PubliCE, (PubliCE) 1993

Monograph

Capacidad y Potencia Anaeróbica según Sexo, Edad y Grupos Musculares

Pablo Millikonsky[1]

[1]*Biosystem. Servicio Educativo.*

Palabras Clave: performance anaeróbica, potencia relativa, resistencia muscular

INTRODUCCIÓN

En numerosos trabajos y diferentes publicaciones hemos podido observar las distintas formas en que se pueden clasificar los deportes. En la actualidad hay más de cincuenta ciencias que le brindan soporte científico al deporte y cada una de ellas establece consideraciones particulares sobre su clasificación, a saber: Fisiología del ejercicio, Biomecánica, Cineantropometría. Psicología, Pedagogía, Sociología, etc. En publicaciones anteriores se hace una descripción más detallada sobre algunas de las más importantes formas de clasificación.

En más de una oportunidad hemos observado el particular modo de acción en aquellos deportes donde prevalece el componente anaeróbico; así también en aquellas actividades físicas donde predomina el sistema de energía, se perciben importantes cambios desde el punto de vista psicológico, biológico o biomecánico, en los momentos del esfuerzo donde comienza a predominar el aporte de energía lactácida. Un ejemplo valedero podría ser en aquellos corredores de 800mts que comienzan a perder eficiencia en su técnica de carrera por fatiga, ante dificultades de metabolización de niveles de lactacidemia que aparecen por aumento de la velocidad.

La ciencia en los últimos cincuenta años se ha ocupado de dilucidar los mecanismos fisiológicos de liberación de energía anaeróbica, ya que ellos juegan un papel fundamental en garantizar las más espectaculares performances deportivas. Esta evolución progresiva de los conocimientos fue provocada por múltiples trabajos de investigación pioneros en esta área; algunos de estos trabajos (2, 3, 4) dieron origen a diferentes tests de evaluación de la capacidad y potencia anaeróbica, información que está en permanente revisión.

El objetivo del presente artículo es revisar la mayor cantidad de información que pueda ser aprovechable para fisiólogos, investigadores, entrenadores, etc., tratando de unificar diferentes criterios acerca del comportamiento anaeróbico del ser humano según deporte, sexo, edad y grupo muscular.

CAPACIDAD VERSUS POTENCIA ANAERÓBICA

Es importante determinar la preponderancia de los diferentes sistemas energéticos durante una actividad física, para establecer una distinción entre la capacidad y potencia del sistema anaeróbico. La carga total de energía aprovechable para el desenvolvimiento de trabajo del sistema, se refiere a la capacidad energética del mismo. La máxima carga de

energía que puede liberarse por unidad de tiempo se refiere a la potencia energética de ese sistema. De esta manera existen dentro de las posibilidades del ser humano cuatro deferentes eventos metabólicos asociados con la performance anaeróbica:

- Capacidad Anaeróbica Aláctica: Es el gasto energético total en un esfuerzo máximo que dura hasta 4-6 seg (se expresa en moles de ATP).
- Potencia Anaeróbica Aláctica: Es el máximo nivel energético alcanzado (pico máximo) en un esfuerzo de Intensidad masiva que dura 4-6 seg (se expresa en moles de ATP/seg.).
- Capacidad Anaeróbica Láctica: Es el gasto energético total de un esfuerzo máximo durante 30-40 seg (se expresa en moles de ATP).
- Potencia Anaeróbica Láctica: Es el máximo nivel energético alcanzado (pico máximo) en un esfuerzo de Intensidad masiva durante 30-40 seg (se expresa en moles de ATP/min.).

PERFORMANCE ANAERÓBICA EN HOMBRES SEGÚN DEPORTE - MÚSCULOS DEL TREN INFERIOR

En aquellos deportes en donde no se presenta la dificultad de trasladar el peso corporal, el remo es quien presenta los valores más altos de capacidad anaeróbica máxima, en tanto que en las carreras de resistencia se obtiene la menor cifra (Figura 1-A).

