

Valoración regional del contenido y la densidad óseos en tenistas profesionales*

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 Federación Española de Tenis.

5. Consejería Turismo y Deporte.

Junta de Andalucía.

CORRESPONDENCIA:

Dr. Ramon Balius-Matas

CEARE

C/ Sant Mateu s/n

08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona)

RESUMEN: OBJETIVOS: Determinar las características óseas en tenistas profesionales y comparar los valores con deportistas simétricos y con sedentarios. MATERIAL Y METODO: Cuarenta tenistas de élite, 17 deportistas simétricos y 11 sedentarios. Mediante absorciometría radiológica de doble energía (DXA): Variables osteométricas; longitudes de cúbito, radio y húmero. Variables densitométricas; contenido mineral óseo (CMO) y densidad mineral ósea (DMO) en brazo, antebrazo y áreas del esqueleto axial. RESULTADOS: En tenistas: diferencias entre las longitudes de cúbito y radio dominante respecto al no dominante. Sin embargo, no diferencias entre longitudes de húmero dominante y no dominante. Diferencias densitométricas en la extremidad activa en tenistas y en grupo control. Diferencias de densidad mayores en brazo que en antebrazo en tenistas. Las diferencias entre extremidad dominante y no dominante son muy acusadas en el grupo de tenistas profesionales y no tanto en el de simétricos activos. Las diferencias entre extremidad dominante y no dominante son mayores en CMO, que DMO. CONCLUSIONES: 1. Se demuestran diferencias significativas entre el brazo dominante y el no dominante en el grupo de tenistas y de éstos respecto al grupo control. La potencia de la significancia es mayor en los datos densitométricos que en osteométricos. 2. De acuerdo con las variables obtenidas, la extremidad superior del tenista se modela aumentando la densidad ósea proximal (húmero) y las longitudes distales (radio y cúbito).

PALABRAS CLAVE: tenis, contenido mineral óseo, densidad ósea.

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 Absorptiometry (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 densitometric 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.

*Este trabajo ha sido posible gracias a una beca de investigación concedida por MAPFRE

REVISION BIBLIOGRAFICA

Estructura del tejido óseo

El tejido óseo está formado por un depósito de sales minerales sobre una compleja red proteica, que se compone de un 40% de material orgánico y un 60% de componentes minerales. Estructuralmente, el hueso no es homogéneo y podemos distinguir, por su diferente conformación, dos componentes: el hueso cortical más compacto, de predominio en el esqueleto axial que representa un 80% del total de la masa ósea del esqueleto y el hueso trabecular o esponjoso, que representa el 20% restante, de predominio en el esqueleto periférico. El hueso trabecular es más susceptible a cambios metabólicos.

Contenido y densidad mineral ósea

El contenido mineral óseo (CMO) y la densidad mineral ósea (DMO) aumentan durante el crecimiento biológico alcanzando su máximo al inicio de la madurez⁽⁵⁴⁾. Diversos estudios postulan que el aumento de la DMO durante el crecimiento sigue una trayectoria lineal positiva hasta aproximadamente los 20 años,^(5,37,57,104) después de los cuales se estabiliza alcanzándose el Pico máximo de Densidad Ósea (PDO).⁽¹⁰⁶⁾

Otros autores como Gilsanz y cols (1988) opinan que al PDO se llega durante la pubertad. Hay una gran variación en el contenido de la masa ósea y la densidad dependiendo de factores individuales como la edad y el sexo y la mayor variabilidad ocurre al final de la adolescencia. La masa ósea retrasa su crecimiento a medida que avanza la adolescencia^(10,54) y alcanza su pico máximo al cesar dicho crecimiento lineal. No obstante, Aloia (1989) describe cómo algunas mujeres aumentan la masa ósea en un 10-15% después del cierre de los cartílagos de crecimiento.

Los factores ambientales como la actividad física y la dieta cálcica interaccionan con otras variables y el efecto de su combinación con el genotipo de calidad ósea determina la resultante de DMO, CMO y PDO alcanzados en los jóvenes adultos⁽⁵⁶⁾.

