



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

# ESTUDI DELS PATRONS DEL DESPLAÇAMENT FRACTURARI EN LES FRACTURES D'HÚMER PROXIMAL

Tesi Doctoral

Anna Isart Torruella

DIRECTORS:

Enric Cáceres Palou

Joan Carles Monllau Garcia

Carles Torrens Cánovas

TUTOR:

Joan Carles Monllau Garcia

Departament de Cirurgia

Facultat de Medicina

Universitat Autònoma de Barcelona

2017

Els directors i tutor de la tesi doctoral Dr. Enric Cáceres Palou, Dr. Carles Torrens Cánovas i Dr. Joan Carles Monllau Garcia, certifiquen que el treball presentat per l'Anna Isart Torruella i titulat "**Estudi dels patrons del desplaçament fracturari en les fractures del húmer proximal**" compleix les exigències metodològiques i científiques per ser presentat en el Tribunal legalment constituït, segons les normes vigents del Departament de Cirurgia de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Dr. Enric Cáceres Palou

Dr. Carles Torrens Cánovas

Dr. Joan Carles Monllau Garcia

Anna Isart Torruella



M'agradaria agrair l'esforç i el recolzament del Dr. Torrens, sense les seves idees, ajuda i dedicació, aquest treball no l'hauria pogut tirar endavant.

Al Dr. Cáceres, gràcies! Gràcies per haver estat sempre al meu costat, per brindar-me oportunitats, coneixements i consells que han estat fonamentals per la meva formació i investigació.

Molt agraïda al Dr. Monllau pels consells, recolzament i confiança dipositada en mi durant tot aquest temps.

A en Cacho, el meu company inseparable, per ser el meu pilar i estar al meu costat durant tots aquests anys.

A la meva mare i al meu pare, ells són els grans responsables que avui pugui estar aquí, sempre han estat al meu costat, m'han ajudat i donat un recolzament incondicional, sense ells no hagués pogut ser la mateixa.

A en Xavier, per haver estat, estar i per saber que sempre estarà aquí.

A tot l'equip d'ICATME per incentivar l'estudi i el coneixement de la nostra especialitat.

A tots vosaltres, moltes gràcies.



## INDEX

1. JUSTIFICACIÓ I MOTIVACIÓ DE L'ESTUDI	13
1.1 <u>Justificació de l'estudi</u>	14
1.2. <u>Motivacions del treball</u>	14
2. INTRODUCCIÓ	16
2.1. <u>Fonaments</u>	17
2.1.1. Epidemiologia	17
2.1.2 Principis bàsics: anatomia y funció	20
2.1.3 Diagnòstic per la imatge	26
2.1.4 Classificacions	28
2.1.5 Tractament de les fractures d'húmer proximal	45
3. HIPÒTESI DE TREBALL. OBJECTIUS	51
3.1 <u>Hipòtesi de treball</u>	52
3.2 <u>Objectius</u>	52
4. MATERIAL I MÈTODE	53
4.1 <u>Estudi clínic</u>	54
4.1.1 Descripció de la mostra	54
4.1.2 Anàlisi dels desplaçaments fracturaris	55
4.1.2.1. Descripció del sistema de mesures	55
4.1.2.1.1 Projeccions radiològiques	55

4.1.2.1.2 TC	55
4.1.2.1.3. Sistema PACS	55
4.1.2.1.4. Mesures radiogràfiques	56
4.1.3. Classificació de les fractures	65
4.1.4 Anàlisi estadístic	66
5. RESULTATS	67
5.1 <u>Anàlisi descriptiu de la mostra de l'estudi</u>	68
5.1.1. Anàlisi descriptiu de les mesures de l'estudi	73
5.1.1.1. Anàlisi descriptiu de les mesures sense tenir en compte la posició del cap humeral	73
5.1.1.2. Anàlisi descriptiu de les mesures quan el cap humeral es troba desplaçat a posterior	73
5.1.1.3. Anàlisi descriptiu de les mesures quan el cap humeral es troba centrat	74
5.2 <u>Correlacions entre les diferents variables</u>	75
5.2.1. Correlació entre l'edat, el sexe i la localització del cap humeral	75
5.2.2. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran (hipòtesi)	76
5.2.3. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de més d'1cm de la tuberositat gran, el desplaçament de la tuberositat petita i la migració cranial de la tuberositat gran	79



5.2.3.1. Punts de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiona el desplaçament de la tuberositat gran més d'1cm	79
5.2.3.2. Relació amb el desplaçament de la tuberositat petita i el volteig del cap humeral	80
5.2.3.3. Correlació amb la migració cranial de la tuberositat gran dependent del volteig del cap humeral	81
5.2.4. Altres correlacions	84
5.2.4.1. Correlació entre les diferents mesures sense diferenciar la posició del cap humeral	84
5.2.4.2. Correlació entre les diferents mesures i el cap humeral cap a posterior	89
5.2.4.3. Relació entre les diferents mesures i el cap humeral centrat	93
5.2.5. Resum dels resultats més rellevants	98
6. DISCUSSIÓ	101
6.1. <u>Anàlisi dels resultats</u>	102
6.1.1 Anàlisi de correlacions entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran	102
6.1.2 Anàlisi del punt de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiona el desplaçament de la tuberositat gran	104
6.1.3 Anàlisi de la correlació entre el desplaçament de la tuberositat petita i el volteig del cap humeral	105
6.1.4 Anàlisi del desplaçament de la tuberositat gran a	

cranial depenent del volteig del cap humeral	106
6.1.5 Resum	108
6.2 <u>Punts forts i limitacions de l'estudi</u>	110
7. APLICABILITAT CLÍNICA	111
7.1 <u>Aplicabilitat clínica</u>	112
8. CONCLUSIONS	113
8.1 <u>Conclusions sobre la hipòtesi de treball o conclusions principals</u>	114
8.2 <u>Conclusions sobre els objectius o conclusions accessòries</u>	114
9. BIBLIOGRAFIA	115
10. ANNEXES	129
10.1 <u>Corba COR i coordenades de la corba de la correlació amb el punt de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiciona el desplaçament de la tuberositat gran</u>	130
10.1.1 Sense diferenciar la posició del cap humeral	130
10.1.2 Cap humeral a posterior	132
10.1.3 Cap humeral centrat	134
10.2 <u>Aprovació del comitè de bioètica</u>	136

## Sumari de figures

Figura 1. Estructures de l'húmer proximal.	21
Figura 2 i 3. Músculs de la còfia rotadora en una visió anterior i posterior de l'espatlla.	23
Figura 4. Desplaçament dels fragments per la còfia rotadora.	24
Figura 5. Fractura avulsió tuberositat gran.	25
Figura 6 i 7. Radiografia antero-posterior i tranescapular.	28
Figura 8. Esquema de las línies de clivatge del húmer proximal segons Codman.	29
Figura 9. Combinacions possibles de fractures de l'húmer proximal segons Codman.	29
Figura 10. Classificació de Neer de les fractures d'húmer proximal.	30
Figura 11. Fractura en 4 parts en valg.	31
Figura 12. Classificació AO de les fractures d'húmer proximal.	33
Figura 13. Sistema Lego de classificació de les fractures d'húmer proximal.	37
Figura 14. Divisió de l'húmer proximal en segment articular i segment extraarticular.	41
Figura 15. Classificació AST.	43
Figura 16. Fractura avulsió / Fractura en split / Fractura depressió.	44
Figura 17. Esquema de la vascularització del húmer proximal.	46
Figura 18. Càlcul de l'angle entre la diàfisi i el cap humeral.	56
Figura 19. Càlcul de la distància entre la tuberositat gran i l'acromi.	57
Figura 20. Càlcul de la distància entre la part més lateral de la	

diàfisi a la part més lateral de la tuberositat gran.	58
Figura 21. Càlcul de la distància entre la tuberositat gran desplaçada cap a posterior i el cap.	59
Figura 22. Càlcul de la distància entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap.	60
Figura 23. Càlcul de la distància entre la glena i la part més lateral de la tuberositat gran.	61
Figura 24. Cap humeral a anterior.	62
Figura 25. Cap humeral centrat.	63
Figura 26. Cap humeral a posterior.	63
Figura 27. Tuberositat petita integra.	64
Figura 28. Tuberositat petita trencada.	64
Figura 29. Tipus de fractura.	69
Figura 30. Tuberositat gran.	70
Figura 31. Tuberositat petita.	71
Figura 32. Posició del cap humeral.	72

## Sumari de taules

Taula 1. Anàlisi descriptiu de les mesures.	72
Taula 2. Anàlisi descriptiu de les mesures amb el cap humeral a posterior.	72
Taula 3. Anàlisi descriptiu de les mesures amb el cap humeral centrat.	73
Taules 4 i 5. Correlació entre l'edat i el sexe i la localització del cap humeral.	74
Taula 6. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran.	77
Taula 7. Relació amb el desplaçament de la tuberositat petita i el volteig del cap humeral.	80
Taula 8. Correlació entre la mesura 2 i la mesura 1 sense diferenciar la posició del cap humeral.	81
Taula 9. Correlació entre la mesura 2 i la mesura 1 quan el cap humeral es troba a posterior.	81
Taula 10. Correlació entre la mesura 2 i la mesura 1 quan el cap humeral es troba centrat.	82
Taula 11. Relació entre les diferents mesures sense tenir en compte la localització del cap humeral.	83
Taula 12. Relació entre la mesura 1 i les mesures 3 i 6 sense tenir en compte la localització del cap humeral.	87
Taula 13. Relació entre la mesura 8 i la resta de mesures sense tenir en compte la localització del cap humeral.	87
Taula 14. Relació entre les diferents mesures amb el cap humeral	

a posterior.	88
Taula 15. Relació entre la mesura 1 i les mesures 3 i 6 quan el cap humeral es troba a posterior.	91
Taula 16. Relació entre la mesura 8 i la resta de mesures quan el cap humeral es troba a posterior.	91
Taula 17. Relació entre les diferents mesures amb el cap humeral centrat.	92
Taula 18. Relació entre la mesura 1 i les mesures 3 i 6 quan el cap humeral es troba centrat.	95
Taula 19. Relació entre la mesura 8 i la resta de mesures quan el cap humeral es troba centrat.	96

# 1. JUSTIFICACIÓ I MOTIVACIÓ DE L'ESTUDI

1.1 Justificació de l'estudi

1.2. Motivacions del treball

## **1.1 Justificació de l'estudi**

En l'actualitat trobem un augment del nombre de fractures d'húmer proximal degut principalment a l'augment de l'esperança de vida, a la major supervivència de la població amb un envelliment més prevalent.

Aquest segment de la població presenta un major nombre de fractures de perfil fràgil i aquestes solen ser per causa osteoporòtica amb patrons més complexes. Interpretar el desplaçament d'aquests fragments es necessari per comprendre la fractura i poder planificar el seu tractament.

## **1.2. Motivacions del treball**

Les fractures d'húmer proximal es solen produir seguint les antigues línies fisàries, determinant que puguin ésser classificades en 1-2-3 o 4 parts segons el nombre de fragments implicats. El tractament de les fractures d'húmer proximal segueix essent un tema controvertit i els sistemes de classificació descrits per aquest tipus de fractures a la bibliografia són poc reproduïbles i tenen poca concordança.

El maneig de les fractures d'húmer proximal en adults és una tasca difícil i exigent. Els bons resultats depenen de l'avaluació de la fractura, de la selecció acurada dels pacients considerant individualment les seves característiques, les comorbiditats, les expectatives funcionals i de l'experiència quirúrgica. A través



de l'abordatge d'un equip multidisciplinari conjuntament amb radiòlegs, geriatres i fisioterapeutes<sup>1</sup>.

Entendre el comportament de la fractura és necessari per decidir el tractament que aplicarem, ja sigui conservador o quirúrgic. En el cas de decidir el tractament quirúrgic, l'èxit depèn de la capacitat de reducció dels fragments desplaçats tenint en compte la comprensió de la disposició de la fractura, ja que la reducció d'uns fragments està subjecta a la reducció prèvia d'altres.

Per això en aquest treball volem comprovar si estudiant les radiografies en les seves projeccions més freqüents, podem calcular l'angle cervico – diafisari i extrapolar el desplaçament de la tuberositat gran.

## 2. INTRODUCCIÓ

### 2.1. Fonaments

2.1.1. Epidemiologia

2.1.2 Principis bàsics: anatomia y funció

2.1.3 Diagnòstic per la imatge

2.1.4 Classificacions

2.1.5 Tractament de les fractures d'húmer proximal

## **2.1. Fonaments**

### **2.1.1.Epidemiologia**

Les fractures per fragilitat són aquelles produïdes per un baix impacte, com una caiguda des de la pròpia altura. Es localitzen principalment a l'húmer, el canell, les vertebres i el maluc. Per ordre de freqüència les d'húmer són les terceres, per darrera de les de maluc i les de canell. S'estima que 1 de cada 3 dones i 1 de cada 5 homes patiran una fractura per fragilitat al llarg de la seva vida<sup>2-4</sup>.

A Espanya, 100.000 fractures a l'any són considerades per fragilitat<sup>5</sup>, un 35% les trobem en dones de més de 50 anys i fins a un 52% en majors de 70 anys amb una densitat mineral òssia (DMO) que compleix els criteris d'osteoporosi de l'Organització Mundial de la Salut (OMS)<sup>6,7</sup>.

Les fractures de l'extremitat proximal de l'húmer suposen un 5% del total de les lesions òssies de l'organisme i corresponen al 45% de totes les fractures humerals<sup>1</sup>, sobretot en dones amb osteoporosi postmenopàusica. Court-Brown et al<sup>3</sup>, n'estudia 1027 d'húmer proximal, on observa que la gran majoria es donen en pacients actius de més de 60 anys, amb una incidència més alta en dones entre els 80 i 89 anys.

En aquesta població, el 75% de les fractures humerals tenen lloc en l'extrem proximal de l'os. Al voltant d'un 80% evolucionen bé amb tractament

conservador i un 20% solen ser inestables i requeriran ser tractades quirúrgicament<sup>1</sup>.

Shortt et al<sup>8</sup>, estudien una cohort de pacients amb fractures de fèmur i húmer proximal i de canell, tots ells de més de 45 anys. Conclouen que els pacients amb fractures d'húmer proximal tenen una edat mitja de 72 anys (62 – 81) i el 26% són homes. Tant en les dades demogràfiques com en el nivell de deteriorament físic i mental d'aquests pacients es troben dins del grup de pacients amb fractures de maluc i canell. En quant a la mortalitat és substancialment superior en els pacients amb fractura de fèmur proximal, intermèdia en els pacients amb fractura d'húmer proximal i inferior en els que n'han patit una de canell. La mortalitat és clarament més elevada durant el primer any en les de fèmur i d'húmer proximal.

Clement et al<sup>9</sup>, conclou que el ratio de la mortalitat estandarditzada a l'any és significativament major després de fractures múltiples, incloent la d'húmer proximal i suggereix que la combinació de fractura de fèmur i d'húmer augmenta el risc de mortalitat al any.

Isart et al<sup>10</sup>, estudia les activitats de la vida diària i la mortalitat posterior a la intervenció per fractura d'húmer proximal i conclou que la majoria dels pacients que es sotmeten a cirurgia per aquest tipus de fractura en bones condicions en termes d'autonomia i capacitat per les activitats de la vida diària (AVD), no canvien la seva situació després del tractament. Tenint en compte que els

trastorns neurològics previs presents en aquests pacients representen la principal preocupació per recuperar les funcions anteriors, per tant, la indicació de la cirurgia s'ha de fer amb precaució, ja que, el pacient pot no recuperar la funció per les AVD prèvies i inclús augmentar la taxa de mortalitat. En el treball el 79,5% dels pacients recuperen la funcionalitat que presentaven anteriorment i són capaços de seguir vivint en el seu domicili de forma autònoma, amb una mortalitat del 18.6% en els pacients amb fractura d'húmer proximal tractats quirúrgicament.

Com a factors de risc associats a un increment de fractures d'húmer proximal s'inclou un deteriorament en l'estat de salut: diabetis mellitus tipus I/insulino-dependent, dificultat en la marxa, debilitat neuromuscular, caigudes prèvies, DMO del coll femoral, pèrdua de pes, alçada i història materna de fractura de maluc<sup>11-14</sup>.

Tant a Estats Units com a Europa, la incidència d'aquestes fractures ha augmentat durant els últims 40 anys. A Finlàndia han estudiat la incidència ajustada per l'edat incrementant entre el 1970 i el 2002 en ambdós sexes<sup>9-14</sup>. A Asia, Hagino et al<sup>12</sup>, estudia la població japonesa trobant un augment significatiu des del 1986 al 1995. Tot i que, Sakuma et al<sup>15,16</sup>, reporta que no ha observat un augment de la incidència de les fractures d'húmer proximal (37.3/100.000 al 2004 i 37/100.000 al 2010). La mitjana d'edat de la fractura si que ha incrementat de 75,7 anys al 2004 a 82,6 anys al 2010. A Espanya segons l'estudi de Marin et al<sup>17</sup>, al 2004 sobre fractures no vertebrals per

fragilitat obté un 13,8% de fractures d'húmer proximal amb una tasa d'incidència en dones de 333/100.000/any. Amb aquestes dades podem concloure, que el nombre de fractures ha augmentat en relació a l'augment de la supervivència i l'envelliment de la població.

### **2.1.2 Principis bàsics: anatomia y funció**

L'estructura i disposició de les trabècules òssies de l'epífisi, de la metàfisi humeral i de les insercions musculars, permeten entendre els traços de fractures habituals, que solen trobar-se per sobre de la inserció del pectoral major.

L'húmer proximal es divideix en 4 parts, la tuberositat gran i la petita, la diàfisi i el cap (Fig. 1).

El coll anatòmic de l'húmer proximal es troba en l'encreuament entre la superfície articular i les tuberositats. El coll quirúrgic representa una regió diferent per sota de les tuberositats però per sobre la diàfisi. Hi ha conseqüències directes depenent de la localització de les lesions en aquestes zones, ja que les fractures a nivell del coll anatòmic tenen més mal pronòstic, al provocar una interrupció total del subministrament vascular al cap humeral.

La tuberositat gran, la trobem en una posició posterior i superior respecte la diàfisi humeral i la tuberositat petita anteriorment a ella.

La glena té una estructura convexa, s'articula amb el cap humeral i es troba unida al labrum glenoideo i a la capsula articular.

L'acromi, el lligament coracoacromial i la coracoides formen l'arc coracoacromial, una estructura rígida os-lligamentosa que aporta estabilitat a l'espatlla. La cofia rotadora, la bursa subacromial i la bursa subdeltoidea es troben per sota de l'arc coracoacromial. Les fractures d'húmer proximal desplaçades poden impedir el moviment normal d'aquestes estructures, causant un pinçament i una alteració de la mobilitat normal de l'articulació gleno-humeral.

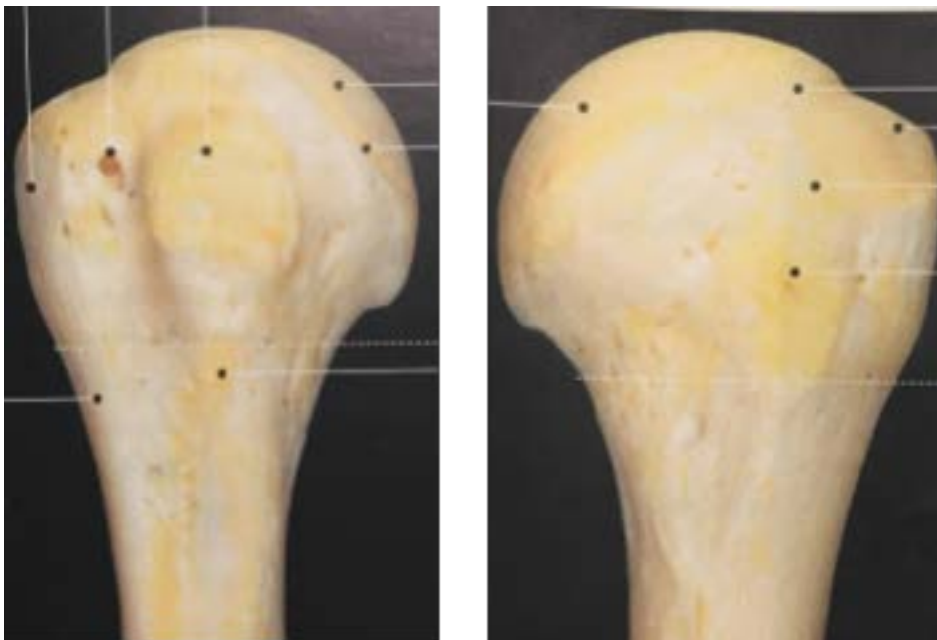


Fig. 1. Visió anterior i posterior de l'húmer proximal. Cortesia del Dr. Llusá. (Manual y Atlas Fotográfico de Anatomía del Aparato Locomotor).

L'activitat muscular de l'espatlla estabilitza l'articulació gleno-humeral al pressionar el cap del húmer contra la fossa glenoidea. Les accions de les forces musculars de l'espatlla es poden representar com un vector amb tres

components: una força de compressió, una antero-posterior i una supero-inferior de cisallament.

La còfia rotadora està formada pel múscul supraespinós, infraespinós, subescapular i rodó menor (Fig. 2 i 3).

El múscul supraespinós, el més important de la còfia rotadora, es troba en la part superior de l'escàpula, s'origina a nivell de la fossa supraespinosa i s'inserta a nivell de la tuberositat gran. La porció tendinosa es troba entre l'infraespinós posteriorment i el lligament coracohumeral anteriorment. La seva funció més important és participar activament en l'elevació de l'extremitat superior.

L'infraespinós és el segon múscul en ordre d'importància de la còfia rotadora, s'extèn des de la fossa infraespinosa a la part posterior de la inserció del supraespinós i superior al rodó menor a nivell de la tuberositat gran. És un dels dos grans rotadors externs de l'espatlla, participant en un 60% d'ella.

El múscul rodó menor s'origina en la porció medial del marge lateral de l'escàpula i la densa fascia del infraespinós i s'inserta en la part posterior de la tuberositat gran. La seva funció consisteix en aportar el 40% de la rotació externa de l'espatlla i controlar l'estabilitat d'ella anteriorment.



El múscul subescapular és el més anterior de la còfia rotadora, s'origina en la fossa subescapular, la porció superior (el 60%) s'inserta en la tuberositat petita i la part restant per sota de la mateixa<sup>18</sup>. La funció principal del subescapular és la de proporcionar la rotació interna de l'húmer, la porció superior ajuda a l'abducció del braç i la part més inferior contribueix en la seva adducció<sup>19</sup>.

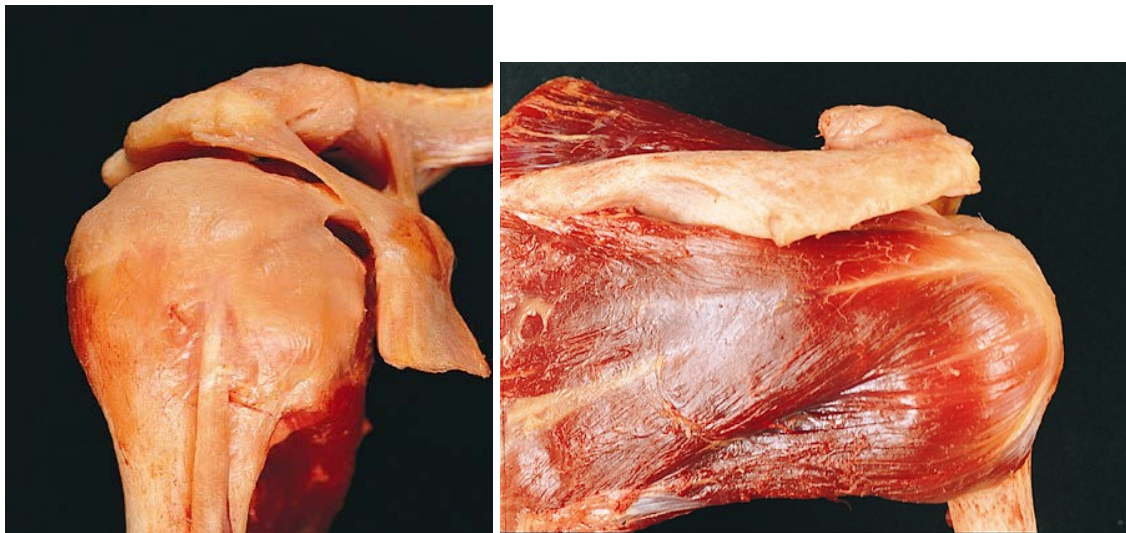


Fig. 2 i 3. Músculs de la còfia rotadora en una visió anterior i posterior de l'espatlla. (Cortesia de Asociación Española de Artroscopia).