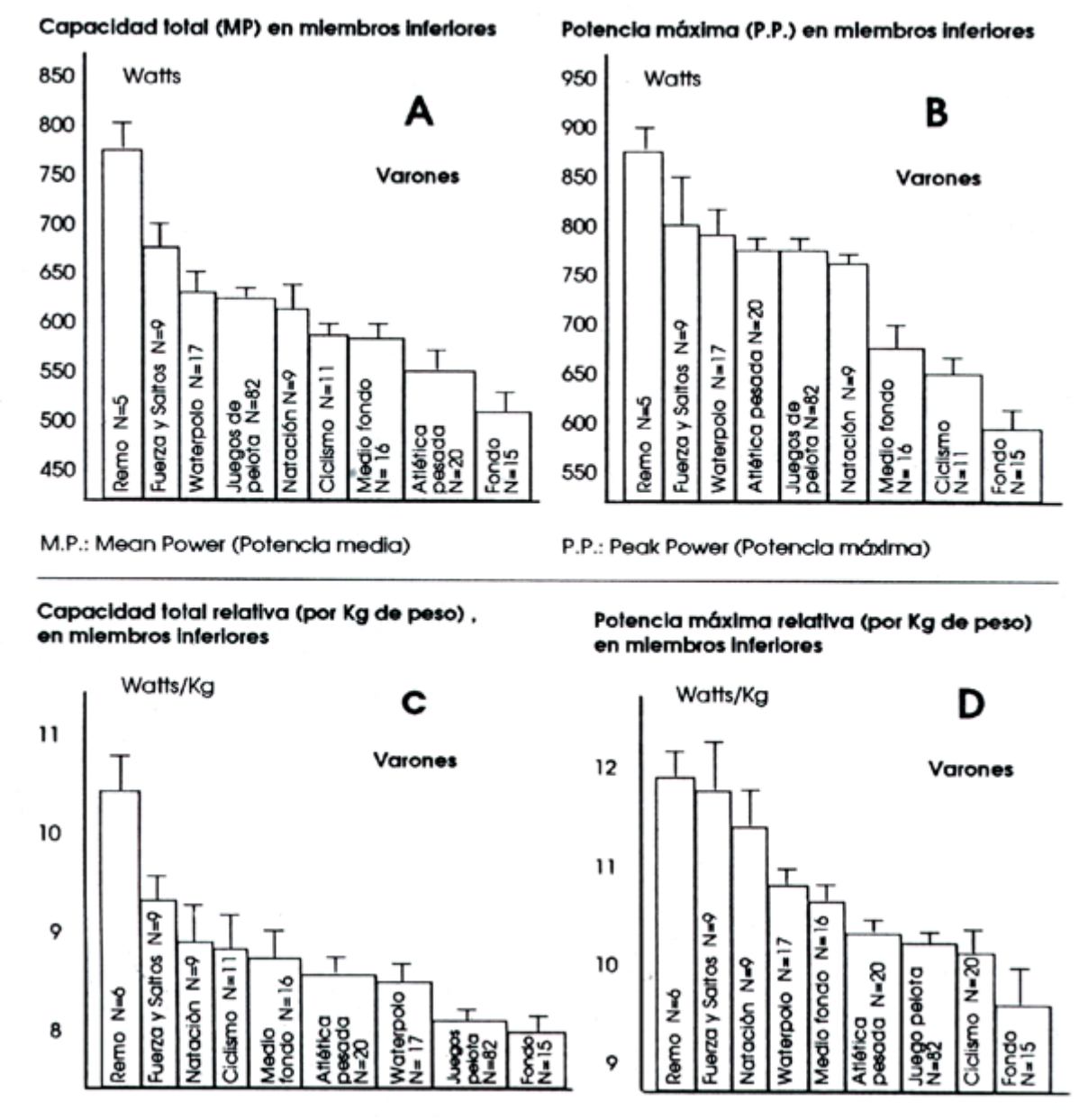

Figura 1. *Performance anaeróbica en varones (miembros inferiores) según especialidad deportiva (Inbar, O)*

Después del remo, en orden decreciente, se encuentran aquellas actividades deportivas que involucran principalmente la fuerza y la velocidad (potencia), ejemplo: saltos, lanzamientos; en tanto, en deportes como judo, box y lucha libre (suelen citarse en diferentes bibliografías como atlética pesada) los valores se acercan al de los corredores de fondo.

En cuanto a la potencia anaeróbica máxima (Figura 1-B) se obtiene una distribución parecida, en lo que respecta a remo y carreras de fondo.

Los valores en deportes de equipo (entiéndase básquet, handbol, fútbol, y voley) se mantienen para ambos valores en la parte media de la escala; particularmente cambian de posición los valores de atlética pesada ya que son deportes de gran liberación anaeróbica en periodos cortos de tiempo (con alto pico máximo en W). En aquellos deportes en donde existe dificultad para desplazar el cuerpo contra la ley de gravedad, entrando en juego el peso corporal (carreras, saltos, juegos de equipo, etc.) se mantiene aproximadamente el mismo cuadro de valores (Figura 1-C).

Esto implica que existe una relación más o menos estable entre la performance anaeróbica absoluta (Figura 1, A-B) y la relativa (Figura 1, C-D) en dichos deportes. Quizá el cambio más relevante de posición sea el de la natación, ya que la flotabilidad relativiza marcadamente el peso corporal.

En numerosas investigaciones (5, 6, 7, 8) se encuentra que la capacidad anaeróbica total está entre el 20-30% debajo del pico de potencia anaeróbica máxima. En judo, box y lucha libre la diferencia es del 40% y en remo y ciclismo los valores no son muy diferentes.

Estas investigaciones coinciden que los siguientes deportes, generan mayor participación de fibras rápidas: waterpolo, sprint, saltos, juegos con pelota. Por otro lado el ciclismo, remo, carreras (1500-5000 m) son actividades con mayor participación de fibras lentas.

Estos datos ofrecidos, son conclusiones extraídas de la comparación de dos test de evaluación para la medición de la potencia anaeróbica aláctica (Escalera de Margaria y Test Anaeróbico Wingate) en 116 atletas durante los Juegos Olímpicos disputados en Méjico 68' (5, 6, 7, 8).

PERFORMANCE ANAERÓBICA EN MUJERES SEGÚN DEPORTE - MÚSCULOS DEL TREN INFERIOR

Al analizar las posibilidades anaeróbicas de la mujer en distintas ramas del deporte (Figura 2), se observa que los valores absolutos más altos de capacidad anaeróbica total y potencia anaeróbica máxima se encuentran en los juegos con pelotas (básquet, voley. handbol) y los más bajos en gimnasia deportiva.

