

Valoració regional del contingut i la densitat òssia en tennistes professionals*

BALIUS-MATAS, RAMON^(1,2,3)

BONET, NURIA⁽¹⁾

PACHECO, LAURA⁽¹⁾

PARRA, JOAN⁽¹⁾

ESTRUCH, ASSUMPTA^(1,2,3)

RUIZ-COTORRO, ANGEL^(2,3,4)

DELFIN GALIANO OREA⁽⁵⁾

1. Consell Català de l'Esport.

Generalitat de Catalunya

2. Clínica F FIATC

3. Federació Catalana de Tennis

4. Real Federació Espanyola de Tennis

5. Conselleria de Turisme i Esport.

Junta d'Andalusia

CORRESPONDÈNCIA:

Dr. Ramon Balius-Matas

CEARE

C/ Sant Mateu s/n

08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona)

* Aquest treball ha estat possible gràcies a una beca d'investigació atorgada per MAFPRE

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2002; 140: 25-38

RESUM: OBJECTIUS: Determinar les característiques òssies en tennistes professionals i comparar els valors amb esportistes simètrics i amb sedentaris. MATERIAL I MÈTODE: Quaranta tennistes d'elit, 17 esportistes simètrics i 11 sedentaris. Mitjançant absorciometria radiològica de doble energia (DXA): *Variables osteomètriques:* longitud de cúbit, radi i húmer. *Variables densitomètriques:* contingut mineral ossi (CMO) i densitat mineral òssia (DMO) en braç, avantbraç i àrees de l'esquelet axial. RESULTATS: En tennistes: diferències entre la longitud de cúbit i radi dominant respecte al no dominant. Tanmateix, no diferències entre longitud de l'húmer dominant i no dominant. Diferències densitomètriques en l'extremitat activa en tennistes i en grup de control. Diferències de densitat més importants en el braç que en l'avantbraç en tennistes. Les diferències entre extremitat dominant i no dominant són molt acusades en el grup de tennistes professionals i no tant en el de simètrics actius. Les diferències entre extremitat dominant i no dominant són més importants en CMO que en DMO. CONCLUSIONS: 1. Es demostren diferències significatives entre el braç dominant i el no dominant en el grup de tennistes i d'aquests respecte al grup de control. La potència de la significància és més important en les dades densitomètriques que en les osteomètriques. 2. D'acord amb les variables obtingudes, l'extremitat superior del tennista es modela augmentant la densitat òssia proximal (húmer) i les longituds distals (radi i cúbit).

PARAULES CLAU: tennis, contingut mineral ossi, densitat òssia.

SUMMARY: TARGETS: to determine the bone characteristics of professional tennis players. MATERIAL AND METHOD: forty elite tennis players, seventeen symmetric players and eleven sedentary players. Double X-ray Absortiometry (DXA) is used: *osteometric variables:* ulna, radius and humerus longitude. *Densitometric variables:* the bone's mineral content (BMC) and the bone's mineral density (BMD) of the arm, forearm and axial skeleton. RESULTS: in tennis players: differences between the dominant and non-dominant ulna and radius longitude. Densitometric differences in the active extremities in tennis players and in the control group. Density differences in the arm and forearm of tennis players. The differences between dominant and non-dominant extremities are very important in the professional tennis players' group, and less important in the active symmetric group. The differences between dominant and non-dominant extremities are more important in BMC than in BMD. CONCLUSIONS: 1. There are important differences between the dominant and non-dominant arm in the group of tennis players, and also between this group and the control group. These differences are more important in the densiometric data rather than the osteometric data. 2. According to the obtained variables, the superior extremity of the tennis player is modelled increasing the proximal bone density (humerus) and the distal longitudes (ulna and radius).

KEY WORDS: tennis, bone's mineral content, bone's mineral density.

REVISIO BIBLIOGRAFICA

Estructura del teixit ossi

El teixit ossi està format per un dipòsit de sals minerals sobre una complexa xarxa proteica que es compon en un 40% de material orgànica i un 60% de components minerals. Estructuralment, l'os no és homogeni i podem distingir, per la seva diferent conformació, dos components: l'os cortical més compacte, predominant en l'esquelet axial que representa un 80% del total de la massa òssia de l'esquelet i l'os trabecular o esponjós que representa el 20% restant, predominant en l'esquelet perifèric. L'os trabecular és més susceptible a canvis metabòlics.

Contingut i densitat mineral òssia

El contingut mineral ossi (CMO) i la densitat mineral òssia (DMO) augmenten durant el creixement biològic assolint el seu màxim a l'inici de la maduresa.⁽⁵⁴⁾ Diversos estudis postulen que l'augment de la DMO durant el creixement segueix una trajectòria lineal positiva fins aproximadament els 20 anys^(5,37,57,104), després dels quals s'estabilitza assolint el pic màxim de Densitat òssia (PDO).⁽¹⁰⁶⁾

Altres autors, com Gilsanz i cols. (1988) opinen que s'arriba al PDO durant la pubertat. Hi ha una gran variació en el contingut de la massa òssia i la densitat depenent de factors individuals com l'edat i el sexe, donant-se la major variabilitat al final de l'adolescència. La massa òssia retarda el seu creixement a mesura que avança l'adolescència^(10,54) i assolix el seu pic màxim quan finalitza aquest creixement lineal. No obstant, Aloia (1989) descriu com algunes dones augmenten al massa òssia en un 10-15% després de tancar-se els cartílags de creixement.

Els factors ambientals com l'activitat física i la dieta càlida interaccionen amb altres variables i l'efecte de la seva combinació amb el genotip de qualitat òssia determina la resultant de DMO, CMO i PDO assolits en els joves adults.⁽⁵⁶⁾

Des d'un punt de vista genètic, les qualitats òssies estan relacionades amb el sexe. En aquest sentit, sembla consensuat que el PDO és menor en les dones que en els homes.^(10,69)

Massa òssia i activitat física

Estudis experimentals en animals

Existeixen nombrosos treballs, especialment en rosegadors, amb l'objectiu de dilucidar l'efecte i els mecanismes de

resposta que l'exercici físic té en la massa òssia.^(6,16,43,52,65,67,73,79,101)

Estudis experimentals en humans

La majoria dels estudis són transversals. Majoritàriament realitzats amb esportistes joves, en els quals l'activitat física és una variable de relatiu fàcil compliment. L'increment de l'interès per l'activitat física a edats avançades ha permès iniciar estudis amb major facilitat sobre aquest sector, que metodològicament són més qüestionades.^(78,96,111)

Els estudis prospectius en adults majors i en ancians mostren una quasi invariable o nul·la influència de l'activitat física sobre la millora de la qualitat òssia.^(32,81,91)

Estudis en esportistes

Activitat física en nens

Tant la mida com la DMO dels ossos de nens amb activitat física són majors que la dels nens sedentaris.^(13,102,106)

En nens una mica més grans i en adults joves, s'ha comprovat que la massa muscular de les extremitats, tant les superiors com les inferiors, es correlacionen moderadament amb la força i també amb el contingut mineral ossi.^(20,21,80,104,109) Sembla que l'activitat física afecta la DMO dels nens en creixement perquè el *turnover* a nivell ossi en edats infantils permet una major hipertròfia esquelètica que a edats posteriors.⁽⁷⁷⁾

