

Risc de lesió en els castellers^a partir del càlcul de l'energia potencial

JAUME ROSET I LLOBET,¹
ENRIC CARDÚS I RUA,²
EMILI HONORATO³ I
JOSEP MA SALÓ I ORFILA⁴

¹Unitat de Traumatologia de l'Esport. Servei de COT. Hospital General de Manresa. Metge de la Colla castellera Minyons de Terrassa.
²Membre de la Colla castellera Minyons de Terrassa.
³Topògraf.
⁴Cap del Servei de COT. Hospital General de Manresa.

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 1997: 21-26

SUMMARY: In this study the theoretic risk of lesion is estimated calculating the potential energy that a person acquire when he climbs up to a human tower (*castell*) measuring the height of each tower's level and the weight of each member of the tower for constructions of seven, eight and nine levels. We conclude that, in contradiction with other studies, a nine levels tower is 9,72 meters height and the levels with great potential risk are the fourth and fifth and not the highest, were the children is placed. It is also concluded that the highest increases in the theoretic risk of lesion are observed when they raise the height of the tower from seven to eight levels and from nine with "folre" to nine without it but not from eight to nine with "folre".

KEY WORDS: *castell*, height, fall, theoretic risk, potential energy.

RESUM: En el present estudi s'estima el risc teòric de lesió que tenen els castellers^a en funció de l'energia potencial que adquireixen al pujar fins el seu pis mesurant les alçades i el pes dels castellers en castells de set, vuit i nou pisos. Es conclou que, per contra del que es diu en altres estudis, un castell de nou pisos mesura 9,72 metres d'alçada i es determina que els pisos amb major risc teòric no són els més alts, els que ocupen els nens, si no els de quarts i quints.^c També s'observa que hi ha increments importants en aquest risc de lesió quan una colla castellera^d passa de fer castells de set^e a castells de vuit i de castells de nou amb folre^f a castells de nou sense folre però no quan el pas és de castells de vuit a castells de nou amb folre.

PARAULES CLAU: castell, mesures, caiguda, risc lesió, energia potencial.

^a CASTELLER: cadascuna de les persones que componen un castell.

^b CASTELL: Conjunt de persones que, enfilant-se ordenadament els uns sobre les espatlles dels altres, formen torres humanes de diversos pisos d'alçada.

^c QUART/QUINT: els castellers s'anomenen segons el pis on estan situats amb la particularitat que el que està al primer pis es diu BAIX, i el que està en el cinquè es diu QUINT (i no cinquè).

^d COLLA CASTELLERA: cadascuna de les agrupacions que fan castells.

^e CASTELL DE SET: terminologia general que indica que el castell de set pisos d'alçada sense precisar quants castellers hi ha a cada pis.

^f FOLRE: conjunt reduït de castellers que se situen sobre la pinya per tal de donar suport als terços. PINYA: base del castell formada per cercles concèntrics de castellers que toquen de peus a terra, que serveix per donar suport als castellers del segon pis i fer de matalàs en cas de caiguda.

