*  
*' %Greix segons Faulkner (4 plecs)*

*Dim Sum*

*Sum = Triceps + Subescapular + Suprailiac + Abdominal*

$$pGreix\_Faulkner = 5.783 + 0.153 * Sum$$

*End Function*

- **Yuhasz:**

*Function pGreix\_Yuhasz (Sexe, Triceps, Subescapular, Supraespinal, Abdominal, Cuixa, Cama)*  
*' %Greix segons Yuhasz (6 plecs)*

*' Sexe: Nois = 1 Noies = 2*

*Dim Sum*

*Sum = Triceps + Subescapular + Supraespinal + Abdominal + Cuixa + Cama*

$$pGreix\_Yuhasz = \text{Iif}(\text{Sexo} = 1, 0.097 * Sum + 3.64, 0.143 * Sum + 4.56)$$

*End Function*

- **Carter:**

*Function pGreix\_Carter (Sexo, Triceps, Subescapular, Supraespinal, Abdominal, Cuixa, Cama)*  
*' %Greix segons Carter (MOGAP) (6 plecs)*

*' Sexe: Nois = 1 Noies = 2*

*Dim Sum*

*Sum = Triceps + Subescapular + Supraespinal + Abdominal + Cuixa + Cama*

$$pGreix\_Carter = \text{Iif}(\text{Sexo} = 1, 0.1051 * Sum + 2.585, 0.1548 * Sum + 3.58)$$

*End Function*



- **Sloan-Brozek**

*Function pGreix\_Brozek (Sexe, Subescapular, Triceps, Supraespinal, Cuixa)*

*' Segùn Sloan i Brozek*

*' Sexe: Nois = 1 Noies = 2*

*Dim D*

*If Sexe = 1 Then*

*D = 1.1043 - 0.00133 \* Cuixa - 0.00131 \* Subescapular*

*Else*

*D = 1.0764 - 0.00081 \* Supraespinal - 0.00088 \* Triceps*

*End If*

$$pGreix\_Brozek = (4.57 / D - 4.142) * 100$$

*End Function*

- **Slaughter nens**

*Function pGreix\_Slaughter\_nens (Sexe, Triceps, Cama)*

*' % Greix segons Slaughter, sols per a nens i adolescents*

*' Sexe: Nois = 1 Noies = 2*

*If Sexe = "1" Then*

$$pGreix\_Slaughter\_nens = 0.735 * (Triceps + Cama) + 1$$

*Else*

$$pGreix\_Slaughter\_nens = 0.61 * (Triceps + Cama) + 5$$

*End If*

*End Function*

## 9.11.2 %Ossi (percentatge d'os)

*Function PesOssi (Alçada, Fémur, Húmer)*

*' Segùn Von Döbeln (modificada per Rocha)*

$$PesOssi = 3.02 * ((Alçada / 100) ^ 2 * Húmer / 100 * Fémur / 100 * 400) ^ 0.712$$

*End Function*

### 9.11.3 %Residual (percentatge residual)

*Function PesResidual (Pes, ByVal Sexe)*

*' Segùn Wurch; ' Peso en kg;*

*' Sexe: Nois = 1 Noies = 2*

*PesResidual = If(Sexe = 2, Pes \* 0.209, Pes \* 0.241)*

*End Function*

### 9.11.4 %Muscular (percentatge de múscul)

*Function **PesMuscular** (Pes, PesGreix, PesoOssi, PesResidual)*

*PesMuscular = Pes - (PesGreix + PesoOssi + PesResidual)*

*End Function*

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.12 Annex L. Sintaxis SPSS

### 9.12.1 Segmentació de dades

```
DATASET ACTIVATE Conjunt_dades.  
SORT CASES BY GRUP.  
SPLIT FILE LAYERED BY GRUP.
```

### 9.12.2 Descripció de dades

\*DESCRIPTIUS

```
DESCRIPTIVES VARIABLES= Pes Alçada BMI BMI_Cole Edat  
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
```