Exercicis de manteniment, com caminar, excursionisme o natació, permeten millorar la DMO, i exercicis vigorosos a edats primerenques aconsegueixen millorar la mida i la força muscular^(3,14), però no té efecte positiu a nivell ossi.⁽²⁹⁾ Aquesta resposta positiva a l'activitat física moderada es va perdent a mesura que passen els anys, i en els adults joves es troba molt atenuada.^(7,100,110) De fet, existeixen estudis que ja detecten una davallada d'aquesta qualitat durant l'adolescència.^(12,39)

L'activitat física de manteniment en l'adult i l'ancià

L'activitat física de manteniment sembla tenir un petit efecte positiu en el manteniment de la densitat òssia dels adults i en la prevenció de la pèrdua de la massa òssia pròpia de la senectut.^(2,88,112) Per tant, a partir dels 30 anys, l'activitat física, sigui de tipus que sigui, no produirà efectes de "reversió" de la fisiològica pèrdua de massa òssia, tot i que és indubtable que contribuirà al manteniment d'un bon estat físic en totes les seves formes⁽⁴⁴⁾ i evitarà pèrdues de més importància.⁽¹¹⁾

Si bé en termes generals sembla acceptat que l'activitat física i l'esport augmenten la qualitat i la quantitat de trama òssia, existeixen seriosos interrogants en la forma i mesura en què ho aconseguen. En aquest sentit, hem de tenir en compte variables com l'edat i el sexe^(1,7,14,26,30,58,85,100,108,110), la situació hormonal del subjecte⁽⁹⁾ i el grau de repercussió en funció dels ossos —o part de l'os— seleccionada.⁽²⁸⁾ En aquest últim punt es creu que els ossos perifèrics estan més influenciats per l'exercici física que els de l'esquelet axial (raquis).⁽⁷⁶⁾

Pocs són els articles que refereixen l'exercici físic moderat (caminar, nedar, muntar a cavall o realitzar flexions de tronc) com clars inhibidors de la pèrdua fisiològica de la massa òssia durant l'edat adulta i la senectut^(36,38,44,63,83,84,99), existint-ne altres que consideren pràcticament nul l'efecte sobre la DMO.^(11,19,32,42,60,89,90,92,112) Curiosament, sí es considera l'exercici físic com protector de la pèrdua òssia que s'associa als fumadors importants.⁽⁴⁹⁾

Sigui com sigui, l'activitat normal o específica del manteniment en persones grans serà molt útil per mantenir la coordinació neuromuscular, l'equilibri i la força, evitant si més no les caigudes i no tant l'aturada de la pèrdua òssia.^(22,46)

Força muscular i qualitat òssia

La densitat òssia no canvia en els exercicis a baixa intensitat, però s'incrementa quan aquests exercicis augmenten.^(59,65,66,68,86) Però aquestes experiències estan realitzades, tal com deïem abans, en animals, i en el cas dels humans és diferent, tot i que hem de destacar que l'activitat física té un efecte positiu tant per l'os com per al múscul en èpoques de creixement.

Els entrenaments de força podrien relacionar-se amb l'adquisició d'un PDO major^(27,46,50,64,69), però aquest augment podria explicar-se parcialment per factors mecànics com la massa muscular corporal⁽²⁴⁾ o certa predisposició genètica.

També són poques les publicacions que evidencien un increment, encara que sigui mínim, de la DMO després d'exercicis de força o de càrrega.^(71,73,103) En altres estudis s'ha observat com esports de càrrega com la carrera, el hoquei i el futbol produeixen una major DMO a nivell del raquis lumbar i, en major mesura, a nivell del cap femoral.^(15,17,108)

A més a més, a mesura que s'envelleix es perd massa muscular, fet pel qual a nivell ossi es preveu que passaria el mateix.⁽⁹⁴⁾ Sembla lògic, doncs, pensar que a edats avançades és molt important una activitat física de manteniment que eviti pèrdues, però no la inversió d'un procés involutiu fisiològic.⁽⁸⁷⁾

Impacte mecànic

Els exercicis en els quals predomina l'impacte semblen tenir un efecte positiu sobre la DMO a nivell del fèmur i de la columna vertebral.^(4,15,18,31,35,74,95,98,112) Aquest fet semblaria indicar que les àrees sotmeses a càrregues importants per impacte mecànic repetit, augmentarien la DMO.

Massa òssia i tennis

Els primers estudis sobre densitat òssia i tennis són radiogràfics.⁽⁴⁸⁾ Arriben a la conclusió que existeix hipertròfia de l'os en resposta a l'exercici. En aquest sentit, existeixen molts treballs que objectiven efectes beneficiosos, especialment a nivell de l'os cortical per a l'extremitat que rep una major càrrega esportiva.^(23,45,52,62,72)

Molt més complex és el treball realitzat per Kannus i cols. l'any 1994. Van estudiar els efectes del tennis com esport asimètric. Van portar a terme estudis densitomètrics a un grup de vint tennistes finlandesos d'alt nivell en front a un grup de control de vint individus sans. Probablement, la conclusió més important a què van arribar va ser que les majors diferències eren a nivell de contingut mineral ossi (CMO) més que no pas en densitat (DMO). Per a Kannus i cols., això era degut a què l'os del braç dominant creixia també de mida i aquest fet repercutia directament en la variable de CMO. L'estudi, molt pulcre, atorgava majors diferències entre extremitat dominant respecte a no dominant a les variables del braç que a les d'avantbraç.

Existeixen estudis longitudinals realitzats en esportistes de raqueta que confirmen que l'efecte de la càrrega mecànica a l'os és més gran durant la pubertat que a altres edats de la vida.^(59,52) En aquest sentit, i gràcies als estudis amb esportistes asimètrics, especialment tennistes, s'objectiva que l'edat en la qual l'os és més sensible a la càrrega mecànica correspon a l'època immediatament anterior i final del creixement ossi. També s'ha provat que l'exercici realitzat després de la pubertat no té efectes tant beneficiosos com en l'època anterior a aquesta.⁽⁵²⁾

Tal com hem vist en apartats anteriors, poc se sap sobre el manteniment de la qualitat òssia quan ja s'ha abandonat o a minvat l'activitat física que es realitza. Estudis transversals retrospectius realitzats en tennistes posen de manifest certa "memòria" esportiva que produiria el manteniment de la qualitat òssia una vegada abandonat l'esport.^(62,72) Seguint aquesta línia, Kontulainen i cols. van realitzar fa relativament poc temps (1999) un estudi prospectiu de quatre anys amb un grup de tretze tennistes i un grup de control de tretze individus per valorar aquest supòsit. Efectivament, van confirmar, que l'activitat física desenvolupada podia incidir

positivament en assolir un pic de massa òssia més gran en el braç més estimulat. Les implicacions que aquest fet té són evidents i es recullen en anteriors apartats de la present memòria: l'exercici regular augmenta el pic de massa òssia i, per tant, contribueix a la prevenció de la osteoporosi.

Finalment, destacar la contribució internacional espanyola, a través del grup canari de Calbet i cols. (1998). Van realitzar un estudi en nou tennistes professionals que van comparar amb un grup de control de 17 individus. Van valorar la suma del teixit gras, muscular i el CMO de les extremitats. Van trobar diferències d'un 20% a favor del braç dominant degut a una major massa muscular associada a una major CMO. Això no passava en el grup de control. A més a més, a nivell de la columna lumbar i del cap femoral, les diferències de DMO eren significativament més importants en el grup de tennistes que en el grup de control.