INTRODUCCIÓ

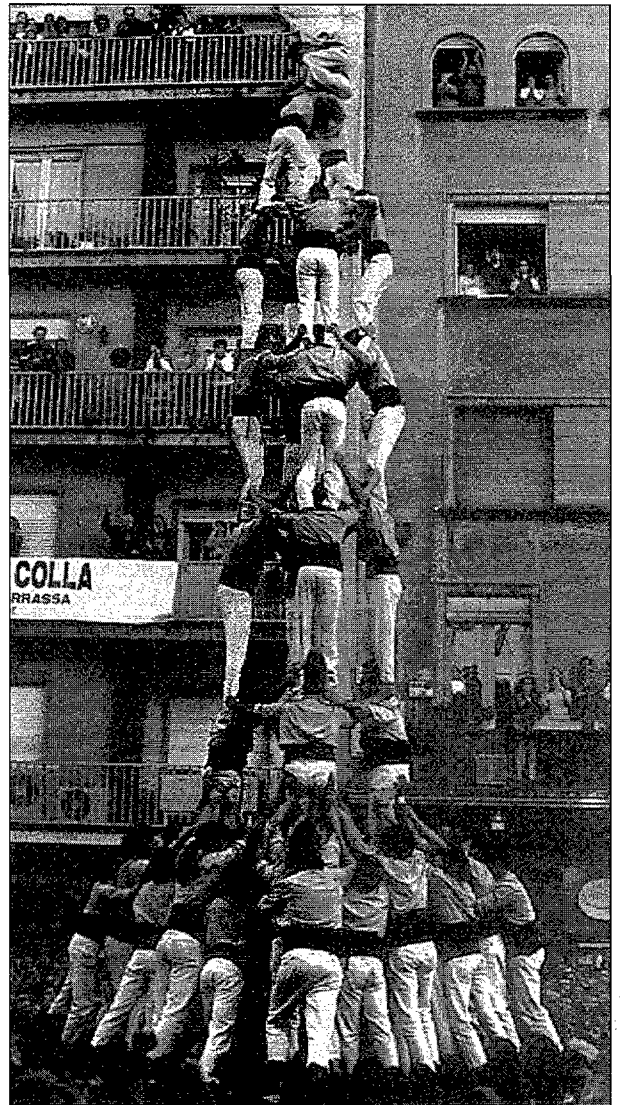
Malgrat que enfilarse els uns sobre les espatlles dels altres és una activitat lúdica que es pot trobar arreu, només a Catalunya aquesta tradició bicentenària està estructurada i institucionalitzada¹ (Figura 1). Fer castells implica nivells importants d'esforç físic i psíquic,² conté clars elements esportius³ i requereix una gran preparació tècnica i assaig continuat per tal de garantir l'èxit de les construccions. Però, tot i que la preparació sigui òptima, sempre existeix la incertesa del resultat i, per tant, la possibilitat que es produeixi l'ensorrament d'un castell. Malgrat les caigudes en els castells són un fet poc habitual (segons dades elaborades per la Colla Jove dels Xiquets de Tarragona, un 92% dels castells realitzats durant la temporada 1996 no van caure),⁴ la seva espectacularitat i el fet que el públic general només coneix els castells per la televisió (on tant sols s'ofereixen actuacions de màxim nivell i dificultat, per tant, amb major nombre de caigudes) fa que, fora de l'àmbit purament casteller, existeixi la sensació que fer castells és perillós. A més, al ser els petits de la colla els qui pugen a la part més alta del castell, aquesta sensació de perill es sol focalitzar en els nens.

Malgrat que no hi ha massa treballs epidemiològics que facin referència al món dels castells, existeix algun estudi que mostra com els nens no tenen major nombre de lesions que els adults^{5,6,7} i que, al contrari del que pot semblar, el 46,6% de les lesions observades succeeixen en els pisos intermedis del castell, quedant el pom de dalt⁸ com a part del castell on menys s'en detecten amb el 10,9% (cal tenir en compte que en un 4 de 8^h el pom de dalt representa el 20% dels castellers del troncⁱ i els pisos intermedis, quarts i quints en aquest cas, el 40%).⁸ Cap d'aquests estudis dóna però una explicació per aquesta observació.

Evidentment les conseqüències d'una caiguda són totalment imprevisibles i fruit de múltiples factors.^{9,10,11} De fet aspectes com la zona d'impacte, la posició, l'estat físic i les lesions prèvies de l'individu, la forma com es produeix la contusió i la tensió muscular protectora de la zona, entre altres,

Figura 1

La Colla castellera Minyons de Terrassa realitzant el 4 de 9 amb folre.



determinaran que un mateix impacte pugui provocar grans lesions en una persona i deixar indemne a una altre. Tot i així, la possibilitat de lesió deriva, en darrer terme, de la quantitat d'energia que s'alliberi en el xoc.^{12,13} És per això que creiem que un camí per intentar explicar aquestes observacions podria ser l'anàlisi de l'energia potencial que adquireix cada casteller al pujar fins el seu pis del castell i que, durant la caiguda, esdevé energia cinètica i determina, finalment, les forces de deformació en l'impacte.^{14,15} Evidentment el càlcul de l'energia potencial requereix conèixer el pes de l'individu i l'alçada des de la qual cau. L'objectiu d'aquest estudi serà determinar aquests valors i, a partir d'aquí, l'energia potencial pròpia de cada pis del castell i el risc teòric de lesió que

