

Francesc Solanellas,
INEFC, FCT.
Marta Tuda,
INEFC.
Ferran A. Rodríguez,
INEFC.

VALORACIÓN CINEANTROPOMÉTRICA DE TENISTAS DE DIFERENTES CATEGORÍAS

Resumen

En el presente artículo se expone el estudio realizado con 550 tenistas de las diferentes categorías de edad y sexo. La valoración cineantropométrica forma parte de una investigación multidisciplinar donde también se efectuó una valoración de los antecedentes deportivos, de la condición física y una valoración ergoespirométrica y atencional.

En el marco de la valoración cineantropométrica se tuvieron en cuenta las dimensiones corporales de los tenistas (altura, peso, envergadura y altura sentada) y la comparación de estas con un grupo de élite del circuito internacional. Asimismo, fueron valoradas la composición corporal, el somatotipo y la proporcionalidad.

Los resultados presentados en este artículo permiten comparar los diferentes valores entre sexos y para las diferentes categorías de edad (alevín, infantil, cadete, júnior y sénior). Cabe decir que solo se hace referencia a aquellas variables que se han considerado más importantes y que en cualquiera de ellas se han elaborado tablas de percentiles para situar cada uno de los jugadores estudiados con la muestra de tenistas de su categoría de edad y sexo.

Palabras clave: cineantropometría, categorías, dimensiones corporales, composición corporal, somatotipo y proporcionalidad.

Introducción

La cineantropometría es la aplicación de la medida del estudio de la forma, dimensiones, composición y proporcionalidad del individuo para un mejor conocimiento del crecimiento, rendimiento y nutrición del deportista (Ross y col., 1980).

Las características antropométricas son parte del conjunto de variables biológicas relacionadas con el rendimiento deportivo. La cineantropometría nos aporta una clara información de la estructura del deportista en un determinado momento y cuantifica las modificaciones causadas por el entrenamiento.

Los estudios realizados desde las Olimpiadas de 1928 mostraron la correlación del físico del individuo, la modalidad deportiva que practica y el papel de la constitución física como factor de aptitud deportiva, existiendo un claro prototipo físico exigido para un óptimo rendimiento a un alto nivel deportivo.

Las normas categorizadas por edad, sexo y otras características de identificación permiten determinar la adecuación de la estructura física del individuo a su deporte. Cuando la distribución para un determinado ítem es relativamente normal, pueden utilizarse diferentes puntuaciones estándar para su baremación. Debido a la asimetría esencial del grueso de los pliegos cutáneos y en algunos valores en pruebas de condición física, a menudo se prefiere la clasificación por percentiles. Teniendo presente que no se pueden cambiar las proporciones corporales, el conocimiento de la estructura corporal del individuo nos será útil, ya que haciendo uso de esta información el entrenador puede variar la técnica y desarrollar un sistema energético más eficiente o incidir en la velocidad de los golpes (Bloomfield, 1979). Las principales áreas de estudio de la cineantropometría son: dimensiones corporales, composición corporal, somatotipo y proporcionalidad.

Objetivos

Los objetivos de este estudio fueron: Definir el perfil morfológico de la muestra de tenistas considerando:

- Desarrollo pondoestatural.
- Parámetros antropométricos.

	Alevín ♂	Alevín ♀	Infantil ♂	Infantil ♀	Cadete ♂	Cadete ♀	Júnior ♂	Júnior ♀	Sénior ♂	Sénior ♀
n	66	80	80	64	55	65	52	54	15	20

Tabla 1. Número de sujetos por categorías

- Composición corporal.
- Distribución de la grasa.
- Somatotipo.
- Proporcionalidad de las diferentes medidas antropométricas.

Comparar el peso y la talla de los jugadores sénior de nuestro estudio con los de la muestra de tenistas del circuito internacional.

Metodología

Sujetos

En la valoración cineantropométrica participaron los sujetos que se especifican en la tabla 1.

Variables e instrumentos de medida

Los apartados y las variables estudiadas fueron:

Dimensiones corporales

Las dimensiones corporales analizadas son:

- Altura.
- Peso.
- Envergadura.
- Altura sentada.

Asimismo, se realizó la comparación de las dimensiones corporales del grupo sénior-profesional de este estudio con otros grupos profesionales de nivel internacional: grupo de la ATP y WTA.

Composición corporal

En este apartado se analiza el fraccionamiento del peso corporal de los jugadores en cuatro componentes: óseo, muscular, grasa y residual.

El método utilizado es el descrito por Drinkwater y Ross (1980). La denominada "táctica de Drinkwater" está basada en que los valores z del "Phantom" para cada fracción varían como la masa fraccional de "Phantom".

Para determinar el valor de cada componente se utilizan los valores z obtenidos en el estudio de la proporcionalidad. Esta metodología asume que el peso grasa varía con los pliegues cutáneos, el muscular con los perímetros corregidos, el óseo con el diámetro y perímetro de los huesos, y el residual con el tamaño del tórax.

Las medidas antropométricas que intervienen en el cálculo de cada componente son las siguientes:

- Peso de masa grasa: pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna).
- Peso de la masa ósea: diámetros (bicondilos del fémur y del húmero) y perímetros (tobillo y muñeca).
- Peso de la masa muscular: perímetros corregidos (brazo, pierna, pecho y muslo).
- Peso residual: diámetros (biacromial, transverso del tórax, biilio-crestal y anteroposterior del tórax).

Los valores obtenidos los podemos expresar en porcentajes del peso total (% peso grasa, % peso óseo, % peso muscular y % peso residual).

A pesar de que el uso de fórmulas de las cuales se valen los pliegues cutáneos para determinar el *porcentaje de grasa* es motivo de discusión, nos hemos decidido por la que se presenta a continuación por ser ampliamente utilizada y existir numerosas referencias de ésta en la bibliografía (Carter, 1982 b).

Las dos fórmulas utilizadas son las de Yuhasz (1974) y Faulkner (1968).

Somatotipo

El somatotipo es la descripción cuantificada de la configuración morfológica del individuo en el momento de ser estudiado. Los métodos existentes para la determinación del somatotipo se basan en el concepto de Sheldon de clasificación en tres componentes teniendo presente el origen embrionario de los tejidos. En este estudio se ha seguido el método de Heath y Carter (1975). El somatotipo queda definido por estos tres componentes:

Endomórfico o primer componente (I): obesidad relativa.

Mesomórfico o segundo componente (II): robustez músculo-esquelética relativa.

Ectomórfico o tercer componente (III): linealidad relativa.

Cada uno de estos componentes es identificado siempre con la misma secuencia endomórfico-mesomórfico-ectomórfico.

En el análisis bidimensional, el somatotipo se orienta en un eje de coordena-

	Alevín ♂	Alevín ♀	Infantil ♂	Infantil ♀	Cadete ♂	Cadete ♀	Júnior ♂	Júnior ♀	Sénior ♂	Sénior ♀
n	66	80	80	64	55	65	52	54	15	20
x	153.7	153.1	165.4	162.3	177.4	162.8	179.1	164.7	179.0	166
s	6.9	8.0	8.9	7.7	7.0	6.5	5.7	6.8	5.2	6.4
min.	141.1	138.9	143.5	145.5	164.5	148.5	171.0	151.1	170.5	156.3
máx.	169.6	170.0	187.0	180.5	197.0	178.8	196.5	181.0	187.0	181.0

Tabla 2. Tabla descriptiva de la altura.