El tennis, com esport asimètric, resol els problemes metodològics que tenen altres estudis, en unificar en un sol voluntari nivells d'activitat esportiva diferents (braç dominant vs braç no dominant). D'aquesta manera, s'eliminen les errades que condicionen els factors genètics, hormonals i nutricionals.

OBJECTIUS DEL TREBALL

Els objectius del treball han estat dos. Primer, estudiar les característiques òssies de tennistes professionals d'elit, molts dels quals han assolit el més alt nivell internacional. Segon, comparar els valors d'aquests tennistes professionals amb esportistes d'activitats físiques simètriques i amb sedentaris.

MATERIAL I METODE

Voluntaris

Grup de tennistes adults

El grup de voluntaris seleccionats eren tennistes adults d'elit. Vint-i-dos havien ocupat posicions entre els 100 millors tennistes del món i nou d'ells van ocupar plaça entre els 25 millors.

Grup actius simètrics (control)

Grup d'atletes de la Federació Catalana d'Atletisme i estudiants d'INEF (Institut Nacional d'Educació Física) de Barcelona i estudiants de MEF (Mòdul d'Educació Física).

Grup de sedentaris adults

Proporcionats per CETIR, lloc on, com veurem, es van realitzar les exploracions densitomètriques.

En tots aquests individus, en total 68 voluntaris, es van analitzar les següents variables:

Variables generals

A cada esportista se li enregistrava: extremitat dominant, pes i talla, dia de naixement i edat. També es feia una senzilla anamnesis dietètica.

Es van valorar les següents variables:

- Esport.
 - Sedentaris. Entre els 20 i 30 anys
 - Tennis professional. Majors de 19 anys.
 - Esportistes actius i simètrics.
- Edat. Amb un decimal.
- Alçada. En centímetres.
- Pes. En quilograms.
- Extremitat dominant/no dominant.

Descripció de l'equip usat

Les exploracions de morfometria i densitometria mitjançant absorciometria radiològica de doble energia (CXA) en van realitzar amb un equip de mesurament LUNAR, model Expert-XL, adequadament calibrat.

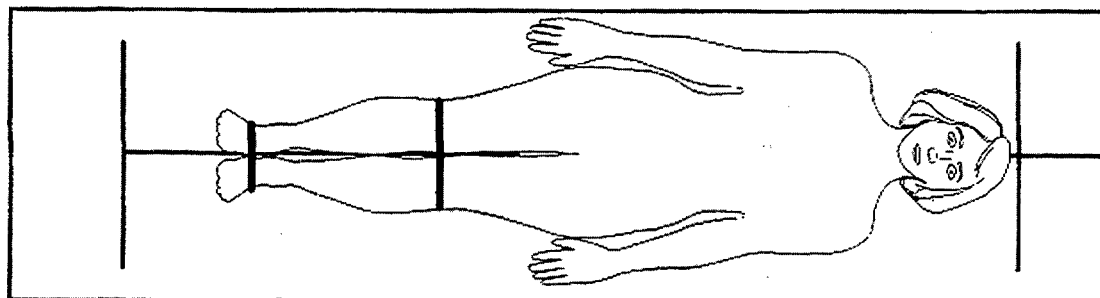
Les exploracions efectuades als components del grup estudiat van adquirir-se amb el procediment convencional que el protocol de l'equip de mesurament té dissenyat per a l'exploració del cos sencer. El subjecte es col·loca sobre la taula d'exploracions en decúbit supí, amb les extremitats superior discretament separades del tronc i amb l'avantbraç disposat en posició anatòmica per aconseguir una separació suficient del radi i del cúbit, mantenint el dors de la mà en contacte amb la superfície de la taula d'exploració (Esquema 1). Per a l'anàlisi de l'exploració, s'utilitzen els programes informàtics proporcionats pel fabricant per a la delimitació d'àrees d'interès en tot el cos.

Protocol de realització

Es van realitzar estudis de densitat òssia de cos sencer (Imatge 1) i regional (Imatges 2 i 3) en extremitats superiors. Degut a la utilització del programa de "modo" ortopèdic,

Esquema I

Postura del pacient obtinguda del manual de l'operador.



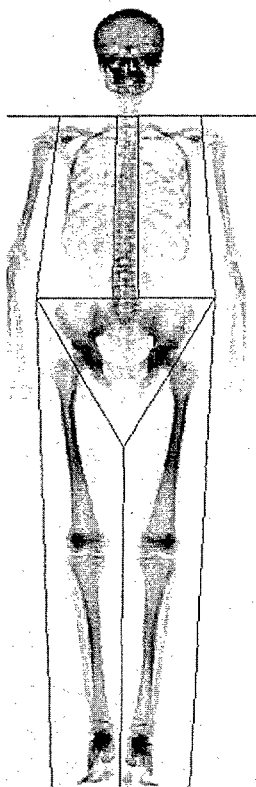
substituïm les parts toves que en aquesta localització existien per una funda de metacrilat, amb la finalitat de què el densitòmetre fos sensible en la seva lectura. Es van realitzar

densitometries regionals d'ambdós braços i d'ambdós avantbraços.

Imatge I

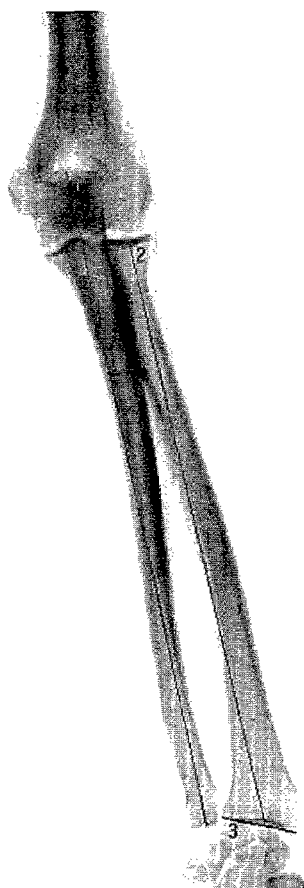
Imatge de l'adquisició

densitomètrica de tot el cos. Les línies són proporcionades directament pel sistema informàtic i mostren algunes de les àrees d'interès recollides en aquest treball.

**Imatge II**

Imatge de l'adquisició

densitomètrica regional de l'avantbraç. Les línies mostren la recollida manual d'algunes dades osteomètriques.

**Imatge III**

Imatge de l'adquisició

densitomètrica regional del braç. Les línies mostren la recollida manual d'algunes dades osteomètriques.



Variables específiques

- **Variables d'osteometria.** En centímetres i dos decimals.

Longituds del radi dominant i no dominant

Distància de la part més alta del cap radial fins el vorell més inferomedial de l'epífisi radial.

Longituds del cúbit dominant i no dominant

Distància que va des de la zona més superior i central de l'olécranon fins l'estiloides cubital.

Longituds de l'húmer dominant i no dominant

Distància de la part més alta del troquíter fins el vorell inferomedial de la tròclea humeral.