Desde un punto de vista genético, las cualidades óseas están relacionadas con el sexo. En este sentido, parece consensuado que el PDO es menor en las mujeres que en los varones.^(10,69)

Masa ósea y actividad física

Estudios experimentales en animales

Existen múltiples trabajos, especialmente en roedores, destinados a dilucidar, el efecto y los mecanismos de res-

puesta que en la masa ósea tiene el ejercicio físico^(6,16,43,52,65,67,73,79,101).

Estudios experimentales en humanos

La mayoría de los estudios son transversales. En su mayoría realizados con deportistas jóvenes, en los que la actividad física es una variable de relativo fácil cumplimiento. El incremento del interés por la actividad física a edades avanzadas han permitido iniciar estudios con mayor facilidad sobre este sector, que metafólicamente son más cuestionados^(78,96,111).

Los estudios prospectivos en adultos mayores y en ancianos muestran una casi invariable o nula influencia de la actividad física sobre la mejoría de la calidad ósea^(32,81,91).

Estudios en deportistas

Actividad física en niños

Tanto el tamaño como la DMO de los huesos de niños con actividad física son mayores que los niños sedentarios^(13,102,106).

En niños algo mayores y en adultos jóvenes, se ha comprobado que la masa muscular de las extremidades, tanto superiores como inferiores, se correlaciona moderadamente con la fuerza y también con el contenido mineral óseo,^(20,21,80,104,109) Parece que la actividad física afecta la DMO de los niños en crecimiento porque el *turnover* a nivel óseo en edades infantiles permite una mayor hipertrofia esquelética que a edades posteriores⁽⁷⁷⁾.

Ejercicios de mantenimiento, como andar, excursionismo o natación, permiten mejorar la DMO y ejercicios vigorosos a edades tempranas consiguen mejorar el tamaño y la fuerza muscular^(3,14) pero no tienen efecto positivo a nivel óseo⁽²⁹⁾. Esta respuesta positiva a la actividad física moderada se va perdiendo a medida que pasan los años, y en los adultos jóvenes está ya muy atenuada^(7,100,110). De hecho existen estudios que detectan ya una disminución de ésta cualidad durante la adolescencia^(12,39).

La actividad física de mantenimiento en el adulto y en el anciano

La actividad física de mantenimiento parece tener un pequeño efecto positivo en el mantenimiento de la densidad ósea de los adultos y en la prevención de la pérdida de masa ósea propia de la senectud.^(2,88,112) Por tanto, a partir de los 30 años, la actividad física, sea del tipo que sea, no producirá efectos de "reversión" de la fisiológica pérdida de masa ósea,

aunque es indudable que contribuirá al mantenimiento de un buen estado físico en todas sus formas⁽⁴⁴⁾ evitará pérdidas de mayor importancia⁽¹¹⁾.

Si bien en términos generales parece aceptado que la actividad física y el deporte aumentan la calidad y la cantidad de trama ósea, existen serios interrogantes en la forma y medida en que se consiguen. En este sentido, debemos tener en cuenta variables tales como la edad y el sexo^(1,7,14,26,30,58,85,100,108,110), la situación hormonal del sujeto⁽⁹⁾ y el grado de repercusión en función del hueso —o parte del hueso— seleccionado⁽²⁸⁾. En este último punto, se cree que los huesos periféricos están más influenciados por el ejercicio físico que el esqueleto axial (raquis).⁽⁷⁶⁾

Pocos son los artículos que refieren el ejercicio moderado (andar, nadar, montar a caballo o realizar flexiones de tronco) como claros inhibidores de la pérdida fisiológica de la masa ósea durante la edad adulta y la senectud^(36,38,44,63,68,83,84,99), existiendo otros que consideran prácticamente nulo el efecto sobre la DMO^(11,19,32,42,60,89,90,92,112). Curiosamente, sí se considera el ejercicio físico como protector de la pérdida ósea que se asocia en los fumadores importantes⁽⁴⁹⁾.

Sea como sea, la actividad normal o específica de mantenimiento en personas mayores serán muy útiles para mantener la coordinación neuromuscular, el equilibrio y la fuerza, evitando así cuanto menos las caídas y no tanto la detención de la pérdida ósea^(22,46).