\*DESCRIPTIUS CATEGÒRIQUES

```
FREQUENCIES VARIABLES= Sexe  
/ORDER=ANALYSIS.
```

### 9.12.3 Comparació de dades poblacionals

\*COMPARAR EDALc I NAT7-10c

```
T-TEST GROUPS=GRUP(0 1)  
/MISSING=ANALYSIS  
/VARIABLES= Pes Alçada BMI BMI_Cole Edat  
/CRITERIA=CI(.95).
```

\*ANOVA

```
ONEWAY PesKg Al_adacm Bmi BMI_cole BY ESPORT_2  
/STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY  
/MISSING ANALYSIS  
/POSTHOC=SCHEFFE ALPHA(0.05).
```

### 9.12.4 Correlació de dades

\*CORRELACIONS

```
CORRELATIONS  
/VARIABLES= PesKg Al_adacm Bmi BMI_cole  
/PRINT=TWOTAIL NOSIG  
/MISSING=PAIRWISE.
```

## 9.12.5 Anàlisi discriminant

\*DISCRIMINANTS

```
DISCRIMINANT  
/GROUPS=BMI_class(1 4)  
/VARIABLES=Age PesKg Al_adacm  
/ANALYSIS ALL  
/PRIORS EQUAL  
/STATISTICS=COEFF TABLE CROSSVALID  
/CLASSIFY=NONMISSING POOLED.
```

## 9.12.6 Anàlisi de regressió

\*REGRESSIÓ LINEAL

```
REGRESSION  
/MISSING LISTWISE  
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE  
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)  
/NOORIGIN  
/DEPENDENT pGreix_F  
/METHOD=STEPWISE Edad Sexe PESO TALLA P_ ABDOMINAL D_RODILLA.
```

## 9.12.7 Creació de noves variables

```
DATASET ACTIVATE Conjunto_de_datos2.  
COMPUTE pGreixNAT=7.1+0.41*P_ABDOMINAL.  
EXECUTE.  
RECODE pGreixNAT (Lowest thru 9=1) (9 thru 17.9999=2) (18 thru 21.9999=3) (22 thru Highest=4)  
INTO NAT_INSO.  
VARIABLE LABELS NAT_INSO 'NAT (INSO)'.  
EXECUTE.
```

## 9.13 Annex M. Permís utilització de dades



Tarragona, 1 d'agost de 2014

Dr Xavier Oliach Güell  
Director Mèdic  
Hospital Sant Pau i Santa Tecla

Actualment em trobo en la fase final d'elaboració de la meva tesi doctoral "EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN ESPORTISTES JOVES" que intenta proposar una nova metodologia per valorar el grau d'adipositat (obesitat) a nivell individual, de clínica diària. La tesi està codirigida per la Dra Montserrat Giralt Batista i Dra Marta Romeu Ferran, dintre del Programa de Doctorat de Biomedicina, del Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques, de la URV

El cos humà és una màquina dissenyada genèticament pel moviment a través de l'aparell locomotor, mitjançant la contracció muscular, amb la utilització principalment aeròbica de combustibles como els hidrats de carboni o els greixos.

L'evolució de les noves tecnologies i millora del transport, junt a l'abundància de tot tipus d'aliments, és cert que han millorat la qualitat de vida, però han incrementat de forma alarmant l'acumulació energètica corporal, bàsicament a nivell del teixit greix. Aquest fet afegit a l'augment de patologies relacionades (hipertensió, diabetis, dislipèmia, cardiopaties, etc.) ens estan conduint al que ja s'anomena "pandèmia del segle XXI".

Com a precursor de patologies adultes, l'obesitat infantil representa una prioritat sanitària que cal detectar, enregistrar, controlar i, sobre la qual, actuar.

És complicat el consens per la detecció de l'obesitat infantil i, hi ha diverses metodologies correctores per la utilització del BMI en nens. Aquest índex, encara que útil i vàlid per estimar l'obesitat a nivell poblacional, presenta importants limitacions en la pràctica clínica individual.