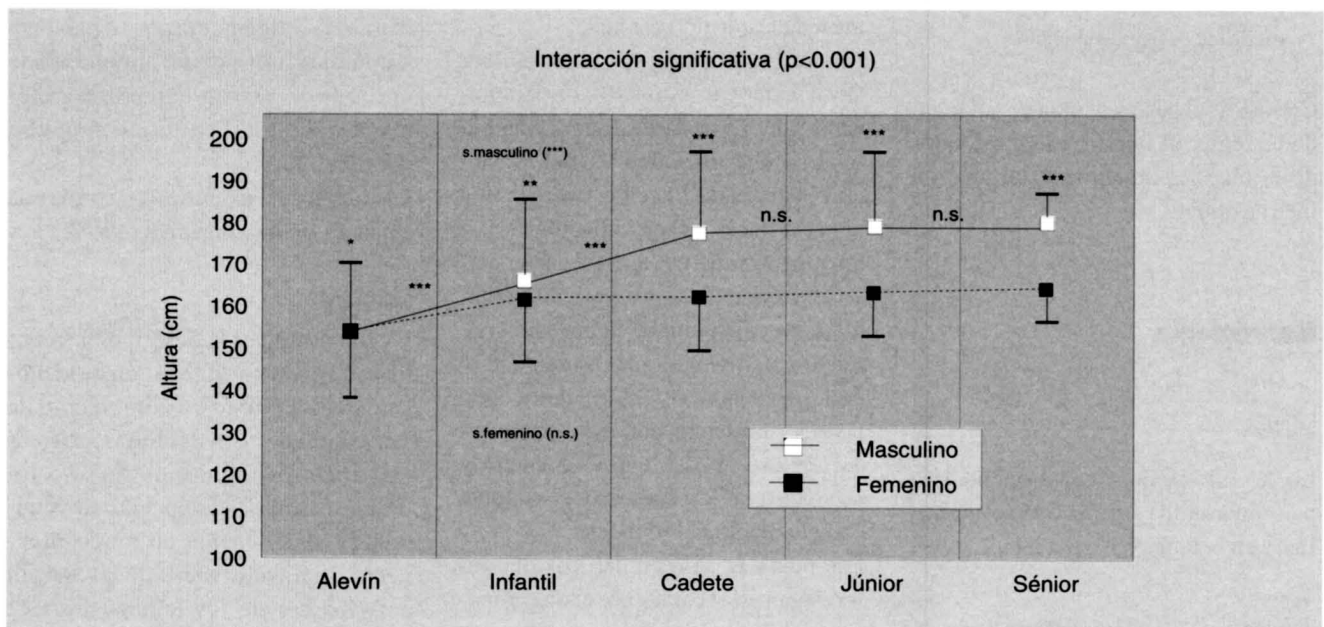


Figura 1. Altura por categorías de edad y sexo

nadas X e Y. Esta opción requiere una conversión previa de los tres componentes en unidades X e Y, donde la proporción de X e Y es 3:1, según las siguientes fórmulas

$$X = III - I$$

$$Y = 2II - (III + I)$$

El punto resultante de estas dos coordenadas se denomina somatopunto y se representa en la somatocarta.

Proporcionalidad

Con la finalidad de evitar clasificaciones subjetivas con las de largo,

corto, ancho, estrecho, se buscó un modelo que permitiera objetivar y simplificar el estudio de las proporciones del cuerpo humano.

El modelo de estudio para la proporcionalidad seguido en este trabajo es el estratagema del Phantom, diseñada por Ross y Wilson (1974) y revisada por Ross y Ward (1982) y por Ross y Marfell-Jones (1983). El Phantom o modelo humano es una figura unisexuada, simétrica y bilateral dotada de todas las medidas antropométricas con su media y desviación típica.

Resultados

Dimensiones corporales

Altura

El gráfico de la altura de los tenistas por categorías de edad y sexo (figura 1, tabla 2) es muy similar al de la variable peso. Las diferencias entre sexos son muy significativas en las categorías cadete, júnior y sénior. Son significativas y probablemente significativas en las categorías infantil y alevín. En el sexo masculino, las diferencias son muy significativas al comparar alevines e in-

Grupos Séniors		Sexo masculino (n=45)	Sexo femenino (n=45)	p ³
Grupo 1 ATP (1983) (n=30) ¹	x	182.26	172.06	<0.0001
	s	5.41	7.86	
Grupo 2 ATP (1992) (n=30) ²	x	185.80	172.40	<0.0001
	s	5.40	5.9	
Grupo 3 Estudio (1992) (n=30)	x	178.84	166.15	<0.0001
	s	5.30	6.81	
p ³		P<0.01	P>0.05	
¹ Schönborn(1986)		² Guía WTA (1991), ATP(1992)	³ Análisis multivariante	

Tabla 3. Comparación de la altura entre grupos profesionales

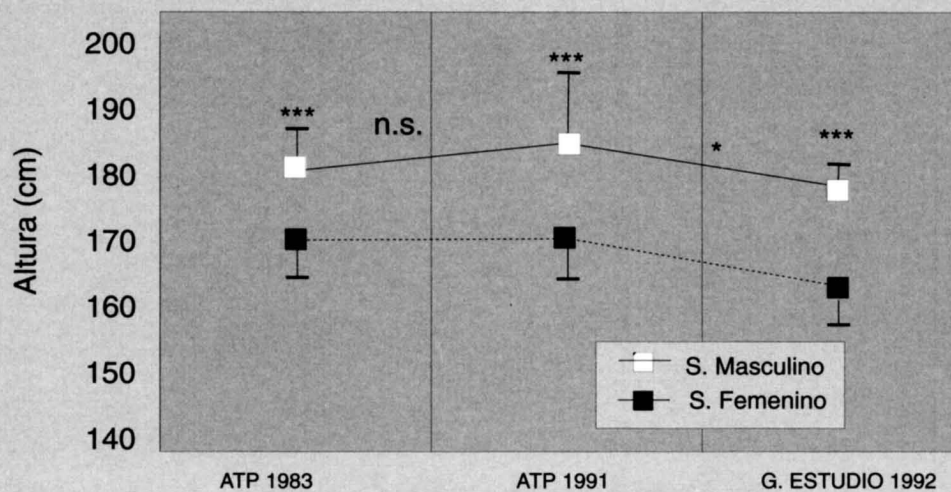


Figura 2. Comparación de la altura entre los jugadores profesionales

fantiles con los superiores. La altura en el sexo femenino no nos indica diferencias significativas para las diferentes categorías de edad.