Fuerza muscular y calidad ósea

La densidad ósea no cambia a ejercicios de baja intensidad, pero aumenta cuando estos ejercicios aumentan^(59,65,66,68,86). Pero estas experiencias están realizadas, tal como referíamos anteriormente en animales, y en humanos es diferente, aunque debemos decir que la actividad física tiene un efecto positivo tanto para el hueso como para el músculo en épocas de crecimiento.

Los entrenamientos de fuerza podrían relacionarse con la adquisición de un PDO mayor^(27,46,50,64,69), pero este aumento podría ser parcialmente explicado por factores mecánicos tales como la masa corporal⁽²⁴⁾ o cierta predisposición genética.

También pocas son las publicaciones que evidencian un aumento, aunque éste sea mínimo, de la DMO después de ejercicios de fuerza o carga^(71,73,103). En otros estudios se ha observado como deportes de carga como la carrera, el hockey y el fútbol producen una mayor DMO a nivel del raquis lumbar y en mayor medida a nivel de la cabeza femoral^(15,17108).

Además, se pierde masa muscular a medida que se envejece, por lo que a nivel óseo se infiere que ocurriría lo mismo⁽⁹⁴⁾. Parece lógico, pues, pensar en que a edades avanzadas

es muy importante una actividad física de mantenimiento que evite pérdidas, pero no la inversión de un proceso involutivo fisiológico⁽⁸⁷⁾.

Impacto mecánico

En los ejercicios en los que predomina el impacto parecen tener un efecto positivo sobre la DMO a nivel del fémur y de la columna vertebral^(4,15,18,31,35,74,95,98,112). Este hecho parecería indicar que las áreas sometidas a cargas importantes por impacto mecánico repetido aumentarían la DMO.

Masa ósea y tenis

Los primeros estudios sobre densidad ósea y tenis son radiográficos⁽⁴⁸⁾. Llegan a la conclusión que existe hipertrofia del hueso en respuesta al ejercicio. En este sentido, existen muchos trabajos que objetivan efectos beneficiosos, especialmente a nivel del hueso cortical, para la extremidad que mayor carga deportiva recibe^(23,45,52,62,72).

Mucho más completo es el trabajo realizado por Kannus y cols, en 1994. Estudiaron los efectos del tenis como deporte asimétrico. Realizaron estudio densitométrico a un grupo de veinte tenistas finlandeses de alto nivel frente a un grupo control de 20 individuos sanos. Probablemente, la conclusión más importante a la que llegaron fue que las diferencias mayores que existían eran en contenido mineral óseo (CMO) más que en la densidad (DMO). Para Kannus y cols, ello se debía a que el hueso del brazo dominante crecía también en tamaño y ello repercutía directamente en la variable de CMO. El estudio, tremendamente pulcro, otorgaba mayores diferencias entre extremidad dominante respecto a no dominante, a las variables del brazo que del antebrazo.

Existen estudios longitudinales realizados en deportistas de raqueta que confirman que el efecto de la carga mecánica en el hueso es mayor durante la pubertad que en otras edades de la vida^(39,52). En este sentido y gracias a los estudios con deportistas asimétricos, especialmente tenistas, se objetiva que la edad en que el hueso es más sensible a la carga mecánica corresponde a la época inmediatamente anterior y final del crecimiento óseo. También se ha probado que el ejercicio realizado después de la pubertad no posee efectos tan beneficiosos como en la época anterior a ésta⁽⁵²⁾.

Tal como hemos visto en apartados anteriores, poco se sabe sobre el mantenimiento de la calidad ósea una vez se ha abandonado o ha decrecido la actividad física que se realiza. Estudios transversales retrospectivos realizados en tenistas ponen de manifiesto cierta "memoria" deportiva que produciría el mantenimiento de la calidad ósea una vez abandonada.

do el deporte^(62,72). Siguiendo esta línea, Kontulainen y cols realizaron hace relativamente poco tiempo (1999) un estudio prospectivo de cuatro años con un grupo de trece tenistas y un grupo control de trece individuos para valorar este supuesto. Confirmaron que, efectivamente, la actividad física desarrollada podía incidir positivamente en alcanzar un pico de masa ósea mayor en el brazo más estimulado. Las implicaciones que este hecho tiene son evidentes y se recogen en anteriores apartados de la presente memoria: el ejercicio regular aumenta el pico de masa ósea y contribuye por tanto en la prevención de la osteoporosis.