- **Variables de densitat òssia.** Es van valorar les següents variables de densitat mineral òssia:

DMO i CMO total de l'húmer dominant i no dominant

S'aconsegueix "dibuixant" el vorell de la imatge humeral proporcionada per densitòmetre. S'exclou del dibuix la zona humeral que es superposa amb la glenoides i la que es superposa amb l'olécranon.

DMO i CMO total avantbraç dominant i no dominat

S'aconsegueix "dibuixant" el vorell de la imatge del cúbit i del radi dret proporcionada pel densitòmetre. S'exclou del dibuix la zona que es superposa amb l'olécranon.

Les següents variables venen proporcionades automàticament pel programa "LUNAR":

DMO i CMO Braços

Es tracta de la DMO mitja de les dues extremitats superiors.

DMO i CMO Costelles

Es tracta de la DMO mitja de la zona costal esquerra i dreta.

Normalment s'inclou la zona escapular més medial.

DMO i CMO Pelvis

Es tracta de la DMO mitja de la pelvis. Normalment s'inclou l'última lumbar.

DMO i CMO Columna

Es tracta de la DMO mitja de tota la columna vertebral, a excepció de la zona més inferior de la zona lumbar, doncs aquesta zona queda exclosa en el càlcul de la DMO de la pelvis.

DMO i CMO Tronc

Correspon a la mitja de les àrees costal, pelviana i de la columna.

DMO i CMO Cos total

Correspon a la mitja de les àrees que conformen la totalitat de l'esquelet.

- **Interpretació de la densitometria. Unitats de mesurament.** S'utilitzen valors de densitat mineral òssia (DMO) i de contingut mineral ossi (CMO). El CMO s'utilitza per indicar un "àrea de densitat" d'os (g/cm^2) i la DMO s'utilitza per indicar un "volum de densitat" del mateix (g/cm^3). Habitualment, els resultats d'aquests mesurament s'expressen en grams per centímetre quadrat (g/cm^2) i reflecteixen una densitat aparent, donada la projecció de la imatge sobre dos plans espacials.

Tractament estadístic de variables

Descripció de la mostra

Es va avaluar, segons cada grup, la mitjana d'edat, alçada i pes i les seves desviacions estadístiques (D.E.).

Variables d'osteometria

Càlcul de la distància mitja en el grup de Tennistes i grup de control simètric per a les longituds del radi, del cúbit i l'húmer de l'extremitat dominant i de la no dominant. Comparació entre el segment dominant respecte del no dominant mitjançant la prova T de Student per a dades aparellades considerant la diferència significativa per a $p = 0 < p < 0,001$.

Variables de densitometria regional de l'extremitat superior

Càlcul de la mitja de DMO i CMO totals de l'húmer i l'avantbraç. Comparació de dominant respecte de la no dominant mitjançant la prova de Student per a dades aparellades, considerant diferències significatives per a valors de $p = 0 < p < 0,05$.

Variables de densitat d'altres àrees d'interès

Càlcul de la mitja de la DMO i CMO en cada grup d'estudi per a les variables: conjunt de les extremitats superiors, costelles, tronc, pelvis, columna i esquelet total. Comparació estadística entre els tres grups per cadascuna de les DMO i CMO d'aquestes àrees mitjançant la prova de Student per a dades no aparellades, considerant diferències significatives per a una $p = 0 < 0,05$.

RESULTATS

Descripció de la mostra

La mostra recollida era força uniforme (taula 1). Es van reclutar 11 individus sedentaris (Grup 1) de 27,2 (2,4) anys, 174,8 (9,3) centímetres d'alçada i 72,5 (8,7) quilograms de pes. El Grup 2 estava format per 40 tennistes amb una mitja de 24,0 (4,2) anys d'edat, 180,1 (6,6) cm d'alçada i 76,6 (6,9) kg de pes. Finalment, el grup Simètric de control estava format per 17 individus de 24,3 (3,6) anys, 178,9 (8) cm d'alçada i 712,4 (8,4) kg de pes.

Taula I

Grup	Edat	Alçada	Pes
2vs3	0.982	0.643	0.271
2vs1	0.471	0.486	0.374
3vs1	0.432	0.760	0.625

Variables de osteometria

Comparació estadística de l'extremitat dominant respecte de la no dominant per a cadascuna d'elles, considerant significativa una $p = 0 < 0,001$. A continuació, es mostren les mesures, amb la seva desviació estàndard i el valor de P (els valors P significatius apareixen ombrejats).

Taula II

Grup 2: Tennistes

	Long Radi		Long Cúbit		Long Húmer	
	Dominant	No Dominant	Dominant	No Dominant	Dominant	No Dominant
Mitja	25.5	25.1	27.4	26.8	33.3	33.3
D.E.	1.4	1.5	1.4	1.8	1.7	1.7
P	0.000		0.000		0.343	

Taula III

Grup 3: Control Simètric

	Long Radi		Long Cúbit		Long Húmer	
	Dominant	No Dominant	Dominant	No Dominant	Dominant	No Dominant
Media	25.4	25.2	27.2	27	33.1	32.9
D.E.	1.2	1.3	1.3	1.3	1.7	1.9
P	0.035		0.027		0.281	

Variables de densitometria regional de l'extremitat superior.

Comparació estadística de l'extremitat Dominant respecte de la No dominant per a les CMO i DMO de braços i

avantbraços, considerant significativa una $p = 0 < 0,05$. A continuació es mostren aquestes mitjanes amb la seva desviació estàndard i el seu valor de p (els valors significatius p apareixen ombrejats).

Taula IV Grup 1: Sedentaris

	DMO Braç		CMO Braç		DMO Avantbraç		CMO Avantbraç	
	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom
Mitja	1,3	1,3	46,3	46,2	0,8	0,9	49,2	48,7
D.E.	0,1	0,07	8,9	7,5	0,08	0,1	8	9,7
P	0.46		0.93		0.29		0.242	

Taula V Grup 2: Tennistes

	DMO Braç		CMO Braç		DMO Avantbraç		CMO Avantbraç	
	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom
Mitja	1.6	1.2	1.1	1	53	43.7	100	58.2
D.E.	0.1	0.2	0.2	0.2	8	7.7	108.6	9.7
P	0.000		0.000		0.000		0.040	

Taula VI Grup 3: Control Simètric

	DMO Braç		CMO Braç		DMO Avantbraç		CMO Avantbraç	
	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom	Dominant	No Dom
Mitja	1.6	1.1	48.7	45	1.4	1.3	65.4	59
D.E.	0.1	0.2	6	5	0.1	0.1	8.4	7.9
P	0.000		0.003		0.001		0.000	

Variables de densitometria d'altres àrees d'interès i composició corporal

Càlcul de les DMO d'altres àrees d'interès en cada grup d'estudi. Comparació estadística entre els tres grups, considerant diferències significatives per a una $p = 0 < 0,05$ (els valors de p significatius apareixen ombrejats).