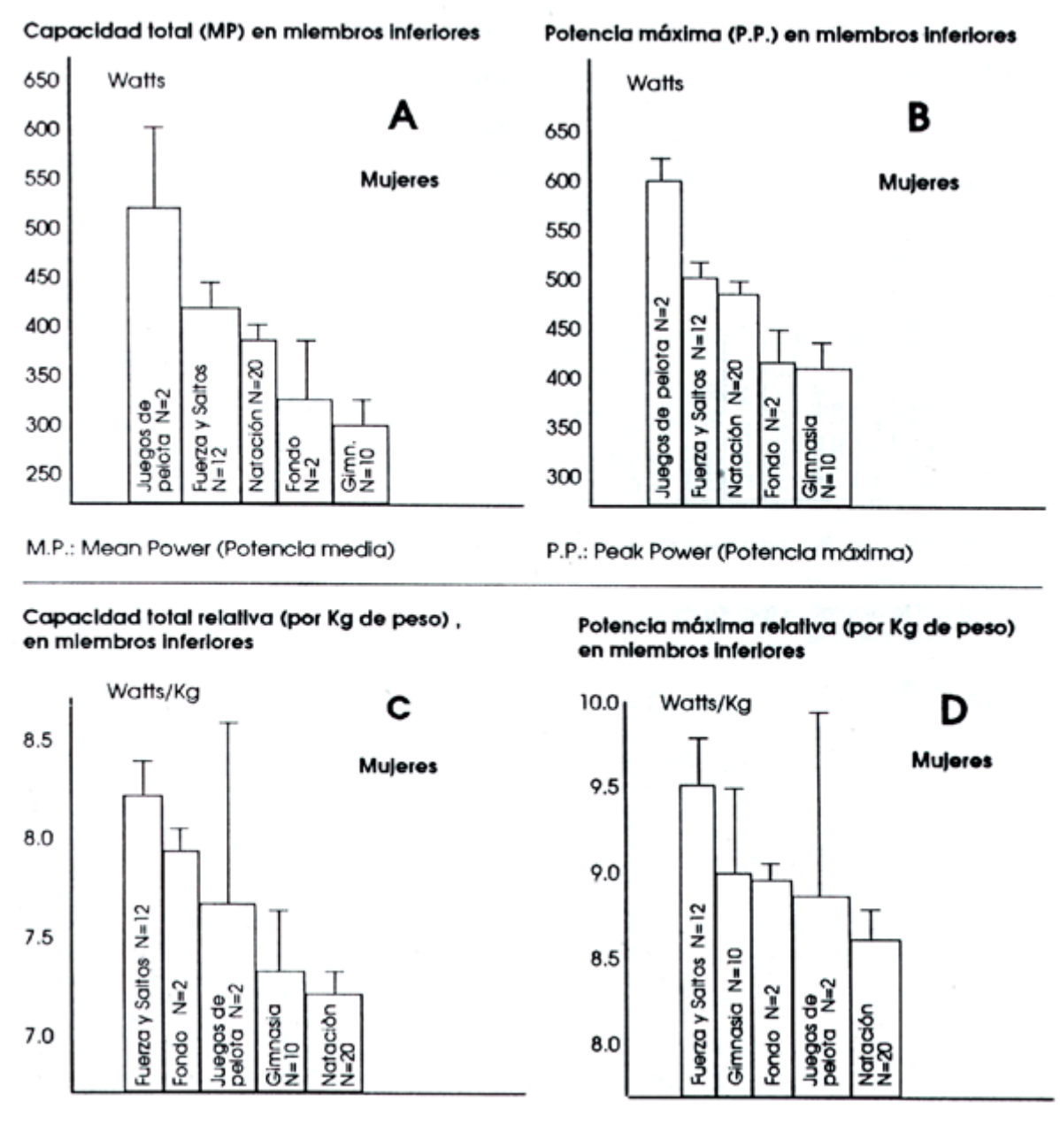

Figura 2. *Performance anaeróbica en mujeres (miembros inferiores) según especialidad deportiva (Inbar, O)*

En valores relativos, en cambio, los más altos corresponden a los saltos (largo y alto) y los más bajos a natación. La performance anaeróbica relativa (al peso corporal) de las gimnastas es alta en comparación a su capacidad absoluta (probablemente por su poco peso). De estos datos se desprenden los requerimientos de este deporte (más potencia relativa y menos resistencia muscular). La comparación de los valores de los deportes investigados para ambos sexos (Figuras 1, 2) dará una diferencia en valores absolutos del 50% en favor de los hombres ya sea en la capacidad anaeróbica total como en la potencia anaeróbica máxima. La diferencia entre sexos en el componente aeróbico (VO_2 máx.) es mucho menor, entre el 20-25%. Esto puede explicarse porque en performances anaeróbicas la influencia de las diferencias entre las masas musculares influyen decisivamente (9, 10, 12, 13).

En la comparación de los valores relativos entre mujeres y varones (Figuras 1-2) las diferencias son menores. En carreras de fondo se registra entre el 0,5 y 4%; en los deportes de equipo (juegos con pelota) entre el 5 y 12%, en actividades donde predomina el salto y la fuerza en conjunto la diferencia varia entre el 15 y 30%, siempre a favor de los hombres.

Si se calcula la capacidad solamente en función de la masa muscular sin considerar la incidencia de la masa grasa del

cuerpo, se reducirá la diferencia fisiológica entre los sexos al aplicar este tipo de cálculo (lo mismo sucede con las diferencias en VO_2 entre hombres y mujeres). Harris (14) expresó que la diferencia en fuerza absoluta entre sexos es del 30-40%, agudizándose la diferencia en los músculos del tren superior especialmente en brazos y espalda. También mostró que la fuerza muscular del tren inferior, relacionada con su masa muscular absoluta casi no marca diferencia entre los sexos, no así en las extremidades superiores (14).

PERFORMANCE ANAERÓBICA EN HOMBRES SEGÚN DEPORTE - MÚSCULOS DEL TREN SUPERIOR

Dada la selectividad de la posibilidad anaeróbica en los músculos del tren superior se compararon cuatro ramas: juegos de equipo, natación, atlética pesada (judo) y remo.