Dins dels músculs que conformen la còfia rotadora, el subescapular és el més potent de tots, contribueix en un 53% de la força exercida, mentre que el supraespinós només col·labora en un 14%, l'infraespinós en un 22% i el rodó menor en un 10%. La força del subescapular, per tant, és més o menys com la dels altres tres músculs junts<sup>20</sup>.

El desplaçament dels fragments de les fractures d'húmer proximal depèn de les insercions tendinoses a la tuberositat gran, tuberositat petita i diàfisi; així com

de la direcció de la força de impacte (cap humeral). Moltes d'elles són impactades o desplaçades en abducció o adducció.

La importància d'aquests quatre fragments es troba en les forces deformants que actuen sobre els mateixos un cop aquests es fracturen, produint les alteracions que seguidament es detallen:

- La còfia rotadora provoca un desplaçament proximal i posterior de la tuberositat gran, el subescapular un allunyament medial de la tuberositat petita i del cap humeral.
- El pectoral major causa un desplaçament medial de la diàfisi humeral.
- El deltoides abdueix la diàfisi humeral<sup>21</sup>. (Fig.4)

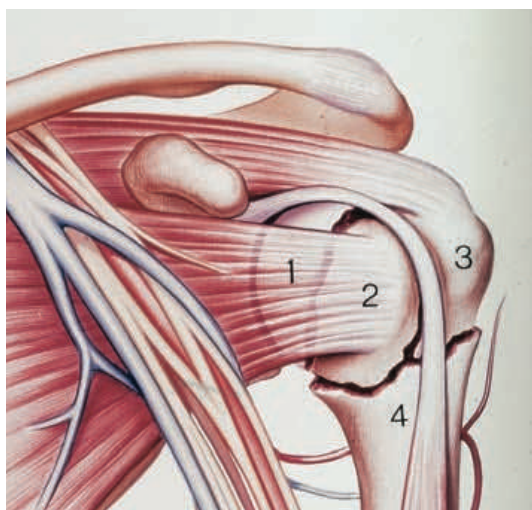


Fig. 4. Desplaçament dels fragments per la còfia rotadora.1 (el segment articular, el cap), 2 (la tuberositat petita), 3 (la tuberositat gran), 4 (la diàfisi). (De Neer CS 2nd. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. J Shoulder Elbow Surg 2002;11:389-400. Reproduït amb el permís d'Elsevier).

Amb el desplaçament de la tuberositat gran superior i posterior trobem sovint una pèrdua d'abducció<sup>22-24</sup> de l'espatlla atribuïda a una afectació de la funció de la còfia rotadora<sup>25</sup> que comporta una alteració de la força que ha de generar el

deltoides per poder alçar la extremitat superior, a més a més pot provocar un bloqueig mecànic directe<sup>26,24</sup> per la prominència que pot produir un xoc entre la tuberositat gran i l'acromi essent aquest dolorós. Per tant, sembla ésser, que una mala col·locació de la tuberositat gran comporta unes conseqüències dramàtiques per la funció de l'espatlla.



S'ha comprovat que lesions aïllades de la tuberositat gran (Fig. 5), en el lloc d'inserció del supraespinós i infraespinós, representen el 20% de les fractures d'húmer proximal i només amb un desplaçament de 2mm cap a superior implica un augment significatiu de la força necessària en abducció i dona lloc a un pinçament subacromial<sup>21, 27-33</sup>.

Fig. 5. Fractura avulsió tuberositat gran. (De Mutch i cols. A new morphological classification for greater tuberosity fractures of the proximal humerus: validation and clinical implications. Bone Joint J. 2014 May;96-B(5):646-51. Reproduït amb permís de British Editorial Society of Bone and Joint Surgery via PLSClear).

També s'ha estudiat la distància que hi ha des del punt de contacte entre el cap humeral, la tuberositat gran i la tangent al cap humeral així com la seva relació amb l'angle diafisari, observant com són factors determinants en la prevenció del desenvolupament del síndrome subacromial.

En estudis amb cadàvers s'ha comprovat que una reconstrucció no anatòmica del segment proximal de l'húmer i en concret de les tuberositats porta a un dèficit significatiu de la mobilitat i funcionalitat de l'espatlla<sup>34</sup>.

Per altre banda, la reconstrucció protèsica no anatòmica del segment proximal de l'húmer porta a una càrrega excèntrica de la glena que a curt termini també es tradueix en la usura de la mateixa<sup>35</sup>.

Degut a la importància de la correcta reducció i estabilització de la tuberositat gran i la petita, per tant, de la correcta reconstrucció del segment proximal de l'húmer, diversos treballs s'han centrat en valorar l'estabilitat de diferents tipus de muntatges de sutures per fixar les tuberositats a la pròtesi en fractures d'húmer proximal, donant com a milloria significativa de l'estabilitat l'addició d'una banda circumferencial que abrasi a les dues tuberositats. Aquestes dades serien confirmades per la tesi del Dr. Santana (2014, anàlisi del comportamiento de tres configuraciones distintas de suturas de las tuberosidades en la fractura del húmero proximal tratada mediante hemiartroplastia)<sup>36</sup>.

### **2.1.3 Diagnòstic per la imatge**

L'avaluació radiogràfica de l'espatlla requereix un mínim de dos visions, perpendiculars entre elles, al tractar-se d'una àrea amb complicades relacions anatòmiques i nombrosos punts de referència.

Comunament, una correcta avaluació radiogràfica consta d'una projecció anteroposterior (Fig. 6) i una projecció perpendicular al front del tòrax (projecció lateral axil·lar o visió lateral transescapular) (Fig. 7). En cas de dubte o si busquem alguna patologia específica és poden realitzar radiografies anteroposteriors obliqües o amb rotació interna i externa.

En fractures de l'articulació gleno-humeral, les projeccions recomanades són una anteroposterior (AP) i una lateral transescapular.

Per obtenir una verdadera visió AP de l'articulació gleno-humeral necessitem col·locar el raig en una angulació de 45° des de medial cap a lateral i el pacient en posició supí. En quan a la projecció transescapular, el raig ha d'entrar paral·lel a la porció anterolateral de l'espatlla, creant primer una línia imaginària des de l'espina de l'escàpula en aquesta direcció, de manera que ens queda per davant el procés de la coracoides i per darrera l'espina de l'escàpula, el cap humeral ha de quedar superposat a la fossa glenoidea. Aquesta projecció serà la que ens permetrà veure la relació anterior – posterior o centrada del cap humeral respecte la diàfisi en cas de que es trobi fracturat.

És recomanable realitzar també una tomografia axial computeritzada (TC) per valorar millor la magnitud de les lesions del cap humeral, ja siguin els patrons de la fractura o fractura – luxació de l'articulació gleno - humeral. Consisteix en emetre talls contigus de 3mm de gruix des de la part més superior del acromi

fins al marge inferior de la glena, en diferents projeccions (axial, coronal, sagital i reconstrucció 3D).

La reconstrucció 3D permet una visió més clara i espacial dels fragments fracturaris, millorant així la interpretació de les imatges. També ajuda a avaluar fractures de l'escàpula, coracoides i línies fracturaries que ens podrien passar desapercebudes amb radiografies convencionals<sup>18</sup>.



Fig. 6 i 7. Radiografia antero-posterior i transescapular.

#### **2.1.4 Classificacions**

En el 1934, Codman va introduir el concepte de segment per la classificació de les fractures d'húmer proximal. Va descriure vint patrons bàsics depenent de l'afectació dels quatre segments principals (diàfisis, cap, tuberositat gran i tuberositat petita) (Fig. 8 i 9). Tot i que, en la classificació de Codman no

distingeix entre fractures de coll quirúrgic i coll anatòmic i no inclou el grau de desplaçament dels segments fracturaris<sup>37</sup>.

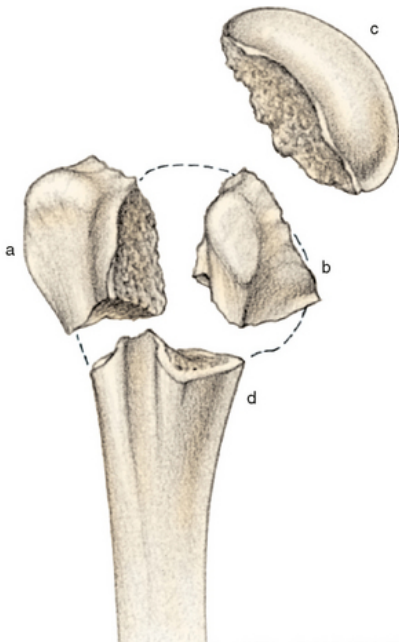


Fig. 8. Esquema de les línies de clivatge del húmer proximal segons Codman. (Imatge modificada de Codman. The Shoulder. Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. 1934).

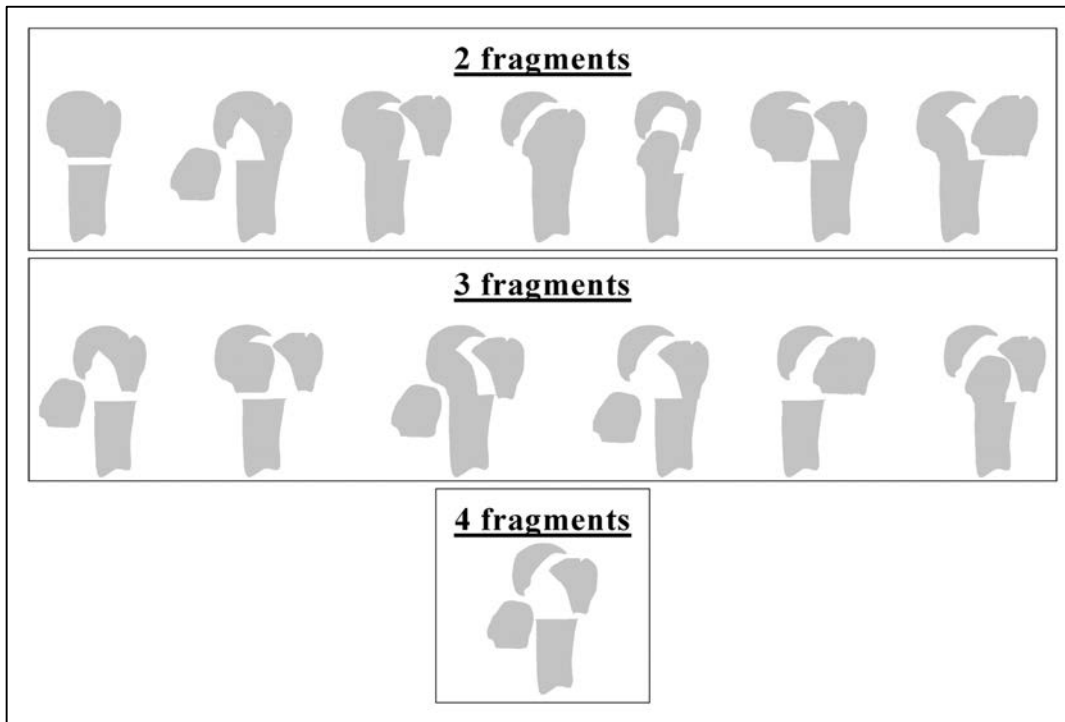


Fig. 9. Combinacions possibles de fractures de l'húmer proximal segons Codman. (De Mora Guix JM i cols. Updated classification system for proximal humeral fractures. Clin Med Res. 2009 Jun;7(1-2):32-44).

Posteriorment a Codman, trobem el sistema proposat per Neer el 1970, aquest ha estat el més utilitzat. La seva classificació es basa en el desplaçament d'un o més dels quatre principals segments (classificació dels quatre segments) i defineix setze categories englobades dins de sis grups (Fig. 10). El desplaçament es defineix com una angulació de  $> 45^\circ$  o una separació de  $> 1\text{cm}$ . Neer defineix fractures en un, dos, tres i quatre parts indicant el número de segments principals desplaçats.

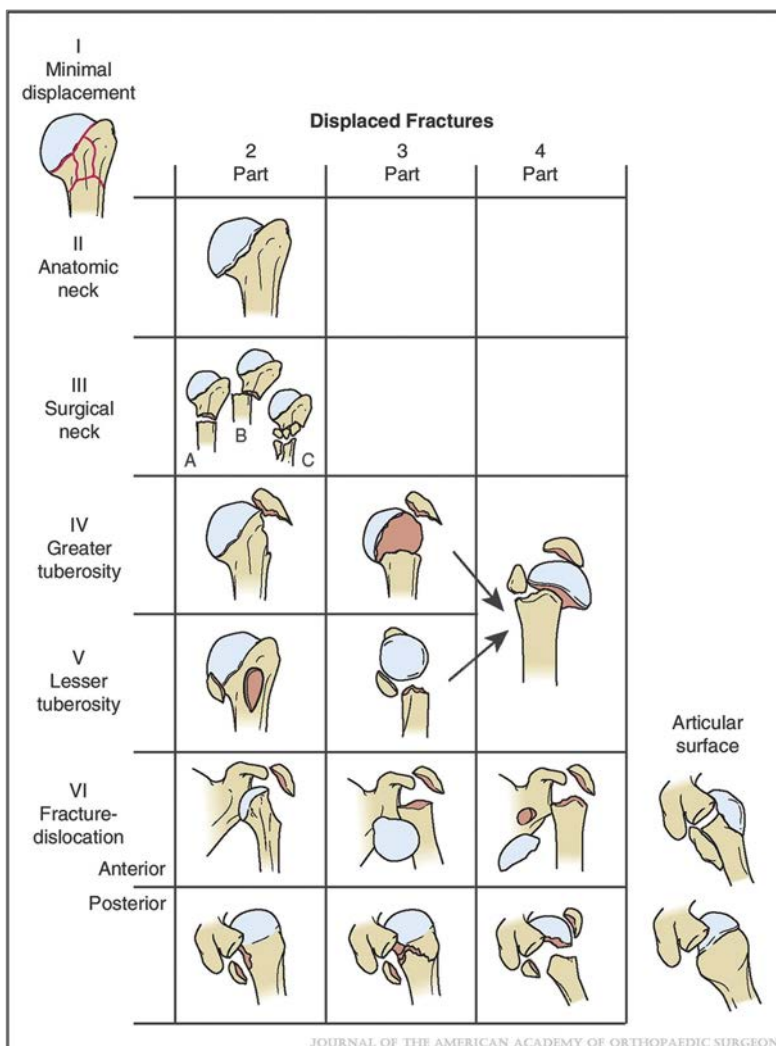
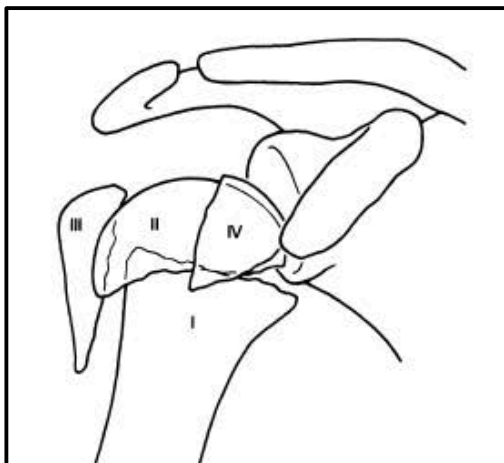


Fig. 10. Classificació de Neer de les fractures d'húmer proximal. (De Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. J Bone Joint Surg Am 1970;52:1077-89. Reproduït amb el permís de la Wolters Kluwer Health, Inc. and Journal of Bone & Joint Surgery).



Segons Neer, entendre els traços exactes de la fractura és essencial per determinar el tractament d'aquesta. Aconsellava el tractament quirúrgic en les fractures de 3 i 4 parts, per l'alteració funcional que produïen i pel risc de desenvolupar necrosi avascular del cap de l'húmer degut a la ruptura de les vies d'aport sanguini sobretot si es tractava de fractures – luxacions. En quant a les fractures de 2 parts del coll anatòmic i de la tuberositat gran, el tractament aplicat depenia del grau de desplaçament dels fragments implicats<sup>38</sup>.

Una deficiència que se li ha trobat a la classificació de Neer és la falta d'inclusió de tots els tipus de fractures. Les que afecten a les 2 tuberositats i deixen intacta la relació del cap amb la diàfisis, tot i no ser freqüents, han sigut publicades, però no es recullen en aquesta classificació.



Tanmateix, s'ha observat fractures classificades dins del mateix grup amb pronòstics molt diferents, tal com demostra Jakob<sup>39</sup> en la descripció de les fractures de 4 parts en "valg". (Fig. 11)

Fig. 11. Fractura en 4 parts en valg. (De Jakob and cols. Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus. J Bone Joint Surg 1991;73B:295-8. Reproduït amb el permís de la British Editorial Society of Bone and Joint Surgery via PLSClear).

Aquestes troballes van portar a Neer a publicar a l'any 2002 una revisió de la seva classificació a on explicava com s'havien d'interpretar i analitzar les fractures segons la seva classificació i hi afegia les fractures en 4 parts en valg<sup>40</sup>. Però tot i les modificacions aplicades i essent la classificació més usada actualment, segueix provocant certa controvèrsia.

La classificació AO/OTA (classificació numèrica i anatòmica) a través de la combinació de lletres i números permet identificar l'os, el segment afectat, definir si la fractura és intra o extraarticular i la seva gravetat.

En el cas de les fractures d'húmer proximal es descriuen com a 11, amb la seves subdivisions: unifocal extra-articular 11-A (involucra la tuberositat gran o el coll quirúrgic), bifocal extra-articular 11-B i articular 11-C (afecta el coll anatòmic, incloent luxació i divisió del cap). Altres números s'assignen d'acord amb la configuració de la fractura on el 3 representa una configuració més complexa que la del 1 i del 2, formant així un total de 27 subtipus<sup>41</sup> (Fig. 12).

Els estudis de concordança i reproductibilitat aplicats a la classificació de Neer es varen realitzar també per a la classificació AO i no es va demostrar que el fet de classificar les fractures de l'húmer proximal segons la classificació AO millorés el grau de concordança i reproductibilitat<sup>42-47</sup>.

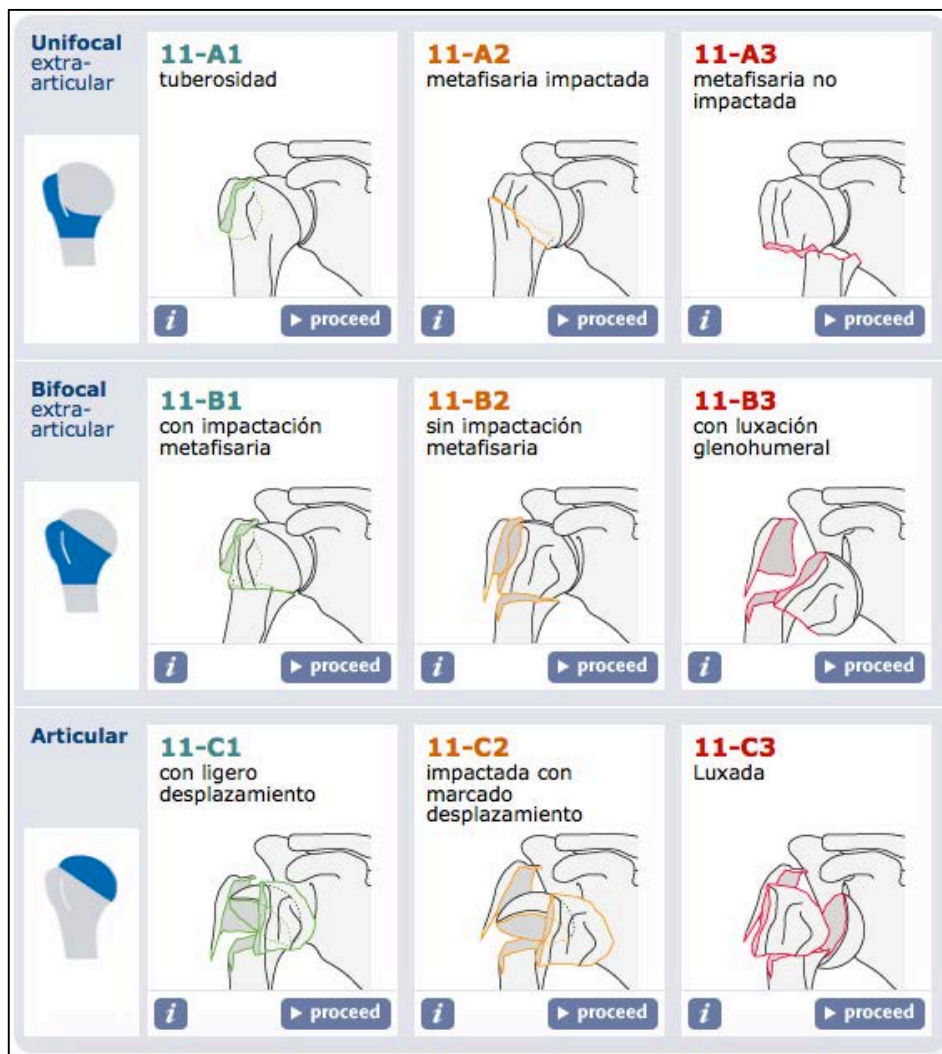


Fig. 12. Classificació AO de les fractures d'húmer proximal. (De Müller ME and cols. Principles of the classification of fractures. In: Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J, eds. The comprehensive classification of fractures of long bones: Springer-Verlag Berlin; 1990:4-7).

En la literatura de les últimes dos dècades, es troben molts articles que avaluen la reproductibilitat inter i/o intraobservador de les classificacions de les fractures d'húmer proximal, tant amb la classificació de Neer com la d'AO, utilitzant radiografies simples i TC (en 2 i 3 dimensions)<sup>42,43,48</sup>. Aquests estudis mostren poca reproductibilitat inter-observador i moderada reproductibilitat intraobservador. S'han explicat diferents raons per justificar la poca reproductibilitat en relació a les tècniques d'imatge, podria deure's als perfils dels observadors, a les lectures de les imatges i el disseny de les classificacions,

observant dificultats per translladar la informació recollida en les imatges (radiografies i TC) a les classificacions<sup>45,47</sup>.

Segons Neer, les dues principals causes per les que no s'observen uns resultats coherents són per la qualitat subòptima de les imatges radiogràfiques i el fet que la majoria d'observadors són inexperts. Sugerint que només els cirurjans experts en espatlla són els que tenen l'experiència necessària per usar la classificació correctament<sup>49</sup>.

Segons Mora<sup>50</sup>, en alguns estudis els observadors amb experiència en cirurgia d'espatlla mostren una millor reproductibilitat intraobservador, ja ho trobem en articles del 1986 amb Kristiansen i Christensen o Sidor i Sjöden<sup>48,42,45</sup> pero en la literatura hi ha altres articles que refuten aquesta idea, com el de Siebenrock i Gerber<sup>43</sup> on estudien a cinc especialistes en espatlla o en el de Sallay<sup>51</sup> on comparant un grup d'experts amb un de no experts troben una poca reproductibilitat intraobservador.