Finalmente, destacar la contribución internacional española, a través del grupo canario de Calbet y cols (1998). Realizaron un estudio en nueve tenistas profesionales a los que compararon con un grupo control de 17 individuos. Valoraron la suma del tejido graso, muscular y el CMO de las extremidades. Encontraron diferencias de un 20% a favor del brazo dominante debido a una mayor masa muscular asociada a un mayor CMO. Esto no ocurría en el grupo control. Además, a nivel de la columna lumbar y de la cabeza femoral, las diferencias de DMO eran significativamente mayores en el grupo de tenistas que en el grupo control.

El tenis, como deporte asimétrico resuelve problemas metodológicos que tienen otros estudios, al unificar en un solo voluntario niveles de actividad deportiva distintos (brazo dominante vs brazo no dominante). De esta manera, se eliminan los errores que condicionan los factores genéticos, hormonales y nutricionales.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos del trabajo han sido dos. Primero, estudiar las características óseas de tenistas profesionales de elite, muchos de los cuales han alcanzado el más alto nivel intrenacional. Segundo, comparar los valores de dichos tenistas profesionales con deportistas de actividades físicas simétricas y con sedentarios.

MATERIAL Y METODO

Voluntarios

Grupo de tenistas adultos

El grupo de voluntarios seleccionados eran tenistas adultos de élite. Veintidós habían ocupado posiciones entre los 100 mejores tenistas del mundo y nueve de ellos estuvieron ocupando plaza entre los 25 mejores.

Grupo activos simétrico (control)

Grupo de atletas de la Federació Catalana d'Atletisme y estudiantes del INEF (Instituto Nacional de Educación Física) de Barcelona y a estudiantes de MEF (Módulo de Educación Física).

Grupo de sedentarios adultos

Proporcionados por CETIR, lugar donde, como veremos, se realizaron las exploraciones densitométricas.

En todos estos individuos, en total 68 voluntarios, se analizaron las siguientes variables:

Variables generales

A cada deportista se le registraba: extremidad dominante, peso y talla, día de nacimiento y edad. Igualmente, se realizaba una sencilla anamnesis dietética.

Se valoraron las siguientes variables:

- Deporte.
 - Sedentarios. Entre los 20-30 años
 - Tenis profesional. Mayores de 19 años.
 - Deportistas activos y simétricos.
- Edad. Con un decimal.
- Altura. En centímetros.
- Peso. En kilogramos.
- Extremidad dominante/no dominante.

Descripción del equipo usado

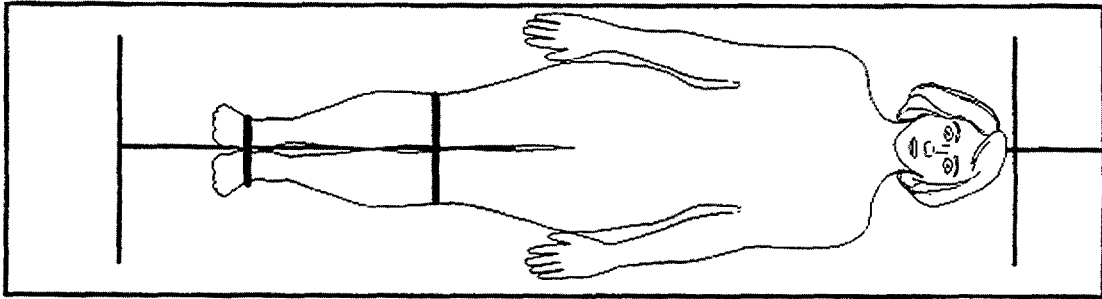
Las exploraciones de morfometría y densitometría mediante absorciometría radiológica de doble energía (DXA) han sido realizadas con un equipo de medición LUNAR, modelo Expert-XL, convenientemente calibrado.