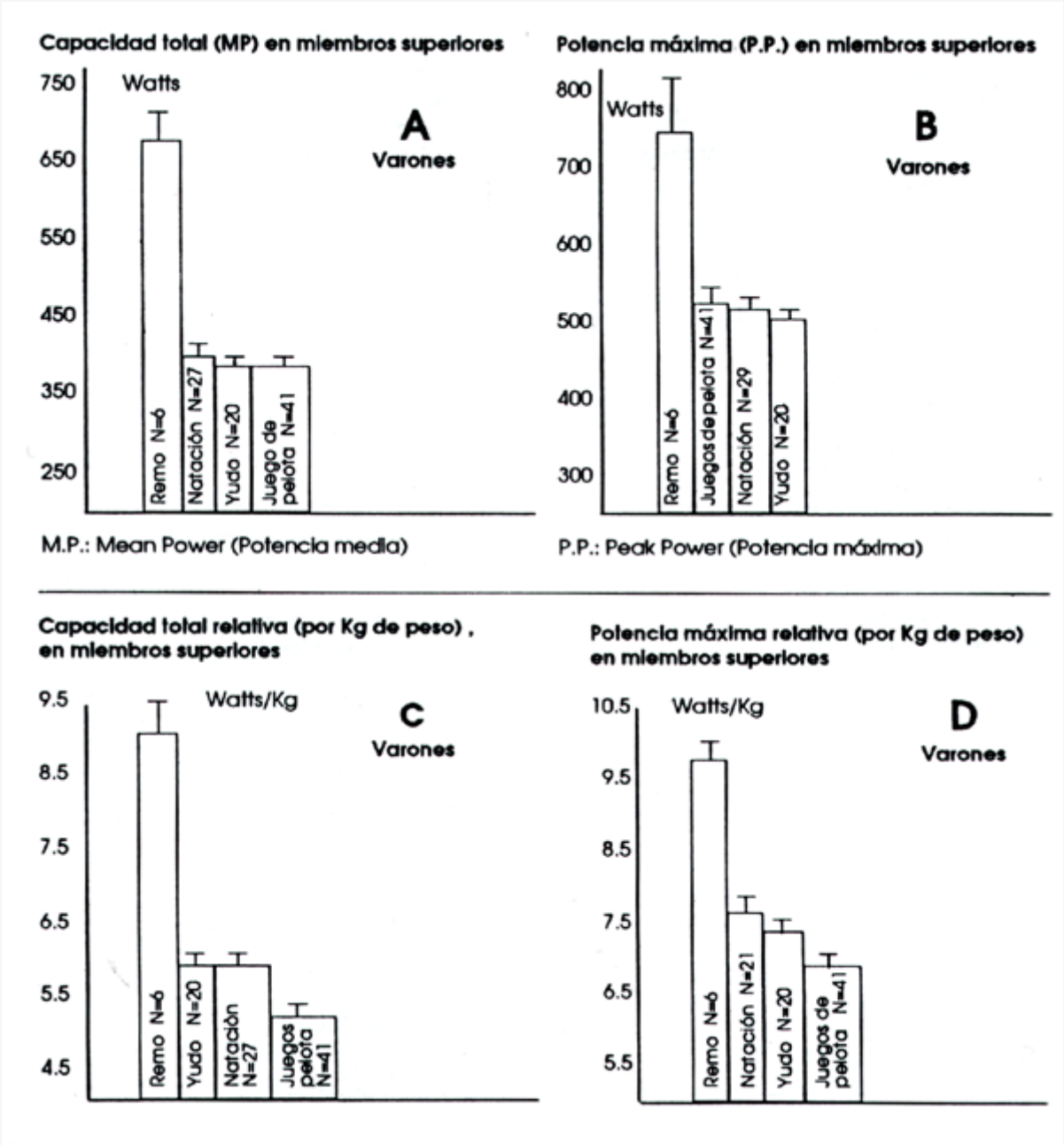

Figura 3. *Performance anaeróbica de varones (miembros superiores) según especialidad deportiva (Inbar, O)*

En los datos obtenidos se observa que en valores absolutos y relativos, tanto en capacidad anaeróbica y potencia anaeróbica máxima, el remo registra los valores más altos (Figura 3). La diferencia que se presenta entre los valores absolutos y relativos en deportes de equipo se puede explicar por el gran tamaño de sus jugadores. La resistencia muscular en los músculos del tren superior representa entre el 60 y 65% de la de los miembros inferiores en la mayoría de los deportes (esta proporción se mantiene en la capacidad aeróbica). En remo, sin embargo, la resistencia muscular relativa está más desarrollada y representa entre el 80 y 85% de la de miembros inferiores.

PERFORMANCE ANAERÓBICA EN MUJERES SEGÚN DEPORTE - MÚSCULOS DEL TREN SUPERIOR

Se estudiaron tres deportes: natación, gimnasia deportiva y handbol. Los valores más altos fueron para handbol y la diferencia con los valores alcanzados por los hombres es del 30% en valores absolutos y 25% en valores relativos, a favor de los hombres (Figura 4).