DISCUSSIO

Es va intentar en tot moment que l'extremitat es situés en posició anatòmica amb el dors de la mà tocant a la taula d'exploració. En alguns casos això va resultar complicat degut a la mida del voluntari, però, en altres, a la dificultat que tenen alguns tennistes per realitzar una supinació completa

Taula VII 1 = Sedentaris. 2 = Tennistes. 3 = Control simètric

	DMO Complet	DMO Braços	DMO Tronc	DMO Costelles	DMO Pelvis	DMO Columna	CMO Complet	CMO Braços	CMO Tronc	CMO Costelles	CMO Pelvis	CMO Columna
2 vs 3	0.28	0.26	0.00	0.07	0.00	0.00	0.58	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2 vs 1	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.66	0.47	0.07	0.37	0.00	0.17
3 vs 1	0.17	0.00	0.00	0.00	0.04	0.35	0.93	0.23	0.91	0.23	0.14	0.48

del seu avantbraç. Aquest fet, no esmentat a cap bibliografia consultada, és un problema que ha resultat molt freqüent, obligant, en força casos, a haver de practicar la densitometria del braç amb l'individu en una molesta posició de decúbit oblic.

Les mitjanes per edat, alçada i pes entre els tres grups són superponibles. Per tant, en aquest sentit, existeix una homogeneïtat en la mostra.

Variables d'osteometria

Trobem diferències significatives entre les longituds del cúbit i del radi dominant respecte al cúbit i radi no dominant en tennistes d'alt nivell, sense descobrir diferències entre les longituds d'húmer dominant i no dominant.

Variables densitomètriques

Existeixen diferències significatives entre la DMO i la CMO de braç i avantbraç en tennistes i simètrics. En tennistes, les diferències entre l'extremitat activa respecte a la no activa oscil·la entre un 30 i un 40% a favor de la primera. Aquesta diferència crida més l'atenció si la comparem amb voluntaris que no practiquen esports asimètrics, cas en el qual aquestes diferències no superen el 5% d'una extremitat a l'altra. Aquests descobriments es veuen reforçats pels resultats trobats per Dalen i cols. (1985), Huddleston i cols. (1980), Kannus i cols. (1995), Krahl i cols. (1994), Montoye i cols. (1980) i Calbet i cols. (1998). En aquests estudis, les diferències entre l'extremitat activa i no activa oscil·len sempre entre un 20% a favor de la primera, degut, probablement, a què en el nostre estudi la mostra de tennistes correspon a un grup d'alt rendiment considerat d'elit internacional. Observem que aquestes diferències són més importants en el contingut mineral ossi (CMO) que en la densitat mineral òssia (DMO). Per a Kannus i cols. (1995) —que també van trobar diferències— això és degut a què l'os del braç dominant creix també de mida i això repercuteix en la variable de CMO.

A nivell d'extremitats superiors, podem dir que on es marca la diferència estadística a l'extremitat superior és en el braç dominant, més que no pas en el seu avantbraç tant en la CMO com en la DMO. Des d'un punt de vista mecànic,

això seria degut a què el braç del tennista és similar a una palanca que es moldeja amb més intensitat i que va perdent aquests qualitats a mesura que ens allunyem del seu punt de recolzament.

Comparació entre grups

Pel que fa a les variables densitomètriques, sorprenen inicialment valor de densitats superiors com l'esquelet axial (tronc, pelvis i columna), tant en contingut mineral ossi (CMO) com en densitat mineral òssia (DMO) en el grup de tennistes respecte del grup d'individus simètrics, en els quals la pràctica habitual d'exercici és la carrera lliure o de velocitat. Probablement, les hores d'exercici física del grup de tennistes professional és molt superior a les hores acumulades pel grup simètric i això pot repercutir a aquest nivell. Aquests descobriments no es contradueixen sinó que es veuen reforçats pels resultats trobats per Calbet i cols. (1998).

Els nostres resultats semblen indicar que l'exercici físic modifica de manera més acusada l'extremitat superior (braç i avantbraç) que l'esquelet axial. Això estaria relacionat amb més important càrrega genètica que té l'esquelet axial respecte al perifèric, tal com apunten els treballs realitzats per Nordstrom i cols. (1998).

CONCLUSIONS

- 1) Es demostren diferències significatives entre el braç dominant i el no dominant en el grup de tennistes professionals. Aquesta diferència crida més l'atenció si la comparem amb voluntaris que no practiquen esports asimètrics. La potència de la significància és molt més important en les dades densitomètriques que en les osteomètriques. I dintre dels densitomètrics, més en el contingut mineral ossi (CMO) que en la densitat mineral òssia (DMO) tal com ho observen altres autors.
- 2) D'acord amb les variables obtingudes, l'extremitat superior del tennista es moldeja augmentant la densitat òssia proximal (húmer) i les longituds distals (radi i cúbit).
- 3) Aquestes diferències també s'observen respecte a grups d'esportistes practicants d'activitats simètriques i de sedentaris.

Bibliografia

1. ALFREDSON H, NORDSTROM P, LORENTZON R. Total and regional bone mass in female soccer players. *Calcif Tissue Int* 1996;59:438-442
2. ALFREDSON H, NORDSTROM P, LORENTZON R. Bone mass in female volleyball players: a comparison of total and regional bone mass in female volleyball players and nonactives females. *Calcif Tissue Int* 1997;60:338-342
3. ALFREDSON H, HEDBERG G, BERGSTROM E, NORDSTROM P, LORENTZON R. High thigh muscle strength but not bone mass in young horseback-riding females. *Calcif Tissue Int* 1998;62:497-501
4. ALFREDSON H, NORDSTROM P, PIETILA T, LORENTZON R. Bone mass in the calcaneus after heavy loaded eccentric calf muscle training in recreational athletes with chronic achilles tendinosis. *Calcif Tissue Int* 1999;64:450-455
5. ATKINSON PJ, WEATHERALL JA. Variation in the density of the femoral diaphysis with age. *J Bone Joint Surg* 1967; 493: 781-788
6. BARENGOLTS EI, LATHON PV, CURRY DJ, KUKREJA SC. Effects of endurance exercise on bone histomorphometric parameters in intact and ovariectomized rats. *Bone Miner* 1994; 26:133-140
7. BASS S, PEARCE G, BRADNEY M, HENDRICH E, DELMAS PD, HARDING A, SEEMAN E. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepuberal and retired female gymnasts. *J Bone Miner Res* 1998;13:500-507
8. BASSEY EJ, RAMSDALE SJ. Increase in femoral bone density in young women following high-impact exercise. *Osteoporosis Int* 1994;4:72-75
9. BASSEY EJ, ROTHWELL MC, LITTLEWOOD JJ, PYE DW. Pre- and post-menopausal women have different bone mineral density responses to the same high-impact exercise. *J Bone Miner Res* 1998;13:1805-1813
10. BAILEY DA, MCCULLOCH RG. Bone tissue and physical activity. *Canadian Journal of sports sciences* 1990;15:229-239
11. BERARD A, BRAVO G, GAUTHIER P. Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporosis Int* 1997;7:331-337
12. BLIMKIE CJR, RICE S, WEBBER CE, MARTIN J, LEVY D, GORDON CL. Effects of resistance training on bone mineral content and density in adolescent females. *Can J Physiol Pharmacol* 1996;74:1025-1033
13. BOOT AM, DE RIDDER MAJ, POLS HAR, KRENNING EP, DE MUIJK KEIZER-SCHRAMA SMPF. Bone mineral density in children and adolescents: relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab* 1997;82:57-62
14. BRADNEY M, PEARCE G, NAUGHTON G, SULLIVAN C, BASS S, BECK T, CARLSON J, SEEMAN E. Moderate exercise during growth in pubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study. *J Bone Miner Res* 1998;13:1814-1821
15. BRAHM H, STRÖM H, PIEHL-AULIN K, MALLNIN H, LJUNGHALL S. Bone metabolism in endurance trained athletes: a comparison to population-based controls based on DXA, SXA, quantitative ultrasound, and biomechanical markers. *Calcif Tissue Int* 1997;61:448-445
16. BOURRIN S, GENTY C, PALLE S, GHARIB C, ALEXANDRE C. Adverse effects of strenuous exercise: a densitometric and histomorphometric study in the rat. *J Appl Physiol* 1994; 76:1999-2005
17. CALBET JAL, MOYSI JS, DORADO C, RODRIGUEZ LP. Bone mineral content and density in professional tennis players. *Calcif Tissue Int* 1998;62:491-496
18. CALBET JAL, DORADO C, DÍAZ-HERRERA P, RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ P. High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. *Med.Sci. Sports Exerc.*, 2001; 33(10):1682-1687
19. CHILIBECK PD, CALDER A, SALE DG, WEBBER CE. Twenty weeks of weight training increases lean tissue mass but not bone mineral mass or density in healthy, active young women. *Can J Physiol Pharmacol* 1996, 74:1180-1185
20. COURTEIX D, LESPESSAILLES E, JAFFRE C, OBERT P, BENHAMOU CL. Bone mineral acquisition and somatic development in highly trained girl gymnasts. *Acta Paediatr* 1999; 88:803-808
21. COURTEIX D, LESPESSAILLES E, OBERT P, BENHAMOU CL. Skull bone mass deficit in prepuberal highly-trained gymnasts girls. *Int J Sports Med* 1999b;20:328-333
22. CUSSEN P, HOFFMAN A, ROBERTS R, SIMS J, McFARLAND C, HOLIDAY D, SHEPHERD R, ROBERTSON G, BALLARD J. Physical adaptations to 15 weeks of fall-prevention exercise in younger (65-72 yrs) and older (73-89 yrs) postmenopausal women when compared to age matched controls. *J Bone Sports Res* 1999;14(Suppl 1):S307
23. DALEN N, LAFTMAN P, OLSHEN H, STROMBERG L. The effect of athletic activity on the bone mass in human diaphyseal bone. *Orthopaedics* 1985;8:1139-1141
24. DAVEE AM, ROSEN CJ, ADLER RA. Exercise pattern and trabecular bone density in college women. *Journal of Bone and Mineral Research* 1990;5:245-250
25. DÍEZ A, PUIG J, MARTÍNEZ MT, DÍEZ JL, AUBÍA J, VIVANCOS J. Epidemiology of fractures of proximal femur as-