En la comparación de la altura entre los grupos profesionales (tabla 3, figura 2), se observa que las diferencias son muy significativas entre sexos ($P<0.0001$). En la comparación dentro de cada sexo se aprecia que no hay diferencias significativas entre los grupos femeninos (a pesar de que la diferencia del gr.

español con las otras es de 6 cm) mientras que en el sexo masculino sí que son significativas ($P<0.01$). La altura de los 15 mejores jugadores de la ATP el año 1992 era de 185.80 cm, que es significativamente superior ($P<0.05$) a la de los 15 mejores jugadores españoles (178.84 cm) y a los 15 mejores jugadores de la ATP de 1983 (182.26 cm). La evolución dentro del circuito profesional ha sido de 3.5 cm en los chicos y 0.36 cm en las chicas.

Composición corporal

Porcentaje de grasa estimado (Yuhasz)

El porcentaje de grasa (tabla 4, figura 3), calculado por la fórmula de Yuhasz, presenta una interacción no significativa que nos permite analizar de forma global las diferencias entre sexos y entre categorías. Las tenistas presentan valores superiores en todas las categorías a los tenistas ($P<0.0001$). Las diferencias entre ca-

	Alevín ♂	Alevín ♀	Infantil ♂	Infantil ♀	Cadete ♂	Cadete ♀	Júnior ♂	Júnior ♀	Sénior ♂	Sénior ♀
n	66	80	80	64	55	65	52	54	15	20
x	9.43	15.07	8.46	17.33	8.68	18.85	8.60	19.91	6.75	17.85
s	3.34	3.66	1.73	4.28	1.95	4.01	1.6	3.40	0.87	4.70
min.	5.59	9.37	5.86	10.07	6.26	11.26	6.24	13.52	5.91	10.52
máx.	26.55	27.05	14.84	29.12	15.89	27.42	12.78	26.18	8.22	25.87

Tabla 4. Tabla descriptiva del porcentaje de grasa estimado (Yuhasz)

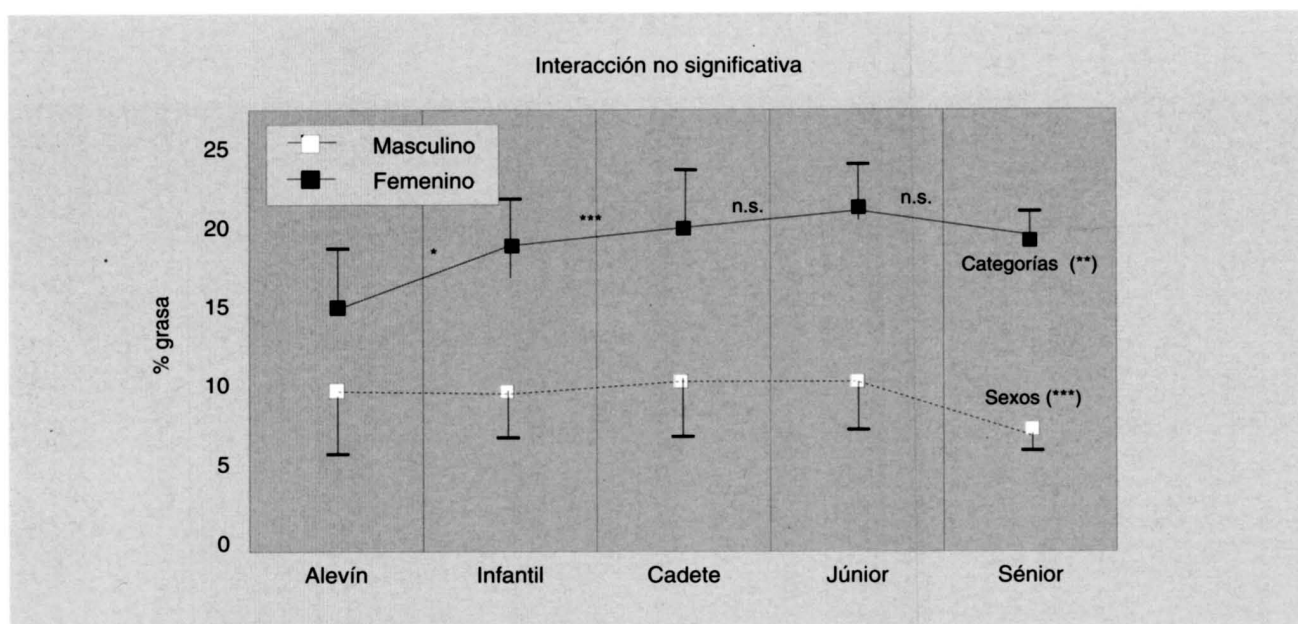


Figura 3. Porcentaje de grasa estimado (Yuhasz) por categorías de edad y sexo

tegorías son significativas, hallándose el punto de inflexión una vez más en las categorías inferiores (alevín, infantil) con las superiores.

Sumatorio pliegues cutáneos

La variable sumatorio de 6 pliegues cutáneos para las diferentes categorías del sexo masculino (tabla 5, figura 4) se comporta de forma parecida a la del sexo femenino, no siendo la interacción significativa. Las tenistas obtienen valores superiores a los de los tenistas ($P < 0.0001$), mientras que por categorías, una vez más, es en la

comparación entre categorías inferiores (alevín, infantil), con las superiores donde las diferencias son significativas ($P < 0.01$).

Perfil de pliegues cutáneos

El perfil de pliegues cutáneos compuesto por el pliegue tricipital, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo anterior y gemelo presenta el gráfico de la figura 5. En la comparación entre sexos, las diferencias son muy significativas entre todos los pliegues que definen este perfil, sien-

do quizás todavía más acusadas en los pliegues abdominal, muslo anterior y gemelo.

En el análisis y la comparación entre sexos para cada una de las categorías, se observa que estas mismas diferencias a las que hacíamos referencia para la población de tenistas en general se repiten desde la categoría infantil a la sénior. Por contra, en la categoría alevín en el pliegue tricipital el grado de significación es inferior ($P < 0.05$), también lo es en el pliegue subescapular ($P < 0.01$) y es no significativo en el pliegue suprailíaco.

	Alevín ♂	Alevín ♀	Infantil ♂	Infantil ♀	Cadete ♂	Cadete ♀	Júnior ♂	Júnior ♀	Sénior ♂	Sénior ♀
n	66	80	80	64	55	65	52	54	15	20
x	65.16	74.26	55.91	88.84	58.00	98.67	57.21	105.52	39.63	92.18
s	31.76	23.65	16.44	27.65	18.57	25.88	15.24	21.93	8.28	30.35
máx.	28.60	37.40	31.20	41.90	35.00	49.60	34.80	64.20	31.60	44.80
min.	178.0	151.60	116.60	165.00	126.60	154.0	97.00	146.00	53.6	144.00