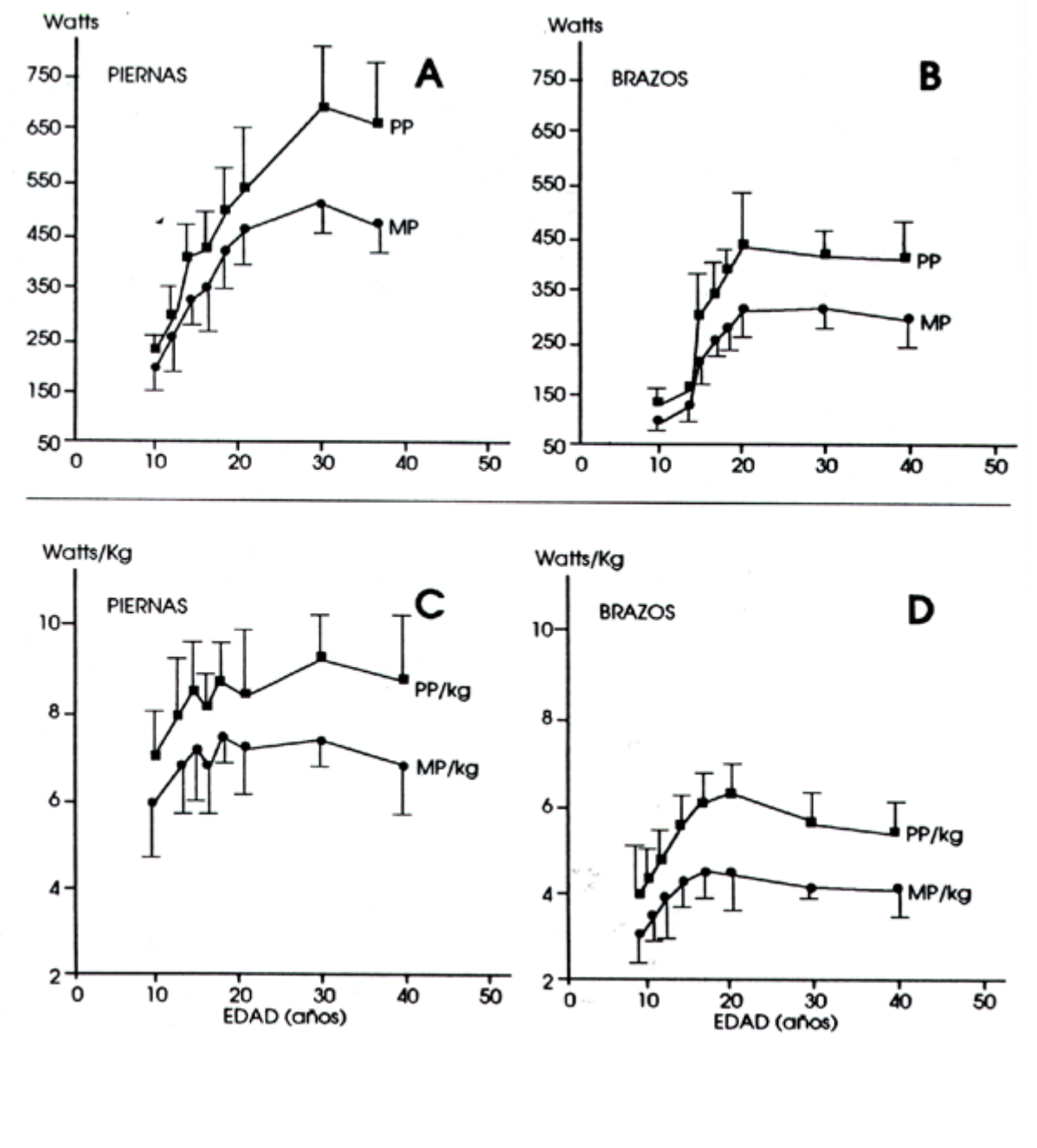

Figura 4. *Performance anaeróbica en mujeres (miembros superiores) según especialidad deportiva (Inbar, O)*

Los valores más bajos fueron para las gimnastas. Hay que aclarar que las jugadoras de handbol evaluadas contaban con 23 años y las otras deportistas con 16 años. Es importante destacar que los valores obtenidos en esta investigación no son absolutos ni establecen normas inamovibles, ya que el número de evaluados (n) no es muy significativo. Sin embargo, nos acercan el conocimiento y profundización del tema tratado.

PERFORMANCE ANAERÓBICA SEGÚN LA EDAD

a) Varones

Muchos trabajos publicados estudian la diferencia que existe entre ambos sexos sobre las diferentes funciones fisiológicas

y particularmente en el nivel de aptitud de la performance anaeróbica (1-12-13-15).

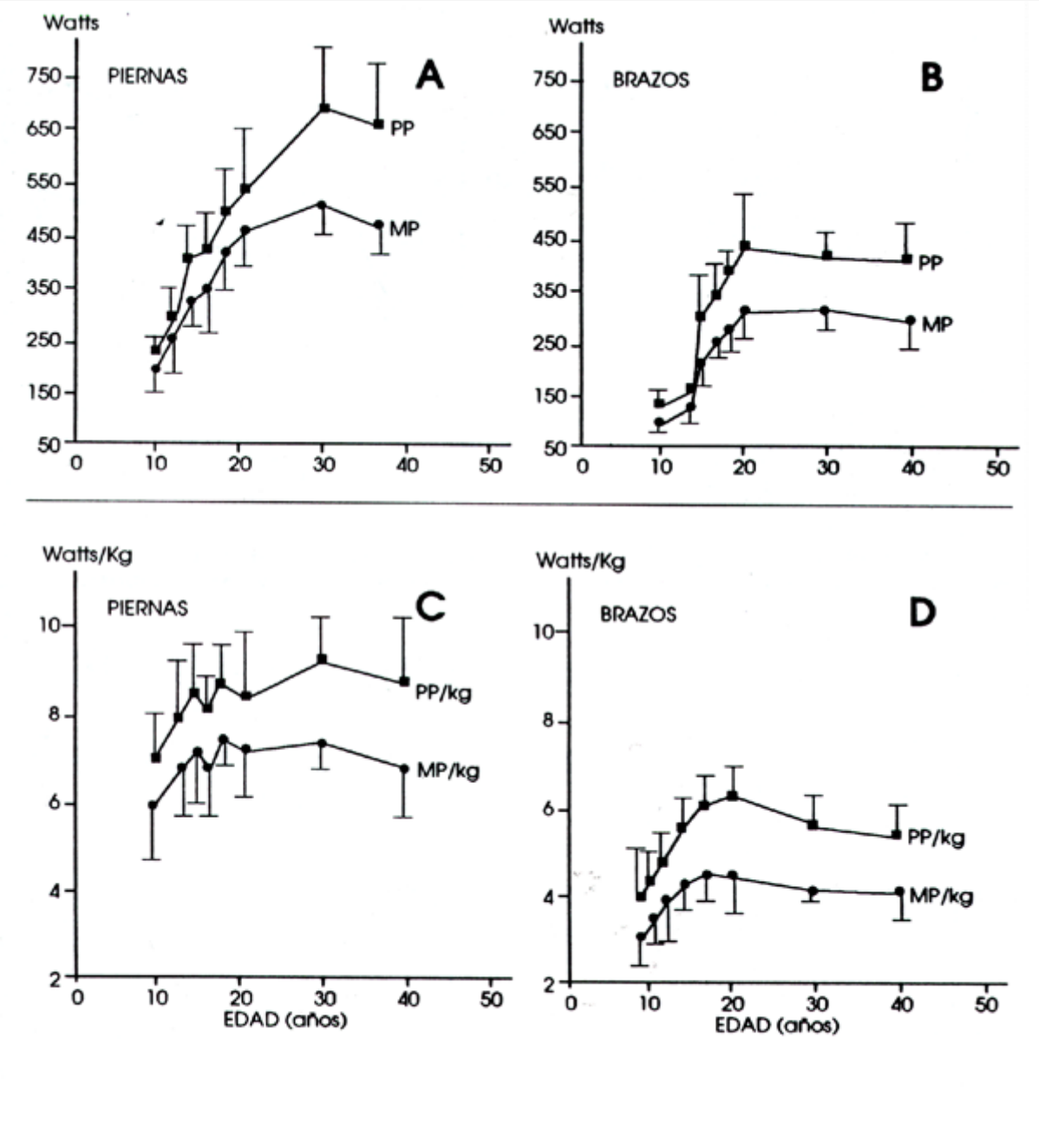

Figura 5. *Cambios de la performance anaeróbica máxima y media en el tren superior e inferior, según la edad (varones)*

Se han realizado variados estudios sobre la influencia de la edad en las posibilidades aeróbicas y se sabe que existe un proceso de mejoramiento a medida que avanza la edad hasta los 20-25 años; a partir de allí se produce un desmejoramiento aeróbico escalonado, ya sea en hombres como en mujeres. Este proceso implica un sensible incremento del costo energético en términos del consumo de oxígeno (16, 17, 18, 19). Contrariamente a esto, son proporcionalmente muy pocos los datos de investigación científica que traten sobre la diferencia entre los sexos y la influencia de la edad en el componente anaeróbico de la performance del hombre. La Figura 5 describe la performance anaeróbica en un grupo de edades diferentes en hombres, ya sea en valores relativos o absolutos (la Figura está realizada sobre los músculos del tren superior e inferior).