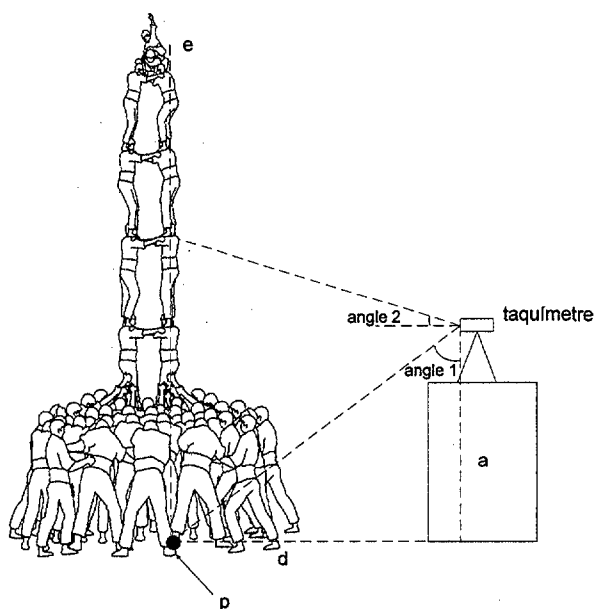
⁸ POM DE DALT: tres darrers pisos del castell formada pels dosos, l'acotxador i l'anxaneta. El componen els més joves de la colla i s'els sol anomenar canalla.

^h 4 DE 8: La nomenclatura dels castells inclou dues xifres. La primera ens indica el nombre de castellers que van a cada pis (en aquest cas 4) i la segona el número de pisos que té la construcció (en aquest cas 8).

ⁱ TRONC DEL CASTELL: part del castell que va des dels BAIXOS (casteller que està situat al primer pis del castell i, per tant, toca de peus a terra i carrega a les seves espatlles la resta de companys) fins al pis immediatament inferior al de DOSOS (membres de la canalla que formen l'antepenúltim pis del castell i que sempre són dos).

Figura 2

Per realitzar els amidaments es va situar el taquímetre en una zona elevada i es va marcar un punt a terra (p) que indicava l'origen d'un eix imaginari (e) que passaria pel mig del pilar a analitzar. La primera lectura va permetre saber la distància entre l'estació de mesura (d) i el punt així com el desnivell (a) entre el lloc on estava situat el taquímetre i el terra i l'angle format per les dues línies (angle 1). En els següents amidaments simplement es mesurà el valor de l'angle format entre la línia que uneix l'estació i l'espatlla del casteller a analitzar i l'horitzontal (angle 2). Un simple càlcul trigonomètric permet deduir l'alçada per cada pis (producte de la distància horitzontal (d) per la tangent de l'angle mesurat (angle 2).

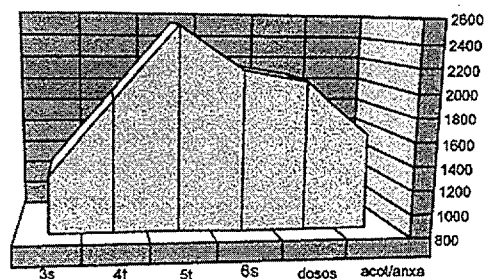
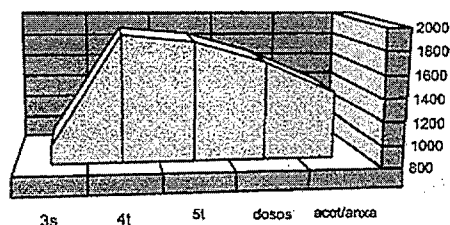


se'n deriva. A més, ja que com més alt és un castell més cal alleugerir el seu pes,¹⁶ també volem valorar quina influència té això en el canvi d'alçada d'un castell a un altre de superior (per exemple passar d'un castell de set pisos a un de vuit). En aquest sentit, ja que sembla que el futur immediat d'algunes de les colles de màxim nivell passa per intentar treure el folre dels castells,¹⁷ també volem valorar el canvi de les energies al passar d'un castell folrat a un sense folre. Així cal valorar si, tot i que en el 4 de 9 sense folre el pes dels castellers tendeix a ser més baix, la reducció en el trajecte de caiguda quan hi

Gràfic 1

Energies d'impacte en castells de vuit i nou pisos.