Tabla 5. Tabla descriptiva del sumatorio de pliegues

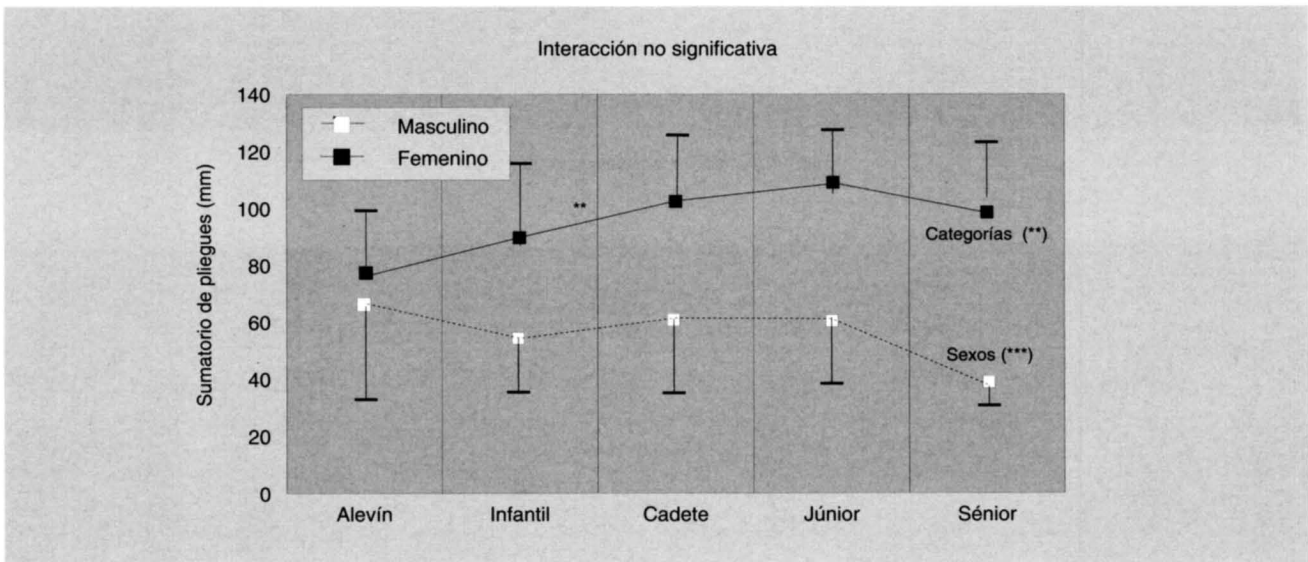


Figura 4. Sumatorio de pliegues cutáneos por categorías de edad y sexo

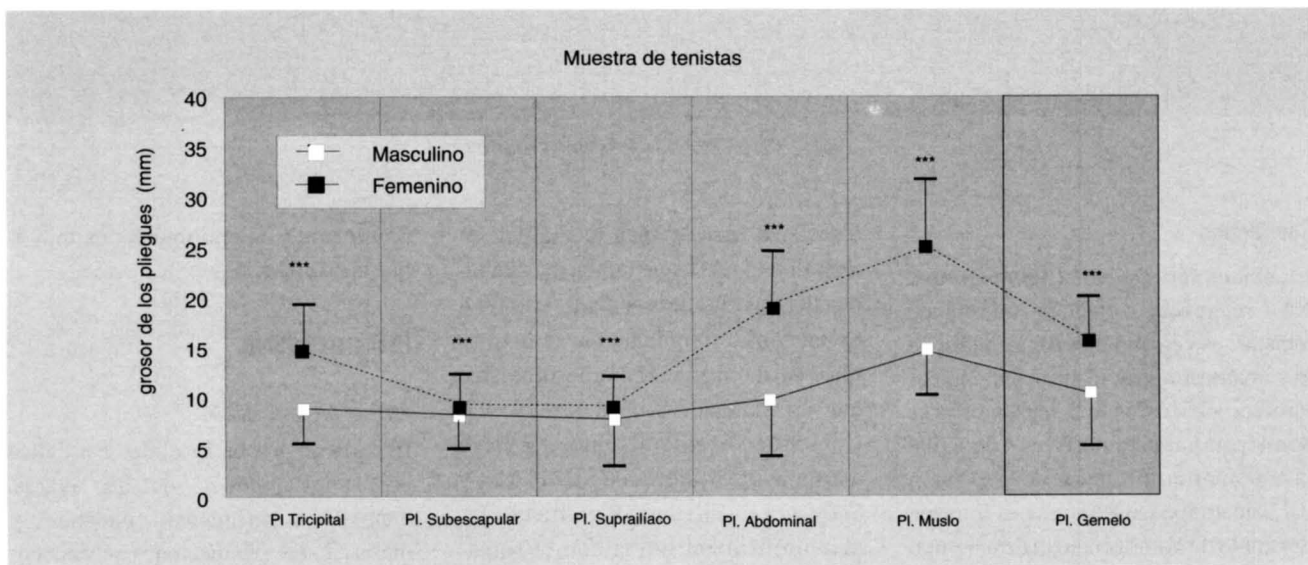


Figura 5. Perfil de pliegues cutáneos para la totalidad de la muestra

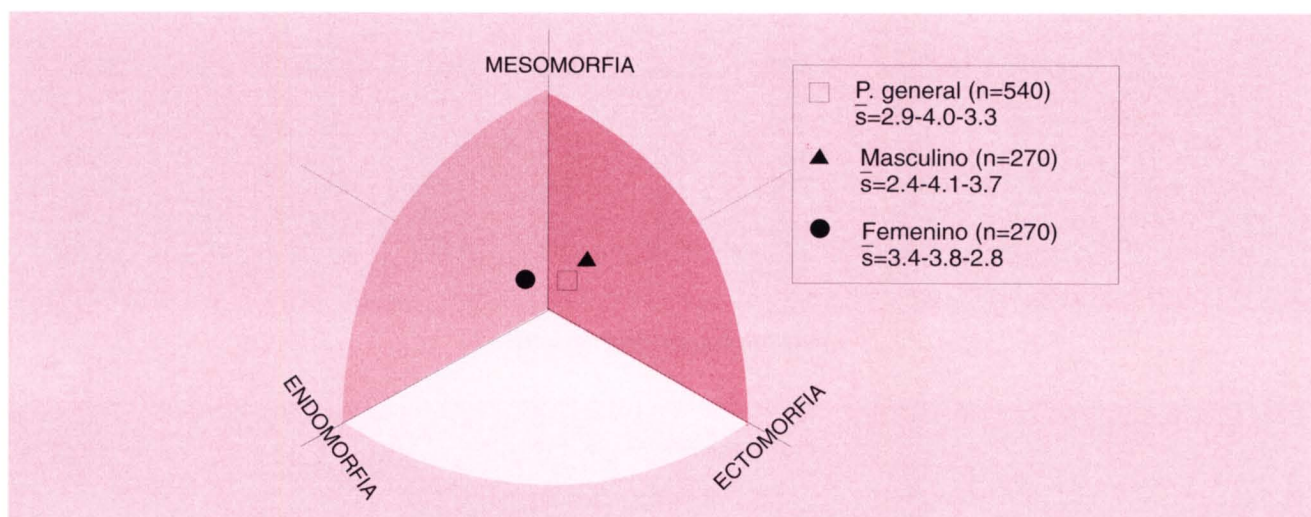


Figura 6. Somatotipo de la muestra general de tenistas

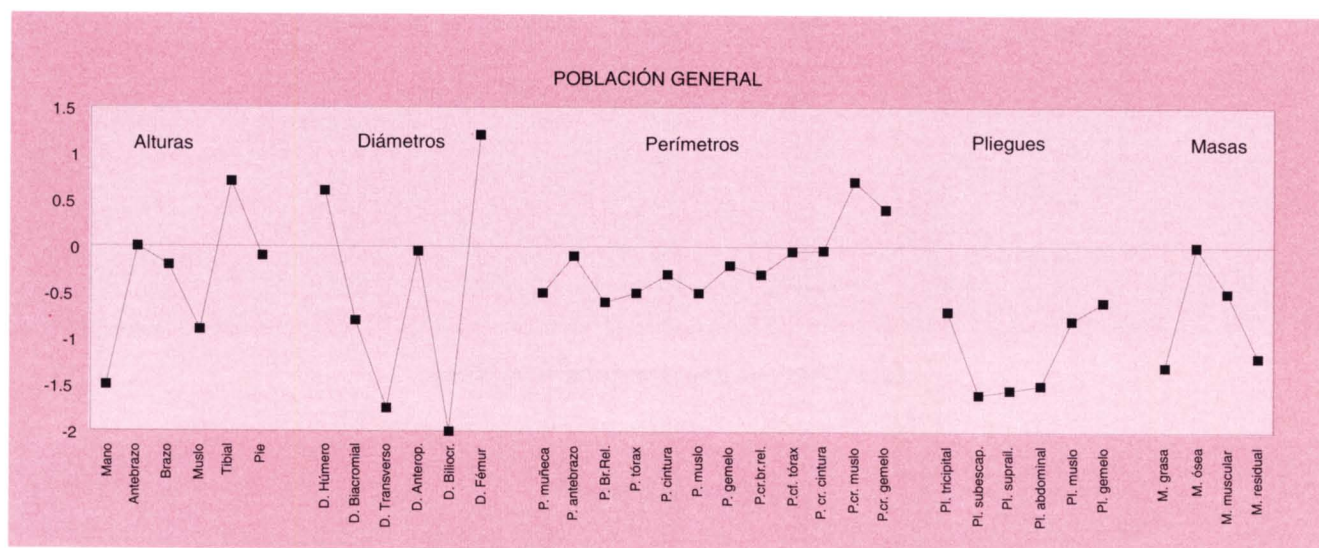


Figura 7. Perfil de proporcionalidad para toda la muestra

Somatotipo

El *somatotipo general* (figura 6), que hace referencia a toda la muestra de tenistas, es cercano a la zona central de la somatocarta y se identifica como ectomesomórfico donde la mesomorfia es dominante y la ectomorfia es mayor que la endomorfia. El índice de dispersión del somatotipo (SDM) que nos informa del grado de homogeneidad de un grupo es de 3.28, lo que supone unas diferencias significativas (≥ 2). Por otro lado, la

dispersión morfogénica media del somatotipo (SAM), que también es un indicador de la homogeneidad, es de 1.44. Si hacemos referencia al sexo masculino, éste también es ectomesomórfico con un $SDM=2.92$ y un $SAM=1.27$. Contrasta con el femenino, que llega a los mayores valores de $SDM=3.64$ y $SAM=1.60$. El somatotipo medio femenino también limita con el somatotipo central pero siendo endomesomórfico donde la mesomorfia es