En el tren inferior el pico anaeróbico máximo llega a la tercera década (treinta años aproximadamente), siendo que en los

músculos del tren superior el pico se encuentra al final de la segunda década (veinticinco a treinta años aproximadamente). Desde el momento de su máximo alcance en adelante hay un cambio; se reduce la performance anaeróbica, ya sea en los músculos del tren superior e inferior (estos datos son similares a los obtenidos por otros autores) (11-20).

También en valores relativos, la capacidad anaeróbica total y la potencia anaeróbica máxima muestran una relación muy clara entre la performance anaeróbica y la edad (esto se ve claramente en la Figura 5). Los valores en la performance anaeróbica de un chico de nueve años pueden llegar a ser casi un 80% de lo que tendría a los 13 años y del 70% a los 17 años, ya sea para los grupos musculares del tren inferior y superior.

También se encuentra que la performance anaeróbica en los músculos del tren superior representa el 60% de la máxima performance anaeróbica de los músculos del tren inferior; esta relación fue similar cuando se investigó para el comportamiento aeróbico (2, 21, 22). Por lo tanto, la performance anaeróbica del adolescente (9 a 17 años) en los grupos musculares del tren superior e inferior es menor a la del adulto, aún analizando valores relativos (por kg de peso). En el comportamiento aeróbico ocurre lo contrario, ya que el aumento de la edad entre 10-50 años no implica mayores niveles de consumo de oxígeno en valores relativos (11). Los resultados de esta investigación como en otras similares (23, 24) muestran que hay una alza en la performance anaeróbica en valores absolutos y relativos que dependen de la edad como era de esperar. Estos datos indican diferencias cualitativas entre los músculos del adolescente y el adulto, encontrándose también diferencias cuantitativas entre la masa muscular y el tamaño mayor del cuerpo en el adulto.

El descenso en la performance anaeróbica en los músculos del tren inferior (como lo indica la Figura 5-C) en valores relativos (alrededor de los 25 años) no es claro, es de suponer que este descenso se relaciona con un alza proporcional en el porcentaje de lípidos en el cuerpo durante esta edad y también en los cambios hormonales que se efectúen en este período de desarrollo. También puede ser causado por un cambio significativo en la actividad física de la adolescencia, siendo también posible que esto no tenga explicación biológica y sea sólo un defecto casual que no represente la realidad.

b) Mujeres

Las características musculares, fuerza, resistencia y potencia han sido especialmente investigadas en población masculina y es sabida la superioridad de los hombres en el nivel de capacidad de trabajo, especialmente en lo relacionado al componente anaeróbico. Algunos de los factores que posiblemente traten de explicar parcialmente la diferencia de los sexos en la performance anaeróbica son:

1. Una estructura ósea menos efectiva para la realización de determinados esfuerzos físicos.
2. Una marcada diferencia en masa muscular en favor del hombre.
3. Un porcentaje graso más alto que influye directamente sobre la masa muscular y el peso corporal en la ejecución de un esfuerzo.
4. Un nivel de ácido láctico menor en la sangre y en los músculos.

Los resultados de esta investigación en el rubro de las mujeres fueron tomados en una población relativamente pequeña (n=70) entre 9-25 años.