Las exploraciones efectuadas a los componentes del grupo estudiado fueron adquiridos con el procedimiento convencional que el protocolo del equipo de medición tiene diseñado para la exploración del cuerpo entero. El sujeto es colocado sobre la mesa de exploraciones en decúbito supino, con las extremidades superiores discretamente separadas del tronco y con el antebrazo dispuesto en posición anatómica para lograr una separación suficiente del radio y cúbito, manteniendo el dorso de la mano en contacto con la superficie de la mesa de exploración (Esquema 1).

Para el análisis de la exploración, se utilizan los programas informáticos proporcionados por el fabricante para la delimitación de áreas de interés en el cuerpo entero.

Esquema I

Postura del paciente, tomada del manual del operador.

**Protocolo de realización**

Se realizaron estudios de densidad ósea de cuerpo total (Imagen 1) y regional (Imágenes 2 y 3) en extremidades superiores. Debido a que se utilizó el programa de "modo" or-

topédico, sustituimos las partes blandas que en tal localización existen por una funda de metacrilato, con la finalidad de que el densitómetro fuera sensible en su lectura. Se realizaron densitometrías regionales de ambos brazos y ambos antebrazos.

Imagen I

Imagen de la adquisición densitométrica del cuerpo entero.

Las líneas son proporcionadas directamente por el sistema informático y muestran algunas de las áreas de interés recogidas en este trabajo.

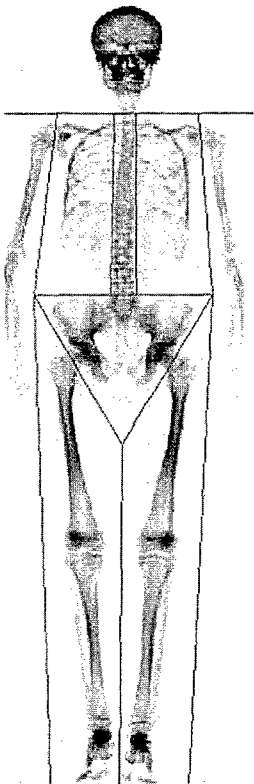
**Imagen II**

Imagen de la adquisición densitométrica regional del antebrazo.

Las líneas muestran la recogida manual de algunos datos osteométricos.

**Imagen III**

Imagen de la adquisición densitométrica regional del brazo.

Las líneas muestran la recogida manual de algunos datos osteométricos.



Variables específicas

- **Variables de osteometría.** En centímetros y dos decimales.

Longitudes del radio dominante y no dominante

Distancia de la parte más alta de la cabeza radial hasta el borde más inferomedial de la epífisis radial.

Longitudes del cúbito dominante y no dominante

Distancia que va desde la zona más superior y central del olécranon hasta la estiloides cubital.

Longitudes del húmero dominante y no dominante

Distancia de la parte más alta del troquíter hasta el borde inferomedial de la tróclea humeral.

- **Variables de densidad ósea.** Se valoraron las siguientes variables de densidad mineral ósea:

DMO y CMO total del húmero dominante y no dominante

Se consigue "dibujando" el borde de la imagen humeral proporcionada por densitómetro. Se excluye del dibujo la zona humeral que se superpone con la glenoides y la que se superpone con el olécranon.

DMO y CMO total antebrazo dominante y no dominante

Se consigue "dibujando" el borde de la imagen de cúbito y radio derecho proporcionada el densitómetro. Se excluye del dibujo la zona que se superpone con el olécranon.

Las siguientes variables vienen proporcionadas automáticamente por el programa "LUNAR":

DMO y CMO Brazos

Se trata de la DMO media de las dos extremidades superiores.

DMO y CMO Costillas

Se trata de la DMO media la parrilla costal izquierda y derecha. Normalmente se incluye la zona escapular más medial.

DMO y CMO Pelvis

Se trata de la DMO media de la pelvis. Normalmente se incluye la última lumbar.

DMO y CMO Columna

Se trata de la DMO media de toda la columna vertebral, a excepción de la zona más inferior de la zona lumbar, puesto que esta zona queda incluida en el cálculo de la DMO de la pelvis.