- sociated with osteoporosis in Barcelona, Spain. *Calcified Tissue Int* 1989;44:382-383
26. DUPPE H, GARDSSELL P, JOHNNELL O, ORNSTEIN E. Bone mineral density in female junior, senior and former football players. *Osteopor Int* 1996;6:437-441
 27. EICKHOFF J, MOLCZYK L, GALLAGHER JC, DEJONG S. Influence of isotonic, isometric and isokinetic muscle strength on bone mineral density of the spine and femur in young women. *Bone Miner* 1993;20:201-209
 28. EISMAN JA, KELLY PJ, POCOCK NA, BIRMINGHAM J, SAMBROOK PN. Exercise and its interaction with genetic effects on bone: co-twin control studies of exercise and bone density. Abstract of the 3rd International Conference on Physical Activity, Aging and Sports, p 38. JYVÄSKYLÄ, mayo-31, Junio,4
 29. EMSLANDER HC, SINAKI M, MUHS JM, CHAO EYS, WAHNER HW, BRYANT SC, RIGGS BL, EASTELL R. Bone mass and muscle strength in female college athletes (runners and swimmers). *Mayo Clin Proc* 1998;73:1151-1160
 30. ETHERINGTON J, HARRIS PA, NANDRA D, HART DJ, WOLMAN RL, DOYLE DV, SPECTOR TD. The effect of weight-bearing exercise on bone mineral density: a study of female ex-elite athletes and the general population. *J Bone Miner Res* 1996; 11:1333-1338
 31. FLODGREN G, HEDELIN R, HENRIKSSON-LARSEN K. Bone mineral density in flatwater sprint kayakers. *Calcif Tissue Int* 1999;64:374-379
 32. FORWOOD MR, BURR DB. Physical activity and bone mass: exercises in futility? *Bone Miner* 1993;21:89-112
 33. GILSANZ V, GIBBENS DT, ROE TF, CARLSON M, SENAC MO, BOECHAT MI, HUANG HK, SCHUZ EE, LIBANATI CR, CANN CC. Vertebral bone density in children: effect of puberty. *Radiology* 1988;166:874-850
 34. GOEMARE S, VANLAERE M, DENEVE P, KAUFMAN JM. Bone mineral status in paraplegic patients who do or do not perform standing. *Osteoporosis Int* 1994;4:138-143
 35. GOMEZ ACOTTO C, GONZALEZ D, VEGA E, MAUTALEN C. Bone mineral density and ultrasound values in female long distance runners. *Bone* 1998;23(Suppl):S626
 36. GOTO S, SHIGETA H, HYAKUTAKE S, YAMAGATA M. Comparison between menopause-related changes in bone mineral density of the lumbar spine and the proximal femur in Japanese female athletes: a long term longitudinal study using dual-energy x-ray absorptiometry. *Calcif Tissue Int* 1996; 59: 461-465.
 37. GRAN SM, ROHMANN CG, WAGNER B. Bone loss as a general phenomenon in man. *Fed Proc* 1967;26:1729-1736
 38. HATORI M, HASEGAWA A, ADACHI H, SHINOZAKI A, HAYASHI R, OKANO H, MIZUNUMA H, MURATA K. The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1993; 52:411-414
 39. HAAPASALO H, SIEVANEN H, KANNUS P, HEINONEN A, OJA P, VUORI I. Dimensions and estimated mechanical characteristics of the humerus after long term tennis loading. *J Bone Miner Res* 1996;11:864-872
 40. HAAPASALO H, KANNUS P, SIEVANEN H, HEINONEN A, OJA P, VUORI I. Long-term unilateral loading and bone mineral density and content in female squash players. *Calcif Tissue Int* 1994;54:249-255
 41. HAAPASALO H, KANNUS P, SIEVANEN H. Effect of long-term unilateral activity on bone mineral density of female junior tennis players. *J Bone Miner Res* 1998; 13:310-319
 42. HEINONEN A, OJA P, SIEVANEN H, PASANEN M, VUORI I. Effect of two training regimens on bone mineral density in healthy perimenopausal women: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* 1998;13:483-490
 43. HERT J, LISKOVA M, LANDA J. Reaction of bone to mechanical stimuli. Part I: Continuous and intermittent loading of tibia in rabbit. *Folia Morphol* 1971;19:280-300
 44. HOSHINO H, KUSHIDA K, YAMAZAKI K, TAKAHASHI M, OGIHARA H, NAITOH K, TOYOYAMA O, DOI S, TAMAI H, INOUE T. Effect of physical activity as a caddie on ultrasound measurements of the calcis: a cross-sectional comparison. *J Bone Miner Res* 1996;11:412-418
 45. HUDDLESTON AL, ROCKWELL D, KULUND DC, HARRISON RB. Bone mass in lifetime tennis athletes. *JAMA* 1980; 244: 1107-1009
 46. HYAKUTAKE S, GOTO S, YAMAGATA M, MORIYA H. Relationship between bone mineral density of the proximal femur and lumbar spine and quadriceps and hamstrings torque in healthy Japanese subjects. *Calcif Tissue Int* 1994;55:223-229
 47. JOAKIMSEN RM, MAGNUS JH, FONNEBO V. Physical activity and predisposition for hip fractures: a review. *Osteopor Int* 1997;7:503-513
 48. JONES H; PRIEST J; HAYES W; TECHNOR C; NAGEL D. Humeral hypertrophy in response to exercise. *J Bone J Surg* 1977;59A: 204-208
 49. JONES G, SCOTT FS. A cross-sectional study of smoking and bone mineral density in premenopausal parous women: effect of body mass index, breastfeeding, and sports participation. *J Bone Miner Res* 1999;14:1628-1633
 50. ITO M, HAYASHI K, UETANI M, YAMADA M, OHKI M, NAKAMURA T. Association between anthropometric measures and spinal bone mineral density. *Invest Radiol* 1994; 29:812-816