Sidor<sup>42</sup>, en el seu estudi explica que la diferència o la poca concordança entre els observadors i entre ells mateixos al repetir-ho en diferents ocasions és causada per la complexitat de la classificació de Neer, per tant, intenta simplificar la classificació de les fractures de Neer de 16 a 6 categories (fractures en una part, en dos parts, en tres parts, en quatre parts, fractures-luxacions i fractures de la superfície articular), tot i així, no troba una milloria

significativa ni entre la reproductibilitat intraobservador ni entre la fiabilitat interobservador.

La TC no millora especialment la reproductibilitat de les classificacions d'húmer proximal quan s'utilitza juntament amb les radiografies simples. Inclús, amb la TC en 3 dimensions no observen milloria de la reproductibilitat. Tot i que, si analitzen les característiques de les fractures sense la classificació, la fiabilitat millora amb la TC en algunes d'elles; per aquesta raó, es recomana l'ús de la radiografia i la TC en fractures de 2 o més fragments.

Al subdividir les fractures en parts, les de 4 parts han estat les úniques que han mostrat una major reproductibilitat inter-observador sent més significatiu en el cas de la TC 3D. Això sembla suggerir que les fractures en 4 parts podrien millorar la seva classificació mitjançant la TC 3D.

Això contribueix a observar també poca concordança interobservadora alhora de seleccionar un tractament o altre per les fractures d'húmer proximal.

Per tant, tot i que la classificació de Neer segueix sent la que més s'utilitza i es considera la més vàlida per expressar els resultats en les publicacions, cada cop més es treballa en l'enteniment de les fractures com a principal eina per establir un correcte tractament<sup>52</sup>.

Hertel<sup>53</sup> va desenvolupar un sistema d'avaluació per descriure la fractura consistent en anar responent a preguntes simples i d'aquí passar a avaluar la fractura.

1) Estableix preguntes relatives al patró bàsic de fractura:

- Hi ha línia de fractura entre la tuberositat gran i el cap? (si / no)
- Hi ha línia de fractura entre la tuberositat gran i la diàfisi? (si / no)
- Hi ha línia de fractura entre la tuberositat petita i el cap? (si / no)
- Hi ha línia de fractura entre la tuberositat petita i la diàfisi? (si / no)
- Hi ha línia de fractura entre la tuberositat petita i la tuberositat gran? (si / no)

2) Estableix preguntes accessories:

- Quina mesura té l'extensió postero – medial de la metàfisi proximal del cap humeral? (mm)
- Quin és el desplaçament entre la diàfisi i el cap humeral? (mm)
- Quin és el desplaçament de les tuberositats respecte el cap humeral? (mm)
- Quin és el desplaçament angular del cap humeral? (graus) en var o valg?
- Hi ha luxació gleno – humeral? (si / no)
- Hi ha un component de "head – split" en la fractura? (si / no)

Amb totes aquestes respostes es realitza una composició dels segments fracturaris seguint un sistema anomenat "Lego" que permet obtenir una

classificació més acurada de la fractura millorant tant la reproductibilitat com la concordança de la interpretació. (Fig. 13)

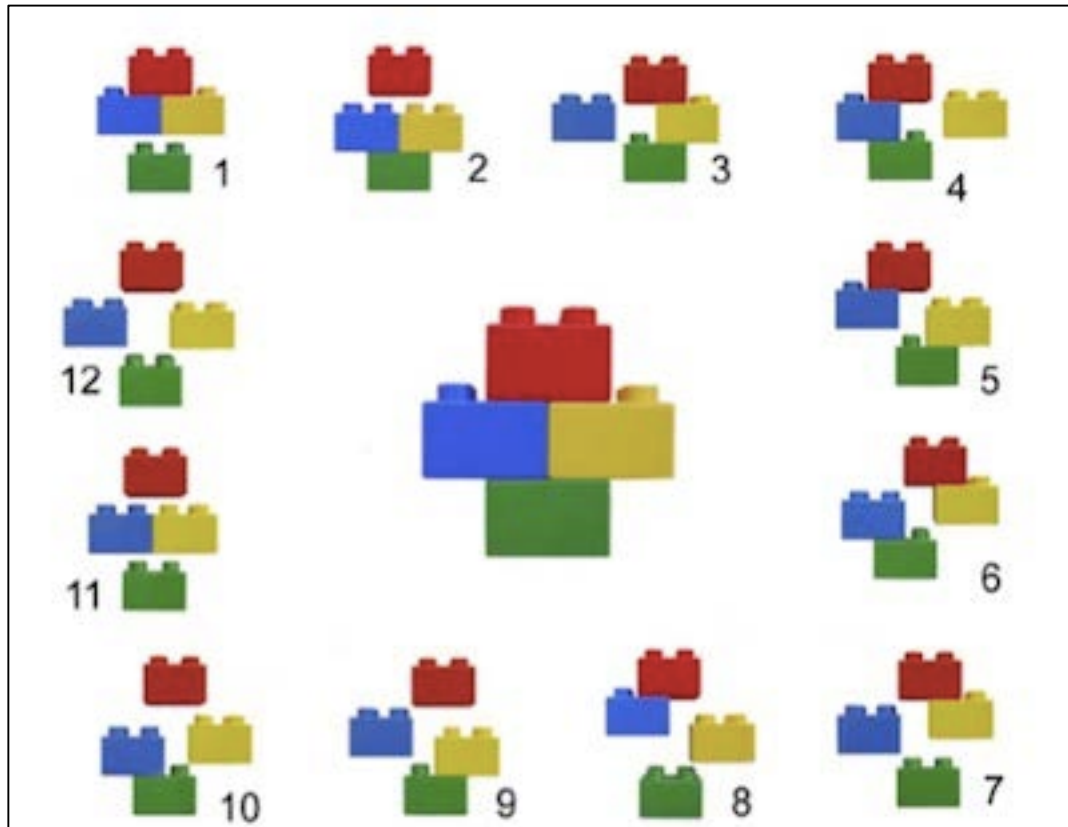


Fig. 13. Sistema Lego de classificació de les fractures d'húmer proximal (la peça vermella correspon al cap humeral, la blava a la tuberositat gran, la groga a la tuberositat petita i la peça verda a la diàfisi humeral) (De Hertel R and col. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. J Shoulder and Elbow Surg 2004;13:427-33. Reproduït amb el permís d'Elsevier).

De la mateixa manera Mora<sup>54</sup> l'any 2006 proposa un altre sistema de lectura de les imatges radiològiques i per TC per tal de millorar la interpretació de les fractures d'húmer proximal. En aquest protocol s'han de respondre a les següents qüestions:

- 1) Respecte a la relació cap / diàfisi:

- Hi ha impactació o no?
- Hi ha desplaçament o no?
- Hi ha desplaçament lateral, medial o no?
- Hi ha desplaçament en var, valg o no?
- Hi han fractures metafisàries associades?
- Hi ha preservació del fulcrum intern?

2) Respecte a la relació cap / tuberositats:

- Hi ha desplaçament o no?
- La tuberositat petita està desplaçada > 10 mm?
- La tuberositat gran està desplaçada > 5 mm?
- Tuberositat gran amb fragment gran o petit ( $\geq 3$ cm)?
- Tuberositat gran prima o gruixuda ( $\geq 1$ cm)?
- Tuberositat gran comminuta o sencera?

3) Respecte al cap humeral:

- "Stock" d'os esponjós?
- Estat del "stock" ossi (bo/ adequat/deficient)?
- Presència o no de fractures articulars associades?
- Fractures per impressió?

4) Respecte a la descripció dels fragments:

- Nombre de fragments?
- Nombre de parts?



- Fractures articulars o extraarticulars?

Posteriorment a l'any 2009 van fer una actualització afegint o canviant algunes de les característiques<sup>50</sup>.

1) Respecte a la relació cap / diàfisi:

- Amb contacte o sense contacte / menys del 20% / entre el 20 i el 50% / més del 50%.

2) Respecte a la relació tuberositats / diàfisi:

- Tuberositat petita. Sense desplaçament / amb desplaçament ( $\geq 10\text{mm}$ )
- Tuberositat gran. Sense desplaçament / amb desplaçament ( $\geq 10\text{mm}$ )

3) Respecte al cap humeral:

- Cap humeral (cap – glena): orientació
- Cap humeral (cap – glena): luxació

4) Respecte a la descripció dels fragments:

- Fractura de la tuberositat: no fracturada / fractura de la tuberositat gran/ fractura de la tuberositat petita/ fractures d'ambdues.

Normalment els estudis evaluen les radiografies i les TCs sense un protocol clar i sense un protocol de lectura de les imatges. Això podria ser una de les causes per les que es troba una baixa reproductibilitat interobservador i una moderada

reproductibilitat intraobservador. Sembla que el seguiment de les respostes d'aquest qüestionari millora tant la reproductibilitat com la concordança en la interpretació de les imatges de fractura d'húmer proximal utilitzant la TC juntament amb les radiografies en lloc de només radiografies.

La interpretació radiogràfica del desplaçament superior de la tuberositat gran és més fàcil d'interpretar que el desplaçament cap a posterior en la TC axial. Saber l'estat de les tuberositats és important a l'hora del tractament quirúrgic, sobretot per exemple en el cas de les hemiartroplasties per fractura.

L'ús de la TC millora la reproductibilitat interobservador en els següents parametres: nombre de fragments, fractura intra/extraarticular, nombre de parts i en el diagnòstic de fractura de la tuberositat petita. També s'observa milloria de la reproductibilitat intraobservador en les fractures en "split".

Amb respecte a la caracterització de les fractures es considera, que el desplaçament de les tuberositats és la característica més important en relació a la presa de decisions. I en quan a l'elecció de la tècnica quirúrgica, les característiques més importants per les fractures d'húmer proximal són la preservació del punt de recolzament intern i l'estoc òssi esponjós del cap humeral.

Bahrs<sup>55</sup> publica els resultats d'una nova classificació de les fractures d'húmer proximal, MTM (modular topographic-morphological), que es va desenvolupar

amb la intenció de realitzar un anàlisi més detallat de les parts fracturades per si podia millorar així l'avaluació. (Fig. 14).

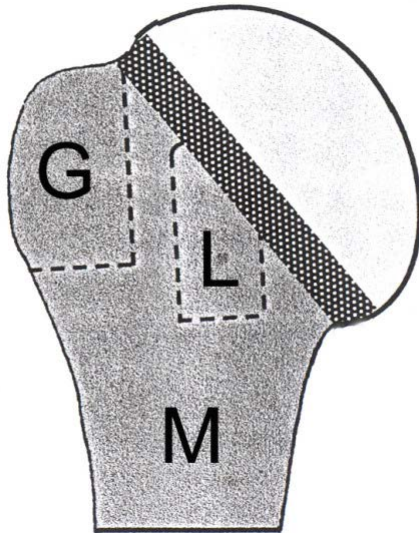


Fig. 14. Divisió de l'húmer proximal en segment articular (cap humeral) i segment extraarticular (dividit en 3 subsegments: M: metàfisi, G: tuberositat gran, L: tuberositat petita). (De Bahrs C i cols. Inter- and intraobserver reliability of the MTM-classification for proximal humeral fractures: a prospective study. BMC Musculoskelet Disord. 2008 Feb 17;9:21. Reproduït amb permís de BMC Musculoskelet Disord.).

Divideix les fractures en:

Tipus A: fractures que afecten al segment extraarticular.

Tipus B: fractures articulars incomplertes.

Tipus C: fractures articulars complertes.

Tipus D: fractures – luxació.

A la vegada, aquestes fractures es divideixen en: mínimament desplaçades i estables (S1), mínimament desplaçades i inestables (S2), desplaçades (S3) i desplaçades i comminutes (S4).

A l'estudiar aquesta classificació i la seva concordança intra-interobservadors, observem que tot i ser més completa topogràficament que la classificació de

Neer i la d'AO, la reproductibilitat intraobservador segueix sent baixa, amb una Kappa baixa en quan al tipus de fractura i especificació morfològica i amb una Kappa més alta en quan a la classificació de les fractures acord amb el número de parts i desplaçament.

Per tant, tot i que hi ha alguns tipus de fractures que no acaben d'estar ben classificades ni en la classificació de Neer ni en la de la d'AO, sembla ser que una classificació amb una descripció topogràfica i morfològica més detallada no aporta uns resultats acceptables per ajudar a millorar la fiabilitat.

Han desenvolupat també un nou sistema de classificació, l'AST (Articular, Surgical Neck, i Tuberosities) (Articular, coll quirúrgic i tuberositats) (Fig. 15) basant-se en si les línies de fractures afecten o no a l'articulació i en el desplaçament dels fragments<sup>56</sup>.

Les fractures tipus A corresponen a fractures articulars, afectant el coll quirúrgic o coll anatòmic segons la classificació de Boehler. Les fractures tipus S es tracten de fractures que afecten només al coll quirúrgic sense afectar a l'articulació, essent extraarticulars les fractures tipus T, són menys comuns i el traç passa per alguna de les tuberositats i la lletra D s'afegeix en cas de luxació.

Cuny et al<sup>56</sup>, van estudiar la reproductibilitat d'aquesta classificació comparant-la amb la de Duparc, Neer i la d'AO en traumatòlegs interessats en espatlla i van

observar una Kappa amb millor concordança en les classificacions AST i Duparc que en les de Neer i AO.

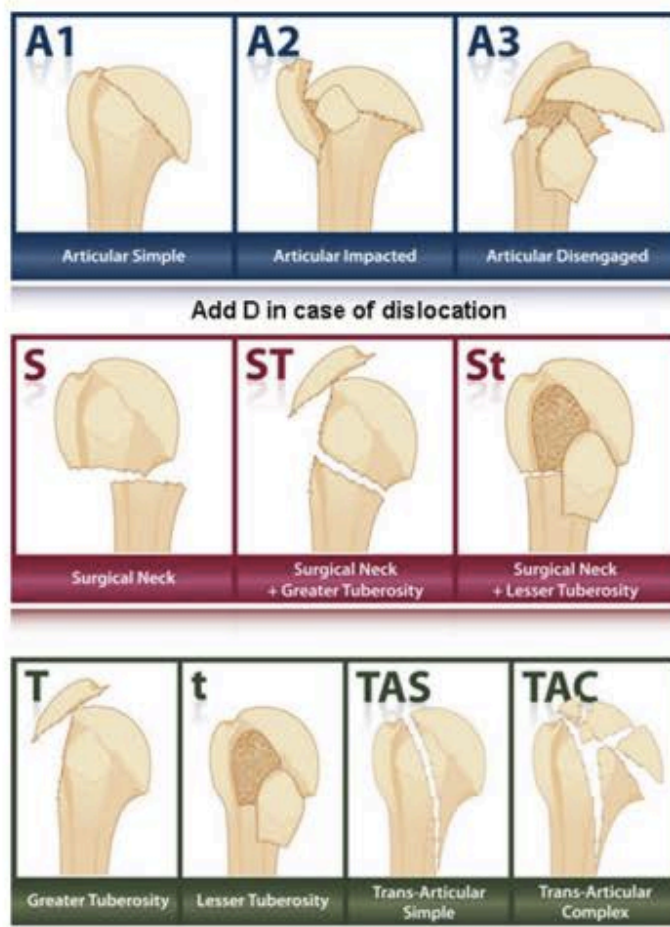


Fig. 15. Classificació AST. (De Cuny C i cols. AST classification of proximal humeral fractures: introduction and interobserver reliability assessment. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013 Jan;23(1):35-40. Reproduït amb permís de Eur J Orthop Surg Traumatol. i Springer).

Mutch<sup>27</sup>, ha proposat una nova classificació per les fractures d'húmer proximal que afecten solament a la tuberositat gran, tractant-se d'una classificació morfològica, a on les divideix en tres grups (Fig. 16):

- 1) Fractura avulsió: afecta a un petit fragment de la tuberositat gran amb un traç de fractura horitzontal. El mecanisme de fractura és similar a la ruptura del còfia rotadora.
- 2) Fractura en split: generalment inclou un gran fragment vertical, sol ser causat per la impactació de la superfície anterior de la glena durant una luxació o subluxació de l'espatlla.
- 3) Fractura depressió: involucra un fragment que es desplaça cap a inferior, és probablement degut a la impactació sota la superfície de la glena quan es luxa l'espatlla.



Fig. 16. Fractura avulsió / Fractura en split / Fractura depressió (De Mutch i cols. A new morphological classification for greater tuberosity fractures of the proximal humerus: validation and clinical implications. Bone Joint J. 2014 May;96-B(5):646-51. Reproduït amb permís de British Editorial Society of Bone and Joint Surgery via PLSClear).

Aquesta classificació divideix les fractures de la tuberositat gran en 3 tipus i això permet una identificació i classificació d'elles més fàcil a partir de les radiografies. Al comparar-les amb la classificació de Neer i la d'AO obté una reproductibilitat inter i intra – observador superior.

### **2.1.5 Tractament de les fractures d'húmer proximal**

Tradicionalment les fractures d'húmer proximal han estat manejades de manera conservadora. No va ésser fins al 1970 quan Neer va advertir dels mals resultats funcionals obtinguts en fractures desplaçades d'húmer proximal tractades conservadorament<sup>57</sup>. Des d'aleshores, múltiples tractaments s'han proposat per tractar aquest tipus de fractures, obtenint resultats que estan en discussió al dia d'avui.

Brorson<sup>49</sup> estudia l'acord entre la classificació de les fractures segons Neer i el tractament recomanat. Conclou que els cirurgians d'espatlla estan significativament més d'acord en quan a les decisions de tractament per les fractures d'húmer proximal que a l'hora de classificar aquestes fractures, tot i que, l'acord segueix essent moderat (en quan al Kappa) i el fet de saber l'edat del pacient no millora la concordança interobservador.

En el 36% de les observacions l'observador modifica la categoria de la classificació de Neer entre la primera i la segona vegada que classifiquen les fractures, però només en un 34% recomanaven canvis en el tractament.

Malgrat que sembla quedar ben establert que les fractures no desplaçades d'húmer proximal presenten uns bons resultats amb tractament conservador seguit d'una pauta de rehabilitació progressiva que s'aconsella començar a partir de les dues setmanes postfractura, observant-se uns millors resultats funcionals en comparació amb una immobilització prolongada<sup>58-60</sup>. I que el risc

de pseudoartrosis en les fractures tractades conservadorament es troba entre 1,1% i el 10%<sup>61</sup>. Trobem diferents estudis com el de Koval<sup>62</sup>, on conclou que només el 46% d'ells obtenen un restabliment del 100% de la funcionalitat.

En quan a les fractures desplaçades d'húmer proximal, sembla que el criteri defensor de tractament quirúrgic sobretot és per l'elevat risc que presenten aquestes fractures de desenvolupar necrosis humeral.

Estudis anatòmics demostren com l'húmer proximal rep vascularització des de les artèries humerals circumflexes anterior i posterior, branques de l'artèria axil·lar. L'artèria humeral circumflexa posterior viatja amb el nervi axil·lar, entra posteriorment per l'espai quadrilàter i s'anastomosa amb l'artèria circumflexa anterior. El principal aport sanguini al cap humeral es produeix a través de la branca ascendent de l'artèria circumflexa anterior i per la seva continuació intraòssia, l'artèria arcuata, aquesta circulació en estudi en cadàvers es veu interrompuda en fractures de 4 parts de l'húmer proximal<sup>63</sup>. Addicionalment, les

branques col·laterals extraòssies poden permetre part de reperfusió tot i la lesió de l'artèria arcuata en l'osteonecrosi del cap humeral (Fig. 17).

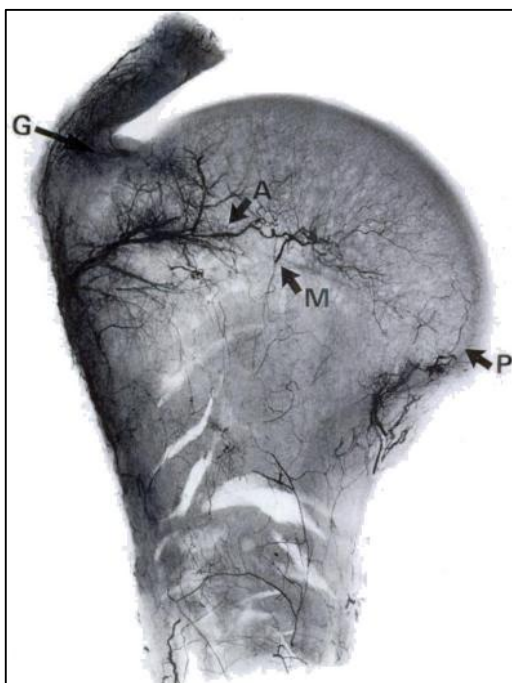


Fig. 17. Esquema de la vascularització del húmer proximal. Artèria arcuata (A), anastomosi metafisària (M), anastomosi posteromedial (P) i anastomosi de la tuberositat gran (G). (De Brooks i cols. Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures. J Bone Joint Surg 1993;75B:132-6).



En general, es considera fractura per tractament quirúrgic quan trobem un desplaçament entre el cap i la diàfisi de  $> 50\%$  del diàmetre de la diàfisi i una desviació en var / valg de  $> 20^\circ$  des de l'angle d'inclinació del cap – diàfisi de  $130^\circ$  / o un desplaçament de  $> 5\text{mm}$  de la tuberositat major. Estudis biomecànics mostren que una deformitat en var de  $45^\circ$  provoca una falta d'abducció, per afectació de la posició del tendó supraespinós. Una deformitat en var de  $20^\circ$ , permet realitzar l'abducció de l'espatlla més fàcilment<sup>64-68</sup>.

En el meta-analisi de Fu<sup>69</sup> del 2014 observen que la cirurgia millora la qualitat de vida postoperatoriament en comparació amb els tractats conservadorament, tot i que no han trobat diferències respecte l'escala de Constant i el DASH en les fractures d'húmer proximal en 3 i 4 parts. Torrens<sup>70</sup> comprova en pacients ancians ( $>75$  anys) amb limitades expectatives funcionals que el tractament conservador seria un tractament adequat en aquest tipus de fractures perquè encara que la funcionalitat de l'espatlla queda limitada, tenen el dolor controlat i no s'observa cap influència en la percepció de la qualitat de vida. Encanvi en pacients més joves seria adequat un tractament quirúrgic, al esperar amb aquest tractament un resultat funcional pobre.

En quan aquest tipus de tractament, el podem dividir en cirurgia reconstructiva (on es preserva l'articulació) o cirurgia de reemplaçament (on es substitueix per una pròtesi).

En la cirurgia de reconstrucció, trobem des de cirurgia mínimament invasiva, on, Bogner et al<sup>71</sup>, introdueixen tècniques de reducció percutània i fixació de la fractura amb agulles de Kirschner o cargols canulats, possible en fractures amb fàcil reducció percutània. Per exemple, en les fractures en valg amb impactació del cap dins de la metàfisi que mantenen intacte el periosti de la part medial, el qual permet una millor vascularització del cap humeral i això també facilita la reducció<sup>72</sup>. Tot i que, quan es tracta de fractures que necessiten fixació de la tuberositat major, s'ha trobat superioritat biomecànica amb les sutures que amb els cargols o agulles<sup>73</sup>.

Les indicacions pel clau endomedular són més per fractures de 2, 3 i 4 parts amb comminació de la metàfisi o afectació de la diàfisi però amb mínim desplaçament de les tuberositats. Giannoudis<sup>74</sup> i Popescu<sup>75</sup>, publiquen que han obtingut uns bons resultats amb un 96 – 100% de consolidació en fractures de 2 i 3 parts.