DMO y CMO Tronco

Corresponde a la media de las áreas costal, pelviana y de la columna.

DMO y CMO Cuerpo Total

Corresponde a la media de las áreas que conforman la totalidad del esqueleto.

- **Interpretación de la densitometría. Unidades de medición.** Se utilizan valores de densidad mineral ósea (DMO) y de contenido mineral óseo (CMO). El CMO se utiliza para indicar un "área de densidad" de hueso (g/cm^2) y la DMO se utiliza para indicar un "volumen de densidad" del mismo (g/cm^3). Habitualmente, los resultados de tales mediciones se expresan en gramos por centímetro cuadrado (g/cm^2) y reflejan una densidad aparente, dada la proyección de la imagen sobre dos planos espaciales.

Tratamiento estadístico de variables**Descripción de la muestra**

Se evaluó la muestra según cada grupo, la media de edad, altura y peso y sus desviaciones estándar (D.E.)

Variables de osteometría

Cálculo de la distancia media en el grupo de Tenistas y grupo control simétrico para las longitudes del radio, el cúbito y el húmero de la extremidad Dominante y de la No dominante. Comparación entre el segmento dominante respecto de la no dominante mediante la prueba T de Student para datos apareados considerando la diferencia significativa para $p = 0 < \text{de } 0.001$

Variables de densitometría regional de la extremidad superior

Cálculo de la media de DMO y CMO totales del húmero y el antebrazo tanto de la extremidad Dominante y de la No dominante en cada grupo de estudio. Comparación de dominante respecto de la no dominante mediante la prueba T de Student para datos apareados, considerando diferencias significativas para valores de $p = 0 < \text{de } 0.05$.

Variables de densitometría de otras áreas de interés

Cálculo de la media de la DMO y CMO en cada grupo de estudio para las variables: conjunto de las extremidades superiores, costillas, tronco, pelvis, columna y esqueleto total. Comparación estadística entre los tres grupos para cada una de las DMO y CMO de dichas áreas mediante la prueba T de Student para datos no apareados, considerando diferencias significativas para una $p = 0 < 0,05$.

RESULTADOS

Descripción de la muestra

La muestra recogida era bastante uniforme (tabla 1). Se reclutaron 11 individuos sedentarios (Grupo 1) de 27,2 (2.4) años, 174.8 (9.3) centímetros de altura y 72.5 (8.7) kilogramos de peso. El Grupo 2 estaba formado por 40 tenistas con una media de 24.0 (4.2) años de edad, 180,1 (6.6) cm de estatura y 76.6 (6.9) kilos de peso. Finalmente, el grupo Simétrico de Control estaba formado por 17 individuos

Tabla I

Grupo	Edad	Altura	Peso
2vs3	0.982	0.643	0.271
2vs1	0.471	0.486	0.374
3vs1	0.432	0.760	0.625

de 24.3 (3.6) años de edad, 178.9 (8) cm de estatura y 71.4 (8.4) kilogramos de peso.

Variables de osteometría

Comparación estadística de la extremidad Dominante respecto de la No dominante para cada una de las mismas, considerando significativa una $p = 0 < 0,001$. A continuación se muestran dichas medias, con su desviación estándar y su valor de P (los valores P significativos aparecen en sombreado).

Tabla II Grupo 2: Tenistas

	Long Radio		Long Cúbito		Long Húmero	
	Dominante	No Dominante	Dominante	No Dominante	Dominante	No Dominante
Media	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	

Tabla III Grupo 3: Control Simétrico

	Long Radio		Long Cúbito		Long Húmero	
	Dominante	No Dominante	Dominante	No Dominante	Dominante	No Dominante
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 densitometría regional de la extremidad superior

Comparación estadística de la extremidad Dominante respecto de la No dominante para las CMO y DMO de bra-

zos y antebrazos, considerando significativa una $p = 0 < 0,05$. A continuación se muestran dichas medias, con su desviación estándar y su valor de p (los valores p significativos aparecen en sombreado).