dominante y la endomorfia es mayor que la ectomorfia.

Proporcionalidad

Perfil de proporcionalidad

El perfil de proporcionalidad nos indica las puntuaciones z de las alturas, diámetros, perímetros, pliegues y masas. Estas puntuaciones se encuentran estandarizadas respecto al modelo de Phantom que se encuentra repre-

	Alevín ♂	Alevín ♀	Infantil ♂	Infantil ♀	Cadete ♂	Cadete ♀	Júnior ♂	Júnior ♀	Sénior ♂	Sénior ♀
n	66	80	80	64	55	65	52	54	15	20
x	0.34	0.03	0.70	0.55	0.79	0.57	1.08	0.62	1.67	0.90
s	0.71	0.66	0.89	0.82	1.32	0.92	0.95	0.94	0.92	0.66
min.	-1.50	-2.00	-2.30	-2.00	-3.50	-2.00	-1.70	-1.50	0.50	-0.50
máx.	1.80	1.30	2.50	2.50	2.70	2.50	2.90	2.50	3.00	2.00

Tabla 6. Tabla descriptiva de la diferencia del perímetro de brazos relajados

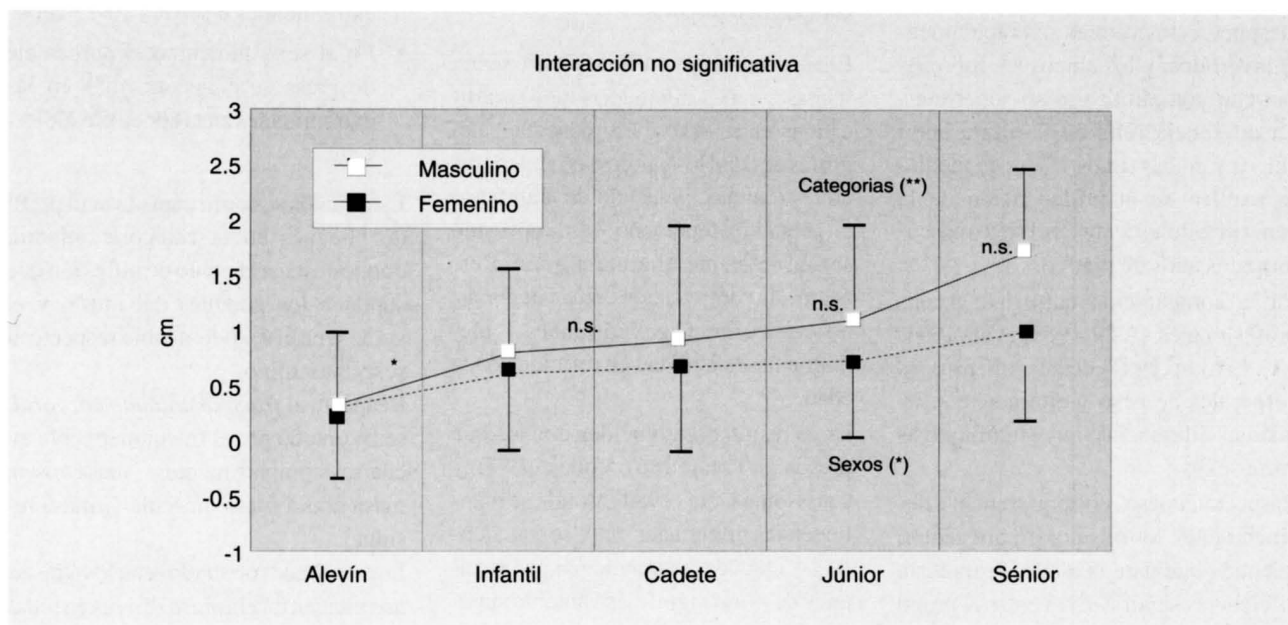


Figura 8. Diferencia perímetro brazos relajados por categorías de edad y sexo

sentado por el eje horizontal situado en el valor cero. Resulta, pues, importante comparar los valores obtenidos en las diferentes categorías y en qué medida se aparta del eje horizontal anteriormente explicado.