L'osteosíntesi d'aquestes fractures amb plaques bloquejades es troba indicada en casos de fractures en 2, 3 i 4 parts amb afectació de les tuberositats o desplaçament del cap humeral. La realització d'una osteosíntesi oberta permet més control per la reducció anatòmica i opcions de fixació comparada amb la mínimament invasiva. Gardner et al<sup>76</sup>, emfatitza sobretot en la importància de restaurar la columna medial.

La major part de les fractures d'húmer proximal es produeixen en pacients ancians afectes d'osteoporosis, essent fractures de baixa energia. La col·locació d'aquests implants en pacients amb osteoporosi promou la fragmentació i desplaçament del sistema després de la osteosíntesi<sup>77</sup>. La fixació d'un os osteoporòtic amb un implant fort i rígid agrava aquest problema. Pel contrari, implants més elàstics i amb menys rigidès minimitzen aquestes característiques combinades amb sutures per subjectar les tuberositats, sutures soles o bandes de tensió.

La hemiartroplàstia, és la opció més comú quan parlem del reemplaçament del cap humeral<sup>78</sup>. Està indicada en fractures de quatre parts irreconstruïbles, en fractures – luxació, en fractures multifragmentàries del cap humeral, en revisions o errors d'osteosíntesi que conserven intactes les tuberositats.

Un gran nombre d'investigadors han emfatitzat sobretot en la importància de la fixació anatòmica de les tuberositats i de la col·locació anatòmica de la pròtesi, tant en temes de versió, altura i offset a l'hora de restaurar la funció de la còfia rotadora<sup>79-82</sup>. A llarg termini, l'hemiartroplàstia ha mostrat uns resultats satisfactoris en quan al dolor, però el resultat funcional global segueix essent menys predictable<sup>82-84</sup>. Kontakis<sup>83</sup>, troba en la seva revisió una elevació mitja de 106°, amb un rang de 10° a 180°.

La pròtesi invertida originàriament va ser dissenyada pel tractament de l'artritis gleno-humeral en pacients amb deficiència de la còfia rotadora<sup>85,86</sup>, però també

s'ha acabat usant pel tractament de les fractures d'húmer proximal en els que l'anclatge de les tuberositats o la col·locació d'una hemiartroplàstia és impossible o com a segon temps, al revisar una hemiartroplàstia. En pacients de més de 70 anys, trobem una evidència creixent dels bons resultats funcionals col·locant una pròtesi invertida, ja que es tracten de pacients amb una qualitat òssia deficient.

Una revisió de la Cochrane sobre diferents modalitats per tractar les fractures d'húmer proximal, incloent 23 articles randomitzats amb un total de 1238 participants, conclou que no hi ha suficient evidència per informar del tractament adequat d'aquest tipus de fractures<sup>87</sup>.

Per tot el que s'ha explicat abans, es podria concloure que la relació cap-tuberositats es la més important tant des de el punt de vista de les classificacions com de les decisions terapèutiques.

### 3. HIPÒTESI DE TREBALL. OBJECTIUS.

3.1 Hipòtesi de treball

3.2 Objectius

### **3.1 Hipòtesi de treball**

$H_0$ : El volteig del cap humeral no condiciona el desplaçament de la tuberositat gran.

$H_1$ : El volteig del cap humeral condiciona el desplaçament de la tuberositat gran.

### **3.2 Objectius**

3.2.1 Determinar el punt de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiciona el desplaçament de més d'1cm de la tuberositat gran.

3.2.2 Estudiar la relació del desplaçament de la tuberositat petita amb el volteig del cap humeral.

3.2.3 Avaluar la migració cranial de la tuberositat gran depenent del volteig del cap humeral.

## 4 MATERIAL I MÈTODE

### 4.1 Estudi clínic

#### 4.1.1 Descripció de la mostra

#### 4.1.2 Anàlisi dels desplaçaments fracturaris

##### 4.1.2.1. Descripció del sistema de mesures

###### 4.1.2.1.1 Projeccions radiològiques

###### 4.1.2.1.2 TC

###### 4.1.2.1.3. Sistema PACS

###### 4.1.2.1.4. Mesures radiogràfiques

#### 4.1.3. Classificació de les fractures

#### 4.1.4 Anàlisi estadístic

## **4.1 Estudi clínic**

### **4.1.1 Descripció de la mostra**

Es tracta d'un estudi descriptiu retrospectiu que inclou els pacients afectes de fractura d'húmer proximal des de l'any 2010 al 2014 i que compleixin els criteris d'inclusió i exclusió de l'estudi.

Criteris d'inclusió:

- Pacients diagnosticats de fractura d'húmer proximal del 2010 al 2014 al servei d'emergències.
- No presenten fractura d'escàpula, clavícula o espatlla flotant ipsilateral.
- Pacients amb estudi d'imatge complet, incloent radiografies en 2 projeccions i TC de l'espatlla afectada.
- Acceptació per part del pacient de participar a l'estudi.

Criteris d'exclusió:

- Els pacients amb fractures concomitants de l'extremitat de la fractura d'húmer proximal.
- Pacients amb estudi d'imatge incomplet.
- Negació per part del pacient de participar a l'estudi.

El treball ha estat aprovat per la Comissió de Bioètica del nostre centre (Número aprobació Ref. 2014/6006/I, ANNEXE 2) i no s'ha rebut ajudes econòmiques externes derivades de la indústria mèdica, ni d'altres fonts.



## **4.1.2 Anàlisi dels desplaçaments fracturaris**

Es realitza un anàlisi descriptiu dels desplaçaments fracturaris dels 4 fragments majors (diàfisi – tuberositat gran – tuberositat petita - cap humeral) mitjançant les 2 projeccions radiològiques i un TC.

### **4.1.2.1. Descripció del sistema de mesures**

#### **4.1.2.1.1 Projeccions radiològiques**

S'efectuen 2 projeccions radiològiques en tots els pacients, una anteroposterior i una lateral transescapular de l'espatlla afectada.

#### **4.1.2.1.2 TC**

Es realitzen talls axials, sagitals i coronals per estudiar el patró fracturari.

#### **4.1.2.1.3. Sistema PACS**

Les medicions van ser realitzades mitjançant el "software PACS" (Picture Archiving and Communications System) es tracta d'un sistema de comunicació i emmagatzament d'imatges.

En un sentit més estricte, el considerariem un sistema d'emmagatzematge d'imatges radiològiques, amb diferents modalitats (radiografia, TC, RMN, ecografia,...). El protocol específic que utilitzen els sistemes PACS és el DICOM (Digital Imaging Communication on Medicine).

Aquest software proporciona els valors amb una xifra decimal, per tant, s'han informat les dades i els càlculs amb un decimal en els resultats<sup>88</sup>.

#### 4.1.2.1.4. Mesures radiogràfiques

Realitzem 9 mesures amb les radiografies i la Tomografia Computeritzada (TC), aquestes mesures són les variables que analitzarem en l'estudi.

##### MESURA 1. Càlcul de l'angle entre la diàfisi i el cap humeral.

Per obtenir l'angle de la mesura 1 necessitem una radiografia AP de l'húmer proximal, en ella tracem dues línies, la primera correspon al punt mig de la diàfisi longitudinalment, paral·lela a les corticals laterals. Per a la segona realitzem prèviament una línia que representa el diàmetre del cap humeral i a partir d'aquesta confeccionem una línia perpendicular a ella en el seu punt mig. A través d'aquestes dues línies obtenim l'angle cervico – diafisari, sempre realitzant-el mirant a la glena (Fig. 18).

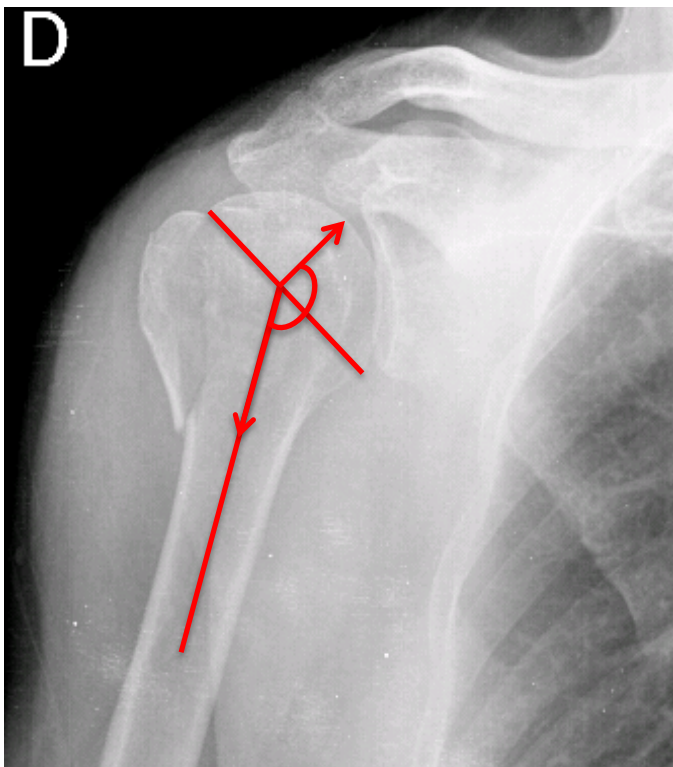


Figura 18. Càlcul de l'angle entre la diàfisi i el cap humeral (mesura 1).

MESURA 2. Càlcul de la distància entre la tuberositat gran i l'acromi.

Per aconseguir la mesura 2, usem la mateixa projecció radiogràfica que en la mesura 1, tracem una línia transversal des del punt més inferior del acromi, paral·lela a aquesta en fem una altra recolzada en el punt més superior de la tuberositat gran, la distància entre la tuberositat gran i l'acromi l'obtenim a través d'una línia perpendicular a aquestes dues (Fig. 19).

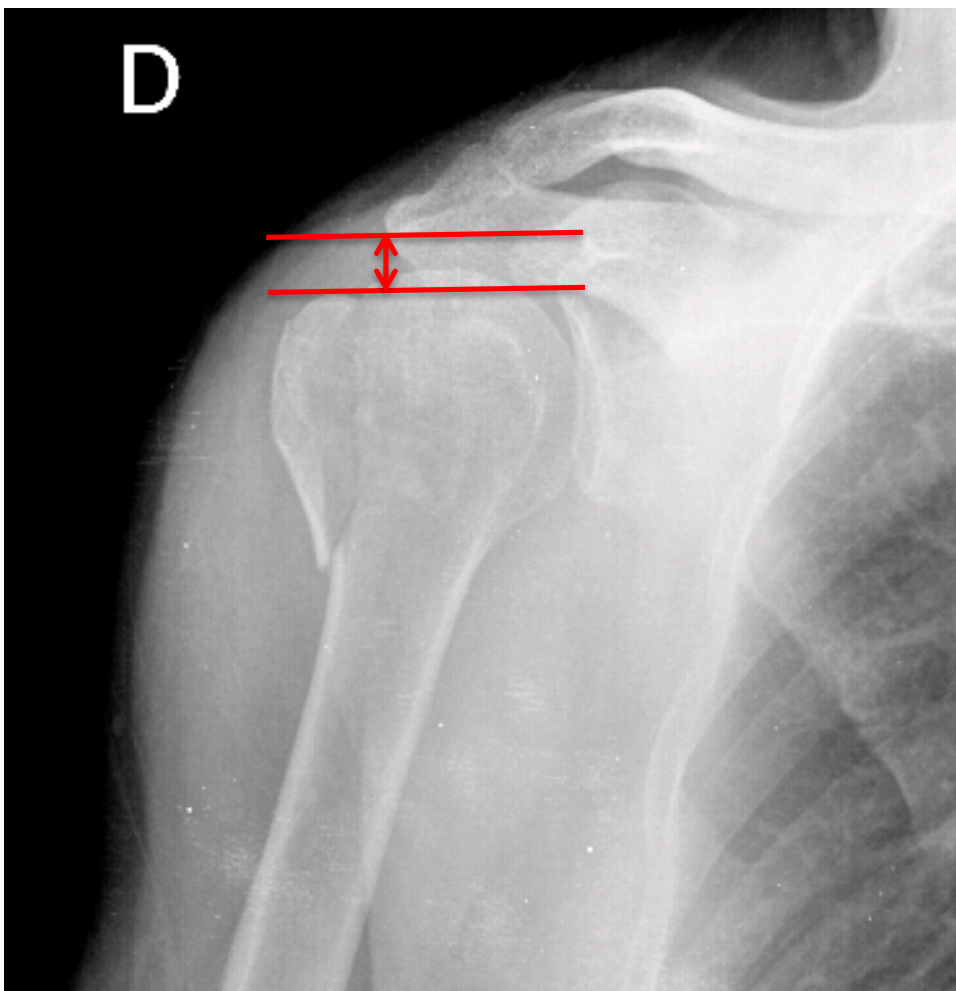


Figura 19. Càlcul de la distància entre la tuberositat gran i l'acromi (mesura 2).

MESURA 3. Càlcul de la distància entre la part més lateral de la diàfisi a la part més lateral de la tuberositat gran.

La mesura 3 la realitzem amb la radiografia antero-posterior, a partir de 2 línies paral·leles a la cortical lateral de la diàfisi, una recolzada en la cortical esmentada i l'altre la traslladem a la part més lateral de la tuberositat gran, així podem traçar una perpendicular a elles dues i obtenir la distància entre la cortical lateral de la diàfisi i la part més lateral de la tuberositat gran (Fig. 20).

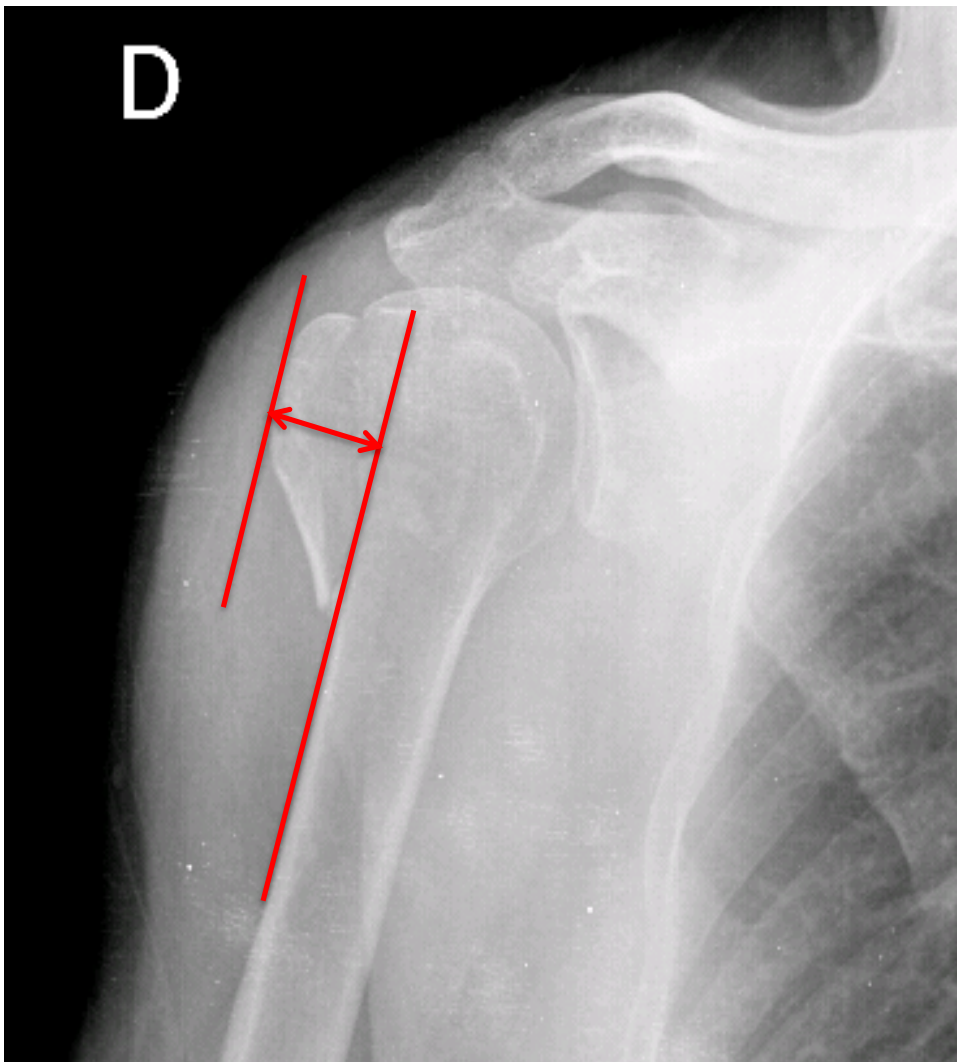


Figura 20. Càlcul de la distància entre la part més lateral de la diàfisi a la part més lateral de la tuberositat gran (mesura 3).

MESURA 4. Càlcul de la distància entre la tuberositat gran desplaçada cap a posterior i el cap.

La mesura 4 està realitzada amb la TC, amb la projecció axial, es tracen dues línies paral·leles des de la part més interna de la tuberositat gran i la més externa del cap humeral cap a posterior i es calcula la distància entre elles dues (Fig. 21).

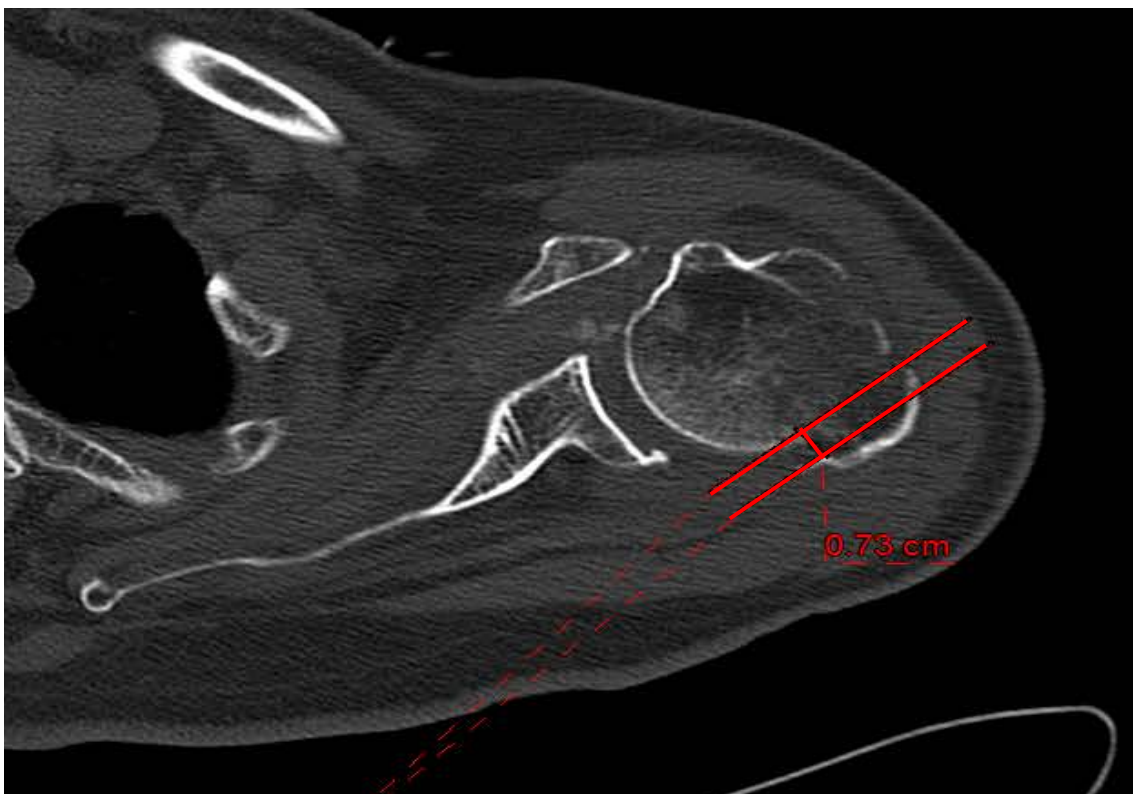


Figura 21. Càlcul de la distància entre la tuberositat gran desplaçada cap a posterior i el cap (mesura 4).

MESURA 5. Càlcul de la distància entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap.

La mesura 5, està compresa entre 2 punts, el punt mig del cap l'aconsegum a través d'encercla'l tot ell en una circumferència i d'aquesta buscar el seu punt mig a través de 2 línies que s'encreuin (de 2 diàmetres). El punt mig de la diàfisi el trobem traçant una línia paral·lela a les corticals laterals, centrada en el mig de la mateixa, per trobar exactament on es troba el punt mig, realitzem prèviament 2 línies transverses proximal i distalment i les unim en el punt on es creuen.

Un cop tenim els 2 punts els unim i obtenim la mesura 5, tot ell realitzat en la projecció radiogràfica AP (Fig. 22).

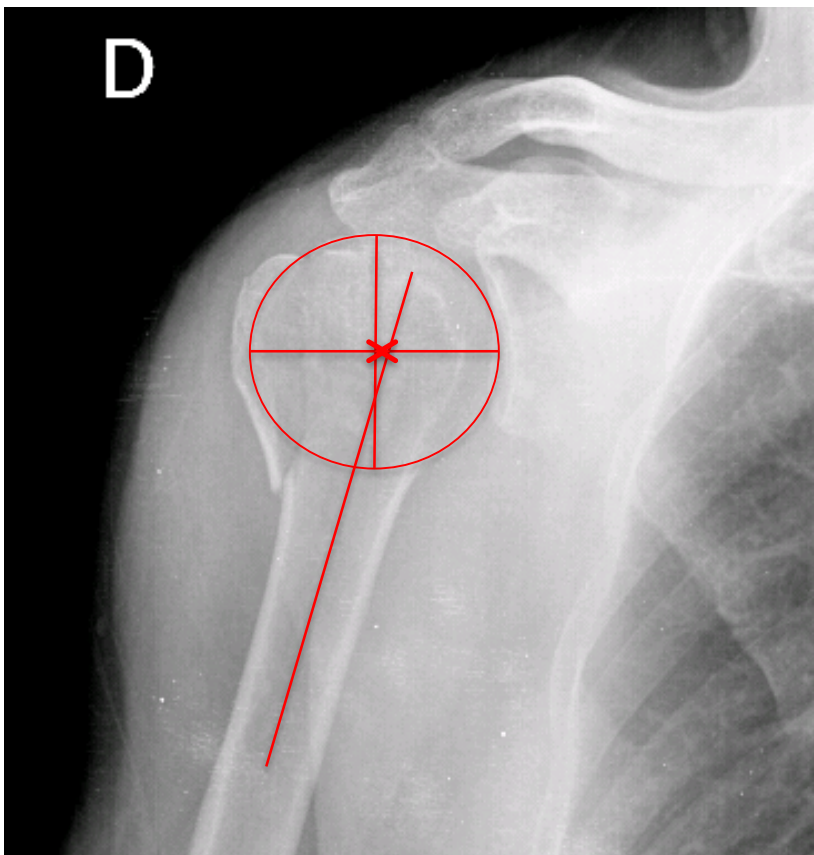


Figura 22. Càlcul de la distància entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap (mesura 5).

MESURA 6. Càlcul de la distància entre la glena i la part més lateral de la tuberositat gran.

La mesura 6 es realitza a través de la perpendicular entre la línia que uneix els 2 punts més proximal i distal de la glena lateral i una paral·lela a aquesta que es recolza en la part més lateral de la tuberositat gran, en la mateixa projecció que la mesura 5 (Fig. 23).