Tabla IV Grupo 1: Sedentarios

	DMO Brazo		CMO Brazo		DMO Antebrazo		CMO Antebrazo	
	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom
Media	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	

Tabla V Grupo 2: Tenistas

	DMO Brazo		CMO Brazo		DMO Antebrazo		CMO Antebrazo	
	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom
Media	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	

Tabla VI Grupo 3: Control Simétrico

	DMO Brazo		CMO Brazo		DMO Antebrazo		CMO Antebrazo	
	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom	Dominante	No Dom
Media	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 densitometría de otras áreas de interés y composición corporal

Cálculo de las DMO de otras áreas de interés en cada grupo de estudio. Comparación estadística entre los tres grupos, considerando diferencias significativas para una $p = \alpha < 0,05$. Los valores de p significativos aparecen sombreados.

DISCUSION

Se intentó en todo momento que la extremidad se colocara en posición anatómica, con el dorso de la mano tocando a la mesa de exploración. En algunos casos esto resultó complicado debido en ocasiones al tamaño del voluntario, pero en muchos casos a la dificultad que tienen algunos te-

Tabla VII 1 = Sedentarios. 2 = Tenistas. 3 = Control simétrico

	DMO Completo	DMO Brazos	DMO Tronco	DMO Costillas	DMO Pelvis	DMO Columna	CMO Completo	CMO Brazos	CMO Tronco	CMO Costillas	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

nistas a realizar una supinación completa de su antebrazo. Este hecho, no referido en la bibliografía consultada, es un problema que ha resultado francamente frecuente, obligando en bastantes casos a tener que realizar la densitometría regional del brazo con el individuo en una molesta posición de decúbito oblicuo.

Las medias por edad, altura y peso entre los tres grupos son superponibles. Por tanto en este sentido existe homogeneidad en la muestra.

Variables de osteometría

Encontramos diferencias significativas entre las longitudes de cúbito y radio dominante con respecto a cúbito y radio no dominante en tenistas de alto nivel, no encontrando diferencias entre las longitudes de húmero dominante y no dominante.

Variables densitométricas

Existen diferencias significativas entre la DMO y la CMO de brazo y antebrazo en tenistas y simétricos. En tenistas, las diferencias entre la extremidad activa respecto a la no activa oscila entre un 30-40% en favor de la primera, esta diferencia llama más la atención si la comparamos con voluntarios que no practican deportes asimétricos, en donde éstas no superan el 5% entre una extremidad y otra. Estos hallazgos se ven reforzados por los resultados encontrados por Dalen y cols (1985), Huddleston y cols (1980), Kannus y cols (1995), Krahl y cols (1994), Montoye y cols (1980) y Calbet y cols (1998). En estos estudios, las diferencias entre la extremidad activa y no activa oscilan siempre entre un 20% a favor de la primera, debido probablemente a que en nuestro estudio la muestra de tenistas corresponde a un grupo de alto rendimiento considerado élite internacional. Observamos que estas diferencias son mayores en el contenido mineral óseo (CMO) que en la densidad mineral ósea (DMO). Para Kannus y cols. (1995) -que encontraron también diferencias- ello se debe, a que el hueso del brazo dominante crece también en tamaño y ello repercute en la variable de CMO.

A nivel de extremidades superiores, podremos decir que donde se marca la diferencia estadística en la extremidad superior, es en el brazo dominante, más que en su antebrazo tanto en la CMO como en la DMO. Desde un punto de

vista mecánico, ello se debería a que el brazo del tenista se asemeja a una palanca, que se modela con mayor densidad, y que va perdiendo estas cualidades a medida que nos alejamos de su punto de apoyo.

Comparación entre grupos

En cuanto a las variables densitométricas, sorprenden inicialmente valores de densidades superiores en el esqueleto axial (tronco, pelvis y columna) tanto en contenido mineral óseo (CMO) como en densidad mineral ósea (DMO) en grupo de tenistas respecto del grupo de individuos activos simétricos, en donde la práctica habitual de éstos es la carrera libre o de velocidad. Probablemente las horas de ejercicio físico del grupo de tenistas profesional es muy superior a las horas acumuladas por el grupo simétrico y esto podría incidir a este nivel. Estos hallazgos no contradicen, sino que se ven reforzadas por los resultados encontrados por Calbet y cols (1998).