Es mostren les diferents energies d'impacte (en Julis) per cada un dels pisos d'un castell de vuit (esquerra) i de nou amb folre (dreta) si la caiguda fós, en ambdós casos, fins a la pinya. En el castell de vuit la màxima energia s'observa a nivell dels quarts i en el de nou en elsquints.



ha el folre (rarament els castellers surten disparats i van a parar directament a la pinya en aquests castells) arriba a compensar el factor negatiu del major pes dels castellers.

MATERIAL I MÈTODES

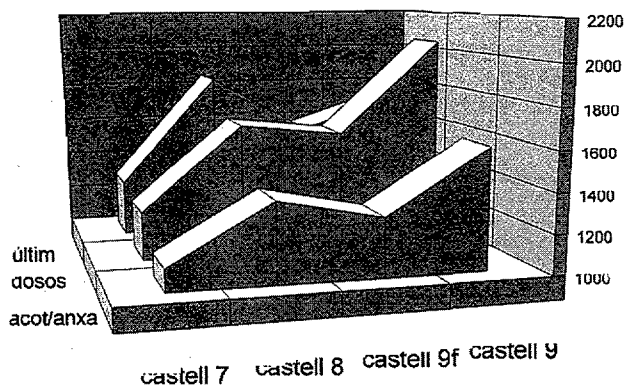
Durant els assajos de la Colla castellera Minyons de Terrassa, mitjançant un taquímetre model Estació Total Electrònica TOPCON GTS-203, es va determinar a quina alçada van situats els peus de cada casteller en una construcció de set i de vuit pisos. El procediment emprat està esquematitzat a la Figura 2. L'alçada dels castells de nou es determina indirectament mesurant la distància des del terra fins a l'espatlla de quatre castellers de cada pis (no durant la realització d'un castell si no estant tots ells a peu pla), fent-ne posteriorment la mitjana dels valors, i sumant cada un dels pisos. Es desprecia en aquest cas el petit canvi en l'alçada que es pot derivar del fet que, en el castell, la postura sol implicar un cert grau de flexió de genolls o dorsal i, encara més imperceptible, un cert grau de pèrdua de l'alçada dels discs vertebrals per la compressió axial generada per la càrrega. A la vegada es va pesar els castellers que ocupaven cada pis en el 4 de 7, el 4 de 8, el 3 de 9 amb folre i el 4 de 9 sen-

¹ PILAR o RENGLLE: cada una de les columnes que constitueixen l'estructura d'un castell.

Gràfic 2

Canvi de l'energia potencial a l'augmentar l'alçada del castell.

Es mostren les diferents energies d'impacte (en Julis) per cada un dels pisos en funció de diferents castells (set, vuit, nou amb folre i nou sense folre). Cal tenir en compte que l'impacte es calcula a nivell de la pinya excepte en el de nou amb folre que es calcula a nivell del folre. Els canvis més importants són el pas de castell de set a vuit i de nou folrat a nou sense folre



se folre realitzats durant la Vigília^k i la Diada de la Colla^l del mes de novembre de 1996 i es va fer la mitjana dels valors obtinguts. Amb aquestes dades es va calcular l'energia potencial que corresponia a cada pis i cada castell segons la fórmula $E_p = mgh$ on m és la massa en quilograms, g és $9,8\text{m/s}^2$, la força de la gravetat i h l'alçada en metres i el resultat és en Julis (J).

RESULTATS

Les alçades obtingudes per cada un dels castells està resumida a la Taula I i els pesos a la Taula II. En el càlcul de l'energia potencial els valors màxims per cada un dels castells dona en els pisos de quarts en el castell de set pisos (1287,7 J) i quints en el de vuit (1849,8 J), el de nou amb folre (1640,5 J si l'impacte es calcula a nivell del folre i 2522,5 J si es calcula a nivell de la pinya) i el de nou sense folre (2270 J). La resta de valors per l'energia potencial estan resumits en la Taula III.