Sin embargo, también hay que comparar las diferentes categorías con la categoría superior, es decir, la sénior, que podría ser utilizada como referencia respecto a las demás (ver figura 7).

Diferencia perímetro brazos (relajados)

La diferencia de los perímetros de ambos brazos (relajados, en extensión) (tabla 6, figura 8) nos muestra que, a

pesar de que los valores son superiores en las categorías de más edad y en las categorías masculinas, sus resultados estadísticamente no indican grandes contrastes. Entre categorías, el único punto de inflexión se encuentra al comparar los alevines con las categorías superiores. Entre sexos, las diferencias son significativas ($P < 0.05$).

Se nos indica, pues, una tendencia a una mayor diferencia en las categorías de más edad, pero que no queda reflejada con un punto de inflexión que indique diferencias significativas de una categoría con las inmediatamente inferiores.

Discusión

Dimensiones corporales

En los tenistas, tanto en el peso como en la altura, se aprecia un punto de inflexión en la comparación de la categoría alevín e infantil con las superiores. En las categorías cadete, júnior y sénior no se dan grandes variaciones, característica común para las demás variables. En el mismo sexo femenino no se observan diferencias significativas entre categorías. En la comparación entre sexos, es en las categorías inferiores (alevín, infantil)

donde las diferencias son menores, ya que en las categorías superiores las diferencias entre sexos son muy significativas.

Estos resultados concuerdan con las curvas de velocidad del peso y la altura presentadas por Malina y Bouchard (1991), donde se aprecia que las chicas inician su aceleración de crecimiento dos años antes que los chicos y la finalizan alrededor de los 16 años.

Después, estos valores son rápidamente invertidos, y los chicos les sobrepasan con una altura y peso superiores. La diferencia final en la altura entre chicos y chicas (unos 13 cm de media) se explica en la prolongación de la etapa preadolescente en el sexo masculino (dos años de media).

En la comparación entre los grupos profesionales (ATP 1983, ATP 1991, y G. Estudio 1991) de las dimensiones corporales de peso y altura se confirman las diferencias muy significativas entre sexos.

Respecto al peso, no se presentan diferencias entre los mismos grupos sénior, mientras que para la altura se aprecian diferencias significativas entre el grupo profesional internacional del año 1991 y el grupo profesional nacional del mismo año. La media de la altura de los 15 mejores jugadores del circuito nacional del año 1991 (185.80 cm) es estadísticamente superior a la media de los 15 mejores jugadores nacionales (178.84 cm). Estas diferencias que no se presentan en los grupos de chicas, son bastante indicativas de un factor que es determinante en el tenis actual. Al compararlo con los resultados de la bibliografía (Schönborn, 1984), se observa que la altura de los jugadores nacionales coincide con los mejores del circuito profesional internacional del año 1970. Esto nos podría llevar a plantear una hipótesis sobre la dificultad de los jugadores españoles para obtener grandes resultados en las pistas rápidas

donde el servicio y por lo tanto la altura son decisivos. Evidentemente, junto con esta afirmación no se puede olvidar ni el tipo de superficie (tierra batida) en la que acostumbran a formarse y a entrenar los jugadores españoles, ni el tipo de enseñanza utilizado, más enfocado al rendimiento en las superficies de tierra batida.

Composición corporal

El *porcentaje de grasa estimado*, según Yuhasz, indica diferencias muy significativas entre sexos. En todas las categorías de edad los valores son superiores en las féminas, poniendo de manifiesto el conocido fenómeno de dimorfismo sexual referente a la masa grasa. Respecto a la comparación entre categorías, no existen grandes variaciones y predomina la estabilidad en relación con la edad.

Estos resultados coinciden con los que presentan Prat (1986), Vodak (1980) y Carlsson y Cera (1984), donde se mantienen las diferencias entre sexos, siendo las chicas las que llegan a porcentajes de grasa significativamente superiores a los de los chicos.

El *perfil de pliegues* sigue la misma tendencia, siendo las diferencias muy significativas entre sexos y para todos los pliegues a partir de la categoría infantil, pero de forma más acentuada en los valores del pliegue abdominal, muslo y gemelo. Estos resultados concuerdan totalmente con los expresados por Malina y Bouchard (1991), donde mencionan que las diferencias sexuales son más acentuadas en los pliegues de las extremidades que en los del tronco.

Durante la infancia, la relación pliegues tronco/pliegues extremidades es bastante estable. El grueso de la grasa subcutánea en las extremidades es aproximadamente la mitad de la grasa en el tronco.

Esta relación empieza a aumentar después de los 8-9 años en las chicas y 9-10 años en los chicos. Sigue incrementando con la edad, hasta la adolescencia masculina, pero cambia ligeramente después de los 12-13 años en las chicas. Este aumento refleja dos tendencias:

- En el sexo masculino se acumula más grasa en el tronco que en las extremidades entre los 10-13 años.
- En el sexo femenino el porcentaje de grasa se concentra más en las extremidades en la época preadolescente.

Estos datos se confirman al ver el perfil de pliegues en la categoría infantil, donde destaca el punto de inflexión que suponen los pliegues del muslo y el gemelo en el sexo femenino respecto al sexo masculino.

Respecto al *fraccionamiento corporal*, se ha optado por el fraccionamiento en cuatro compartimentos: masa ósea, masa grasa, masa muscular y masa residual.

Los resultados obtenidos con los tenistas nos indican que la *masa ósea* es en todas las categorías superior en el sexo masculino, donde se repiten dos puntos de inflexión fruto de la comparación de las categorías inferiores con las superiores. Por contra, los valores inferiores en el sexo femenino diseñan un perfil sin demasiadas alteraciones. Estas diferencias entre sexos confirman que la mayor diferencia entre sexos en masa ósea se produce en la segunda década de la vida, cuando se desarrolla la maduración esquelética.

Como ya es sabido, con la edad aumenta la contribución proteica (o masa ósea). Es estable en la infancia y aumenta más o menos linealmente con la edad. Así, con el crecimiento y la maduración la contribución relativa de sólidos (proteínas y minerales) aumenta mientras que el agua disminuye.

De acuerdo con lo planteado por Malina y Bouchard (1991), la masa ósea aumenta del 5.4% alrededor de los 10 años de edad, al 6.6% entre los 17-20 años. El incremento, pues, desde el inicio de la adolescencia hasta su final es de un 22% respecto al valor inicial de los 10 años. En las chicas es menor: se pasa de un 5.2% al 6.1% entre principio y final de la adolescencia, lo que supone un incremento total del 16%.

Somatotipo

Respecto al *somatotipo*, se hace necesario diferenciar el componente endomórfico, el mesomórfico y el ectomórfico.

En el componente endomórfico se presentan valores estadísticamente muy superiores en todas las categorías femeninas en comparación a las respectivas categorías masculinas.

En el componente mesomórfico, los valores son superiores en las categorías masculinas.

En el componente ectomórfico las diferencias no son significativas en la categoría alevín pero son muy significativas a partir de la categoría cadete en favor del sexo masculino.