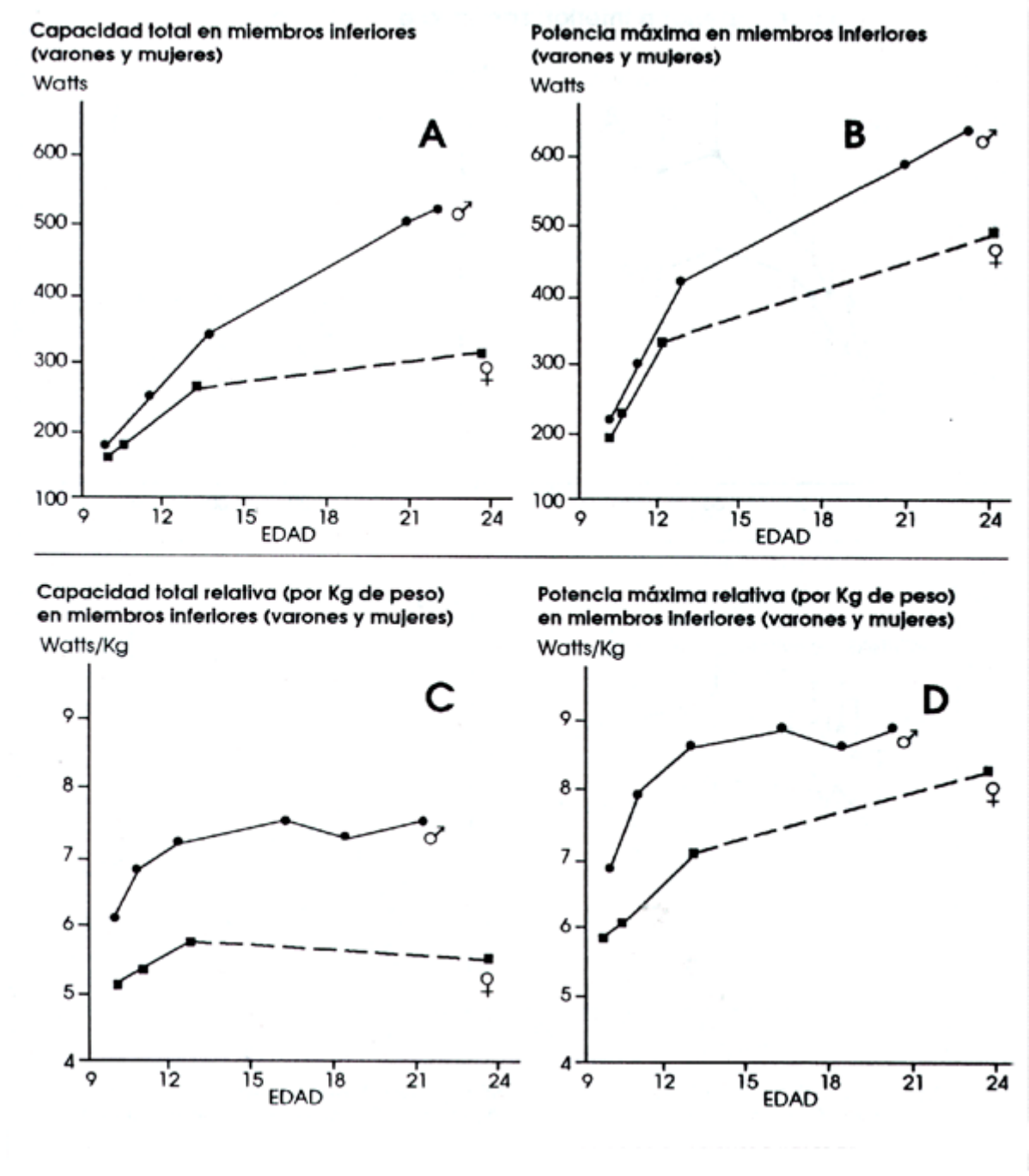

Figura 6. *Comparación de la capacidad total y la potencia máxima, en términos absolutos y relativos, según edad, entre varones y mujeres (miembros inferiores)*

En las Figuras 6 y 7 se muestra una representación gráfica de la influencia de la edad en la performance anaeróbica de la mujer en músculos del tren inferior y superior ("se agrega" también, para realizar una comparación, los datos de los valores de los hombres en grupos de edades paralelas).

En las mujeres, así como en los hombres, se encuentra una relación entre la edad y la performance anaeróbica (esta relación se expresa más claramente en los músculos del tren inferior que en los del tren superior) (Figuras 6 y 7).

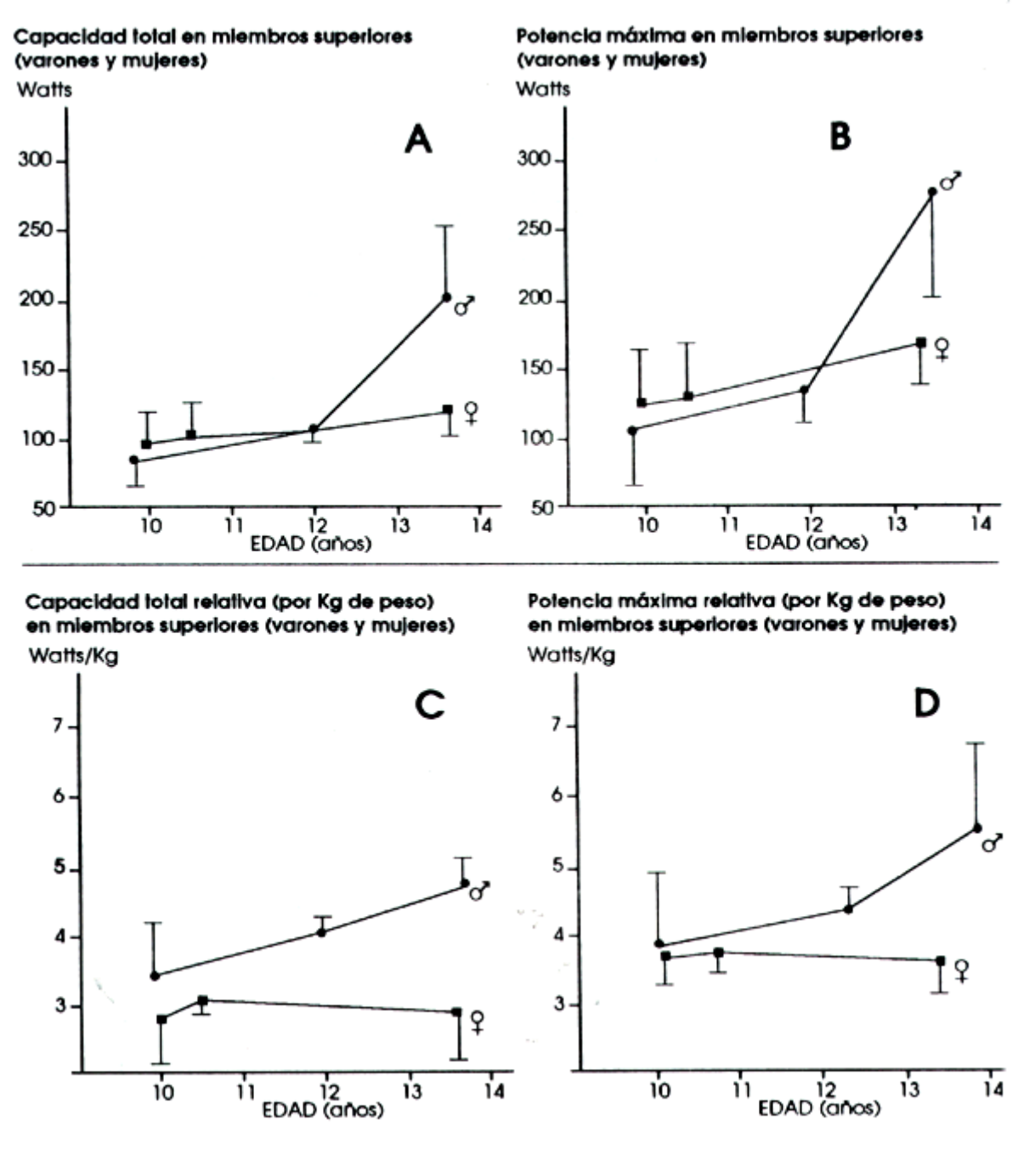

Figura 7. *Comparación de la capacidad total y la potencia máxima, en términos absolutos y relativos, según edad, entre varones y mujeres (miembros superiores)*

En valores absolutos no es posible establecer cuál es el pico máximo de performance anaeróbica en la mujer, ya que a partir de los 14 años (en los músculos del tren inferior y superior) hasta los 24 años existe un desarrollo progresivo, y aún se puede esperar un crecimiento (Figuras 6 A-B, 7 A-B). En valores relativos el pico máximo de performance anaeróbica se observa entre los 10-13 años, contrariamente a los hombres en donde existe un aumento progresivo según la edad (Figuras 6 C-D, 7 C-D).