^k VIGÍLIA: Actuació castellerà que es realitza el dia abans d'una actuació important (p.e. actuació de festa major o de la diada d'una colla).

^l DIADA: Sol ser un sinònim d'actuació castellerà però que es sol utilitzar en la jornada en què una colla celebra anualment el seu final de temporada. En ella la colla sol intentar els seus millors castells.

Taula I

Alçada, en mestres, a què està posat el peu del casteller en els diferents castells.

	Castell 7	Castell 8	Castell 9
Segon	1,66	1,55	1,41
Terç	3,7	3,13	2,83
Quart	4,42	4,5	4,29
Quint	—	5,79	5,74
Sisè	—	—	7,05
Dosos	5,6	6,98	8,55
Anxaneta	6,67	8,3	9,3

Taula II

Pesos, en quilograms, d'una de les rengles del 4 de 7, 4 de 8, 4 de 9 amb folre i 4 de 9 sense folre segons les alineacions dels castells realitzats durant les Vigílies i la Diada de la colla Minyons de Terrassa el 1996.

	Castell 7	Castell 8	Castell 9 amb folre	Castell 9 sense folre
Terços	75	60	80	75
Quarts	60	65	65	65
Quints	—	44	60	54
Sisens	—	—	40	37
Dosos	31	31	31	31
Anxaneta	22	21	21	21

DISCUSSIÓ

En primer lloc ens sobta observar com les nostres dades referents a les alçades en un castell de nou pisos són força superiors a les obtingudes en l'estudi mitjançant digitalització i anàlisi de la imatge per ordinador realitzat pel CAR de Sant Cugat¹⁸ (vegeu la Taula III). Aquestes diferències corroboren la suposició, plantejada pels mateixos autors del citat estudi, que pugui existir un cert biaix en les seves dades pel fet que les mesures de l'alçada implicaven fer medicions de punts molt allunyats del terra, on es prenen normalment les mesures referencials que permeten fer els càlculs posteriors en l'ordinador. Així, com més alt sigui el castell més error pot existir en la mesura. Per aquest motiu, considerem que l'alçada més provable per un castell de nou pisos és de 9,72 metres (els 9,3 metres calculats en el nostre estudi fins a nivell de l'espatlla dels dosos més 42 cm corresponents a l'enxaneta ajupit fins a l'alçada de l'orella, el mateix punt que es

Taula III

Alçada de l'espatlla, en metres, calculat mitjançant taquímetre (Minyons) i anàlisi d'imatge digitalitzada (CAR).

	Minyons	CAR
Segon	1,41	1,55
Terços	2,83	3
Quarts	4,29	4,07
Quints	5,74	5,27
Sisens	7,05	6,39
Dosos	8,55	7,39
Anxaneta	9,3	8,24

prengueren les mesures en el treball del CAR) i no de 8,3 metres obtinguts en el citat estudi.¹⁸

En tot cas, malgrat que les nostres dades també haguessin patit algun tipus de biaix i inexactitud, ja que les variacions haurien estat mínimes i, sobretot, constants a cada pis els resultats en quant a les energies potencials mantindrien les mateixes proporcions i assenyalarien els mateixos pisos com els de major risc.

Per terme general, tal com ja hem dit, està admès que com més alt puja un casteller més lleuger de pes sol ser i, de fet, les nostres dades ho confirmen. Això farà que, ja que l'energia potencial està en funció del pes i l'alçada on puja el casteller, el pis de màxima energia potencial (i de major risc teòric) es situï on el producte entre les dues variables sigui més "desfavorable". Per aquest motiu no ens estranya que en les dades obtingudes en el nostre estudi els valors màxims d'energia potencial en cap castell es donen a nivell del pom de dalt. Això concorda i dona explicació a l'observació feta en els estudis epidemiològics citats anteriorment en els quals no es troba una incidència elevada de lesions en els nens castellers.^{5,7,8} En concret, en l'interessant estudi realitzat per Armengol⁸ sobre un total de 101 casos d'accidents castellers atesos en els serveis d'urgències dels hospitals de la zona de Vilafranca del Penedès i Vilanova i la Geltrú durant els anys 1977 i 1988 va trobar que el màxim nombre de lesions es situen a la part mitja del tronc i la pinya del castell.⁸ Justament aquest són els dos llocs on l'energia que es pot intercanviar és major. Els nostres càlculs demostren com són els pisos de quarts i de quints (la part mitja del tronc) els que més risc de lesió tenen. En quant a la pinya, al ser el lloc on finalment tots i cada un dels castellers dels diferents pisos acaben intercanviant les seves energies cinètiques, és lògic observar un percentatge similar de lesions en ells que en la part mitja del castell.