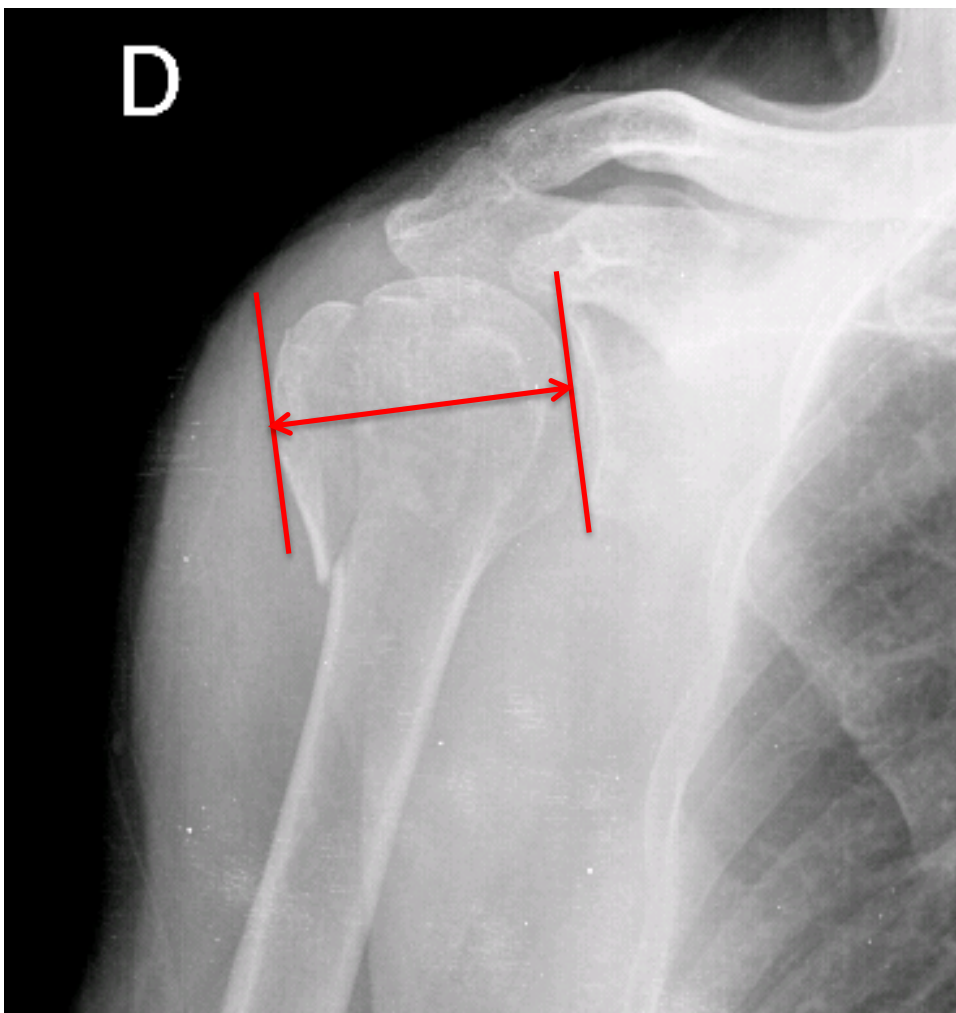


Figura 23. Càlcul de la distància entre la glena i la part més lateral de la tuberositat gran (mesura 6).

MESURA 7. Valoració del desplaçament del cap humeral (posterior – centrat – anterior).

En la mesura 7 utilitzem la projecció radiogràfica transescapular, on es valora la localització del cap humeral respecte la diàfisi, i ho classifiquem en funció de si es troba anterior (Fig. 24), centrat (seguint la diàfisi) (Fig. 25) o posterior a ella (Fig. 26).

Cap humeral a anterior:

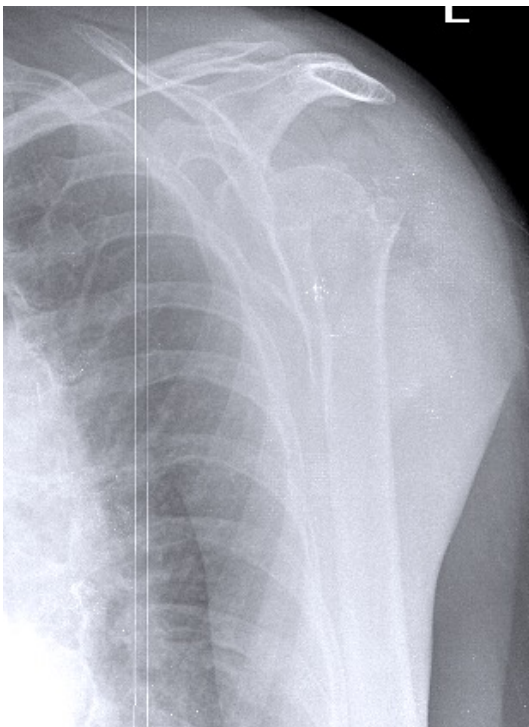


Figura 24. Cap humeral a anterior.



Cap humeral centrat:



Figura 25. Cap humeral centrat.

Cap humeral a posterior:



Figura 26. Cap humeral a posterior.

MESURA 8. Trencament o no de la tuberositat petita.

En aquesta mesura el que estudiem és si la tuberositat petita es troba trencada (Fig. 27) o integra (Fig. 28), ho analitzem amb la TC, amb la projecció axial.

Tuberositat petita no trencada

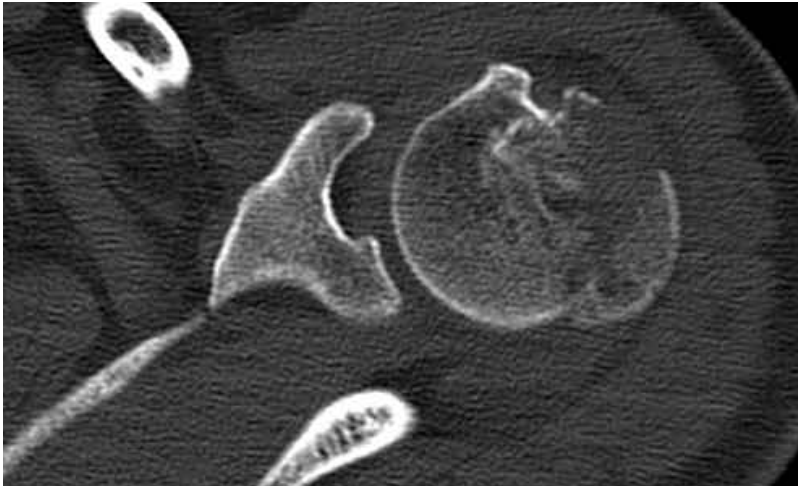


Figura 27. Tuberositat petita integra.

Tuberositat petita trencada

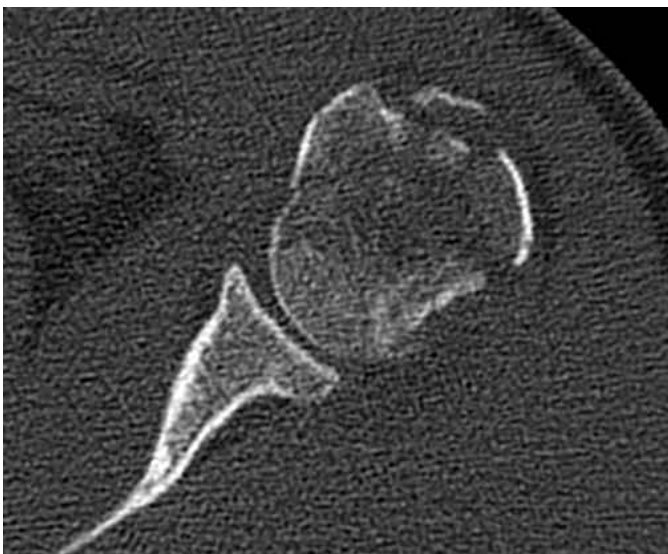


Figura 28. Tuberositat petita trencada.

### 4.1.3. Classificació de les fractures

La classificació de les fractures utilitzada va ser la de Neer<sup>38</sup>. On es basa en el desplaçament d'un o més dels quatre principals segments i defineix setze categories englobades dins de sis grups (Fig. 10): I, fractura amb mínim desplaçament; II, fractura amb desplaçament del coll anatòmic; III, fractura amb desplaçament del coll quirúrgic; IV, fractura amb desplaçament de la tuberositat gran; V, fractura amb desplaçament de la tuberositat petita; i VI, fractura – luxació. El desplaçament es defineix com una angulació de  $> 45^\circ$  o una separació de  $> 1\text{cm}$ . Neer defineix fractures en un, dos, tres i quatre parts indicant el número de segments principals desplaçats.

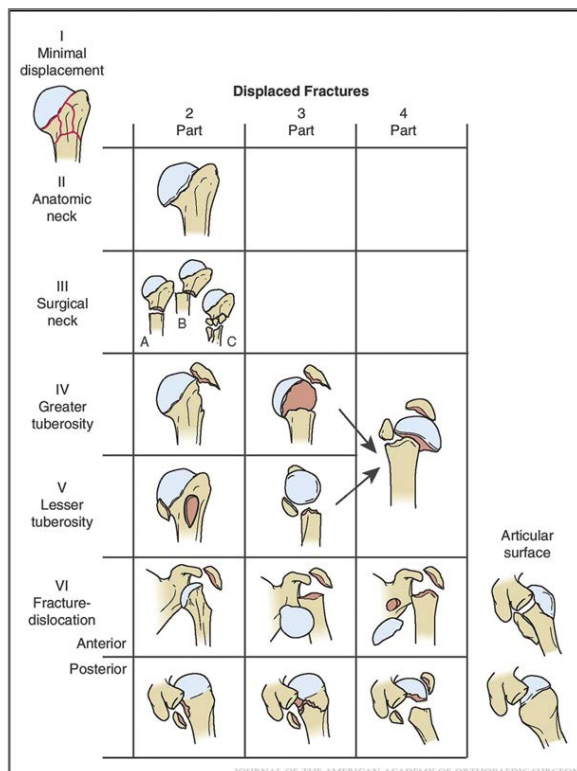


Fig. 10. Classificació de Neer de les fractures d'húmer proximal. (Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. J Bone Joint Surg Am 1970;52:1077–89. Reproduït amb el permís de la Wolters Kluwer Health, Inc. and Journal of Bone & Joint Surgery).

#### **4.1.4 Anàlisi estadístic**

En primer lloc s'ha realitzat un anàlisi descriptiu de la mostra. Les variables contínues s'han descrit amb mitjana i desviació estàndard i les categòriques amb freqüències i percentatges.

Per comprovar si existeixen diferències entre les diferents variables contínues entre dos grups s'ha utilitzat el test T de Student per dades independents, i per establir el grau de discriminació de les mateixes i trobar el punt de tall òptim respecte la mesura 1 (angle cap) segmentat en  $<130^\circ$  versus  $>130^\circ$ , s'ha utilitzat la corba ROC, indicant l'interval de confiança del 95%. Per establir el grau de correlació entre les diferents variables contínues s'ha emprat el coeficient de correlació de Pearson. Per establir la relació existent entre variables categòriques s'ha utilitzat el test de Khi al quadrat.

En tots els anàlisis s'ha considerat com estadísticament significatiu valors de P inferiors a 0.05. Els anàlisis s'han realitzat amb el programa estadístic SPSS 18,0 (IBM Corp.).

## 5 RESULTATS

### 5.1 Anàlisi descriptiu de la mostra de l'estudi

#### 5.1.1. Anàlisi descriptiu de les mesures de l'estudi

### 5.2 Estudi estadístic entre diferents variables

#### 5.2.1. Correlació entre l'edat, el sexe i la localització del cap humeral

#### 5.2.2. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran (hipòtesi)

#### 5.2.3. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de més d'1cm de la tuberositat gran, el desplaçament de la tuberositat petita i la migració cranial de la tuberositat gran

#### 5.2.4. Altres correlacions

#### 5.2.5. Resum dels resultats més rellevants

## **5.1 Anàlisi descriptiu de la mostra de l'estudi**

La població estudiada i inclosa en aquest treball consta de 132 pacients afectes de fractura d'húmer proximal que compleixen els criteris d'inclusió i exclusió descrits a l'apartat de material i mètodes.

Els 132 pacients inclosos en el nostre estudi, presenten una edat mitja de 73,67 anys (rang 68,25 a 82) i observem una distribució per sexes de 103 dones (78%) i 29 homes (21,9% de la mostra). Respecte a la lateralitat, 71 d'ells presentaven la fractura en l'espatlla dreta (53,8%) i 61 en l'esquerra (46,2%).

La mostra de l'estudi també s'ha estratificat en funció del tipus de fractura presentada i dels fragments de la fractura afectats.

Respecte al tipus de fractura trobem (Fig. 29):

- 6 pacients amb fractura d'una part.
- 28 pacients amb fractura de dos parts afectant el coll quirúrgic (CQ).
- 11 pacients amb fractura de dos parts afectant a la tuberositat gran (TG).
- 43 pacients amb fractura de tres parts.
- 39 pacients amb fractura amb quatre parts.
- 3 pacients amb fractura – luxació gleno – humeral.
- 2 pacients amb "Split fracture".

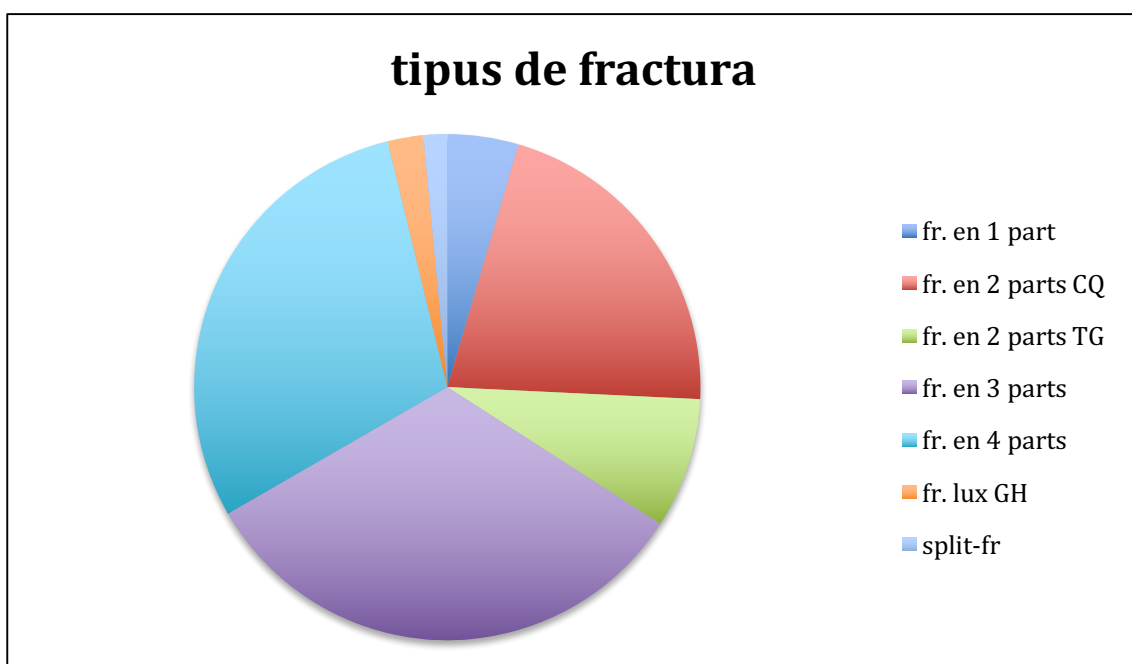


Figura 29. Tipus de fractura.

Al estudiar la tuberositat gran vam observar que (Fig. 30):

- 39 pacients de la mostra no estava desplaçada.
- 93 pacients estava separada més d'1cm.

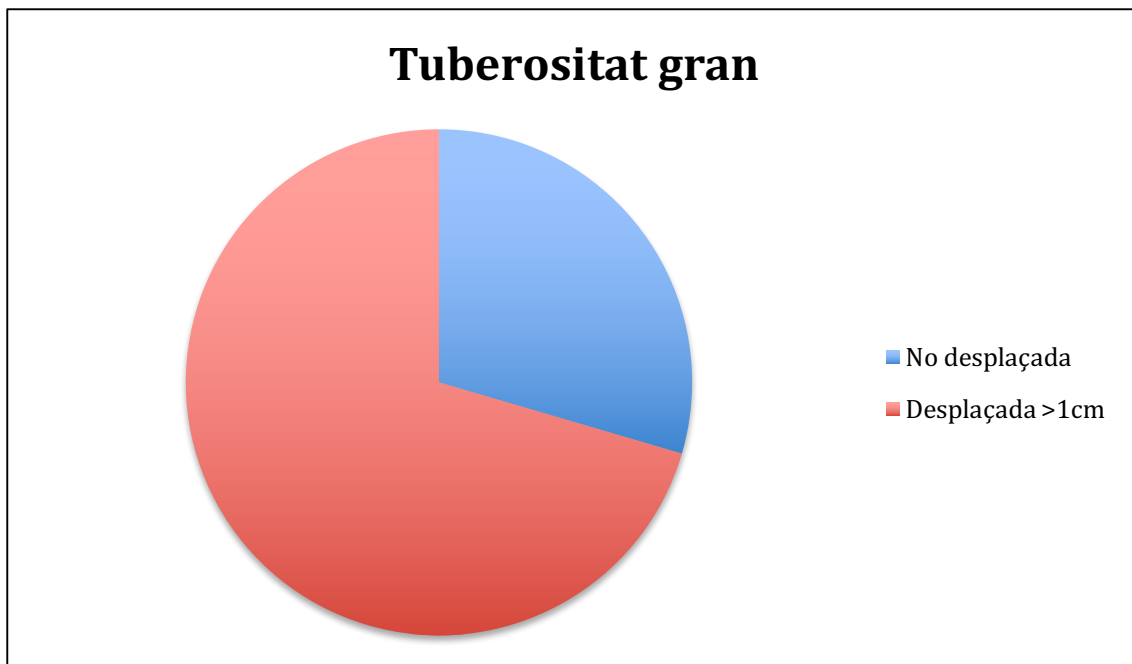


Figura 30. Tuberositat gran.



A l'analitzar la tuberositat petita es va observar (Fig. 31):

- 89 casos estava trencada (sense diferenciar si trobava desplaçada o no).
- 43 casos estava integra.

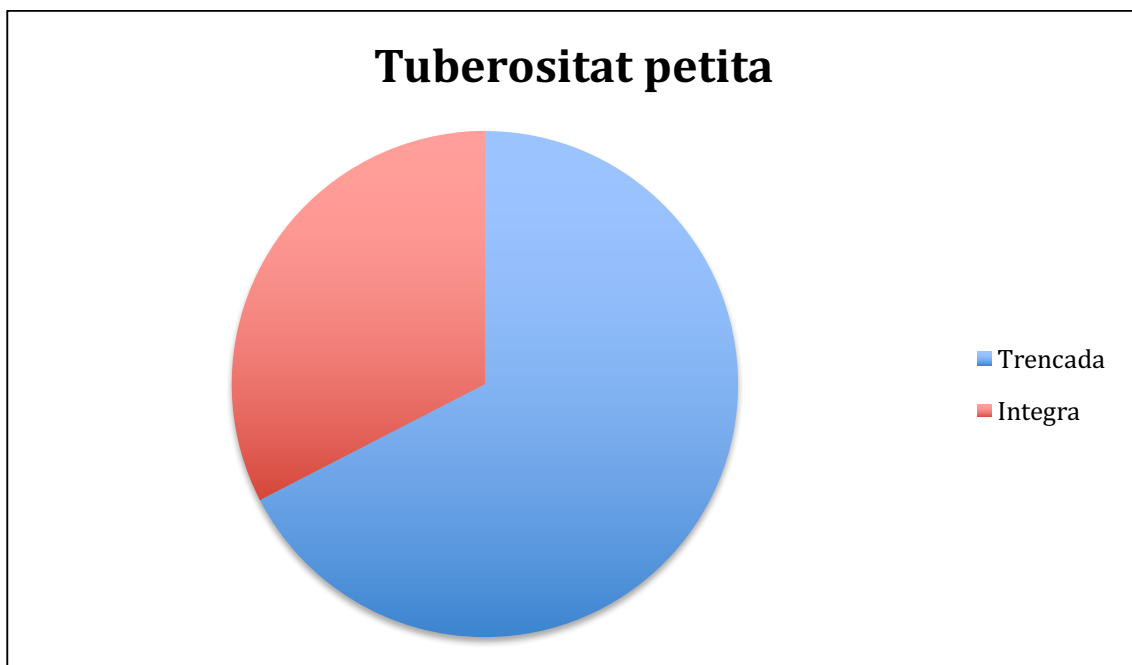


Figura 31. Tuberositat petita.

A l'examinar la posició del cap respecte la diàfisi es va comprovar (Fig. 32):

- 56 casos es trobava a posterior.
- 71 casos es trobava centrat.
- 5 casos estava cap a anterior.



Figura 32. Posició del cap humeral.

### 5.1.1. Anàlisi descriptiu de les variables de l'estudi

#### 5.1.1.1. Anàlisi descriptiu de les mesures sense tenir en compte la posició del cap humeral (Taula 1).

Taula 1. Anàlisi descriptiu de les mesures.

MESURA	MITJANA	DESVIACIÓ TÍPICA
MESURA 1	158,76°	42,78°
MESURA 2	1,19 cm	0,65 cm
MESURA 3	2,11 cm	1,05 cm
MESURA 4	0,52 cm	0,55 cm
MESURA 5	0,26 cm	1,15 cm
MESURA 6	4,85 cm	0,75 cm

#### 5.1.1.2. Anàlisi descriptiu de les mesures quan el cap humeral es troba desplaçat a posterior (Taula 2).

Taula 2. Anàlisi descriptiu de les mesures amb el cap humeral a posterior.

MESURA	MITJANA	DESVIACIÓ TÍPICA
MESURA 1	160,71°	53,72°
MESURA 2	1,05 cm	0,58 cm

<b>MESURA 3</b>	2,37 cm	1,14 cm
<b>MESURA 4</b>	0,58 cm	0,55 cm
<b>MESURA 5</b>	0,21 cm	1,40 cm
<b>MESURA 6</b>	4,87 cm	0,69 cm

### 5.1.1.3. Anàlisi descriptiu de les mesures quan el cap humeral es troba centrat (Taula 3).

Taula 3. Anàlisi descriptiu de les mesures amb el cap humeral centrat.

<b>MESURA</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ TÍPICA</b>
<b>MESURA 1</b>	159,21°	32,46°
<b>MESURA 2</b>	1,25 cm	0,61 cm
<b>MESURA 3</b>	1,96 cm	0,92 cm
<b>MESURA 4</b>	0,58 cm	0,36 cm
<b>MESURA 5</b>	0,32 cm	0,85 cm
<b>MESURA 6</b>	4,94 cm	0,74 cm

## **5.2. Correlacions entre les diferents variables**

### **5.2.1. Correlació entre l'edat, el sexe i la localització del cap humeral**

Al estudiar la posició del cap humeral respecte els paràmetres demogràfics com són l'edat i el sexe (Taula 4 i 5), no s'han trobat correlacions estadísticament significatives entre els pacients amb el cap humeral cap a posterior o centrat i el sexe ( $p=0.513$ ). Si que s'observa que els pacients amb el cap desplaçat cap a posterior es correlaciona més comuntment amb gent de major edat ( $p=0.023$ ).

Taules 4 i 5. Correlació entre l'edat i el sexe i la localització del cap humeral.