La diferencia entre sexos en la performance anaeróbica en valores absolutos varia a partir de un 10% en los más jóvenes; esta diferencia aumenta junto con la edad y puede llegar hasta un 20% a los 14 años aproximadamente, A los 24 años esta diferencia (siempre a favor de los hombres) se hace aún mayor y se mantiene en valores relativos para los músculos del tren superior e inferior (Figuras 6 C-D, 7 C-D).

El hecho de que no se reduzca esta diferencia entre sexos en la performance anaeróbica en valores relativos, en comparación con la diferencia que existe en valores absolutos, se puede expresar como una diferencia en las actividades musculares que hay entre ambos sexos, por lo menos en los mismos componentes fisiológicos relacionados con actividades anaeróbicas en los músculos examinados.

CONCLUSIONES

La mayor parte de la información con la que se cuenta hasta el momento sobre este tema fue tomada de diversos autores y de resultados objetivables obtenidos por los diferentes tests de evaluación de la performance anaeróbica. Cabe aclarar que los datos que se brindan con respecto a la performance anaeróbica según la edad, están basados sobre ejemplos de cada población dividida por edades y no en un seguimiento de cada grupo para medir su desarrollo en diferentes momentos de su vida, en forma longitudinal. Por lo tanto, si bien estos datos pueden ser discutibles y representar la influencia de ciertas funciones fisiológicas en determinado momento, ayudan a mejorar, en un futuro próximo, la realización de nuevos trabajos de investigación que aporten mayor información sobre el tema.

REFERENCIAS

1. Asmussen E (1982). Muscular performance. *In: K Rodahi and S M Horvath (Eds) Muscle as a tissue, Mc Graw-Hill Book Company, New York, pp 161-163*
2. Asmussen E and Hemingsen T (1958). Determination of maximal working capacity at different ages In work with the legs and with the arms. *Scand J Lab invest, 10: 67-71*
3. Astrand PO and Rodhal K (1970). Textbook of work phislology. *Mc Graw-Hill Book Co, New York, pp 93-98*
4. Ayalon A. Inbar O and Bar OT, O (1974). Relationship between two measurement of explosiva strenght and three measurement of anaerobic power. *In: Nelson RC and Morehouse CA (Eds) International Series on Sports Sciences. Vol. 1, Biome- chanics IV. Baltimore University Press, pp 143-151*
5. Bar OT, O and Zwiren LID (1975). Maximal oxygen consumption test during arm exercise-reliability and validity. *J Appl Physiol 38 (3): 424-426*
6. Cumming GR (1974). Correlation of athletic performance and aerobic power. *In 12-17 year old children with bona age, calf muscle, total potassium, heart vol. and two Ind. of anaerobic power. Pediatric work physiology*
7. Di Prampero, PE and Cerretelli P (1969). Maximal muscular power (aerobic and anaerobic). *In African Natives. Ergonomics, 12 (1): 51-59*
8. DI Prampero PE, Pinera Limas, F and Sassi G (1980). Maximal muscular power aerobic and anaerobic. *In 116 athletes performing at the XIX th, O-limpic Games In Mexico. Ergonomics, 13(6): 665-674*
9. Drinkwater BL (1973). Physlologlcal responses of women to exercise. *Exorcise and Sport Sciences Reviews, 1: 125-153*
10. Fisher MB and Birren JE (1947). Age and strength. *J Appl Physiol 31: 490-501*
11. Glardini H (1989). Como deben clasificarse los diferentes deportes. *ABCD N4 1 Vol. 1, pp 43-46*
12. Grimby G, Nelson NJ and Saltan B (1966). Cardiac output during submaximal and maximal exercise in active middle aged athletes. *J Appl Physiol 21: 1150-1156*
13. Grimby G and Saltan B (1966). Physiological analysis of physical well-tralned middie-aged and old a thletes. *Acta Med Scand 179: 513-526*
14. Harris DV (1976). Physical sex differences: A matter of degree. *The counseling psychologist 6: 9-11*
15. Hill AV, Long CNH and Lupton H (1924). Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. *Part IV-VI. Proc Roy Suc London B. 96:438-475*
16. Holiman, W (1964). Changos in the capacity for maximal and continuous effort in relation to age. *In: E Jekl and E Simon (Eds). Iternational Research Is Sports and Physical Education. Springfield, III. Charles C Thomas*
17. Huckabee WE (1958). Relationship of pyruvate and lactate during anaerobic metabolism and effects of Infusion of pyruvate or glucose on hyperventilation. *J Clin Invst 37: 244-254*
18. Inbar O (1982). Test Anaerobico Wingate (Medición de la potencia y capacidad anaeróbica del hombre). Formas de realizarlo, características, metodología. *Isr J Med Sci, pp 30-40. Ed Majón Wingate*
19. Kurowski TT (1977). Anaerobic power of children from ages 9 through 15 years. *M Sel Thesis. Florida State University*
20. Margarla R. Aghemo P and Rovelli E (1965). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *J Appl Physiol 21: 1662-1664*
21. Margarla R. Edwards HT and DIII DO (1933). The possible mechanism of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic in muscular contractión. *Am J Physiol. 106: 689-715*
22. Millikonsky P (1990). Medición de la potencia anaeróbica total por medio del test anaeróbico. *Wingate. ABCD N" 5 pp: 38-46*
23. Robinson S (1938). Experimental studies of physical fitness in relation to age. *Arbeits Physiol. 10: 251-323*
24. Stensberg J, Astrand PO, Ekblon B, Royce J and Saltan B (1974). Hemodynamic responses to work with different muscle groups in sitting and supine. *J Appl Physiol, 22: 61-70*

25. Wilmore JH (1974). Physiological profiles of women distrance runners. *Med Sci Sport Exer, 6: 178-183*
26. Wilrnore JH (1975). Inferlority of female athletes: myth or reality. *J of Sport Med, 3: 1-7*

Cita Original

Revista de Actualización en Ciencias del Deporte Vol. 1 Nº2. 1993