Pel que fa a l'anàlisi del canvi de risc de lesió a l'augmentar la dificultat del castell veiem com els punt crítics són el pas de castells de set a castells de vuit i de nou amb folre a nou sense folre. Observem com, per contra, el pas de castells de vuit a castells de nou amb folre (per la conjunció de la disminució del pes dels castellers que hi pugen i l'efecte del folre en el sentit d'escurçar el trajecte de caiguda) fins i tot pot implicar una disminució del risc de lesió. Aquesta observació adquireix la seva màxima importància en el moment que analitzem la progressió actual de les colles castellers i ens adonem que moltes colles (28 en la temporada 1997) estan a les portes d'aconseguir o treballant els seus primers castells de vuit i, les de màxim nivell, a castells sense folre, els dos canvis que impliquen un major augment en les energies possibles d'impacte. Per aquest motiu creiem que s'ha d'extremar la prudència si no es vol que els propers anys es caracteritzin per un augment de la sinistralitat castellera.

Com hem dit abans, el folre, a més de representar un suport pels castellers del tercer pis, té una gran importància en la reducció del risc de lesions pel sol fet d'escurçar el trajecte de caiguda. Però, malgrat que no hi ha cap prova que ens ho permeti afirmar categòricament, creiem que també podria contribuir a reduir el risc en un segon aspecte. No cal entendre massa de castells per comprendre que és molt important que la pinya d'un castell sigui el més compacta possible. Això garanteix que la base no es deformi pel pes del tronc. Aquesta solidesa s'aconsegueix posant el màxim nombre de castellers fent cercles concèntrics al castell i, cada un d'ells, exercint pressió cap el centre. En el cas del folre, el reduït nombre de castellers que el formen i el fet que en l'interior del pis de segons no hi hagi cap casteller que pugui contrarestar la pressió que s'exerceix des de fora, la força que es fa és més baixa i la compactació és molt menor. Això, en definitiva, comporta que la pinya sigui una estructura molt més "dura" (absorbeix menys energia) que el folre i, per tant, un pitjor lloc on anar a caure.

Evidentment el fet que les dades del present estudi estiguin calculades en funció de les alineacions fetes per la Colla Minyons de Terrassa possibiliten que, en altres formacions castelleres, no s'acompleixin exactament els mateixos valors. Malgrat això creiem que els resultats sí són indicatius i ens apropen molt al que pot ser el risc teòric de lesió en els castells en general. Per això ens atrevim a fer les següents recomanacions:

- 1 Alleugerir els castells (fer-los amb castellers menys pesats) no només és una estratègia per tal d'augmentar les possibilitats d'èxit en un castell si no una manera de disminuir el risc de lesió.

- 2 Cal ser conscients que el pas de castells de set a castells de vuit i de nou folrats a nou sense folre impliquen un augment considerable de les possibles energies d'impacte. Per això cal que les colles afrontin aquests passos en el moment que veritablement estiguin preparats tècnica-ment, físicament i psíquicament per fer-ho.
- 3 Cal instruir als castellers, sobretot aquells que, segons els càlculs de l'energia potencial, estan en posicions de major risc (quarts, quints i pinya), per tal que siguin conscients del perill que comporta cada castell i puguin emprendre les mesures preventives necessàries.

CONCLUSIONS

Segons les nostres mesures, en contradicció amb el resultat d'altres estudis, els castells de nou pisos tenen una alçada aproximada de 9,72 metres i al contrari del que s'acostuma a

pensar, no són els pisos superiors del castell, on pugen els nens, els que major risc teòric de lesió tenen. Aquest es situa en el pis de quarts en els castells de set pisos i en el de quints en els de vuit, nou amb folre i nou sense folre.