51. KANNUS P, HAAPASALO H, SANKALO M. Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. *Ann Intern Med* 1995; 122:27-31
52. KANNUS P, HAAPASALO H, SIEVANEN P, OJA P, VUORI I. The site-specific effects of long-term unilateral activity on bone mineral density and content. *Bone* 1994;15:279-284
53. KANNUS P, SIEVANEN H, JARVINEN TLN, JARVINEN M, KVIST M, OJA P, VUORI I, JOZSA L. Effects of free mobilization and low to high intensity treadmill running on the immobilization-induced bone loss in rats. *J Bone Miner Res* 1994;9:1613-1619
54. KAPLAN FS. Osteoporosis-pathophysiology and prevention. *CIBA-GEIGY Clinical Symposia* 1987,4 (Canada)
55. KARLSSON MK, LINDEN C, KARLSSON C, JOHNNELL O, OBRANT KJ. Vigorous exercise during growth and young adulthood is not associated with higher bone mineral density or fewer fractures in old age: studies in male soccer players 1 to 65 years after retirement. *J Bone Miner Res* 1999;14(Suppl 1): S184
56. KELLY PJ, EISMAN JA, SAMBROOK PN. Interaction of genetic and environmental influences on peak bone density. *Osteopor Int* 1990;1:56-60
57. KLEMM T, BANZER DH, SCHNEIDER U. Bone mineral content of the growing skeleton. *Am J Roentol* 1976; 126: 1283-1284
58. KHAN KM, BENNELL KL, HOPPER JL, FLICKER L, NOWSON CA, SHERWIN AJ, CRICHTON KJ, HARCOURT PR WARK JD. Self-reported balled classes undertaken at age 10-12 years and hip bone mineral density in latter life. *Osteopor Int* 1998;8:165-173
59. KING DW, PENGELLY RG. Effect of running on the density of rat tibias. *Med Sci Sp* 1973;4:55
60. KOHRT WM, EHSANI AA, BIRGE SJ. Effect of exercise involving predominantly either joint-reaction or groundreaction forces on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res* 1997;12:1253-1261
61. KONTULAINEN S, KANNUS P, HAAPASALO H, HEINONEN A, SIEVANEN H, OJA P, VUORI I. Changes in bone mineral content with decreased training in competitive young adult tennis players and controls: a prospective 4-yr follow-up. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(5):646-652
62. KRAHL HU; MICHAELIS H; PIEPER G; QUACK G; MONTAG M. Stimulation of bone growth through sports: A radiologic investigation of the upper extremities in professional tennis players. *Am J Sports Med* 1994; 22:751-757
63. KRALL EA, DAWSON-HUGHES B. Walking is related to bone density and rates of bone loss. *Am J Med* 1994;96:20-26
64. KRITZ-SILVERTEIN D, BARRETT-CONNOR E. Grip strength and bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res* 1994;9:45-51
65. LANYON LE, RUBIN CT. Static versus dynamic loads as an influence on bone remodeling. *J Biomech* 1984;17:897-905
66. LANYON LE. Biomechanical factors in the adaptation of bone structure to function. En: Uthoff H. Stahl E 1985 (eds.), Current concepts of bone Fragility (pp 19-33). Berlin: Springer-Verlag, 1986
67. LLIN BY, JEE WSS, CHEN MM, MA YF, KE HZ, LI XJ. Mechanical loading modifies ovariectomy-induced cancellous bone loss. *Bone Miner* 1994;25:199-210
68. MARCUS R. Exercise: Moving in the right directions. *J Bone Miner Res* 1998;13:1793-1796
69. MARTIN AD, MCCULLOCK RG. Bone dynamics: stress, strain and fracture. *J Spt Sci*1987;5:155-163
70. MAZESS RB. On aging bone loss. *Clin Orthop* 1982; 165: 239-251
71. MENKES A, MAZEL S, REDMOND RA, KOFFLER K, LIBANATI CR, GUNDBERG CM, ZIZIC TM, HAGBERG JM, PRATLEY RE, HURLEY BF. Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* 1993;74:2478-2484
72. MONTOYE HJ; SMITH EL; FARDON DF; HOWLEY ET. Bone mineral in senior tennis players. *Scand J Sports Sci* 1980; 2:26-32
73. MOSEDILKE L, DANIELSEN CC, SOGAAERD CH, THORLING E. The effect of long-term exercise on vertebral and femoral bone mass, dimensions, and strength-assessed in a rat model. *Bone* 1994;15:293-301
74. NICHOLS DL, Sanborn cf, bonnick sl, ven-ezra v, gench b, dimarco nm,. The effects of gymnastics training on bone mineral density. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26:1220-1225
75. NORDSTROM P, LORENTZON R. Site-specific bone mass differences on the lower extremities in 17-year-old ice hockey players. *Calcif Tissue Int* 1996;59:443-448
76. NORDSTROM P, PETTERSSON U, LORENTZON R. Type of physical activity, muscle strength, and puberal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys. *J Bone Miner Res* 1998;13:1141-1148
77. NORDSTROM P, LORENTZON R. Influence of heredity and environment on bone density in adolescent boys: a parent-offspring study. *Osteoporos Int* 1999; 10:271-277
78. OLIVERI MB, ORTEGA P, SOLIOS F, HERNANDEZ C, MAUTALEN CA,. Adolescent boys before entering intensive (soccer) football training have a greater bone mass than age and BMI matched controls. *J Bone Miner Res* 1999;14(Suppl 1):S537