El somatotipo de la población general de tenistas es ectomesomórfico a pesar de que este se encuentra muy cercano a la zona central. El somatotipo masculino también es ectomesomórfico mientras que el femenino es endomesomórfico.

El somatotipo en las categorías inferiores es muy parecido ya que el alevín masculino y el femenino corresponden al ectomesomórfico, siendo las diferencias pequeñas. A partir de la categoría infantil las diferencias son mayores. Este hecho queda reafirmado sabiendo que el somatotipo infantil masculino es mesomorfo ectomórfico mientras que el infantil femenino es mesomorfo equilibrado.

El somatotipo en las categorías inferiores es muy parecido ya que el alevín masculino y el femenino corresponden al ectomesomórfico, siendo las diferencias pequeñas. A partir de la categoría infantil las diferencias son mayores. Este hecho queda reafirmado sabiendo que el somatotipo infantil masculino es mesomorfo ectomórfico mientras que el infantil femenino es mesomorfo equilibrado.

A partir de la categoría cadete la relación entre uno y otro sexo se mantiene constante en lo que respecta a la tipología, ya que en todas ellas el masculino es ectomesomórfico mientras que en el femenino es endomesomórfico.

En cambio, las diferencias entre sexos siguen la misma tendencia ya iniciada en la categoría infantil, es decir, que las diferencias son significativas a pesar de que el valor de SDD es cada vez mayor. De un valor de 4.30 en cadete, se llega a 4.32 en júnior y 4.81 en sénior.

En líneas generales se puede decir que en las categorías inferiores los somatotipos son bastante parecidos. Tan pronto nos situemos en las categorías superiores las diferencias son cada vez más significativas; mientras los tenistas tienden hacia la ectomorfia, las tenistas lo hacen hacia la endomorfia.

En la infancia el somatotipo es muy similar entre sexos. Los chicos predominantemente son mesomórficos y ectomórficos, mientras que en las chicas la predominancia es endomórfica.

Respecto a la comparación de la homogeneidad entre sexos, se aprecia que mientras en la categoría alevín las diferencias no son significativas, en la categoría infantil las diferencias son muy significativas. Estas diferencias también son significativas para la categoría cadete y júnior mientras que en la sénior no lo son.

En la valoración global de estos resultados, se interpreta que es en las categorías femeninas donde hay una mayor homogeneidad, siendo en la categoría infantil donde estas diferencias son más acentuadas, lo cual parece lógico ya que coincide con la etapa donde se inicia y se hace más patente el dimorfismo sexual.

Para Malina y Bouchard (1991), los primeros cambios aparecían entre los 3-4 y los 8 años. Los cambios reflejan probablemente la redistribución de la grasa subcutánea, el desarrollo del tejido muscular y la longitud de las piernas relativa a la altura de estas edades. A pesar de que los cambios en el somatotipo se dan en el crecimiento, generalmente no son dramáticos y la estructura física del adulto se puede reconocer en los niños.

Estos mismos autores señalan que a los 2-5 años de edad el 25% de los chicos llegan a 4 de endomorfia y más del 50% de las chicas lo sobrepasan. En la mesomorfia, más de la mitad de los chicos llegan a sobrepasar el 4 mientras que sólo un 16% de las chicas llegan a este punto. En general hay más chicas endomórficas y más chicos mesomórficos, lo cual supone un aspecto genético que queda igualmente reflejado en los resultados de nuestro trabajo.

Los chicos se distribuyen más por toda la somatocarta que las chicas, las cuales acostumbran a situarse más en la zona central y en los sectores endomórficos.

Los cambios en el somatotipo indican un aumento en la mesomorfia y un descenso en la ectomorfia entre el final de la adolescencia y la edad adulta. Por otro lado, la endomorfia resulta ser más variable. Con el crecimiento y la maduración, las chicas ganan en endomorfia y pierden en ectomorfia, mientras que no existe una clara tendencia a la mesomorfia.

Parece claro que algunos chicos cambian en una dirección mientras que otros lo hacen en la opuesta. Las relaciones entre el somatotipo de la infancia y el somatotipo adulto son moderadas en ambos sexos ($r=0.4-0.6$). Se espera, pues, una inestabilidad en mesomorfia en la adolescencia masculina que viene causada por el crecimiento de la masa muscular.

Proporcionalidad

El perfil de proporcionalidad de los tenistas estudiados no hace más que corroborar muchos de los resultados hasta ahora presentados ya que incluye alturas, diámetros, perímetros, pliegues y masas. El dimorfismo sexual se hace evidente a partir de la categoría infantil-cadete. Prueba de ello son las inapreciables diferencias entre los pliegues en la categoría alevín y los valores alejados a partir de los infantiles. En el mismo momento, pero en sentido contrario, se podrían valorar los resultados obtenidos con los diámetros a los que hace referencia este perfil.

Conclusiones

Las conclusiones de la valoración cinantropométrica son:

- La altura parece ser una variable determinante para el tenis de élite profesional (la media del circuito internacional masculino es de 184 cm mientras que la del circuito femenino es de 178 cm). El tenis de competición exige una considerable altura, pero en cambio no se correlaciona con el nivel de rendimiento deportivo porque casi todos los jugadores y/o jugadoras se encuentran en estas dimensiones (grupos homogéneos respecto a la altura).
- Los jugadores españoles de élite tienen una altura inferior a los jugadores

de élite del circuito profesional tanto en la categoría masculina (178.8) como en la femenina (166.1). Los resultados de los/las jugadores/as españoles concuerdan con la élite internacional de los años setenta.

- La detección de talentos en jugadores masculinos se debería realizar en la categoría cadete, mientras que en las tenistas debería situarse en la categoría infantil. Es en estas edades cuando tanto en el sexo masculino como en el femenino ya se han dado las principales variaciones respecto a la estructura del individuo: altura, peso, composición corporal y somatotipo.
- El nivel de adiposidad, tanto expresado como porcentaje de grasa estimado como expresado como sumatorio de pliegues cutáneos, presenta diferencias muy significativas entre sexos.
- Las diferencias entre los perfiles de pliegues cutáneos se hacen ya evidentes cuando se realiza la comparación entre sexos en la categoría infantil. De hecho, ya en la categoría alevín las diferencias son muy significativas en el pliegue del muslo y el del gemelo.
- El somatotipo de la totalidad de la muestra de tenistas, cercano a la zona central, se identifica como ectomesomórfico ($S=2.9-4.0-3.3$). El componente endomórfico presenta valores estadísticamente muy superiores en todas las categorías femeninas en comparación a las masculinas. Por contra, es en los jugadores donde el componente mesomórfico y ectomórfico es superior, siendo las diferencias en este último significativas a partir de la categoría cadete.
- Respecto al estudio de proporcionalidad, las comparaciones realizadas entre las extremidades superiores

dominantes y no dominantes muestran las diferencias entre los perímetros de los brazos, antebrazos y muñeca. Estas diferencias, muy significativas entre sexos, son progresivamente más grandes al acercarnos a las categorías superiores a pesar de no presentar unos claros puntos de inflexión.