<b>SEXE</b>		<b>MESURA 7</b>	
		<b>CAP A POSTERIOR</b>	<b>CAP CENTRAT</b>
		<b>DONA</b>	44.8%
<b>HOME</b>	37.9%	62.1%	
<b>Chi-quadrat de Pearson</b>		0.513	

<b>EDAT</b>		<b>MESURA 7</b>	
		<b>CAP A POSTERIOR</b>	<b>CAP CENTRAT</b>
		<b>MITJANA</b>	76.35
<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	10.65	12.7	
<b>Prova de mostres independents</b>		0.023	

## **5.2.2. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran (hipòtesi)**

### **Sense diferenciar la posició del cap humeral**

Quan estudiem els pacients en general, sense diferenciar la posició del cap humeral, obtenim relació entre l'angle cervico – diafisari (mesura 1) i la distància entre el cap humeral i la tuberositat gran desplaçada cap a posterior (mesura 4). On observem una correlació positiva, quan més angle cervico – diafisari trobem, més separació, més distància hi ha entre el cap humeral i la tuberositat gran, aquesta és desplaçada més cap a posterior ( $p=0.012$ ). A més a més, obtenim una correlació forta entre aquest angle i la distància entre la part lateral de la diàfisi i la tuberositat gran (mesura 3), **podent afirmar que quan més angle cervico - diafisari observem (major distància entre la tuberositat gran i la diàfisi), més desplaçada es troba la tuberositat gran cap al lateral ( $p=0.001$ ).**

Per tant, de moment estem observant que quan més angle cervico - diafisari, més desplaçada es troba la tuberositat gran cap a lateral i posterior.

### **Cap humeral a posterior**

En els casos en que el cap humeral es troba desplaçat cap a posterior, també podem afirmar amb una relació estadísticament significativa entre la mesura 1 i la mesura 4, que quan més angle cervico - diafisari observem, més distància entre la tuberositat gran cap a posterior i el cap humeral apreciem ( $p=0.017$ ).

També trobem una relació positiva entre l'angle cervico - diafisari i la distància entre la tuberositat gran cap a lateral i la diàfisi humeral, quan més angle més distància ( $p=0.001$ ).

Per tant, quan seleccionem només els pacients amb el cap humeral cap a posterior, també observem que quan més angle cervico - diafisari, més desplaçada es troba la tuberositat gran cap a lateral i posterior.

### **Cap humeral centrat**

Si tenim en compte els que el cap humeral es troba centrat, observem que al correlacionar l'angle cervico - diafisari amb la distància entre la tuberositat gran cap a posterior i el cap humeral, no hi trobem significació ( $p=0.310$ ). On si hi ha una relació estadísticament significativament positiva és entre l'angle cervico - diafisari i la distància entre la tuberositat gran i la diàfisi (mesura 3), a més angle més distància entre aquest dos paràmetres ( $p=0.020$ ).

Es a dir, en els casos on el cap humeral es troba centrat, no trobem correlació amb una tuberositat gran més cap a posterior, però si més cap a lateral (Taula 6).

Taula 6. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran.

<b>CORRELACIÓ</b>	<b>MESURA 1</b>		
	<b>GENERAL</b>	<b>CAP HUMERAL POSTERIOR</b>	<b>CAP HUMERAL CENTRAT</b>
<b>MESURA 3</b> Correlació Significació	0.442 0.001	0.527 0.001	0.275 0.020
<b>MESURA 4</b> Correlació Significació	0.239 0.012	0.366 0.017	0.129 0.310



**5.2.3. Correlació entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de més d'1cm de la tuberositat gran, el desplaçament de la tuberositat petita i la migració cranial de la tuberositat gran.**

**5.2.3.1. Punts de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiciona el desplaçament de la tuberositat gran més d'1cm.**

#### **Sense diferenciar la posició del cap humeral**

Observem una distància d'1cm o superior en la mesura 3 (distància entre la tuberositat gran i la diàfisi per fora) quan l'angle cervico-diafisari es localitza a partir de  $152^{\circ}$ , sempre que no diferenciem la posició del cap humeral.

#### **Cap humeral a posterior**

Quan el cap humeral es troba cap a posterior, la mesura 3 és d'1cm de desplaçament o superior quan l'angle format entre el cap humeral i la diàfisi es troba desplaçat a  $156.5^{\circ}$  o superior.

#### **Cap humeral centrat**

Quan estudiem els casos on el cap humeral està centrat i la mesura 3 presenta un desplaçament d'1cm o superior, observem que l'angle del cap humeral i la diàfisi es troba desplaçat a un mínim de  $141.7^{\circ}$ . (Annexe 1).

### **5.2.3.2. Relació amb el desplaçament de la tuberositat petita i el volteig del cap humeral**

#### **Sense diferenciar la posició del cap humeral**

Al estudiar el desplaçament o fractura de la tuberositat petita amb el volteig del cap humeral observem que sinó tenim en compte la posició del cap humeral al estudiar el volteig d'ell a través de la mesura 1 (angle cervico - diafisari) amb la mesura 8 (fractura de la tuberositat petita) no hi trobem una relació estadísticament significativa ( $p=0.320$ ).

#### **Cap humeral a posterior**

Si avaluem els pacients amb el cap humeral desplaçat cap a posterior, en la relació entre l'angle cervico - diafisari i la mesura 8 observem que els pacients amb més angulació entre el cap humeral i la diàfisi presenten més tendència de fracturar-se la tuberositat petita ( $p=0.085$ ).

#### **Cap humeral centrat**

Quan només tenim en compte els casos amb el cap humeral centrat, al observar la relació entre l'angle cervico - diafisari (mesura 1) i la mesura 8 (fractura de la tuberositat petita), no observem una relació estadísticament significativa ( $p=0.571$ ) (Taula 7).

Taula 7. Relació amb el desplaçament de la tuberositat petita i el volteig del cap humeral.

		<b>MESURA 8</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 1</b>	<b>General</b>	<b>Si</b>	162.18	45.42	0.320
		<b>No</b>	153.09	34.01	
	<b>Cap humeral posterior</b>	<b>Si</b>	169.75	62.4	0.085
		<b>No</b>	138.83	28.27	
	<b>Cap humeral centrat</b>	<b>Si</b>	159.96	32.71	0.571
		<b>No</b>	163.01	34.67	

### **5.2.3.3. Correlació amb la migració cranial de la tuberositat gran dependent del volteig del cap humeral**

#### **Sense diferenciar la posició del cap humeral**

Al relacionar l'angle cervico – diafisari amb la mesura 2 (distància de la tuberositat gran a l'acromi) no obtenim cap relació, al contrari del que estava descrit<sup>21</sup>. Pensant que en els casos en que la tuberositat gran està fracturada i observem un angle cervico - diafisari augmentat, observaríem una relació significativa en quant a menys espai entre la tuberositat gran i l'acromi (p=0.612).

Si col·loquem la línia de tall de l'angle cervico – diafisari a 130°, sense tenir el compte la posició del cap humeral i el correlacionem amb la mesura 2 (distància entre la tuberositat gran i l'acromi), tampoc observem relació entre l'angle > o < a 130° i la mesura 2 (p=0.141) (Taula 8).

Taula 8. Correlació entre la mesura 2 i la mesura 1 sense diferenciar la posició del cap humeral.

	<b>MESURA 1</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 2</b>	<b>&lt;130°</b> <b>&gt;=130°</b>	1.033 1.238	0.573 0.670	0.141

### **Cap humeral a posterior**

A l'estudiar la relació entre l'angle cervico – diafisari i la distància des de la tuberositat gran a l'acromi, en els casos on el cap humeral està desplaçat cap a posterior, no hi ha relació estadísticament significativa entre aquestes dues mesures (p=0.551).

Si tenim en compte els pacients amb el cap humeral desplaçat cap a posterior i col·loquem la línia de tall de l'angle cervico – diafisari a 130°, no comprovem tampoc cap correlació amb la distància entre la tuberositat gran a l'acromi (mesura 2) (p=0.323), per tant no podem afirmar que a més o menys angulació cervico-diafisària més ascens de la tuberositat gran (Taula 9).

Taula 9. Correlació entre la mesura 2 i la mesura 1 quan el cap humeral es troba a posterior.

	<b>MESURA 1</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 2</b>	<b>&lt;130°</b> <b>&gt;=130°</b>	0.867 1.050	0.595 0.608	0.323

### **Cap humeral centrat**

No trobem relació entre més o menys angle cervico – diafisari i més o menys distància en la mesura 2 (distància entre la tuberositat gran i l'acromi) (p=0.747).

Si tenim en compte només els pacients amb el cap humeral centrat i col·loquem la línia de tall de l'angle cervico – diafisari a 130°, no trobem relació respecte l'angle de > o < de 130° i la mesura 2, la distància de la tuberositat gran a l'acromi (p=0.586) (Taula 10).

Taula 10. Correlació entre la mesura 2 i la mesura 1 quan el cap humeral es troba centrat.

	<b>MESURA 1</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 2</b>	<b>&lt;130°</b> <b>&gt;=130°</b>	1.175 1.291	0.485 0.673	0.586

## 5.2.4. Altres correlacions

### 5.2.4.1. Correlació entre les diferents mesures sense diferenciar la posició del cap humeral

La (taula 11) mostra els resultats de la relació entre les diferents mesures realitzades sense tenir en compte la localització del cap humeral.

Taula 11. Relació entre les diferents mesures sense tenir en compte la localització del cap humeral.

Correlacions	MESURA 1	MESURA 2	MESURA 3	MESURA 4	MESURA 5
<b>MESURA 2</b> Correlació Significació	0.045 0.612				
<b>MESURA 3</b> Correlació Significació		-0.022 0.803			
<b>MESURA 4</b> Correlació Significació		0.003 0.974	-0.062 0.515		
<b>MESURA 5</b> Correlació Significació	-0.248 0.004	0.089 0.311	-0.289 0.001	-0.158 0.099	
<b>MESURA 6</b> Correlació Significació	0.068 0.441	0.126 0.150	0.243 0.005	-0.331 0.001	-0.101 0.248

\* Correlació de Pearson i Sig. Bilateral.

Correlació entre l'angle cervico - diafisari (mesura 1):

- Apreciem una correlació estadísticament significativa i positiva entre aquestes dos mesures, quanta més distància trobem entre el mig de la diàfisi i el mig del cap humeral (mesura 5), més angle cervico – diafisari observem ( $p=0.004$ ). Per tant, quant més angle cervico – diafisari, més desplaçats es troben aquests 2 fragments.
- No observem relació estadísticament significativa entre l'angle cervico – diafisari i la mesura 6 (distància entre la glena i la tuberositat gran) ( $p=0.441$ ).

Correlació entre la distància entre la tuberositat gran i l'acromi (mesura 2):

- No observem relació quan correlacionem aquesta distància amb la mesura 3 (la distància entre la tuberositat gran i la diàfisi) ( $p=0.803$ ).
- Tampoc no trobem cap correlació entre la distància entre la tuberositat gran i l'acromi i la distància entre el cap humeral i la tuberositat gran cap a posterior ( $p=0.974$ ).
- No existeix relació estadísticament significativa entre aquesta mesura i la distància entre el mig de la diàfisi i el mig del cap humeral ( $p=0.311$ ).
- Ni tampoc no hem trobat cap relació entre la mesura 2 i la mesura 6 (distància entre la glena i la tuberositat gran) ( $p=0.150$ ).

Correlació entre la distància entre la tuberositat gran i la diàfisi lateralment (mesura 3):

- No hi ha una correlació estadísticament significativa amb la distància entre la tuberositat gran cap a posterior i el cap humeral (mesura 4) ( $p=0.515$ ).
- En canvi, si que observem una correlació positiva entre la mesura 3 i la mesura 5 ( $p=0.001$ ). Quan més separada trobem la tuberositat gran de la diàfisi humeral, més desplaçament hi ha amb els fragments del cap humeral i la diàfisi humeral.
- També trobem una forta correlació positiva entre la mesura 3 i la mesura 6, com és d'esperar, a més desplaçament entre la tuberositat gran i la diàfisi, més desplaçament entre la tuberositat gran i la glena, comprovant com la tuberositat gran es desplaça cap al lateral separant-se de la diàfisi i de la glena ( $p=0.005$ ).

Correlació entre la distància entre la tuberositat gran a posterior i el cap humeral (mesura 4):

- No trobem relació entre aquesta mesura i el fet d'haver-hi desplaçament entre el punt mig de la diàfisi humeral i el punt mig del cap humeral (mesura 5) ( $p=0.099$ ).
- Si que advertim una forta correlació positiva entre la mesura 4 i la mesura 6 ( $p=0.000$ ). A més distància entre la tuberositat gran cap a posterior respecte el cap humeral, més distància també trobem entre la tuberositat gran i la glena.



Correlació entre la mesura 5 (distància entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap):

- No existeix relació estadísticament significativa entre aquesta distància i la mesura 6 ( $p=0.248$ ).

Per tant, si no tenim en compte la posició del cap (centrat, posterior o anterior), podem assegurar que quanta més angulació cervico – diafisària, més desplaçada cap a lateral es presenta la tuberositat gran respecte la diàfisi humeral i més distància entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap humeral trobem.

Encara més distància trobem entre la tuberositat gran i la glena, quanta més separació hi ha entre la tuberositat gran i la diàfisi, perquè aquesta és desplaçada cap a lateral i a la vegada més distància entre la tuberositat gran cap a posterior i el cap humeral.

Si col·loquem la línia de tall de l'angle cervico – diafisari a  $130^\circ$  obtenim una correlació positiva amb la mesura 3 (distància entre la part més lateral de la diàfisi a la part més lateral de la tuberositat gran) ( $p=0.001$ ) i amb la mesura 6 (distància entre la glena i la part més lateral de la tuberositat gran) ( $p=0.005$ ), per tant, a partir d'un angle cervico – diafisari de  $> 130^\circ$ , més distància entre la tuberositat gran i la diàfisi i més distància entre la tuberositat gran i la glena, aquesta última correlació no l'apreciem sinó posem a  $130^\circ$  el punt de tall de l'angle (Taula 12).

Taula 12. Relació entre la mesura 1 i les mesures 3 i 6 sense tenir en compte la localització del cap humeral.

	<b>MESURA 1</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 3</b>	<b>&lt;130°</b> <b>&gt;=130°</b>	1.472 2.293	1.089 0.981	0.001
<b>MESURA 6</b>	<b>&lt;130°</b> <b>&gt;=130°</b>	4.500 4.946	0.646 0.761	0.005

Al comparar la mesura 8 ( fractura de la tuberositat petita) amb la resta de les mesures, trobem una relació estadísticament significativa al observar més casos de fractura de tuberositat petita quan menys mm de desplaçament presenta la mesura 3 (menys distància observem entre la tuberositat gran i la diàfisi per fora) i més mesura 4 (més distància entre la tuberositat gran i el cap humeral mesurat cap a posterior). En quan a la resta de mesures, no hem observat relació al comparar-les amb el fet de si la tuberositat petita es trobava trencada o no (Taula 13).

Taula 13. Relació entre la mesura 8 i la resta de mesures sense tenir en compte la localització del cap humeral.

	<b>MESURA 8</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 2</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	1.19 1.13	0.55 0.75	0.187
<b>MESURA 3</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	1.99 2.3	0.96 1.12	0.046
<b>MESURA 4</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	0.61 0.37	0.58 0.45	0.039
<b>MESURA 5</b>	<b>Si</b>	0.23	1.1	0.382

	<b>No</b>	0.42	1.03	
<b>MESURA 6</b>	<b>Si</b>	4.74	0.74	0.108
	<b>No</b>	4.98	0.69	

### 5.2.4.2. Correlació entre les diferents mesures i el cap humeral cap a posterior

La (taula 14) mostra els resultats del cap humeral cap a posterior i la relació entre les diferents mesures.

Taula 14. Relació entre les diferents mesures amb el cap humeral a posterior.

Correlacions	<b>MESURA 1</b>	<b>MESURA 2</b>	<b>MESURA 3</b>	<b>MESURA 4</b>	<b>MESURA 5</b>
<b>MESURA 2</b> Correlació Significació	0.083 0.551				
<b>MESURA 3</b> Correlació Significació		-0.088 0.526			
<b>MESURA 4</b> Correlació Significació		-0.031 0.847	0.014 0.932		
<b>MESURA 5</b> Correlació Significació	-0.153 0.268	0.201 0.145	-0.288 0.035	-0.290 0.062	
<b>MESURA 6</b> Correlació Significació	-0.165 0.232	0.007 0.960	0.079 0.572	-0.319 0.039	0.038 0.786

\* Correlació de Pearson i Sig. Bilateral.

Correlació entre l'angle cervico – diafisari (mesura 1):

- Al intentar relacionar l'angle amb la distància entre el mig de la diàfisi i el mig del cap no trobem cap correlació ( $p=0.268$ ).
- Tampoc no observem relació estadísticament significativa entre l'angle cervico – diafisari i la distància entre la tuberositat gran i la glena ( $p=0.232$ ).

Correlació entre el cap humeral a posterior i la distància de la tuberositat gran a l'acromi (mesura 2):

- No trobem relació entre la mesura 2 i la mesura 3 (distància entre la tuberositat i la diàfisi lateralment) quan el cap es desplaça cap a posterior ( $p=0.526$ ).
- Tampoc trobem relació entre aquesta distància i la distància entre la tuberositat gran i el cap mesurat cap a posterior (mesura 4) ( $p=0.847$ ).
- El relacionar-la amb la mesura 5 (distància des del mig de la diàfisi al mig del cap) no es troba relació significativa ( $p=0.145$ ).
- Al associar-la amb la mesura 6, la distància des de la glena a la part més lateral de la tuberositat gran, no hi trobem correlació ( $p=0.96$ ).

Correlació entre el fet que el cap humeral es trobi cap a posterior i la distància des de la tuberositat gran a la diàfisi (mesura 3):

- Al enllaçar-la amb la distància entre el cap i la tuberositat gran cap a posterior, no hi trobem relació ( $p=0.932$ ).

- Al comparar-la amb la distància des del mig de la diàfisi al mig del cap, si que s'observa que quanta més distància entre la tuberositat i la diàfisi més augmenta també aquesta distància, trobem una correlació positiva ( $p=0.035$ ).
- En canvi, tampoc hi trobem relació al associar-la amb la distància des de la glena a la part més lateral de la tuberositat gran ( $p=0.572$ ).

Correlació entre el cap humeral a posterior i la distància del cap humeral a la tuberositat gran cap a posterior (mesura 4):

- Al correlacionar-la amb la distància des del mig de la diàfisi al mig del cap, no hi contemplem relació estadísticament significativa ( $p=0.062$ ).
- Al estudiar-la amb la mesura 6, també si troba relació positiva, al augmentar la mesura 4, augmenta la mesura 6, quanta més distància trobem entre el cap humeral i la tuberositat gran cap a posterior podem confirmar que hi ha més distància entre la glena i la tuberositat gran ( $p=0.039$ ).

Correlació entre la distància del mig de la diàfisi al mig del cap (mesura 5):

- Al associar-la amb la distància entre la glena i la tuberositat gran, no s'observa cap tipus de relació estadística ( $p=0.786$ ).

Si tenim en compte els pacients amb el cap humeral desplaçat cap a posterior i col·loquem la línia de tall de l'angle cervico – diafisari a  $130^\circ$ , observem que els pacients amb un angle cervico – diafisari de  $130^\circ$  o superior presenten també

amb una correlació estadísticament significativa trobant més desplaçament de la tuberositat gran respecte a la diàfisi (mesura 3) ( $p=0.008$ ) i al correlacionar-ho amb la mesura 6 ( $p=0.167$ ) no observem cap tipus de relació (Taula 15).

Taula 15. Relació entre la mesura 1 i les mesures 3 i 6 quan el cap humeral es troba a posterior.

	<b>MESURA 1</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 3</b>	<b>&lt;130°</b>	1.671	1.147	0.008
	<b>&gt;=130°</b>	2.590	1.068	
<b>MESURA 6</b>	<b>&lt;130°</b>	4.594	0.500	0.167
	<b>&gt;=130°</b>	4.898	0.780	

Al comparar cada mesura amb la mesura 8 (fractura de la tuberositat petita) no trobem amb cap paràmetre una relació estadísticament significativa (Taula 16).

Taula 16. Relació entre la mesura 8 i la resta de mesures quan el cap humeral es troba a posterior.

	<b>MESURA 8</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 2</b>	<b>Si</b>	0.9	0.45	1.000
	<b>No</b>	1.01	0.57	
<b>MESURA 3</b>	<b>Si</b>	2.38	1.17	0.714
	<b>No</b>	2.16	1.16	
<b>MESURA 4</b>	<b>Si</b>	0.69	0.68	0.207
	<b>No</b>	0.41	0.49	
<b>MESURA 5</b>	<b>Si</b>	0.08	1.3	0.369
	<b>No</b>	0.65	1.26	
<b>MESURA 6</b>	<b>Si</b>	4.68	0.56	0.416
	<b>No</b>	4.88	0.7	

### 5.2.4.3. Relació entre les diferents mesures i el cap humeral centrat

La (Taula 17) mostra els resultats del cap humeral centrat a la diàfisi i la relació entre les diferents mesures.

Taula 17. Relació entre les diferents mesures amb el cap humeral centrat.

Correlacions	MESURA 1	MESURA 2	MESURA 3	MESURA 4	MESURA 5
<b>MESURA 2</b> Correlació Significació	0.039 0.747				
<b>MESURA 3</b> Correlació Significació		0.082 0.497			
<b>MESURA 4</b> Correlació Significació		-0.006 0.963	-0.137 0.281		
<b>MESURA 5</b> Correlació Significació	-0.299 0.011	0.006 0.959	-0.209 0.080	-0.071 0.577	
<b>MESURA 6</b> Correlació Significació	-0.085 0.479	0.252 0.034	0.370 0.002	-0.316 0.011	-0.197 0.100

\* Correlació de Pearson i Sig. Bilateral.

Correlació entre l'angle cervico – diafisari (mesura 1):

- Trobem una correlació fortament significativa entre un augment de l'angle cervico – diafisari i un augment de la distància entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap humeral (p=0.011).

- No advertim relació entre l'angle i la mesura 6 (distància entre la tuberositat gran i la glena) ( $p=0.479$ ).

Correlació entre la distància de la tuberositat gran a l'acromi (mesura 2):

- No trobem relació entre la mesura 2 i la mesura 3 quan el cap humeral està centrat a la diàfisi ( $p=0.497$ ).
- Tampoc trobem relació entre aquesta distància i la distància de la mesura 4 ( $p=0.963$ ).
- El relacionar-la amb la mesura 5 no es troba cap relació estadísticament significativa ( $p=0.959$ ).
- Al associar-la amb la mesura 6, trobem una correlació positiva, en cas de trobar el cap humeral centrat podem afirmar que la distància des de la glena a la part més lateral de la tuberositat gran augmenta al augmentar la distància de la tuberositat gran a l'acromi ( $p=0.034$ ).

Correlació entre la distància de la tuberositat gran a la diàfisi (mesura 3):

- Al enllaçar-la amb la distància entre el cap i la tuberositat gran cap a posterior, no hi trobem relació ( $p=0.281$ ).
- Al comparar-la amb la mesura 5 tampoc hi trobem relació estadísticament significativa ( $p=0.080$ ).
- Al comparar-la amb la distància des de la glena a la part més lateral de la tuberositat gran si que hi trobem una correlació positiva, a més desplaçament de la tuberositat gran respecte la diàfisi més desplaçament entre la glena i la tuberositat gran ( $p=0.002$ ).



Correlació entre la distància del cap humeral a la tuberositat gran cap a posterior (mesura 4):

- Al correlacionar-la amb la distància des del mig de la diàfisi al mig del cap, no hi distingim relació ( $p=0.577$ ).
- Al estudiar la distància del cap humeral a la tuberositat gran a posterior amb la mesura 6, obtenim una correlació positiva, al augmentar la distància entre el cap humeral i la tuberositat gran també augmenta la distància entre la glena i la tuberositat gran ( $p=0.011$ ).

Correlació entre la distància del mig de la diàfisi al mig del cap humeral (mesura 5):

- Al associar-la amb la distància entre la glena i la tuberositat gran, no s'observa cap relació estadísticament significativa ( $p=0.100$ ).