79. PENG Z, TUUKKANEN J, VAAMANEN HK. Exercise can provide protection against bone loss and prevent the decrease in mechanical strength of femoral neck in ovariectomised rats. *J Bone Miner Res* 1994;9:1559-1564
80. PETTERSON U, NORDSTROM P, LORENTSON R. A comparison of bone mineral density and muscle strength in young male adults with different exercise level. *Calcif Tissue* 1999;64:490-498
81. PETRIE RS, SINAKI M, SQUIRES RW, BERGSTRALH EJ. Physical activity, but not aerobic capacity, correlates with back strength in healthy premenopausal women from 29 to 40 years of age. *Mayo Clin Proc* 1993;68:738-742
82. PRIUTT LA, TAAFFE DR., MARCUS R. Effects of a one-year high-intensity versus low-intensity resistance training program on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res* 1995;10:1788-1795
83. REID IR. Therapy of osteoporosis: calcium, vitamin D, an exercise. *Am J Med Sci* 1996;312:278-286
84. REVEL M, MAYOUX-BENHAMOU MA, RABOURDIN JP, BAGHERI F, ROUX C. One-year psoas training can prevent lumbar bone loss in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Calcif Tissue Int* 1993;53:307-311
85. ROEMMICH JN, ROGOL AD. Exercise and growth hormone: does one affect the other? *J Pediatr* 1997;131:S75-S80
86. RUBIN CT. Skeletal strain and the functional significance of bone architecture. *Calcified Tissue Int* 1984;36:511-518
87. RUDBERG A, MAGNUSSON P, LARSON L, JOBORN H. Serum isoforms of bone alkaline phosphatase increase during physical exercise in women. *Calcif Tissue Int* 2000;66(5):342-347.
88. RUTHERFORD OM. Is there a role for exercise in the prevention of osteoporotic fractures? *Br j Sports Med* 1999; 33: 378-386
89. RYAN AS, ELAHI D. Loss of bone mineral density in women athletes during aging. *Calcif Tissue Int* 1998;63:287-292
90. RYAN AS, TREUTH MS, HUNTER GR, ELAHI D. Resistive training maintains bone mineral density in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1998b;62:295-299
91. SALAMONE LM, CAULEY JA, BLACK DM, SIMKIN-SILVERMAN L, LANG W, GREGG E, PALERMO L, EPSTEIN RS, KULLER LH, WING R. Effect of a lifestyle intervention on bone mineral density in premenopausal women: a randomized trial. *Am J Clin Nutr* 1999;70:97-103
92. SINAKI M, KHOSLA S, LIMBURG PJ, ROGERS JW, MURTAUGH PA. Muscle strength in osteoporotic versus normal women. *Osteoporosis Int* 1993;3:8-12
93. SINAKI M, WAHNER HW, BERGSTRALH EL, HODGSON SF, OFFORD KP, SQUIRES RW, SWEE RG, KAO PC. Three-year controlled, randomized trial of the effect of dose-specified loading and strengthening exercises on bone mineral density of spine and femur in nonathletic, physically active women. *Bone* 1996;19:233-244
94. SLEMENDA CW, MILLER JZ, HUI SL, REISTER TK, JOHNSTON Jr CC. Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *J Bone Miner Res* 1991; 6:1227-1233
95. STARLING RD, ADES PA, POEHLMAN ET. Physical activity, protein intake, and appendicular skeletal muscle mass in older men. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:91-96
96. STEWART AD. Comparison of bone mineral density in athletes of impact and non-impact sports. *Osteop Int* 1999; 9:377
97. SUOMINEN H. Bone mineral density and long term exercise. An overview of cross-sectional athlete studies. *Sports Med* 1993;16:316-330
98. SUOMINEN H, TAAFFE DR, OLLIKAINEN S, PUOLAKKA J, SIHVONEN S, SIPILA S, CHENG S. Additive effects of high-impact physical exercise and estrogen replacement therapy on calcaneal bone mineral density in postmenopausal women: a randomized placebo-controlled study. *J Bone Miner Res* 1999;14(Suppl 1):S185
99. TAAFFE DR, DURET C, COOPER CS, MARCUS R. Comparison of calcaneal ultrasound and DEXA in young women. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:1484-1489
100. TSUKAHARA N, TODA A, GOTO J, EZAWA I. Cross-sectional and longitudinal studies on the effect of water exercise in controlling bone loss in Japanese postmenopausal women. *J Nutr Sci Vitaminol* 1994;40:37-47
101. TSZUKU S, IKEGAMI Y, YABE K. Effects of high-intensity resistance training on bone mineral density in young male powerlifters. *Calcif Tissue Int* 1998;63:283-286
102. TUUKKANEN J, PENG Z, VAAMANEN HK. Effect of running exercise on the bone loss induced by orchidectomy in the rat. *Calcif Tissue Int* 1994;55:33-37
103. UUSI-RASI K, HAAPASALO H, KANNUS P, PASANEN M, SIEVANEN H, OJA P, VUORI I. Determinants of bone mineralization in 8 to 20 year old Finnish females. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:54-59
104. UUSI-RASI K, SIEVANEN H, VUORI I, HEINONEN A, KANNUS P, PASANEN M, RINNE M, OJA P. Long-term recreational gymnastics, estrogen use, and selected risk factors for osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res* 1999; 14:1231-1238
105. VALDIMARSSON O, KRISTINSSON JO, STEFANSSON SO, VALDIMARSSON S, SIGURDSSON G. Lean mass and physical activity as predictors of bone mineral density in 16-20-year old women. *J Intern Med* 1999;245:489-496

106. VUORI I, HEINONEN A, SIEVANEN H, KANNUS P, PASANEN M, OJA P. Effects of unilateral strength training and detraining on bone mineral density and content in young women: a study of mechanical loading and deloading on human bones. *Calcif Tissue Int* 1994;55:59-67
107. WALL JC, CHATTERJI SK, JEFFERY JW. Age-related changes in the density and tensile strength of human femoral cortical bone. *Calcif Tissue Int* 1979;27:105-108
108. WENTEN DC, KEMPER HCG, POST GB, VANMECHELEN WQ, TWISK J, LIPS P, TEULE GJ. Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *J Bone Miner Res* 1994; 9:1089-1096
109. WITTICH A, MAUTALEN CA, OLIVERI MB, BAGUR A, SOMOZA F, ROTENBERG E. Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI-matched controls. *Calcif Tissue Int* 1998; 63:112-117
110. WITZKE KA, SNOW CM. Lean body mass and leg power best predict bone mineral density in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31:1558-1563
111. WOITGE HW, FRIEDMANN B, SUTTNER S, FARAHMAND I, MULLER M, SCHMIDT-GAYK H, BAERTSCH P, ZIEGLER R, SEIBEL MJ. Changes in bone turnover induced by aerobic and anaerobic exercise in young males. *J Bone Miner Res* 1998; 13:1797-1807
112. WOLMAN RL. Osteoporosis and exercise. *Br Med J* 1994; 309:400-403
113. WOLF I, VAN CROONENBORG JJ, KEMPER PJ, TWISK JWR. The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1999;9:1-12

El teu millor avantatge la teva millor marca

Gelea Reial, taurina, Inositol i Concentrat de germen de blàt de moro ric en policosanols i vit. C

VITALITY sport

masterfarm

VIA ORAL
15 sobres líquid

Vitality Sport és l'ajuda ergogènica amb Inositol i Octacosanol, útil en situacions de màxima necessitat energètica. Juntament amb la Taurina, la Gelea Reial i la Vitamina C, és el suplement nutricional que cal triar per aconseguir un rendiment màxim quan es fan esforços físics prolongats.

Una dosi proporciona: 1g de Taurina, 500 mg d' Inositol, 300 mg de Gelea Reial fresca i 7,5 mg de Policosanols, a més de 60 mg de Vitamina C.

Dosi recomanada: 1 sobre el dia

Vitality Sport 15 sobres líquid

masterfarm