- A pesar de que la estructura corporal es un factor condicionante en el tenis de competición, cuando se analiza de forma aislada del resto de factores no explica el rendimiento deportivo, tal como lo indican las bajas correlaciones obtenidas respecto al ránking.

Bibliografía

- ANAMEDE (1991). *Tenis*, Anales Anamede. Pamplona: Archivos de Medicina del Deporte.
- BLOOMFIELD, J., BLANKSBY, B.A., BEARD, D.F., ACKLAND, T.R., ELLIOT, B. (1984). Biological characteristics of young swimmers, tennis players and non-competitors. *British Journal of Sports Medicine*, 18, (2), junio 97-103.
- CARTER, J. E. L. (1975). *The Heath-Carter somatotype method*. San Diego: San Diego State University.
- CARTER, J. E. L. (1982a). Physical structure of Olympic athletes. Part 1. The Montreal Olympic Games Anthropological Project, J.E.L. Carter (ed.) *Medicine and Sport* San Diego: Karger-Basel, 16, 16.
- CARTER, J. E. L. (1982b). Body composition of Montreal Olympic athletes. A J. E. L. Carter (ed) *Physical Structure of Olympic Athletes. Part 1*, Montreal Olympic Games Anthropological Project, Karger, pp. 107-116.
- CARTER, J.E.L., ROSS, W.D., AUBRY, S.P., HEBBLELNCK, M., BORMS, J. (1982c). Anthropometry of Olympic athletes. In J.E.L. Carter (ed) *Physical structure of Olympic Athletes, Part 1*, Montreal Olympic Games Anthropological Project, Karger, Basel. pp 25-52.
- CARTER, J.E.L., ROSS, W.D., DUQUET, W., AUBRY, S.P. (1982d). Advances in somatotype methodology and analyses. *Yearbook Phys. Anthropol.* 26, 193.
- CARTER, J.E.L. (1984). *Physical Structure of Olympic Athletes, Part 2*, Kinanthropometry of Olympic Athletes, San Diego. Karger.
- DRINKWATER, D.T., ROSS, W.D. (1980). The anthropometric fractionation of body mass. A M.Ostyn, G.Bremen y J.Simons (eds), *Kinanthropometry II*, pp. 177-189. Baltimore, University Park Press.
- DRINKWATER, D.T. (1984). *An anatomically derived method for the anthropometric estimation of human body composition*. Simon Fraser University. Canada, Ph. D. Thesis.
- DRINKWATER, D.T., ROSS, W.D. (1980). The anthropometric fractionation of body mass. A M.Ostyn,

- G. Beunen & J. Simmons (eds) *Kinanthropometry II*, pp. 177-189. Baltimore, University Park Press.
- ELLIOT, B.C., ACKLAND, T.C., BLANKSBY, B.A., HOOD, K.P., BLOOMFIELD, J. (1989). Profiling junior tennis players, part 1: Morphological, physiological and psychological normative data. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, septiembre, 14-21.
- GALIANO (1989). Análisis cineantropométrico en especialidades olímpicas. *Apunts de Medicina de l'Esport*, 26, 105-109.
- HEATH, B.H., CARTER, J.E.L. (1980). *A modified somatotype method*. *Am. J. Phys. Anthropol.* 27: 57-74 (1967).
- HEBBELINK, M., BLOMMAERT, M., BORMS, J., DUQUET, W., VAJDA, A., VANDERMEER, J. (1980). A multidisciplinary longitudinal growth study. Introduction to the project en OSTIN, M., BEUNEN y SIMONS, J. (Eds): *Kinanthropometry I* (International Series on Sports Sciences, Baltimore). University Park Press, pp. 317-325.
- MALINA, R. y BOUCHARD, C. (1991). *Growth Maturation, and Physical Activity*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- MARTIN, A.D., ROSS, W.D., DRINKWATER, D.T., CLARYS, J.P. (1985). Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. *Int. J. Obesity*, 9 (suppl. 1), 31-39.
- MARTIN, A.D., DRINKWATER, D.T., CLARYS, J.P. y ROSS, W.D. (1986). The inconstancy of the fat free-mass: a reappraisal with implication for densitometry. *Athlete* (pp 75-115). Ottawa Canadian Ass. of Sport Science.
- ROSS, W.D., WILSON, N.C. (1974). A stratagem for proportional growth assessment. *Acta Paediat. Belgica, Suppl.*, 28: 169-182.
- ROSS, W.D., DRINKWATER, D.T., BAILEY, D.A., MARSHALL, G.R., LEAHY, R.M. (1980). Kinanthropometry: traditions and new perspectives; in Ostyn; Beunen, Simons, *Kinanthropometry II* (pp 3-27). Baltimore: University Park Press.
- ROSS, W.D., LEAHY, R.M.; DRINKWATER, D.T., SWENSON, P.L. (1981). Proportionality and body composition in male and female Olympic Athletes: a kinanthropometric overview. In: Borms, J.; Hebbelink, M.; Venerando, A (Eds). *The female athlete. A socio-psychological and Kinanthropometric approach*. Med. And Sport Series, Vol. 15, pp. 74-84. Basilea, Karger.
- ROSS, W.D., WARD, R. (1982). Human Proportionality and sexual dimorphisms. In: Hall, R.I. (Ed.). *Sexual dimorphism in Homo Sapiens: a question of size* (pp. 317-361). Nueva York: Praeger.
- ROSS, W.D., WARD, R. (1982). Proportionality of Montreal Olympic athletes. In J.E.L. CARTER (ed) *Physical structure of Olympic Athletes*, Pt I, Montreal Olympic Games Anthropological Project (pp 81-106). Karger, Basel.
- ROSS, W.D., MARFELL-JONES, M.J. (1983). Kinanthropometry. En: MacDougall, J.D.; Wender, H.A.; GREEN, H.J. eds. *Physiological testing of the Elite Athlete* (pp 75-115). Ottawa Canadian Ass. of Sport Science.
- ROSS, W.D., EIBEN, O.G., WARD, R., MARTIN, A.D., DRINKWATER, D.T., CLARYS, J.P. (1984). Alternatives for the conventional methods of body composition and physique assessment. In: Perspectives in *Kinanthropometry* (pp: 203-208). Day, J.A.P. (ed.), Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- ROSS, W.D. (1985a). Phantom stratagem for proportional growth assessment questions and answers. *Hum. Biol. Budap.*, 16, 153.
- ROSS, W.D. (1985b). The design of a parallax-correcting anthropometer for replication in non-specialized machine shops. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 66, 93.
- ROSS, W.D., MARTIN, A.D., WARD, R. (1987). Body composition and aging: theoretical and methodological implications. *Coll. Anterop.*, 11, 15-44.
- ROSS, W.D., DE ROSE, E.H., WARD, R. (1988). Anthropometry applied to sport medicine. En: A. Drix, H.G. Knuttgen, K.Tittel (eds). *The Olympic Book of Sports Medicine* (pp. 233-265). Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- TANNER, J.M. (1964). *The physique of the Olympic athlete* (pp. 69-71). London: George, Allen, Unwin.
- YUHASZ, M.S. (1974). *Physical fitness manual*. London: University of Wester Ontario, Canada.