Si tenim en compte els pacients amb el cap humeral centrat i col·loquem la línia de tall de l'angle cervico – diafisari a  $130^\circ$ , observem que els pacients amb un angle cervico – diafisari de  $130^\circ$  o superior presenten també amb una correlació estadística significativa amb més desplaçament de la tuberositat gran cap a lateral respecte a la diàfisi (mesura 3) ( $p=0.005$ ) i més distància entre el cap humeral i la tuberositat gran a posterior (mesura 6) ( $p=0.023$ ) (Taula 18).

Taula 18. Relació entre la mesura 1 i les mesures 3 i 6 quan el cap humeral es troba centrat.

	<b>MESURA 1</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 3</b>	<b>&lt;130°</b> <b>&gt;=130°</b>	1.287 2.104	1.104 0.821	0.005
<b>MESURA 6</b>	<b>&lt;130°</b> <b>&gt;=130°</b>	4.46 5.02	0.717 0.736	0.023

Al avaluar la correlació de cada mesura amb la mesura 8 (fractura de la tuberositat petita) comprovem de manera significativa com augmenten els casos en que trobem trencada la tuberositat petita quan menys mesura 3 existeix, és a dir, quan menys desplaçada es troba la tuberositat gran de la diàfisi ( $p=0.009$ ) i en quan a la mesura 4 tot i només ser lleugerament significatiu, també observem més casos amb la tuberositat petita fracturada si hi ha més espai entre la tuberositat gran i el cap humeral, en mm cap a posterior d'ella ( $p=0.087$ ).

En quan a la resta de mesures, no hem observat relació al correlacionar-les amb el fet de trobar-se trencada la tuberositat petita (Taula 19).

Taula 19. Relació entre la mesura 8 i la resta de mesures quan el cap humeral es troba centrat.

	<b>MESURA 8</b>	<b>MITJANA</b>	<b>DESVIACIÓ ESTANDAR</b>	<b>SIG. (BILATERAL)</b>
<b>MESURA 2</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	1.27 1.22	0.51 0.86	0.264
<b>MESURA 3</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	1.81 2.4	0.73 1.1	0.009
<b>MESURA 4</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	0.56 0.35	0.47 0.43	0.087
<b>MESURA 5</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	0.3 0.26	0.94 0.83	0.539
<b>MESURA 6</b>	<b>Si</b> <b>No</b>	4.83 5.06	0.82 0.68	0.173

### **5.2.5. Resum dels resultats més rellevants**

Com a resultats finals de l'estudi hem observat que el desplaçament cap a posterior el cap humeral es troba més freqüentment en pacients de major edat.

A nivell de tots els pacients en general, sense tenir en compte la posició del cap humeral obtenim una relació positiva entre l'angle cervico – diafisari i la distància entre el cap humeral i la tuberositat gran desplaçada cap a posterior, observant que quan més angle cervico – diafisari trobem, més separació, més distància hi ha entre el cap humeral i la tuberositat gran, aquesta es troba més desplaçada cap a posterior.

També observem una correlació forta entre aquest angle i la distància entre la part lateral de la diàfisi i la tuberositat gran i, a més a més, quan més angle hi ha, més distància entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap humeral trobem; podent afirmar que quan més angle cervico - diafisari observem, major distància entre la tuberositat gran i la diàfisi trobem, més desplaçada es troba la tuberositat gran cap al lateral i més distància hi ha entre el centre de la diàfisi i el centre del cap humeral.

En quan a la relació entre la distància de la tuberositat gran cap a posterior i el cap humeral, aquesta també augmenta, al augmentar la distància entre la glena i la tuberositat gran.

**Per tant, de moment estem observant que quan més angle cervico – diafisari més desplaçada es troba la tuberositat gran cap a lateral i posterior.**

Aquestes mateixes interpretacions les trobem al analitzar-les quan estudiem únicament els pacients amb el cap humeral desplaçat cap a posterior.

Quan valorem les radiografies on el cap humeral es troba centrat, trobem una relació positiva entre l'angulació cervico – diafisaria i la distància entre la tuberositat gran i la diàfisi i també amb la mesura entre el punt mig de la diàfisi i el punt mig del cap humeral, **per tant, quan el cap humeral està centrat a la diàfisi observem que la tuberositat gran es troba més desplaçada lateralment.**

En aquests casos també trobem una relació positiva entre la distància de la tuberositat gran a la glena i la distància de la tuberositat gran a l'acromi, entre la distància de la tuberositat gran a la diàfisi i la distància entre el cap humeral i la tuberositat gran a posterior.

En quan a la **fractura de la tuberositat petita**, sinó diferenciem la posició del cap humeral, l'observem més freqüentment fracturada quan menys distància hi ha entre la tuberositat gran i la diàfisi per fora i quan més distància trobem entre la tuberositat gran i el cap humeral cap a posterior.

Només en els casos en que el cap humeral es troba a posterior, la tuberositat petita presenta més tendència en trobar-se fracturada quan més angle cervico – diafisari trobem.

Quan estudiem l'angle cervico – diafisari amb una distància entre la tuberositat gran i la diàfisi per fora de  $\geq 1\text{cm}$  observem que sino es diferencia la posició del cap humeral, aquest angle és  $\geq 152^\circ$ , quan el cap humeral està a posterior és de  $\geq 156.5^\circ$  i quan es troba centrat és de  $\geq 141.7^\circ$ .

## 6 DISCUSSIÓ

### 6.1. Anàlisi dels resultats

6.1.1 Anàlisi de correlacions entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran

6.1.2 Anàlisi del punt de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiona el desplaçament de la tuberositat gran

6.1.3 Anàlisi de la correlació entre el desplaçament de la tuberositat petita i el volteig del cap humeral

6.1.4 Anàlisi del desplaçament de la tuberositat gran a cranial depenent del volteig del cap humeral

6.1.5 Resum

### 6.2 Punts forts i limitacions de l'estudi

## **6.1. Anàlisi dels resultats**

### **6.1.1 Anàlisi de correlacions entre el volteig del cap humeral i el desplaçament de la tuberositat gran**

En el nostre estudi, trobem una forta correlació al estudiar la relació entre l'angle cervico - diafisari i la distància de la tuberositat gran tant cap a posterior com cap al lateral. Podent afirmar que quan més angle cervico - diafisari observem, hi ha una major distància entre el cap humeral i la tuberositat gran cap a posterior ( $p=0.012$ ) i entre la tuberositat gran i la diàfisi cap al lateral ( $p=0.001$ ), per tant més desplaçada es troba la tuberositat gran cap al lateral i cap a posterior, observant un pitjor pronòstic de la fractura. Aquests resultats els obtenim indistintament de la posició del cap humeral (general, posterior o centrat).

Boileau quan estudia les seqüeles de les fractures d'húmer proximal les divideix en majors i menors, depenent de la impactació del cap humeral i del desplaçament de les tuberositats, sobretot el de la tuberositat gran. Trobant que en les fractures on el cap humeral no està impactat en la diàfisi i/o es presenta rotat i la tuberositat gran està desplaçada de la diàfisi, les seqüeles són més complexes ja que consoliden en pitjor posició, afectant més greument la funcionalitat de l'espatlla que si trobem un cap humeral impactat i una tuberositat gran unida o no desplaçada respecte la diàfisi; en que aquest últim



grup no s'associen tant freqüentment a una necrosi o un col·lapse del cap humeral<sup>89</sup>.

En el sistema de classificació de les fractures d'húmer proximal s'ha de tenir en compte, a més a més de la relació entre el cap i la diàfisi, la relació entre les tuberositats i el cap humeral i la relació entre les tuberositats i la diàfisi, comprovant la importància de les tuberositats, no només en quan al desplaçament d'elles respecte el cap, sinó també en quan a la diàfisi, ja que s'observa una millor consolidació sino es troben desplaçades de la diàfisi.

Per tant, a l'hora d'avaluar la fractura d'húmer proximal, s'ha de tenir en compte l'angle cervico - diafisari, per si la fractura es troba en valg o var, per si està impactada o no, i la separació que trobem de la tuberositat gran respecte a la diàfisi humeral<sup>52,53,89</sup>.

Resch et al, estudien una mostra de pacients en els que la majoria de les fractures, el cap humeral es troba en posició neutre (55/100) o cap a posterior (33/100) respecte la diàfisi, com en el nostre estudi. En 85 dels 100 pacients estudiats la tuberositat gran es trobava trencada, i en 35 casos la tuberositat petita. A partir d'aquestes dades interpreten la relació entre el cap, la diàfisi i les tuberositats. Però alhora de fer la proposta de classificació no tenen en compte el desplaçament (mm) de la tuberositat gran, perquè durant l'estudi no van obtenir uns resultats fiables ( $k < 0.6$ ) tot i l'ús de la TC<sup>90</sup>.

### **6.1.2 Anàlisi del punt de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiona el desplaçament de la tuberositat gran**

Quan s'analitza per parts la fractura d'húmer proximal, l'angle cervico - diafisari recobra una gran importància i és clau per l'anàlisi de la fractura<sup>90</sup>. Com hem observat en el nostre estudi, quan més angulació trobem de l'angle cervico - diafisari més desplaçament de la tuberositat gran cap a lateral, aquesta relació és significativa a partir d'un angle de 130°.

Els punts de tall a partir dels quals es considera desplaçada la tuberositat gran més d'1cm són en els casos on no tenim en compte la posició del cap humeral respecte la diàfisi  $\geq 152^\circ$  d'angle cervico - diafisari; quan el cap humeral es troba cap a posterior respecte la diàfisi  $\geq 141.7^\circ$  i quan el cap humeral es troba centrat respecte la diàfisi  $\geq 156.5^\circ$ .

Hertel et al, estudien la necrosi del cap humeral en fractures amb desplaçaments de la tuberositat gran de més d'1cm, observant-la en 38 de les 55 fractures de l'húmer proximal<sup>53</sup>.

En general, al trobar-se la classificació de Neer en constant revisió, el tractament quirúrgic es duria a terme en cas de desplaçament cap - diàfisi > 50% del diàmetre de la diàfisi i una desviació en var / valg de > 20° des de l'angle cervico - diafisari fisiològic de 130°<sup>79</sup>.

### **6.1.3 Anàlisi de la correlació entre el desplaçament de la tuberositat petita i el volteig del cap humeral**

A l'estudiar la relació entre la tuberositat petita i un major o menor volteig del angle cervico - diafisari no hi hem trobat una relació estadísticament significativa, indistintament de la posició del cap humeral respecte la diàfisi ( $p=0.320$ ,  $p=0.085$ ,  $p=0.571$ ).

En la literatura no trobem informació sobre aquest tipus de relació, ja que sobretot el que s'estudia és la relació entre la tuberositat gran i el cap/diàfisi més que la tuberositat petita. Aquesta sol estar afectada en fractures de 3 o 4 parts o en fractures - luxacions posteriors d'espatlla.

#### **6.1.4 Anàlisi del desplaçament de la tuberositat gran a cranial dependent del volteig del cap humeral**

En el nostre treball, hem estudiat la distància entre la tuberositat gran i l'acromi, relacionant aquesta distància amb totes les mesures realitzades, però no hi hem trobat cap correlació independentment de la posició del cap humeral.

Contrari al que sembla a la literatura, on probablement al augmentar l'angle cervico - diafisari ( $p=0.612$ ;  $p=0.551$ ;  $p=0.747$ ) o la separació de la tuberositat gran a la diàfisi ( $p=0.803$ ;  $p=0.526$ ;  $p=0.497$ ), hauria de disminuir la distància de la tuberositat gran a l'acromi significativament.

Foruria estudia la distància entre la tuberositat gran i l'acromi en pacients amb impactació postero-medial del cap humeral, en radiografies de perfil observa una distància mitjana de  $14,3\pm 5\text{mm}$  entre la tuberositat gran i l'acromi i en imatges coronals de la TC una distància mitjana de  $8,6\pm 4\text{mm}$ <sup>91</sup>. En el nostre estudi en els pacients amb el cap desviat cap a posterior, trobem una distància mitjana entre la tuberositat gran i l'acromi de  $10,5\pm 6\text{mm}$ , però nosaltres ho estudiem a partir d'una radiografia antero-posterior de l'espatlla afectada.

Bono refereix que quan es fractura i es desplaça la tuberositat gran, pot causar una prominència al moure's cap a superior o posterior podent provocar un compromís de la funció de la còfia rotadora i un bloc mecànic que compromet

l'abducció de l'espatlla, incloent una pèrdua d'elevació i dolor en el seu moviment, contribuint a un pinçament subacromial simptomàtic<sup>21</sup>.

L'origen de la fractura de la tuberositat gran aïllada és sovint causada per una avulsió de la còfia rotadora quan diagnosticuem un traumatisme sobre l'espatlla afectada. A l'estudiar en profunditat aquestes lesions s'observa una gran prevalença d'aquestes fractures que queden ocultes o que no es diagnostiquen al trobar-se amb una tuberositat gran no desplaçada.

En la literatura també trobem articles que estudien el desplaçament de la tuberositat gran en fractures aïllades, observant que un desplaçament d'aquesta superior a 2mm incrementa les forces requerides al realitzar l'abducció i augmenta el pinçament subacromial. I els desplaçaments superiors a 5mm s'associen amb un increment de lesions de la còfia rotadora, segons explica Mutch<sup>27</sup>. Considerant desplaçaments entre 2 i 5mm ja candidats a cirurgia<sup>32</sup>.

### 6.1.5 Resum

En les últimes dos dècades, la validesa i la reproductibilitat dels sistemes de classificació de les fractures d'húmer proximal han estat objecte de gran escrutini, fet que ha provocat un gran debat en la literatura<sup>92-97</sup>. Els estudis han avaluat la utilitat de les tècniques d'imatge per millorar la concordança inter i intra-observador, però no han trobat resultats amb conclusions acceptables<sup>39,44-46,50,98</sup>.

A l'examinar l'acord a que han arribat els observadors amb els valors kappa de les radiografies, la TC i la reconstrucció en 3D de la TC per comprovar si trobaven concordança en la classificació i el tractament de les fractures d'húmer proximal, es conclou que la reconstrucció en 3D mostra una lleu milloria segons els observadors especialistes en membre superior a l'hora de classificar les fractures, però a l'estudiar totes les proves d'imatge en general s'observa un grau baix de concordança inter-observador tant per a la classificació com per a l'hora d'escollir el tipus de tractament a realitzar<sup>99</sup>.

Les classificacions més usades (Neer, AO,...) per llegir les fractures d'húmer proximal, en la radiografia o la TC, divideixen les fractures segons les parts afectades, però no tenen en compte el grau de desplaçament de cada fragment respecte els altres, en la literatura es percep com s'intenta cada vegada més trobar una classificació més patomorfològica.

El patró de fractura influeix en el resultat final, per tant, el desplaçament inicial dels fragments es pot utilitzar per predir el moviment i la pèrdua de funció que tindrà el pacient un cop consolidada la fractura<sup>100</sup>, per això en aquest treball ens hem centrat en la relació entre els principals fragments de les fractures de l'húmer proximal, permetent-nos predir la posició de la tuberositat gran a l'estudiar l'angulació cervico – diafisària observada en la projecció radiogràfica antero - posterior.

## **6.2 Punts forts i limitacions de l'estudi**

Un dels punts forts d'aquest estudi és el tamany mostral, poques series són publicades a la literatura científica amb mostres tan extenses de pacients inclosos en el estudi i el fet que tots ells han pogut ser estudiats a través de mesures digitalitzades informàticament pel sistema PACs del nostre hospital.

Respecte les limitacions, el primer punt a destacar, és que es tracta d'un estudi descriptiu i retrospectiu, de tall transversal, on s'han estudiat només les projeccions realitzades en el moment de diagnosticar la fractura d'húmer proximal al servei d'urgències. A més a més, la mostra de l'estudi es troba esbiaixada pel fet que els pacients que arriben a la urgència i no presenten una fractura d'húmer proximal desplaçada no se'ls realitza TC, per tant, aquest ja queden exclosos de l'estudi i el treball consta de més fractures desplaçades, però l'objectiu de l'estudi es descriure les fractures desplaçades.

S'han perdut pacients pel fet de no tenir unes bones projeccions d'imatge, ja siguin radiografies o TC, del moment en que van acudir a la urgència, si aquestes no presentaven una bona qualitat o la projecció no permetia fer les mesures desitjades van haver de ser rebutjades.

El següent punt a comentar és que les mesures radiològiques i de la TC només han estat recollides una sola vegada i per un únic observador.



## 7 APLICABILITAT CLÍNICA

### 7.1 Aplicabilitat clínica

## **7.1 Aplicabilitat clínica**

Els resultats que hem obtingut ens permeten extrapolar a la pràctica clínica diària les conclusions fonamentals.

Amb aquest estudi hem pogut observar que si prestem atenció a les radiografies que es realitzen en un primer moment quan el pacient amb una fractura d'húmer proximal arriba a la urgència, amb la projecció antero-posterior ja li podem calcular l'angle cervico – diafisari de la fractura i amb aquesta mesura ja podríem predir el desplaçament de la tuberositat gran.

Aquestes mesures ens permeten fer un primer cribratge per poder, ja en aquest moment, sospitar quin tractament (conservador vs quirúrgic) seria el més òptim aplicar-li al pacient sense necessitat de més exploracions complementàries, i saber si seria candidat a necessitar una TC per acabar de completar l'estudi per si fos necessària la cirurgia.

## 8 CONCLUSIONS

8.1 Conclusions sobre la hipòtesi de treball o conclusions principals

8.2 Conclusions sobre els objectius o conclusions accessòries

## **8.1 Conclusions sobre la hipòtesi de treball o conclusions principals**

H<sub>1</sub>: El volteig del cap humeral condiona el desplaçament de la tuberositat gran.

## **8.2 Conclusions sobre els objectius o conclusions accessòries**

8.2.1 A l'estudiar si el volteig del cap humeral condiona el desplaçament de la tuberositat gran, observem que sinó diferenciem la posició del cap humeral, la tuberositat gran es troba desplaçada  $\geq 1\text{cm}$  a partir d'un angle cervico – diafisari de  $152^\circ$ . En els casos on el cap humeral es troba desplaçat cap a posterior, aquest angle és de  $156.5^\circ$  i en els que el cap humeral es troba centrat, l'angle és de  $141.7^\circ$ .

8.2.2 A l'observar la relació entre la tuberositat petita i el volteig del cap humeral, concloem que la fractura o el desplaçament de la tuberositat petita no es relaciona amb el volteig del cap humeral.

8.2.3 A l'interpretar els resultats del desplaçament superior o cranial de la tuberositat gran respecte el volteig del cap humeral, no hi hem trobat una relació significativa.

## 9 BIBLIOGRAFIA

1. Vachtsevanos L, Hayden L, Desai AS, Dramis A. Management of proximal humerus fractures in adults. *World J Orthop.* 2014 Nov 18;5(5):685-93.
2. Slobogean GP, Johal H, Lefaivre KA, MacIntyre NJ, Sprague S, Scott T, et al. A scoping review of the proximal humerus fracture literature. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015 May 10;16(1):112.
3. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 2001;72:365–71.
4. Hajcsar EE, Hawker G, Bogoch ER. Investigation and treatment of osteoporosis in patients with fragility fractures. *CMAJ.* 2000;163:819–22.
5. Hermoso de Mendoza MT. Clasificación de la osteoporosis, Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico. *An Sist Sanit Navar.* 2003;26 (Supl) 3:29–52.
6. Who Scientific Group. Prevention and management of osteoporosis. Geneva Switzerland: World Health Organization; 2003.
7. Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Investigaciones Óseas y Metabolismo Mineral (SEIOMM). Osteoporosis postmenopáusica. Guía de práctica clínica. *Rev Clin Esp.* 2003;203:496–506.
8. Shortt NL, Robinson CM. Mortality after low-energy fractures in patients aged at least 45 years old. *J Orthop Trauma.* 2005 Jul;19(6):396-400.
9. Clement ND, Duckworth AD, McQueen MM, Court-Brown CM. The outcome of proximal humeral fractures in the elderly: predictors of mortality and function. *Bone Joint J.* 2014 Jul;96-B(7):970-7.
10. Isart A, Sánchez JF, Santana F, Puig L, Cáceres E, Torrens C. Morbidity and mortality of surgically treated proximal humerus fractures. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2014 Jul-Aug;58(4):223-8.

11. Lee SH, Dargent-Molina P, Bréart G. Risk factors for fractures of the proximal humerus: results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res.* 2002;17:817–825.
12. Kelsey JL, Browner WS, Seeley DG, Nevitt MC, Cummings SR. Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. *Am J Epidemiol.* 1992;135:477–489.
13. Hagino H, Fujiwara S, Nakashima E, Nanjo Y, Teshima R. Case-control study of risk factors for fractures of the distal radius and proximal humerus among the Japanese population. *Osteoporos Int.* 2004;15:226–230.
14. Nguyen TV, Center JR, Sambrook PN, Eisman JA. Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Am J Epidemiol.* 2001;153:587–595.
15. Sakuma M, Endo N, Oinuma T, Miyasaka D, Oguma Y, Imao K, et al. Incidence of osteoporotic fractures in Sado, Japan in 2010. *J Bone Miner Metab.* 2014 Mar;32(2):200-5.
16. Sakuma M, Endo N, Oinuma T, Endo N, Yazawa T, Watanabe K, et al. Incidence and outcome of osteoporotic fractures in 2004 in Sado City, Niigata Prefecture, Japan. *J Bone Miner Metab* 2008;26:373-8.
17. Marín F, González-Macías J, Moya R, Onrubia C, Cancelo C, Alvarez S, et al. Incidencia de fractura no vertebral por fragilidad en una cohorte de 5,201 mujeres de 65 años o más durante 3 años de seguimiento. *Med Clin (Barc).* 2006;127:401-4.

18. Rockwood CA, Matsen FA, Wirth MA, Lippitt SB. The Shoulder (4th ed). Saunders; 2009.
19. Halder A, Zobitz ME, Schultz F, An KN. Structural properties of the subscapularis tendon. J Orthop Res. 2000 Sep;18(5):829-34.
20. Keating JF, Waterworth P, Shaw-Dunn J, Crossan J. The relative strengths of the rotator cuff muscles. A cadaver study. J Bone Joint Surg Br. 1993 Jan;75(1):137-40.
21. Bono CM, Renard R, Levine RG, Levy AS. Effect of displacement of fractures of the greater tuberosity on the mechanics of shoulder. J Bone Joint Surg Br 2001;83:1056-62.
22. Iannotti J, Sidor M. Malunions of the proximal humerus. In: Warner J, Iannotti J, Gerber C, eds. Complex and revision problems in shoulder surgery. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997:245-64.
23. Craig E. Open reduction and internal fixation of greater tuberosity fractures, malunions and nonunions. In: Craig E, ed. Master techniques in orthopaedic surgery: the shoulder. New York: Raven, Press, 1995:289-307.
24. DePalma A, Cautill R. Fractures of the upper end of the humerus. Clin Orthop 1961;20:73-93.
25. Stevens J. The action of the short rotator on the normal abduction of the arm, with a consideration of their action in some cases of subacromial bursitis and allied conditions. Am J Med Sci 1909;138:870-84.
26. Neviaser J. Complicated fractures and dislocations about the shoulder joint. J Bone Joint Surg [Am] 1962;44-A:984-8.