El folre esdevé un factor de protecció en les caigudes. Això, juntament amb el fet que com més alt és un castell menys pesen els seus components, determina que, mentre hi ha un increment considerable en les xifres d'energia potencial i, per tant, de risc teòric de lesió al passar d'un castell de set pisos a un de vuit, hi ha una disminució al passar d'aquest darrer a un de nou amb folre i, novament, un increment important a l'afrontar els castells de nou sense folre.

Per aquest motiu es recomana a les colles castellers que tinguin una especial prudència quan decideixin afrontar aquests canvis de nivell doncs, si més no des del punt de vista de l'energia potencial, és en ells on s'observa un major increment en el risc teòric de lesió.

Bibliografia

- 1 BROTONS X. Història. Els orígens. A *Castells i Castellers. Guia pràctica del món casteller*. Barcelona: Linx Edicions, 1995; 57-58.
- 2 ROSET J. L'activitat física al castell. A *Prevenició de lesions en els castellers*. Barcelona: Ed. Codipre, 1994; 28-39.
- 3 BEUMALA J, BROTONS X: Elements esportius dels castells. A *Llibre de ponències del II Congrés de Cultura Popular i Tradicional Catalana*. Barcelona: Departament de Cultura. Generalitat de Catalunya, 1996; 106-108.
- 4 Web a Internet de la Colla Jove dels Xiquets de Valls: <http://www.fut.es/~cjxt/EST/1996/peto01.htm>.
- 5 ROSET J. Valoració estadística de les lesions castelleres de les temporades 93-94. Memòria de la II Jornada de Prevenció de Lesions en el Món Casteller. Juny 1995; Tarragona: Hospital Sta Tecla i St Pau, 1995.
- 6 ROSET, J. Castells, un riesgo controlado. Suplement Ciencia y vida. La Vanguardia. 15 juliol 1995; 10-11.
- 7 ROSET, J. Incidència de lesions en la canalla. Memòria de la IV Jornada de Prevenció de Lesions dels Castellers. Maig 1997; Vilanova i la Geltrú: Colla Castellera Bordegassos de Vilanova, 1997 (també consultable per internet a: [HTTP://www-eu-pug.upg.upc.es/bdgs/index.htm](http://www-eu-pug.upg.upc.es/bdgs/index.htm)).
- 8 ARMENGOL J. Lesions traumàtiques dels castellers. Ann. Med. (Barc.). 1990; 76: 149-153.
- 9 ARNHEIM D. Mecanismos, características y clasificación de las lesiones deportivas. A *Medicina deportiva. Fisioterapia y entrenamiento atlético*. Madrid: Mosby/Doyma Libros, 1994; 134-173.
- 10 LACHMANN S; JENNER JR. Soft Tissue Injuries in Sports. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994.
- 11 VAFIDIS JA. Injuries to the head and spine. A MacLachie GR, Lennox CME, editors. *The Soft Tissues. Trauma and Sport Injuries*. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd, 1993; 213-229.
- 12 FIRTH JL. Head Injuries. A Hutson A, editor. *Sports Injuries. Recognition and Management*. Oxford: Oxford University Press, 1996; 17-24.
- 13 VAN MECHELEN W. Head Injuries. A Renström PAFH, editor. *Clinical Practice of Sports Injury prevention and care*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994; 3-12.
- 14 BÄUMLER G, SCHNEIDER K. *Biomecànica deportiva. Fundamentos para el estudio y la práctica*. Barcelona: Ed. Martínez Roca, 1989; 126-130.
- 15 SMITH T. *Biomecànica y gimnasia*. Barcelona Ed. Paidotribo, 1993; 119-125.
- 16 BROTONS X. Tots els castells. Quatre de nou sense folre. A *Castells i Castellers. Guia pràctica del món casteller*. Barcelona: Linx Edicions, 1995; 188-189.
- 17 BROTONS X. Història. La segona època d'or. A *Castells i Castellers. Guia pràctica del món casteller*. Barcelona: Linx Edicions, 1995; 79.
- 18 BALIUS X, TURRÓ C, CARLES J, SINGLETON W. Assaig de la mesura de castells a través de la digitalització d'imatges. A *Ciència i Castells*. Terrassa: Ed. Minyons de Terrassa, 1996.