En la tesi, a partir de les dades aportades per un grup poblacional de uns 17000 joves esportistes de les comarques de Tarragona, es proposen nous criteris clínics de detecció, amb noves fórmules per estimar i classificar el greix corporal en joves esportistes a partir de paràmetres senzills com els plecs cutanis.

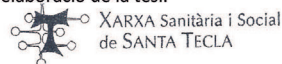
Les dades utilitzades han estat recollides per la UME de la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla en les valoracions funcionals de nens esportistes de les comarques de Tarragona (Tarragona, Vendrell, Valls, Vila-seca, Torredembarra,...), en els últims anys.

La utilització de les dades tenen únicament finalitat d'estudi i divulgació científica i en tot moment es mantenen tots els criteris de protecció de dades dels esportistes, per la qual cosa informo i sol·licito es permisos corresponents per la seva utilització en l'elaboració de la tesi.

Salutacions



Manel González Peris



Data 13 AGO. 2014

Entrada núm. 528

Sortida núm.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.

Manel González Peris

Dipòsit Legal: T 1281-2015

## 9.14 Annex N. Programari utilitzat a la tesi

### 9.14.1 Processador de textos

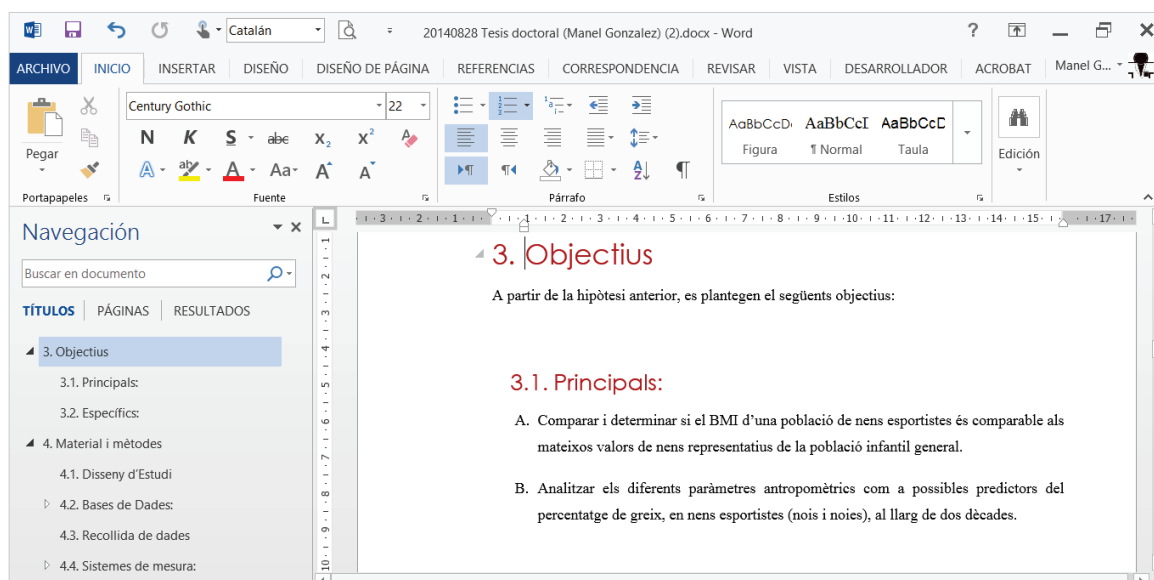


Figura 107. Microsoft Word Professional Plus 2013.