Nuestros resultados parecen indicar que el ejercicio físico modifica de manera más acusada la extremidad superior (brazo y antebrazo) que al esqueleto axial. Ésto estaría relacionado con la carga genética mayor que tiene el esqueleto axial respecto al periférico, tal como se apuntan los trabajos realizados por Nordstrom y cols (1998).

CONCLUSIONES

- 1) Se demuestran diferencias significativas entre el brazo dominante y el no dominante en el grupo de tenistas profesional. Esta diferencia llama más la atención si la comparamos con voluntarios que no practican deportes asimétricos. La potencia de la significancia es mucho mayor en los datos densitométricos que en los osteométricos. Y dentro de los densitométricos, más en el contenido mineral óseo (CMO) que en la densidad mineral ósea (DMO) tal como observan otros autores.
- 2) De acuerdo con las variables obtenidas, la extremidad superior del tenista se modela aumentando la densidad ósea proximal (húmero) y las longitudes distales (radio y cúbito).
- 3) Dichas diferencias también se observan respecto a grupos de deportistas practicantes de actividades simétricas y de sedentarios.

Bibliografía

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 HAP, 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-

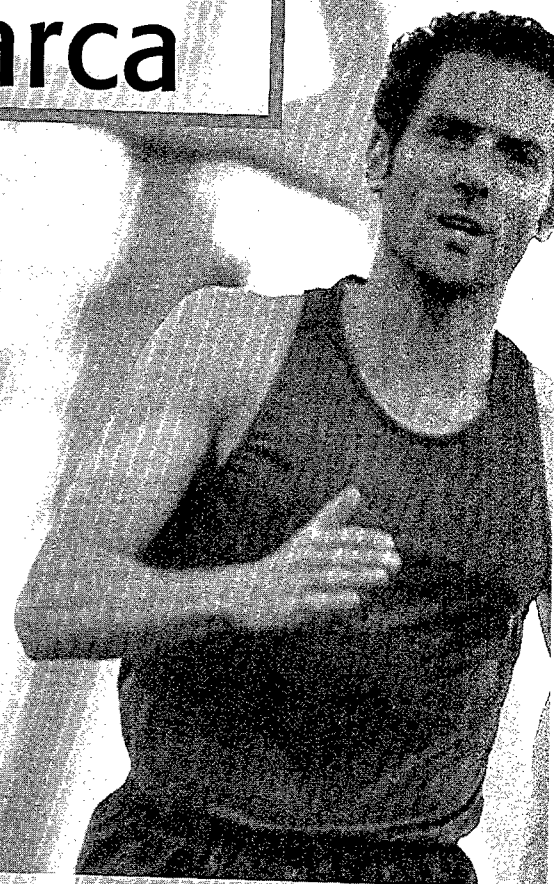
- sociated with osteoporosis in Barcelona, Spain. *Calcified Tissue Int* 1989;44:382-383
26. DUPPE H, GARDESELL P, JOHNNELL O, ORNSTEIN E. Bone mineral density in female junior, senior and former football players. *Osteopor Int* 1996;6:437-441
 27. EICKHOFF J, MOLCZYK L, GALLAGHER JC, DEJONG S. Influence 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. FLOGDREN 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, SANKELO 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, KVIKST 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 JR, 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. *Osteopos 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, BARTSCH 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

Tu mayor ventaja tu mejor marca



Jalea Real, taurina, Inositol y Concentrado de germen de maíz rico en policosanoles y vit. C

VITALITY sport

masterfarm

VITALORAL
15 sobres líquido

Vitality Sport es la ayuda ergogénica con Inositol y Octacosanol, útil en situaciones de máxima demanda energética. Conjuntamente con la Taurina, la Jalea Real y la Vitamina C, es el suplemento nutricional de elección para conseguir el máximo rendimiento en esfuerzos físicos prolongados.

Una dosis aporta: 1g de Taurina, 500 mg de Inositol, 300 mg de Jalea Real fresca y 7,5 mg de Policosanoles, además de 60 mg de Vitamina C.

Dosis recomendada: 1 sobre al día

Vitality Sport 15 sobres líquido

masterfarm