27. Mutch J, Laflamme GY, Hagemester N, Cikes A, Rouleau DM. A new morphological classification for greater tuberosity fractures of the proximal humerus: validation and clinical implications. *Bone Joint J.* 2014 May;96-B(5):646-51.
28. George MS. Fractures of the greater tuberosity of the humerus. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15:607–613.
29. Green A, Izzi J Jr. Isolated fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;12:641–649.
30. Park TS, Choi IY, Kim YH, Park MR, Shon JH, Kim SI. A new suggestion for the treatment of minimally displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus. *Bull Hosp Jt Dis* 1997;56:171–176.
31. Hawkins RJ, Angelo RL. Displaced proximal humeral fractures. Selecting treatment, avoiding pitfalls. *Orthop Clin North Am* 1987;18:421–431.
32. Platzer P, Kutscha-Lissberg F, Lehr S, Vecsei V, Gaebler C. The influence of displacement on shoulder function in patients with minimally displaced fractures of the greater tuberosity. *Injury* 2005;36:1185–1189.
33. Bhatia DN, Van Rooyen KS, du Toit DF, de Beer JF. Surgical treatment of comminuted, displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus: a new technique of double-row suture-anchor fixation and long-term results. *Injury* 2006;37:946–952.
34. Frankle MA, Greenwald DP, Markee BA, Ondrovic LE, Lee WE. Biomechanical effects of malposition of tuberosity fragments on the humeral prosthetic reconstruction for four-part proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10:321-6.

35. Büchler P, Farron A. Benefits of an anatomical reconstruction of the humeral head during shoulder arthroplasty: a finite element analysis. *Clin Biomech* 2004;19:16-23.
36. Santana Pérez, F. Análisis del comportamiento de tres configuraciones distintas de suturas de las tuberosidades en la fractura del húmero proximal tratada mediante hemiartroplastia. (Tesi doctoral en línea) Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Cirurgia. Data de la Defensa 14-05-2014, ISBN: 9788449045035. <http://www.tdx.cat/handle/10803/284046>
37. Codman. *The Shoulder. Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa.* 1934. Krieger Publishing Company. Florida.
38. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52:1077-89.
39. Jakob RP, Miniaci A, Anson PS, Jaberg H, Osterwalder A, Ganz R. Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg* 1991;73B:295-8.
40. Neer CS 2nd. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:389-400.
41. Müller ME, Koch P, Nazarian S, Schatzker J. Principles of the classification of fractures. In: Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J, eds. *The comprehensive classification of fractures of long bones*: Springer-Verlag Berlin; 1990:4-7.
42. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N. The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of

- interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am.* 1993 Dec;75(12):1745-50.
43. Siebenrock KA, Gerber C. The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:1751-5.
44. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Schoenberg N. Classification of proximal humerus fractures: the contribution of the scapular lateral and axillary radiographs. *J Shoulder Elbow Surg* 1994;3:24-27.
45. Sjöden GO, Movin T, Güntner P, Aspelin P, Ahrengart L, Ersmark H, et al. Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value. *Acta Orthop Scand.* 1997 Jun;68(3):239-42.
46. Bernstein J, Adler LM, Blank JE, Dalsey RM, Williams G, Iannotti J. Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computed tomographic scans and plain radiographs. *J Bone Joint Surg* 1996;78:1371-5.
47. Sjöden GO, Movin T, Aspelin P, Güntner P, Shalabi A. 3D-radiographic analysis does not improve the Neer and AO classifications of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 1999 Aug;70(4):325-8.
48. Kristiansen B, Christensen SW. Proximal humeral fractures. Late results in relation to classification and treatment. *Acta Orthop Scand.* 1987 Apr;58(2):124-7.
49. Brorson S, Hróbjartsson A. Training improves agreement among doctors using the Neer system for proximal humeral fractures in a systematic review. *J Clin Epidemiol.* 2008 Jan;61(1):7-16.

50. Mora Guix JM, Pedrós JS, Serrano AC. Updated classification system for proximal humeral fractures. *Clin Med Res*. 2009 Jun;7(1-2):32-44.
51. Sallay PI, Pedowitz RA, Mallon WJ, Vandemark RM, Dalton JD, Speer KP. Reliability and reproducibility of radiographic interpretation of proximal humeral fracture pathoanatomy. *J Shoulder Elbow Surg* 1997;6:60–69.
52. Shrader MW, Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Rowland CM, Cofield RH. Understanding proximal humerus fractures: Image analysis, classification, and treatment. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005 Sep-Oct;14(5):497-505.
53. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder and Elbow Surg* 2004;13:427-33.
54. Mora Guix JM, Gonzalez AS, Brugalla JV, Carril EC, Baños FG. Proposed protocol for reading images of humeral head fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Jul;448:225-33.
55. Bahrs C, Schmal H, Lingenfelter E, Rolauffs B, Weise K, Dietz K, et al. Inter- and intraobserver reliability of the MTM-classification for proximal humeral fractures: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008 Feb 17;9:21.
56. Cuny C, Baumann C, Mayer J, Guignand D, Irrazi M, Berrichi A, et al. AST classification of proximal humeral fractures: introduction and interobserver reliability assessment. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013 Jan;23(1):35-40.
57. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52:1090–103.

58. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:203-207.
59. Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK. Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg* 1989;108:339-341.
60. Lefevre-Colau MM, Babinet A, Fayad F, Fermanian J, Anract P, Roren A, et al. Immediate mobilization compared with conventional immobilization for the impacted nonoperatively treated proximal humeral fracture. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:2582-2590.
61. Cadet ER, Yin B, Schulz B, Ahmad CS, Rosenwasser MP. Proximal humerus and humeral shaft nonunions. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21: 538-547.
62. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1997 Feb;79(2):203-7.
63. Brooks CH, Revell WJ, Heatley FW. Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg* 1993;75B:132-6.
64. Maier D, Jaeger M, Izadpanah K, Strohm PC, Suedkamp NP. Proximal humeral fracture treatment in adults. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Feb 5;96(3):251-61.
65. Court-Brown CM, Cattermole H, McQueen MM. Impacted valgus fractures (B1.1) of the proximal humerus. The results of non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 2002 May;84(4):504-8.

66. Murray IR, Amin AK, White TO, Robinson CM. Proximal humeral fractures: current concepts in classification, treatment and outcomes. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Jan;93(1):1-11.
67. Voigt C, Kreienborg S, Megatli O, Schulz AP, Lill H, Hurschler C. How does a varus deformity of the humeral head affect elevation forces and shoulder function? A biomechanical study with human shoulder specimens. *J Orthop Trauma.* 2011 Jul;25(7):399-405.
68. Yin B, Moen TC, Thompson SA, Bigliani LU, Ahmad CS, Levine WN. Operative treatment of isolated greater tuberosity fractures: retrospective review of clinical and functional outcomes. *Orthopedics.* 2012 Jun;35(6):807-14.
69. Fu T, Xia C, Li Z, Wu H. Surgical versus conservative treatment for displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a meta-analysis. *Int J Clin Exp Med.* 2014;7(12):4607–4615.
70. Torrens C, Corrales M, Vilà G, Santana F, Cáceres E. Functional and quality-of-life results of displaced and nondisplaced proximal humeral fractures treated conservatively. *J Orthop Trauma.* 2011 Oct;25(10):581-7.
71. Bogner R, Hubner C, Matis N, Auffarth A, Lederer S, Resch H. Minimally-invasive treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2008 Dec;90(12):1602-7.
72. Carbone S, Tangari M, Gumina S, Postacchini R, Campi A, Postacchini F. Percutaneous pinning of three- or four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients in poor general condition: MIROS versus traditional pinning. *Int Orthop* 2012;36(6):1267-1273.

73. Lin CL, Hong CK, Jou IM, Lin CJ, Su FC, Su WR. Suture anchor versus screw fixation for greater tuberosity fractures of the humerus a biomechanical study. *J Orthop Res.* 2012 Mar;30(3):423-8.
74. Giannoudis PV, Xypnitos FN, Dimitriou R, Manidakis N, Hackney R. Internal fixation of proximal humeral fractures using the Polarus intramedullary nail: our institutional experience and review of the literature. *J Orthop Surg Res* 2012 Dec;19;7:39.
75. Popescu D, Fernandez-Valencia JA, Rios M, Cuñé J, Domingo A, Prat S. Internal fixation of proximal humerus fractures using the T2-proximal humeral nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129:1239-1244.
76. Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorich DG. Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant. *J Orthop Trauma.* 2008 Mar;22(3):195-200.
77. Krappinger D, Bizzotto N, Riedmann S, Kammerlander C, Hengg C, Kralinger FS. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures. *Injury.* 2011 Nov;42(11):1283-8.
78. Robinson CM, Page RS, Hill RM, Sanders DL, Court-Brown CM, Wakefield AE. Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2003 Jul;85(7):1215-23.
79. Maier D, Jaeger M, Strohm PC, Südkamp NP. Treatment of proximal humeral fractures - a review of current concepts enlightened by basic principles. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2012;79:307-316.
80. Esen E, Do ramaci Y, Gültekin S, Deveci MA, Suluova F, Kanatli U, et al. Factors affecting results of patients with humeral proximal end fractures

undergoing primary hemiarthroplasty: a retrospective study in 42 patients. *Injury* 2009;40:1336-1341.

81. Krause FG, Huebschle L, Hertel R. Reattachment of the tuberosities with cable wires and bone graft in hemiarthroplasties done for proximal humeral fractures with cable wire and bone graft: 58 patients with a 22 month minimum follow-up. *J Orthop Trauma* 2007;21:682-686.
82. Robinson CM, Page RS, Hill RM, Sanders DL, Court-Brown CM, Wakefield AE. Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85-A:1215-1223.
83. Kontakis G, Koutras C, Tosounidis T, Giannoudis P. Early management of proximal humeral fractures with hemiarthroplasty: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:1407-1413.
84. Antuña SA, Sperling JW, Cofield RH. Shoulder hemiarthroplasty for acute fractures of the proximal humerus: a minimum five-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17:202-209.
85. Baulot E, Sirveaux F, Boileau P. Grammont's idea: The story of Paul Grammont's functional surgery concept and the development of the reverse principle. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469:2425-2431.
86. Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993;16:65-68.
87. Handoll HH, Ollivere BJ, Rollins KE. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;12:CD000434.
88. Carestream Health, 2012. Vue PACS. Radiología.



89. Boileau P, Walch G, Trojani C, Sinnerton R, Romeo AA, Veneau B. Sequelae of fractures of the proximal humerus: surgical classification and limits of shoulder arthroplasty. In: Walch G, Boileau P, eds. Shoulder arthroplasty. Berlin, Germany: Springer-Verlag; 1999:349-358.
90. Resch H. Proximal humeral fractures: current controversies. J Shoulder Elbow Surg 2011;20:827-32.
91. Iyengar JJ, Ho J, Feeley BT. Evaluation and management of proximal humerus fractures. Phys Sportsmed. 2011 Feb;39(1):52-61.
92. Burstein AH. Fracture classification systems: do they work and are they useful?. J Bone Joint Surg Am 1993;75:1743-1744.
93. Neer CS II. Fracture classification systems. Do they work and are they useful?. J Bone Joint Surg Am 1994;76:789.
94. Rockwood CA. Fracture classification systems. Do they work and are they useful?. J Bone Joint Surg Am 1994;76:790.
95. Bigliani LU, Flatow EL, Pollock RG. Fracture classification systems. Do they work and are they useful?. J Bone Joint Surg Am 1994;76:790-1.
96. Cuomo F. Fracture classifications systems. Do they work and are they useful?. J Bone Joint Surg Am 1994;76:792.
97. Bernstein J. Fracture classification systems. Do they work and are they useful?. J Bone Joint Surg Am 1994;76:792-3,299-301.
98. Brunner A, Honigmann P, Treumann T, Babst R: The impact of stereovisualisation of three-dimensional CT datasets on the inter- and intraobserver reliability of the AO/OTA and Neer classifications in the

- assessment of fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2009;91(6):766-71.
99. Foroohar A, Tosti R, Richmond JM, Gaughan JP, Ilyas AM. Classification and treatment of proximal humerus fractures: inter-observer reliability and agreement across imaging modalities and experience. *J Orthop Surg Res.* 2011 Jul 29;6:38.
100. Foruria AM, De Gracia MM, Larson DR, Munuera I, Sanchez-Sotelo J. The pattern of the fracture and displacement of the fragments predict the outcome in proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Mar;93(3):378-86

## 10 ANNEXES

10.1 Corba COR i coordenades de la corba de la correlació amb el punt de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiciona el desplaçament de la tuberositat gran

10.1.1 Sense diferenciar la posició del cap humeral

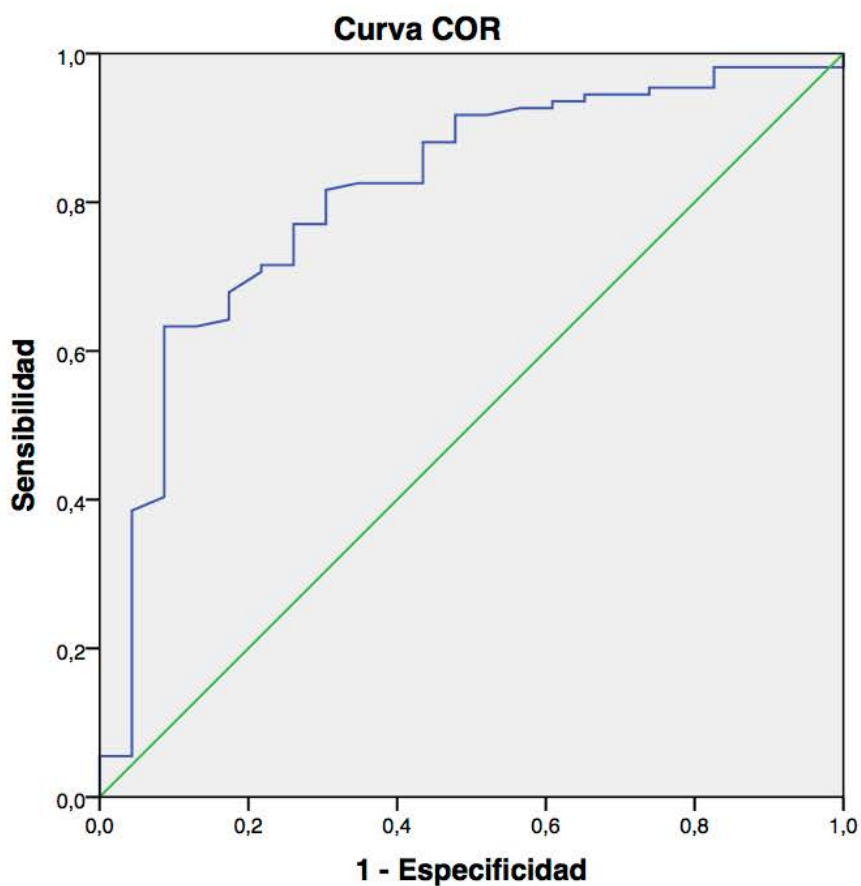
10.1.2 Cap humeral a posterior

10.1.3 Cap humeral centrat

10.2 Aprovació del comitè de bioètica

**10.1 Corba COR i coordenades de la corba de la correlació amb el punt de tall a partir del qual el volteig del cap humeral condiona el desplaçament de la tuberositat gran**

**10.1.1 Sense diferenciar la posició del cap humeral**



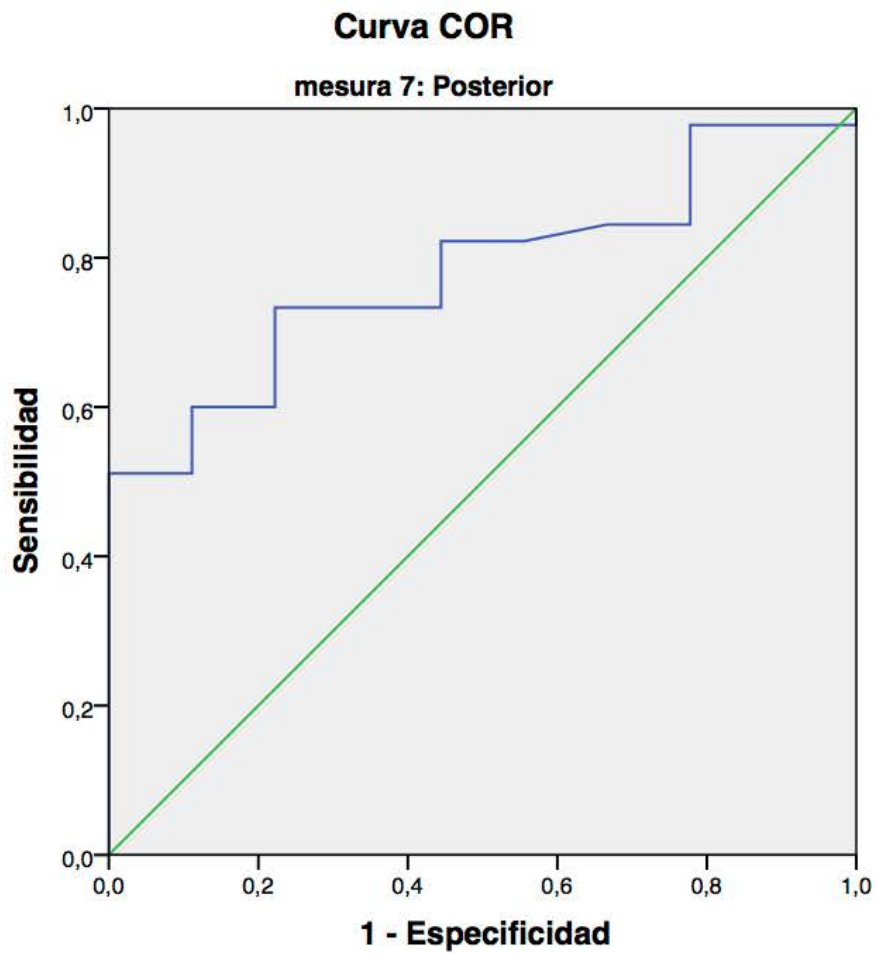
Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

**Coordenadas de la curva**

Variable(s) de resultado de prueba: mesura 1

Positivo si es mayor o igual que <sup>a</sup>	Sensibilidad	1 - Especificidad
147,500000	,679	,174
148,500000	,670	,174
149,500000	,661	,174
150,150000	,651	,174
150,650000	,642	,174
151,500000	,633	,130
152,500000	,633	,087
154,000000	,624	,087
155,150000	,606	,087
156,150000	,596	,087
157,500000	,587	,087
158,500000	,578	,087
159,500000	,569	,087
160,500000	,560	,087
161,500000	,550	,087
162,100000	,523	,087
162,600000	,505	,087
163,500000	,486	,087
165,000000	,477	,087
166,500000	,468	,087
167,100000	,450	,087
167,600000	,440	,087
168,150000	,422	,087
168,400000	,413	,087
168,750000	,404	,087
169,500000	,385	,043
170,500000	,349	,043
171,500000	,321	,043
172,500000	,294	,043
173,250000	,275	,043
174,750000	,266	,043
176,500000	,257	,043
177,500000	,248	,043
183,000000	,239	,043
189,500000	,220	,043
192,000000	,211	,043
194,000000	,202	,043
196,000000	,183	,043
198,000000	,165	,043
200,500000	,156	,043
202,500000	,147	,043
203,500000	,138	,043

## 10.1.2 Cap humeral a posterior



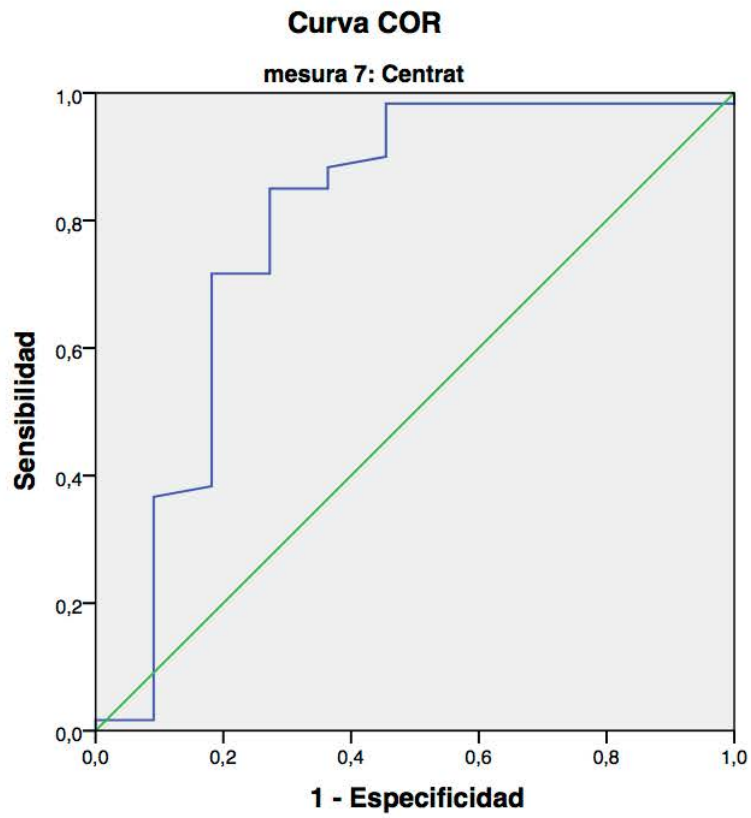
Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

**Coordenadas de la curva<sup>a,c</sup>**

Variable(s) de resultado de prueba: mesura 1

mesura 7	Positivo si es mayor o igual que <sup>b</sup>	Sensibilidad	1 - Especificidad
Posterior	48,000000	1,000	1,000
	65,000000	,978	1,000
	83,500000	,978	,889
	88,000000	,978	,778
	91,000000	,956	,778
	98,000000	,911	,778
	106,000000	,889	,778
	111,000000	,867	,778
	115,500000	,844	,778
	118,500000	,844	,667
	124,000000	,822	,556
	128,500000	,822	,444
	129,500000	,800	,444
	131,500000	,778	,444
	133,500000	,756	,444
	135,000000	,733	,444
	138,400000	,733	,222
	140,900000	,711	,222
	142,000000	,667	,222
	143,500000	,644	,222
	144,500000	,622	,222
	146,000000	,600	,222
	147,500000	,600	,111
	149,000000	,578	,111
	150,150000	,556	,111
	150,650000	,533	,111
	151,500000	,511	,111
	156,500000	,511	,000
	162,000000	,489	,000
	165,000000	,467	,000
	168,000000	,444	,000
	170,500000	,422	,000
	172,750000	,400	,000
	175,250000	,378	,000
	177,500000	,356	,000
	183,000000	,333	,000
	190,500000	,311	,000
	194,000000	,289	,000
	197,000000	,267	,000
	200,500000	,244	,000
	209,400000	,222	,000
	216,900000	,200	,000

### 10.1.3 Cap humeral centrat



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.



**Coordenadas de la curva<sup>a,c</sup>**

Variable(s) de resultado de prueba: mesura 1

mesura 7	Positivo si es mayor o igual que <sup>b</sup>	Sensibilidad	1 - Especificidad
	224,000000	,178	,000
	231,500000	,156	,000
	235,950000	,111	,000
	249,900000	,089	,000
	270,950000	,067	,000
	285,000000	,044	,000
	289,000000	,022	,000
	291,000000	,000	,000
Centrat	68,000000	1,000	1,000
	78,500000	,983	1,000
	94,000000	,983	,909
	102,500000	,983	,818
	105,500000	,983	,727
	108,850000	,983	,636
	116,850000	,983	,545
	123,500000	,983	,455
	125,500000	,967	,455
	126,050000	,950	,455
	126,200000	,933	,455
	128,650000	,917	,455
	134,000000	,900	,455
	138,000000	,883	,364
	139,500000	,867	,364
	140,700000	,850	,364
	141,700000	,850	,273
	142,500000	,833	,273
	143,500000	,800	,273
	145,500000	,783	,273
	148,000000	,733	,273
	150,000000	,717	,273
	152,000000	,717	,182
	154,000000	,700	,182
	155,150000	,683	,182
	156,150000	,667	,182
	157,500000	,650	,182
	158,500000	,633	,182
	159,500000	,617	,182
	161,000000	,600	,182
	162,100000	,550	,182
	162,600000	,517	,182
	163,500000	,500	,182
	165,000000	,483	,182

## **10.2 Aprovació del comitè de bioètica**

 No se puede mostrar la imagen en este momento.