### 9.14.2 Gestor de referències bibliogràfiques

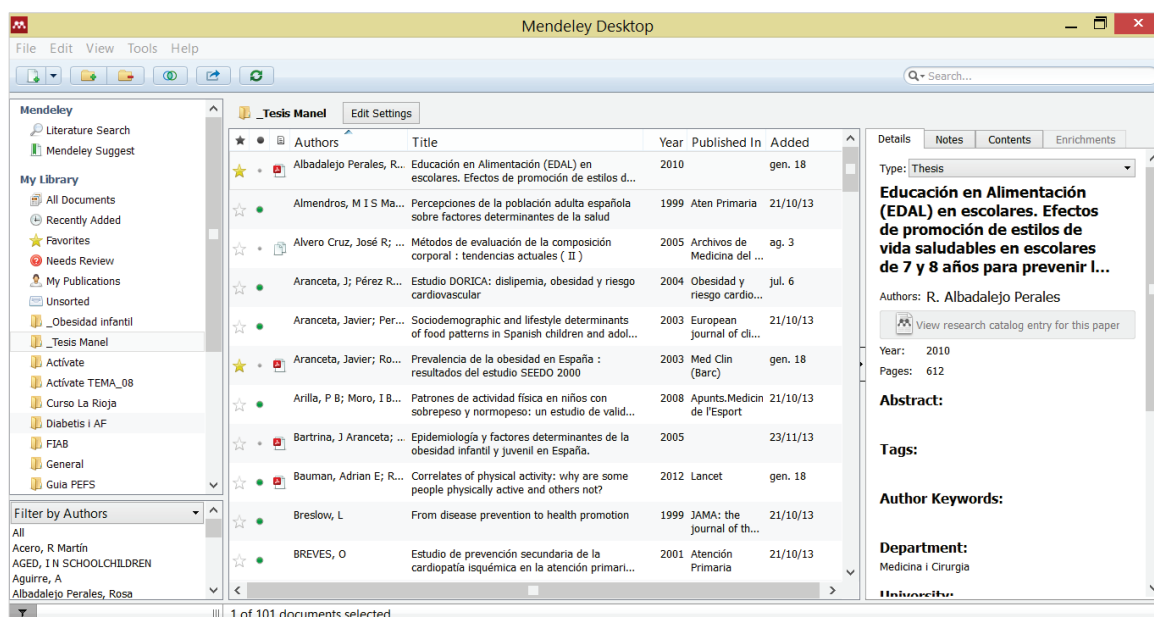


Figura 108. Mendeley, Sistema de gestió de referències bibliogràfiques.



### 9.14.3 Full de càlcul

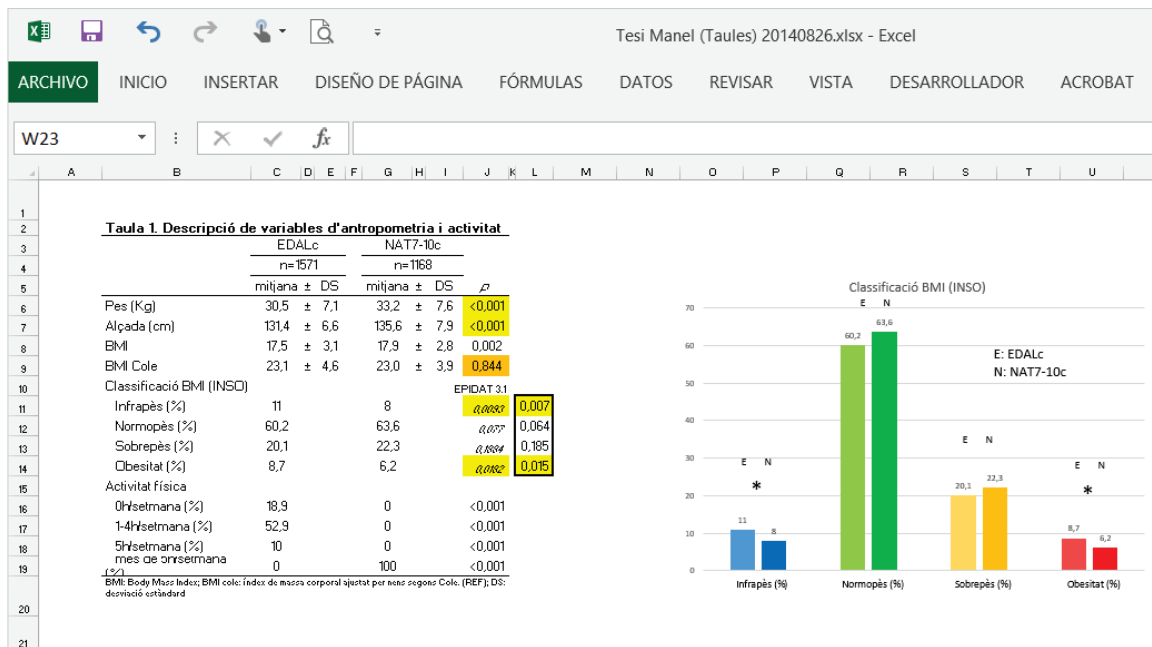


Figura 109. Microsoft Excel Professional Plus 2013.

### 9.14.4 Tractament estadístic de dades

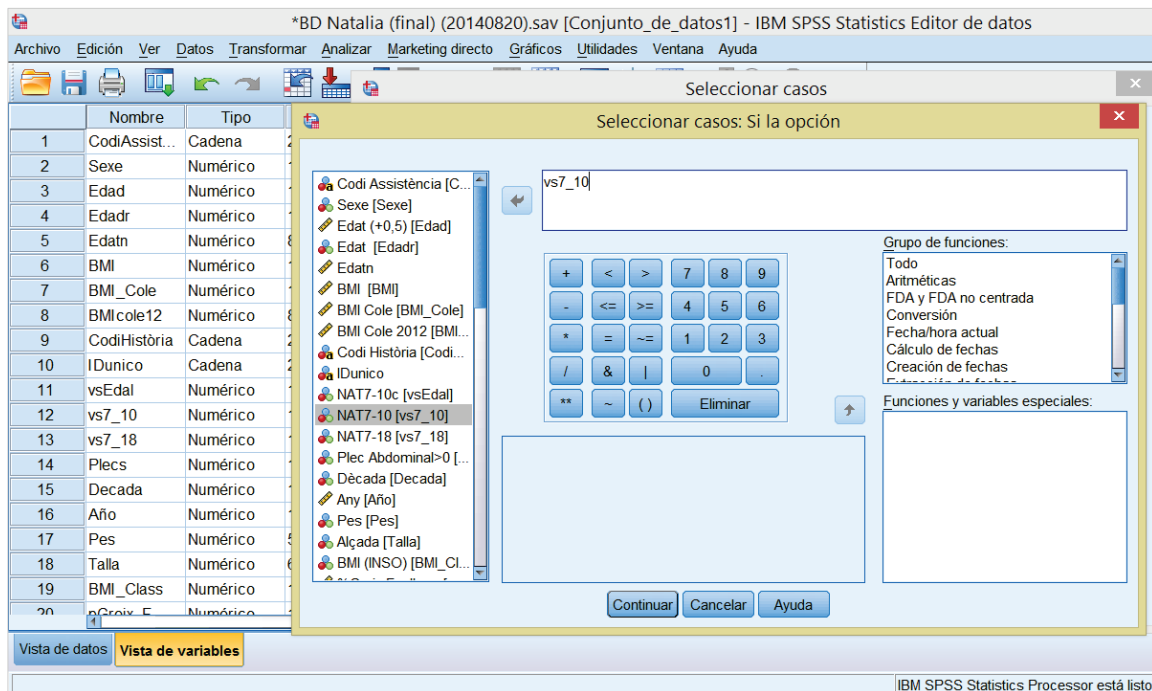


Figura 110. IBM SPSS Statistics v21.



Figura 111. EPIDAT. programa per a anàlisi epidemiològic v3.1.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
EL PLEC ABDOMINAL COM A PREDICTOR DEL PERCENTATGE DE GREIX EN NENS ESPORTISTES.  
Manel González Peris  
Dipòsit Legal: T 1281-2015



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI