

Departamento de Ciencias Médicas

I. N. E. F. - BARCELONA

RESPUESTA BIOLÓGICA A UNA PRUEBA DE ESFUERZO ESCALONADA EN NIÑOS SANOS (*)

NATALIA BALAGUÉ
Profesora de E. F.

I. --- RESUMEN

Se estudió la respuesta fisiológica a una prueba de esfuerzo submáxima escalonada en un grupo de 32 niños de 7, 9, 11 y 13 años de edad pertenecientes a ambos sexos.

Para la predicción del VO_2 máx. se tomó como FC máxima el valor de 195 pul./min., por hallar una mejor correlación con el VO_2 máxima en comparación con el obtenido al tomar como FC. máx. el valor de 220 menos la edad en años.

Los valores de VO_2 máx. relativos al kilo de peso corporal no aumentaron con la edad y fueron siempre superiores en el sexo masculino, especialmente a los 13 años.

La capacidad física de trabajo (PWC_{170}) fue mayor en los chicos a todas las edades, encontrándose una diferencia entre sexos estadísticamente significativa.

La eficiencia energética al pedaleo no varió con la edad, mientras que las eficiencias circulatoria y respiratoria aumentaron.

El protocolo utilizado no sirvió para la detección del UA aplicando los criterios de WASSERMAN. Se propuso por ello un nuevo protocolo.

II. --- INTRODUCCION

Existe actualmente un gran desconocimiento de la respuesta fisiológica de los niños al esfuerzo.

Las escasas investigaciones realizadas en el campo de la fisiología del esfuerzo, están lleva-

das a cabo primordialmente con adultos y en algunos casos con adolescentes, pero son raros los estudios realizados durante la pre-pubertad.

Por otra parte, el profesor de educación física y el entrenador se están preguntando continuamente sobre estos aspectos para realizar sus programaciones, ya que en muchos casos se ven obligados a aplicar con sus pupilos conceptos que provienen de una práctica empírica, o conceptos que han sido investigados sólo con adultos.

Después de realizar la revisión bibliográfica, podemos afirmar que el niño presenta una respuesta fisiológica característica y diferenciada de la del adulto (BAR-OR, 1971; DAVIES 1971; RODE, 1973; ERIKSSON, 1973; DAL MONTE, 1977; CERRETELLI, 1977; CUMMING, 1978) lo que confirma la no validez de la aplicación de conceptos estudiados sólo con aquél.

Asimismo, a lo largo del crecimiento, y de forma diferenciada según los sexos, se producen una serie de modificaciones que deben tenerse en cuenta (ROBINSON, 1938; ASTRAND, 1956; BECKLAKE, 1965; MACEK, 1971; BAR-OR y col., 1971; KASCH, 1973; LANGE-ANDERSEN, 1974; DAL MONTE, 1977; CUM-

(*) Tesina de fin de carrera realizada en el Centro de Investigación Médica del I. N. E. F. de Barcelona, con la colaboración del personal facultativo del mismo.

MING, 1978; RIOPEL, 1979; FREEDSON y col., 1979).

El grado de entrenamiento, es otro factor que hace variar sustancialmente la respuesta fisiológica de los niños al esfuerzo (KOCH, 1973; ERIKSSON, 1973a; ERKSSON, 1973b).

Todos estos aspectos, incluido el hecho importante de que los factores ambientales y genéticos determinan profundas variaciones en cuanto a la respuesta que nos interesa estudiar (CUMMING, 1963b; SHEPHARD, 1973; SMIT, 1973; RODE, 1973; SAMUELOFF, 1973; BAR-OR, 1973a) hacen imprescindible la obtención de información sobre la adaptación fisiológica al esfuerzo de nuestros niños, si realmente queremos llegar a conocer el cómo y el por qué de nuestro trabajo diario.

Dentro del estudio de la respuesta fisiológica, centraremos nuestra atención en la respuesta metabólica.

La capacidad máxima aeróbica se calcula a través del consumo máximo de O_2 que puede ser medido directa o indirectamente. Aunque los métodos indirectos presentan un margen de error, son raras las ocasiones en que se ha intentado medir este parámetro de forma directa, pues como bien afirman varios autores (ASTRAND, 1954; MACEK, 1971; RODE, 1973; CUMMING, 1978) representa un gran problema el hacer llegar a los niños a la meseta de consumo de O_2 (por razones de tipo psicológico fundamentalmente). Por ello, casi siempre se utilizan pruebas submáximas para la predicción del VO_2 máx. Sin embargo, se nos plantea el problema de que estas predicciones están basadas generalmente en parámetros derivados de los adultos, y en la mayoría de los casos no se ha demostrado su validez para poder ser aplicadas a la población infantil.

El metabolismo anaeróbico puede ser a su vez detectado por métodos invasivos o no invasivos. Los problemas planteados por los métodos invasivos son de sobra conocidos por todos.

Recientemente, WASSERMAN introdujo el concepto de «umbral anaeróbico» y describió una técnica no invasiva para su determinación durante el ejercicio, basada en la respuesta ventilatoria del sujeto.

El umbral anaeróbico es definido por el citado autor como el nivel de carga o de VO_2 en el momento anterior al punto donde se produce acidosis metabólica y los cambios ventilatorios asociados (WASSERMAN y col., 1973), a saber:

1.) Crecimiento no lineal de la ventilación.

2.) Crecimiento no lineal de la eliminación de CO_2 .

3.) Un aumento en la concentración alveolar de O_2 sin una correspondiente disminución en la concentración alveolar de CO_2 .

4.) Un aumento brusco del cociente respiratorio (CR).

Los criterios de WASSERMAN para la detección del umbral anaeróbico han sido aceptados internacionalmente y aplicados por otros autores (WELTMAN, 1973), pero no conocemos ningún trabajo que los haya estudiado en niños.

III. — OBJETIVO DEL TRABAJO

Con el presente trabajo, nos proponemos estudiar la respuesta funcional al esfuerzo de una muestra de niños sanos de nuestra población, en función de la edad y el sexo, por medio de una prueba de esfuerzo submáxima escalonada y valorar las posibles ventajas y deficiencias del protocolo aplicado.

IV. — MATERIAL Y METODO

A) *Sujetos*

Colaboraron en la investigación un total de 32 niños participantes en la Campaña «Deporte para Todos» organizada por el Consejo Superior de Deportes en el I. N. E. F., de Barcelona. Se les consideró sin embargo como sujetos «no entrenados» ya que ninguno de ellos realizaba una práctica deportiva asidua ni especializada aparte de la mencionada.

A todos ellos se les practicó una exploración basal previa no hallándose ningún tipo de patología que pudiera repercutir en el rendimiento de la prueba.

Hay que añadir que todos participaron en la investigación voluntariamente y previo permiso de sus padres.

Se les dividió en cuatro grupos de 7, 9, 11 y 13 años de edad, respectivamente, estando formado cada uno de ellos por ocho sujetos: cuatro niños y cuatro niñas.

La altura y el peso se hallaron dentro del 80 % de todas las medidas determinadas para su edad según las tablas de STUART y STEVENSON (NELSON, 1959). Se utilizaron estas tablas por considerarlas de valores similares pero más completas que las construidas por autores españoles. En la tabla 1 aparecen los valores de la media y la desviación estandar de los parámetros biométricos estudiados.

PARAMETROS		GRUPOS DE EDAD			
		7	9	11	13
EDAD (*)	CHICOS	7.8 (7.5-7.11)	9.8 (9.6-9.11)	11.5 (11.2-11.7)	13.5 (13.1-13.10)
	CHICAS	7.5 (7.2-7.10)	9.5 (9.1-9.11)	11.8 (11.5-11.10)	13.4 (13.1-13.10)
PESO	CHICOS	27.5 ± 2.3	32.5 ± 3.3	37.1 ± 4.1	43.5 ± 8.2
	CHICAS	27.8 ± 1.5	31.3 ± 3.1	39.7 ± 5.9	49.4 ± 5.0
ALTURA	CHICOS	128.0 ± 3.8	137.7 ± 5.2	145.8 ± 7.3	155.0 ± 4.1
	CHICAS	127.0 ± 2.5	133.8 ± 1.9	148.5 ± 4.0	154.1 ± 6.1

Tabla 1. — Media y desviación estandard de los parámetros biométricos estudiados en los diferentes grupos de edad y sexo.

(*) Media y Rango en años y meses.

Se les midió el grosor del pliegue cutáneo del tríceps como índice de obesidad (GARDNER, 1969). Según las tablas de SELTZER y MAYER (SELTZER y col., 1965) ninguno de ellos fue considerado obeso.

Para la realización de la prueba se les exigió:

— Saber ir en bicicleta.

— No haber ingerido alimento como mínimo 3 horas antes.

— No haber realizado durante aquel día un esfuerzo importante.

Se les pidió además a los padres no crear un ambiente especial en torno a la prueba con la finalidad de que el niño acudiese a la misma lo más tranquilo posible.

Hay que añadir que las pruebas se realizaron por la tarde y a las horas en que los niños acudían normalmente al I. N. E. F. para recibir sus clases de educación física.

B) *Utillaje utilizado*

Para la obtención de los datos, se utilizó un cicloergómetro Mijnhardt (KEMPER, 1976) instalado en una habitación adecuadamente ventilada. La temperatura de la sala osciló entre 18 y 22° C., y la humedad relativa entre el 45 y el 55 %.

Las características del ergoanalizador utilizado son las siguientes:

— Consta de un cicloergómetro con freno eléctrico en el que el sujeto se coloca en posición ortostática.

— El espirómetro funciona con un sistema de circuito abierto (ROST, 1978).

La válvula para la entrada de aire tiene una resistencia que no excede 0.8 cm. de columna de H₂O para un flujo de 100 l./min., con un espacio muerto total de 62 ml.

Analiza continuamente los volúmenes y con-

centraciones de aire espirado. Este aire se determina con un gasómetro (Dordrecht) después de pasar a través de una cámara mezcladora de 2 litros. La capacidad total del gasómetro es de 5 litros.

Las muestras de aire son continuamente extraídas de la cámara mezcladora, secadas con tampones y analizadas. Para la fracción espirada de O₂ (FeO₂) posee un analizador paramagnético (Servomex) y para la fracción espirada de CO₂ (FeCO₂) un analizador de captación de rayos infrarrojos (Mijnhardt). El tiempo de respuesta de ambos es de 10 segundos.

El espirómetro se calibra utilizando de referencia una jeringa de 1 litro (para los volúmenes) y gases mezclados (para las concentraciones).

La temperatura del aire espirado se mide continuamente en el gasómetro, mientras que la presión barométrica de la sala debe ser ajustada por el operador.

Calcula el VO₂ basándose en la fórmula de HURZELER (HÜRZELER, 1972):

$$VO_2 = VE \left[\frac{100}{79.1} (FiO_2 - FeO_2) - \frac{20.9}{79.1} FeCO_2 \right]$$

El ergoanalizador nos da asimismo la FC del sujeto obtenida a través de los electrodos colocados en su tórax. La FC se calibró estetoacústicamente con el fonendoscopio y a través de la palpación del pulso periférico en la arteria radial.

Además de los parámetros citados, un total de 15 son calculados e impresos por el ergoanalizador cada minuto.

Antes de cada sesión se calibró el ergoanalizador, y antes de cada prueba se acopló el cicloergómetro a cada niño modificando la altura del sillín, de manera que en la posición más baja del pedal, la rodilla del niño se hallase muy ligeramente flexionada.

C) Método estadístico

Además de la media aritmética y la desviación estandard de cada uno de los parámetros estudiados, se aplicó un análisis de varianza de doble clasificación en cada tipo de medición sometida a estudio, para determinar si las diferencias existentes entre los diferentes grupos de edad y sexo eran estadísticamente significativas.

Se aplicaron también las «r» y «R²» de correlación lineal y la «t» de STUDENT.

D) Protocolos aplicados

Se aplicaron dos protocolos de prueba (protocolo A y protocolo B).

Descripción del protocolo A:

El protocolo A es una prueba de esfuerzo submáxima cuyas características son las siguientes (fig. 1):

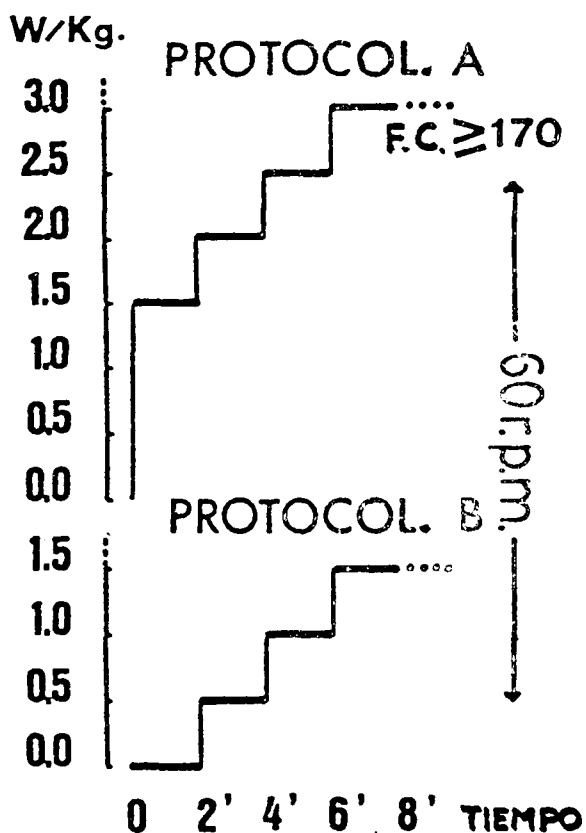


Fig. 1.—Tipos de protocolo utilizados.

—Tras monitorizar los parámetros a valorar, se concede un período mínimo de 4 minu-

tos a partir del cual se inicia el pedaleo con una carga de 1.5 w. por kilo de peso.

—Cada 2 minutos se incrementa la carga 0.5 w por kilo de peso hasta que el sujeto alcanza una FC de 170 pulsaciones por minuto. El pedaleo debe mantenerse a 60 revoluciones por minuto (60 r.p.m.).

—Seguidamente, se conceden 3 minutos de recuperación sin realización de trabajo.

Descripción del protocolo B:

El protocolo B es una prueba de esfuerzo máxima que presenta las siguientes características (fig. 1):

—Tras una fase de adaptación idéntica a la realizada en el protocolo A, empieza la prueba con 2 minutos de pedaleo en vacío.

—A partir de ahí, cada 2 minutos se incrementa la carga 0.5 w. por kilo de peso hasta que el sujeto alcanza la meseta de consumo máximo de O₂ (1) o es incapaz de mantener la frecuencia de pedaleo a 60 r.p.m.

—Se conceden asimismo 3 minutos de recuperación sin realizar trabajo.

El protocolo A fue realizado por los 32 niños. A cinco de ellos, escogidos al azar, se les hizo repetir la prueba pero llegando a su VO₂ máximo (2). Cuatro de ellos alcanzaron meseta de consumo de O₂.

El protocolo B fue realizado por 6 niños, escogidos también al azar de entre la población de 32. Tres de ellos alcanzaron meseta de consumo de O₂.

Se lograron pues un total de 7 mesetas, lo que representa un porcentaje elevado (aproximadamente 65 %) si tenemos en cuenta la dificultad y casi imposibilidad de alcanzarlas de que nos hablan los autores en la literatura (ASTRAND, 1956; MACEK, 1971; CUMMING, 1978).

Nueve pruebas de esfuerzo de sujetos sedentarios del sexo masculino, de edades comprendidas entre los 23 y 32 años, fueron utilizadas para comparar el consumo máximo de O₂ relativo al kilo de peso corporal de los niños con el de los adultos. Sólo se pudo comparar este parámetro debido a que el protocolo aplicado a los adultos fue distinto al realizado por los niños.

(1) Definimos la meseta de consumo máximo de O₂ como el punto en el que a pesar de un incremento de carga, el VO₂ no aumenta más de 50 ml.

(2) Se determinó el VO₂ máx. como el máximo consumo adquirido durante la meseta de consumo máximo de O₂.

Un total de doce niños repitieron las pruebas para demostrar la repetitividad de las mismas, y un total de 13 pruebas tuvieron que ser invalidadas por diferentes razones a lo largo de la investigación.

Por medio del protocolo A, hallamos el consumo máximo de O_2 teórico absoluto y relativo al kilo de peso corporal, la capacidad física de trabajo (PWC_{170}), la eficiencia energética al pedaleo, las eficiencias circulatoria y respiratoria y la recuperación de la FC después de la prueba.

Por medio de las mesetas de consumo máximo de O_2 , demostramos la validez de los métodos de predicción del VO_2 máx.

El protocolo B nos permitió comparar las respuestas (y especialmente la metabólica) de los niños a pruebas de esfuerzo diferentes, y valorar la influencia de las mismas sobre la obtención de uno u otro tipo de resultado.

V. — RESULTADOS

A) Predicción del VO_2 máx. absoluto y relativo

A partir del protocolo «A» hallamos el VO_2 máximo teórico de todos los niños. Tomamos para ello el VO_2 a una FC = 195 pul./min. [VO_2 (195)] ya que pudimos comprobar su mejor correlación con el VO_2 máx. real en comparación con el VO_2 (220 - EA). (Ver fig. 2).

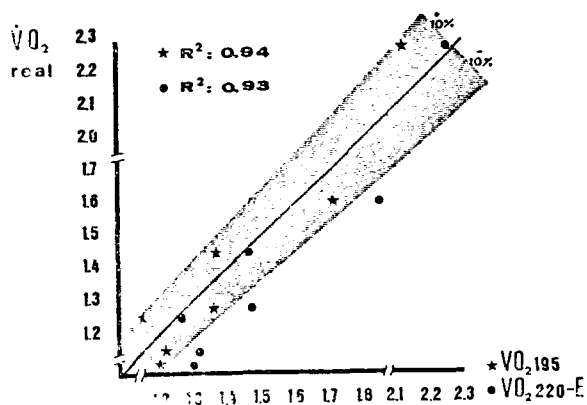


Fig. 2. — Correlación del VO_2 máx. real con el VO_2 (195) (asteriscos) y con el VO_2 (220 - EA) (círculos). La zona punteada delimita el $\pm 10\%$ de la recta de correlación.

Vemos en la gráfica cómo las dos predicciones presentan una alta correlación con el VO_2 máximo real obtenido a través de las mesetas

de consumo máximo de O_2 . Sin embargo, la correlación con el VO_2 (195) es algo mayor.

Hay que añadir además que todos los puntos del VO_2 (195) caen dentro del $\pm 10\%$ de desviación de la recta de correlación, mientras que en el caso del VO_2 (220 - EA) hay cuatro puntos que salen de los límites de este 10% , y en todos los casos menos uno presentan valores por encima del VO_2 máx. real. Para el VO_2 (195) en cambio, hay 3 valores que caen por debajo del valor del VO_2 máx. real y 4 que caen por encima.

Pudimos observar que el error de predicción del VO_2 (220 - EA) fue menor cuando se aplicaba a los niños mayores (13 años). Ello es lógico si tenemos en cuenta que el valor de FC máxima sería para ellos menor. Sin embargo, como indican ROBINSON (1938), ASTRAND (156) y LANGE-ANDERSEN (1974), la FC máxima es independiente de la edad y el sexo durante el crecimiento. Por ello, parece más acertado utilizar un solo valor de FC máx. para todas estas edades.

El VO_2 (195) ha sido ya utilizado por otros autores (SAMUELOFF, 1973a, BAR-OR, 1973a) pero no conocemos ningún estudio que haya confirmado su validez.

Debemos tener en cuenta de todos modos que la FC máx. puede verse afectada por otros factores, de tipo genético (ASTRAND nos habla de valores de FC máx. de 210 pul./min. hallados en niños suecos) o derivados del ergómetro utilizado (en la cinta continua se alcanzan valores de FC mayores que en la bicicleta ergométrica).

En la tabla 2 vemos la media y la desviación estandar de los valores de VO_2 máx. absoluto (ml./min.) y de VO_2 máx. relativo al kilo de peso corporal (ml./kg./min.) alcanzados por cada grupo.

Podemos observar en la tabla cómo los valores de VO_2 máx. absoluto aumentan con la edad tanto en las chicas como en los chicos. Estos últimos alcanzan en todas las edades valores superiores a ellas, especialmente a los 13 años en que la diferencia se hace más notoria.

En cuanto a los valores de VO_2 máx. relativo, vemos como se modifican poco con el aumento de edad, a excepción de las chicas en las que se produce un descenso notorio a los 13 años. Asimismo, las chicas presentan en cada caso valores inferiores a los obtenidos por los chicos, especialmente a los 13 años en que la diferencia se ve incrementada.

A pesar de ello, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre edades ni entre sexos para el VO_2 máx. relativo al kilo

PARAMETROS		GRUPOS DE EDAD			
		7	9	11	13
VO ₂ ml. min. ⁻¹	CHICAS	1277 ± 148	1495 ± 193	1717 ± 102	2137 ± 419
	CHICOS	1081 ± 142	1166 ± 236	1560 ± 202	1757 ± 350
VO ₂ ml. min. ⁻¹ kg. ⁻¹	CHICAS	46.4 ± 5	46.0 ± 4	47.1 ± 8	49.5 ± 4
	CHICOS	38.7 ± 4	38.9 ± 9	39.5 ± 2	35.7 ± 6

Tabla 2. — Media y desviación estandar de los valores de VO₂ máx. teórico absoluto (ml./min.) y relativo (ml./kg./min.) en los diferentes grupos de edad y sexo.

de peso corporal (fig. 3). Tan sólo aplicando la «t» de STUDENT encontramos una diferencia entre los valores obtenidos por los chicos y las chicas de 13 años con una $p < 0.01$. Ello constata las diferencias observadas entre sexos a esta edad.

En cuanto a los adultos, vemos como tienen un VO₂ máx. relativo similar al de los niños. Debemos además tener en cuenta que todos pertenecían al sexo masculino, lo que hace pensar que su media se halla algo por encima de la que realmente obtendríamos si hubiéramos trabajado con los dos sexos.

Estos resultados corroboran la tesis de CERRETELLI (1977) por la que los valores de VO₂ máx. relativos al kilo de peso corporal durante el curso de la edad evolutiva son idénticos a los obtenidos por el adulto sedentario o moderadamente activo.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos por VOGELAERE (1979) en un reciente estudio realizado con la población infantil belga, vemos como existe un cierto paralelismo entre los valores de VO₂ máx. relativo y absoluto obtenidos en los dos casos (tabla 3).

Hay que añadir que los niños belgas obtuvieron estos resultados por medición directa aplicando un protocolo similar al nuestro.

La población infantil española estudiada presentó además valores similares a los obtenidos

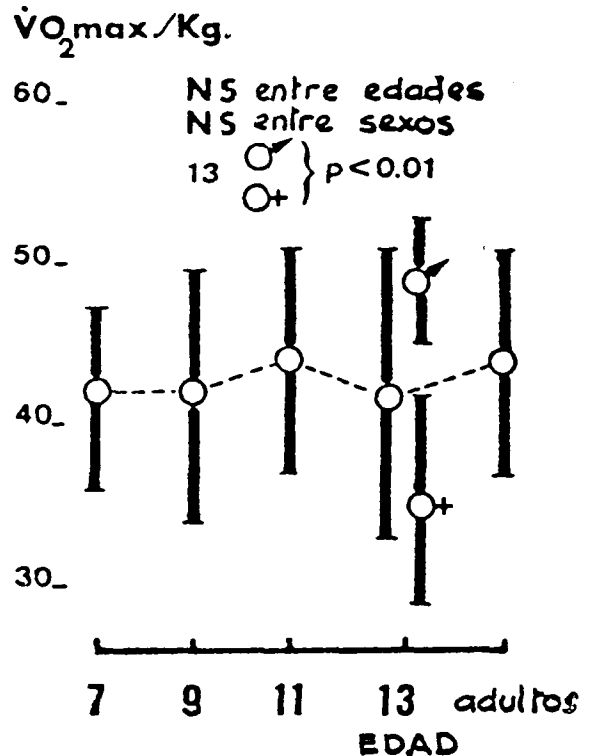


Fig. 3. — Media y desviación estandar de los valores de VO₂ máx. relativos al kilo de peso corporal encontrados en los diferentes grupos de edad, añadiendo el grupo de adultos. Una diferencia significativa entre los valores obtenidos por los chicos y las chicas a los 13 años, con una $p < 0.01$ fue hallada al aplicar la «t» de STUDENT en estos dos grupos.

PARAMETRES		CLASSES D'AGE (ANNEES)			
		6-7	8-9	10-11	12-13
Puissance Watt	FILLES	53.7 ± 15.8	88.7 ± 14.5	114.5 ± 23.0	171.9 ± 46.2
	GARÇONS	89.1 ± 14.6	122.2 ± 15.2	141.8 ± 19.8	186.3 ± 26.6
Puissance Rel Watt/K	FILLES	2.37 ± 0.69	3.37 ± 0.73	3.49 ± 0.65	3.66 ± 0.64
	GARÇONS	3.56 ± 0.56	3.96 ± 0.54	4.16 ± 0.56	4.55 ± 0.69
VO ₂ CC Min ⁻¹	FILLES	828 ± 257	1100 ± 161	1303 ± 211	1759 ± 561
	GARÇONS	845 ± 244	1328 ± 255	1657 ± 347	2439 ± 547
VO ₂ CC Min ⁻¹ K ⁻¹	FILLES	36.0 ± 9.2	42.4 ± 8.3	40.1 ± 6.2	37.4 ± 8.9
	GARÇONS	33.4 ± 8.8	42.9 ± 8.3	48.2 ± 7.4	58.9 ± 9.8

Tabla 3. — Media y desviación estandar de los parámetros indicativos de la capacidad de esfuerzo obtenidos en una muestra de la población infantil belga, por medio de una prueba de esfuerzo escalonada y máxima (VOGELAERE, 1979).

por otros autores en diferentes países (fig. 4). Sin embargo hay que señalar que se observó una diferencia entre sexos superior a la hallada en el resto de trabajos.

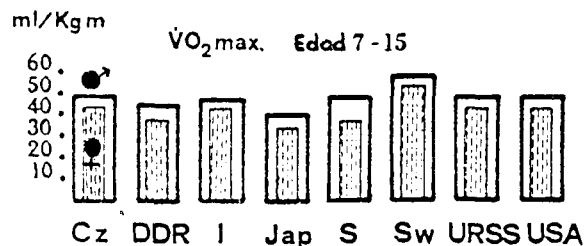


Fig. 4.— Comparación de los valores de $\dot{V}O_2$ máx. relativos al kilo de peso corporal (ml./kg./min.) encontrados por diferentes autores de diversos países en niños de 7 a 15 años, con los obtenidos en el presente estudio.

- Cz = Checoslovaquia (MACEK, 1971).
- DDR = República Democrática de Alemania (GÜRTLER, 1976).
- I = Italia (CERRETELLI, 1968).
- Jap = Japón (NAGAKAWA, 1970).
- S = España (Datos provenientes del presente estudio).
- Sw = Suecia (ASTRAND, 1952).
- URSS = Unión Soviética (TICHVINSKIJ, 1967).
- USA = Estados Unidos de América (KRAHENBUHL, 1977).

Todos los valores reflejados en la gráfica, menos el perteneciente al presente estudio, fueron hallados por medio de métodos directos (CERRETELLI, 1977).

B) Capacidad física de trabajo

Se calculó la capacidad física de trabajo (PWC) como la carga en W/kg. realizada durante el último minuto de la prueba (PWC_{170}).

Los resultados se presentan en la fig. 5.

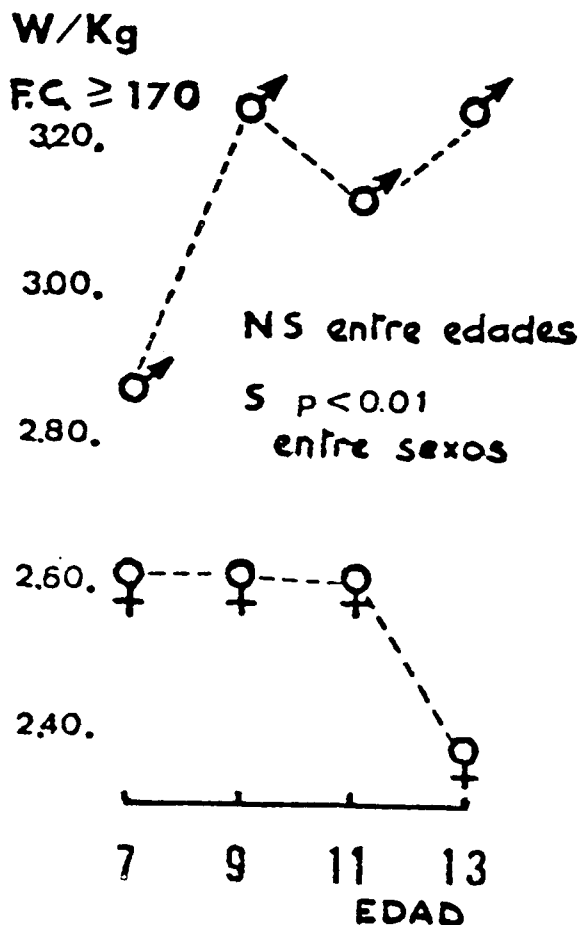


Fig. 5.— Media de los valores de PWC_{170} en W/kg. de peso corporal en los diferentes grupos de edad y sexo. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad, pero sí que lo fueron entre sexos con una $p < 0.01$.

Age, years	RUTENFRANZ et al. 1972 n = 727						SELIGER et al. 1971 n = 2149								HOWELL & MACNAUL 1968 n = 2107		CUMMING & CUMMING 1963 n = 110		
	Boys			Girls			Boys				Girls				Boys	Girls	Boys	Girls	
	X	S.D.	N	X	S.D.	N	X	S.D.	N	X	S.D.	N	X	S.D.	N	X	S.D.	N	
5	1,72	0,45	12	1,39	0,30	11													
6	1,69	0,40	13	1,37	0,33	14													
7	1,82	0,59	33	1,61	0,46	27										1,92	1,72		
8	2,04	0,38	26	1,67	0,48	32									1,96	1,57	2,14	1,64	
9	2,26	0,36	43	1,69	0,34	33									2,08	1,74	2,50	1,55	
10	2,12	0,50	35	1,83	0,56	27									2,08	1,68	2,10	1,75	
11	2,18	0,46	29	1,76	0,33	26									2,09	1,66	2,21	1,80	
12	2,31	0,38	33	1,71	0,41	26	2,40	0,9	303	2,2	0,9	36	1,70	0,6	297	1,80	0,4	41	
13	2,40	0,31	32	1,74	0,36	35									2,16	1,65	2,29	1,89	
14	2,52	0,43	36	1,65	0,43	28									2,18	1,62	2,18	1,59	
15	2,63	0,35	24	1,92	0,37	20	2,60	0,7	327	2,9	0,6	36	1,80	0,4	271	2,00	0,5	38	
16	2,60	0,38	31	1,88	0,34	17									2,28	1,50	2,52	1,31	
17	2,73	0,46	32	1,98	0,34	14									2,26	1,39	2,43	1,29	
18	2,74	0,52	22	1,80	0,23	16	2,80	0,8	365	3,2	0,9	58	1,80	0,4	328	2,20	0,4	49	

Tabla 4.— Comparación entre los resultados obtenidos por diferentes autores en cuanto a los W/kg. de peso realizados a un FC = 170 pul./min. en función de la salud (RUTENFRANZZ, 1973).

No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad, pero sí que lo fueron entre sexos al aplicar un análisis de varianza de doble clasificación. La mayor diferencia aparece entre los chicos y chicas de 13 años como puede observarse en la gráfica.

Esta mayor PWC_{170} observada en los chicos ha sido también detectada por otros autores (BENGTSSON, 1956; CUMMING, 1963a; RUTENFRANZ, 1973; VOGELAERE, 1979).

Sin embargo, los valores alcanzados por nuestra población son bastante más elevados que los obtenidos en otros trabajos (Ver tabla 4). Ello puede ser debido fundamentalmente al protocolo aplicado. En nuestro caso la subida de carga fue relativamente rápida, lo que provocó que el valor de la PWC_{170} fuese alto.

RUTENFRANZ (1973) estudió además la evolución de los W_{170} con la edad y los comparó con grupos de población adulta (deportistas, estudiantes de educación física, sedentarios). Ver fig. 6.

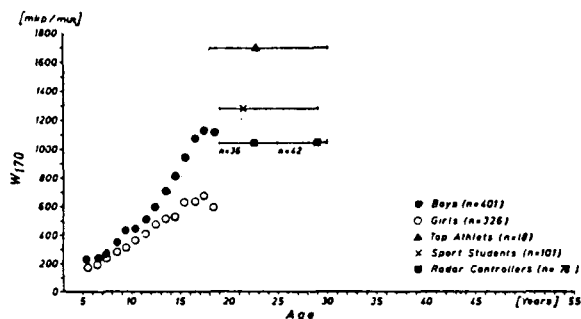


Fig. 6.—Capacidad física de trabajo (W_{170}) dependiendo de la edad, el sexo y la actividad física (RUTENFRANZ, 1973).

Vemos como la evolución obtenida por nuestro grupo en relación a la edad es similar a la presentada por el autor, produciéndose a los 9 y a partir de los 13 años la mayor diferencia entre chicos y chicas.

C) Eficiencia energética

La eficiencia energética se halló dividiendo el consumo de O_2 a la FC alcanzada al final de la prueba ($FC > 170$) por la carga en W realizada a esta misma FC:

$$\text{Eficiencia energética} = \frac{\dot{V}O_2}{W}$$

No se hallaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad o al sexo para este parámetro (fig. 7).

EFICIENCIA ENERGÉTICA

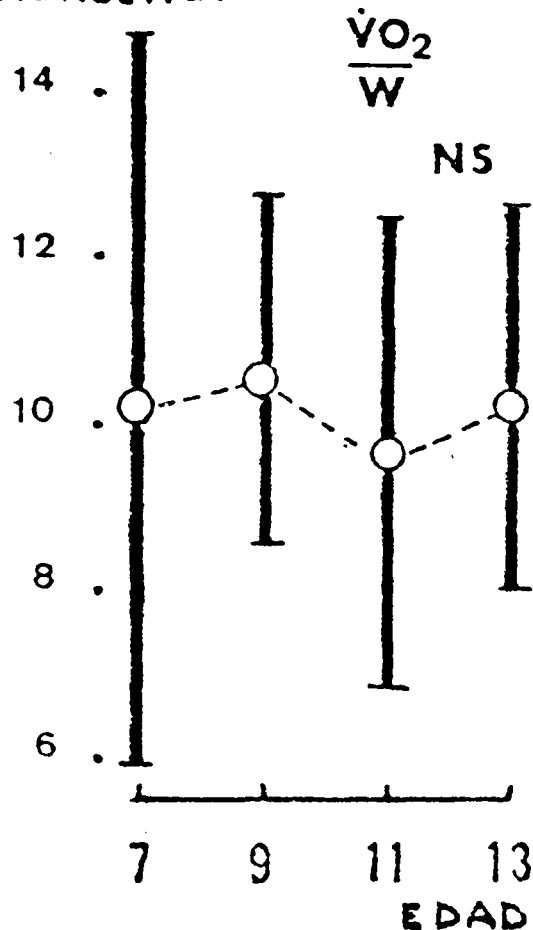


Fig. 7.—Media y desviación estándar de los valores de eficiencia energética hallados en los diferentes grupos de edad. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para este parámetro en cuanto a las variables edad y sexo.

Hay que tener en cuenta que tan sólo un tanto por ciento relativamente bajo de la energía consumida se convierte en energía mecánica. Ello hace que en los movimientos simples (como es en este caso el pedaleo) en los que intervienen grandes grupos musculares, la eficiencia mecánica presenta variaciones individuales pequeñas.

A medida que un ejercicio se hace más complicado, aumentan las variaciones individuales en cuanto a la eficiencia mecánica, pudiéndose al mismo tiempo mejorar con el entrenamiento (ASTRAND, 1956).

Estudios previos indican que no existen di-

ferencias entre sexos en cuanto a la eficacia mecánica al pedaleo (ASTRAND, 1956). Se ha encontrado sin embargo que disminuye con la edad (ASTRAND, I., 1960) al contrario de lo que ocurre con la marcha a velocidades submáximas, en la que los niños poseen un metabolismo acrecentado con respecto al de los adultos (ROBINSON, 1938; ASTRAND, 1956).

En nuestro caso tan sólo pudimos observar una mayor variación en los valores de eficiencia energética del grupo de 7 años. Sin embargo, según nuestros resultados, podríamos concluir que no se producen diferencias significativas de la eficacia mecánica al pedaleo en estas edades.

D) Eficiencia circulatoria

Se halló calculando el incremento del pulso de O_2 al aplicar el protocolo «A».

Eficiencia circulatoria:

$$\frac{VO_2 > 170 - VO_2 \text{ basal}}{FC > 170 - FC \text{ basal}}$$

Algunos autores han estudiado el pulso de O_2 correspondiente a diferentes niveles de carga en los niños (LANGE-ANDERSEN, 1974), pero no conocemos trabajos que utilicen este parámetro como índice de eficiencia circulatoria a lo largo de una prueba de esfuerzo. Según la bibliografía que obra en nuestro poder, ha sido utilizado sólo en patología.

Sin embargo, creemos interesante tenerlo en cuenta a la hora de valorar la respuesta cardiovascular de los sujetos al esfuerzo. En nuestro caso además, puede ayudarnos a comprender algunas diferencias detectadas durante el crecimiento en cuanto a las variables edad y sexo.

Nuestros resultados se reflejan en la figura 8. Como vemos en la gráfica, se produce una clara mejora de la eficiencia circulatoria como nosotros la hemos definido con el aumento de edad, haciéndose este aumento más acentuado al pasar de los 11 a los 13 años.

Aunque no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre edades ni entre sexos al aplicar un análisis de varianza de doble clasificación, aplicando la «t» de STUDENT encontramos diferencias significativas entre las edades de 7 y 11 años con una $p < 0.01$ y entre las edades de 9 y 13 años con una $p < 0.02$.

LANGE-ANDERSEN (1974) indica también que el pulso de O_2 aumenta con la edad, tanto durante las cargas submáximas como durante las cargas máximas, siendo mayor en los chicos que en las chicas.

EFICIENCIA CIRCULATORIA ΔPuO_2

$$\frac{VO_2 \geq 170 - VO_2 B}{F.C. \geq 170 - F.C. B}$$

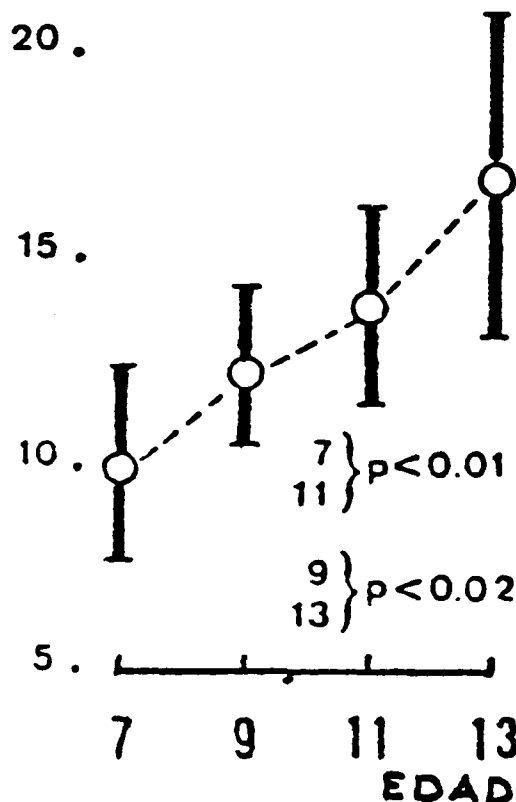


Fig. 8.— Media y desviación estándar de los valores de eficiencia circulatoria hallados en los diferentes grupos de edad. Aplicando la «t» de STUDENT se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los 7 y los 11 años ($p < 0.01$) y entre los 9 y los 13 ($p < 0.02$).

El máximo pulso de O_2 en las chicas crece en relación lineal con el aumento de edad de los 8 a los 16 años. En los chicos en cambio, a partir de los 12 años el máximo pulso de O_2 crece desproporcionalmente en relación a la edad. Ver figura. 9.

Si tenemos en cuenta que la diferencia (A-V) O_2 no varía dependientemente de las variables edad y sexo durante el crecimiento, el pulso de O_2 nos reflejará la variación del volumen sistólico durante esta etapa.

Podríamos pues deducir de nuestros resultados que con la edad aumentó el VS y mejoró

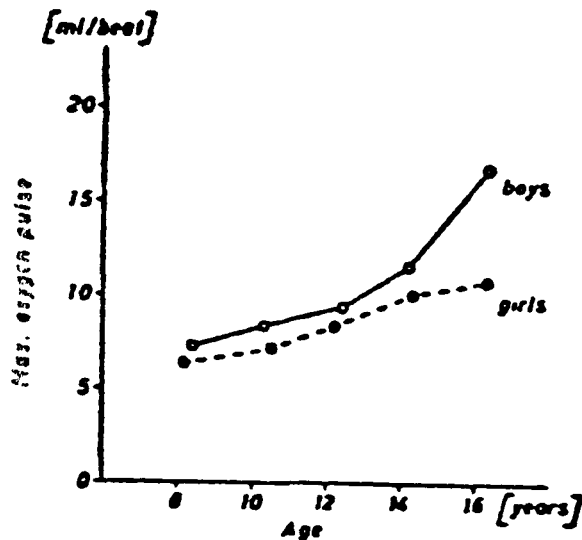


Fig. 9. — Máximo pulso de O₂ en relación a la edad en chicos y chicas (LANGE-ANDERSEN, 1974).

por ello la eficiencia circulatoria, conclusión por otra parte fácil de preveer si tenemos en cuenta el factor maduración o crecimiento fundamentalmente. Más interesante sería averiguar qué posibles cambios podríamos obtener en este parámetro por medio del entrenamiento.

E) *Eficiencia respiratoria*

Se calculó la eficiencia respiratoria como el resultado del cociente entre el incremento del VE y el incremento del VCO₂ durante el protocolo «A»

$$\text{Eficiencia respiratoria} = \frac{\Delta VCO_2}{\Delta VE}$$

No conocemos trabajos que utilicen este parámetro para la valoración de la respuesta respiratoria durante el ejercicio.

Su utilización se reduce al campo de la patología del aparato respiratorio. En cambio, creemos que puede aportarnos una buena información sobre el funcionalismo ventilatorio durante el trabajo físico, y sobre las diferentes respuestas al ejercicio existentes entre sujetos.

Lógicamente, cuanto menor sea el cociente $\Delta VE/\Delta VCO_2$ mejor eficiencia respiratoria tendrá el sujeto, ya que será capaz de expulsar una mayor cantidad de CO₂ para un mismo nivel de ventilación.

En nuestro estudio, vemos cómo el cociente $\Delta VE/\Delta VCO_2$ disminuye con la edad (fig. 10). Ello significa que los niños mayores son capaces de expulsar más CO₂ para un nivel dado

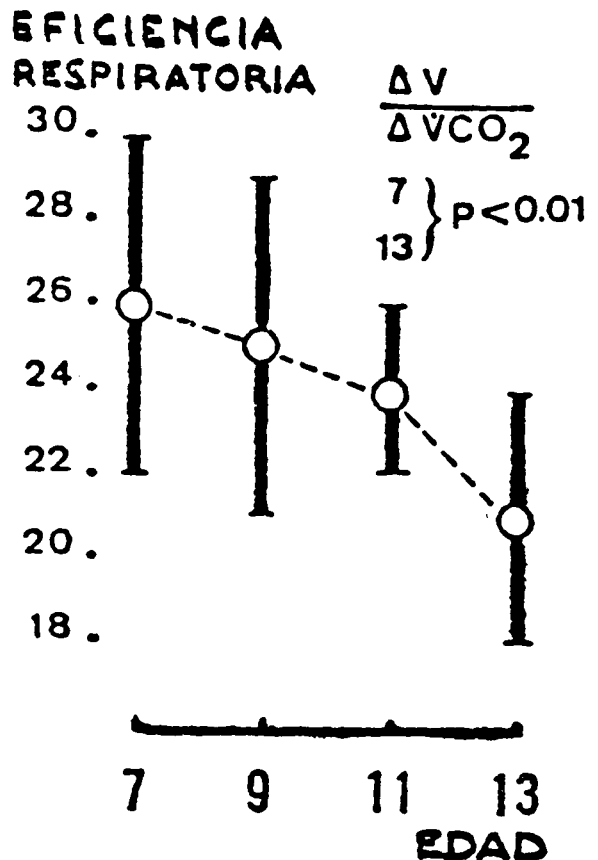


Fig. 10. — Media y desviación estándar de los valores de eficiencia respiratoria en los diferentes grupos de edad. Una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.01$ entre las edades de 7 y 13 años fue hallada aplicando la «t» de STUDENT.

de ventilación que los más pequeños. Aunque las diferencias entre los grupos de edad y de sexo no resultaron estadísticamente significativas al aplicar el análisis de varianza, aplicando la «T» de STUDENT hallamos diferencia significativa con una $p < 0.01$ entre el grupo de 7 años y el de 13; lo que refleja una mejora de la eficiencia respiratoria con la edad.

Esta mejora puede ser atribuida en parte al aumento de la capacidad de difusión pulmonar que se produce durante el crecimiento (BARAN, 1973).

Sin embargo, parece ser que sería mucho más importante en este caso la disminución de la relación espacio muerto/ventilación alveolar producida durante esta etapa.

Respuesta metabólica. Umbral anaeróbico

Se halló el umbral anaeróbico (UA) de cada prueba del protocolo «A» aplicando los crite-

rios de WASSERMAN (1) y se expresó como el tanto por ciento del VO_2 máx. (195).

Además de la aplicación de los cuatro criterios citados en el capítulo II, se cuantificó

(1) El cambio de pendiente del VO_2 , aunque no haya sido citado como uno de los criterios de Wasserman para la detección del UA, podemos considerarlo como resultado del crecimiento desproporcional del VE.

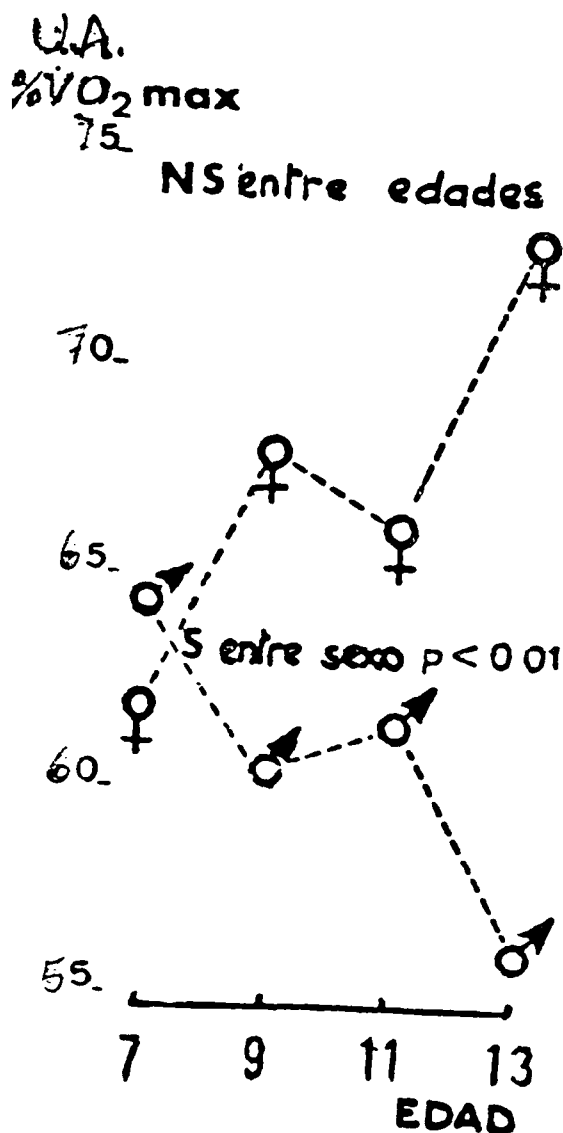


Fig. 11.— Media de los valores del UA en tanto por ciento del VO_2 máx. obtenidos en los diferentes grupos de edad y sexo. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad, pero sí que lo fueron entre sexos ($p < 0.01$).

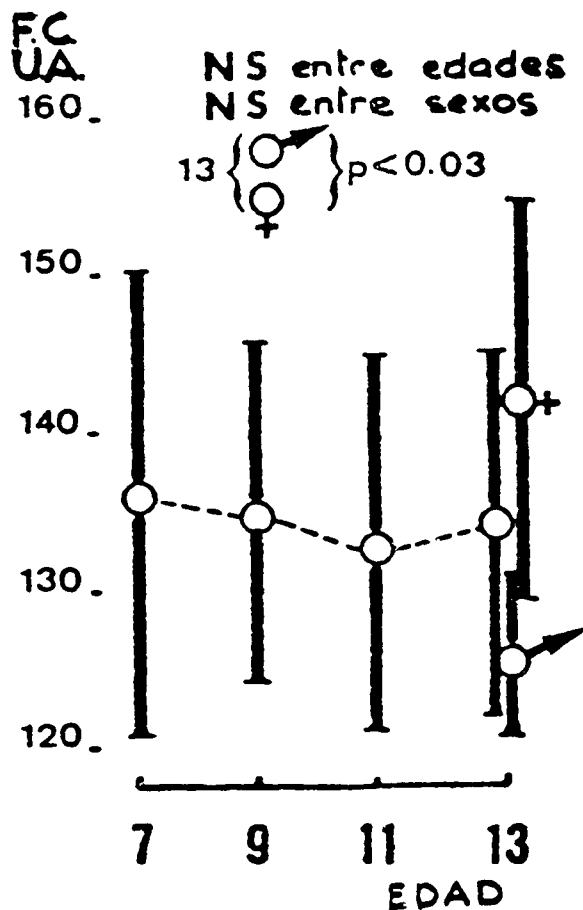


Fig. 12.— Media y desviación estándar de los valores de FC en que se produjo UA en los diferentes grupos de edad. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad ni entre los de sexo. Aplicando la «t» de STUDENT se encontró diferencia ($p < 0.03$) entre sexos a los 13.

el incremento del CR para la determinación de la subida brusca, tomando el punto en que $\Delta CR > 0.05$.

Los resultados aparecen en la figura 11. Como vemos en la gráfica, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad, pero sí que lo fueron entre sexos ($p < 0.01$). Las chicas alcanzaron el UA a un tanto por ciento más elevado de su VO_2 máximo que los chicos.

Asimismo, se determinó la FC y los W/kg. en el punto en que se produjo el UA (figuras 12 y 13). Tampoco fueron halladas diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad y al sexo para ninguno de los dos parámetros. Sin embargo, aplicando la «t» de STUDENT se halló una diferencia entre los

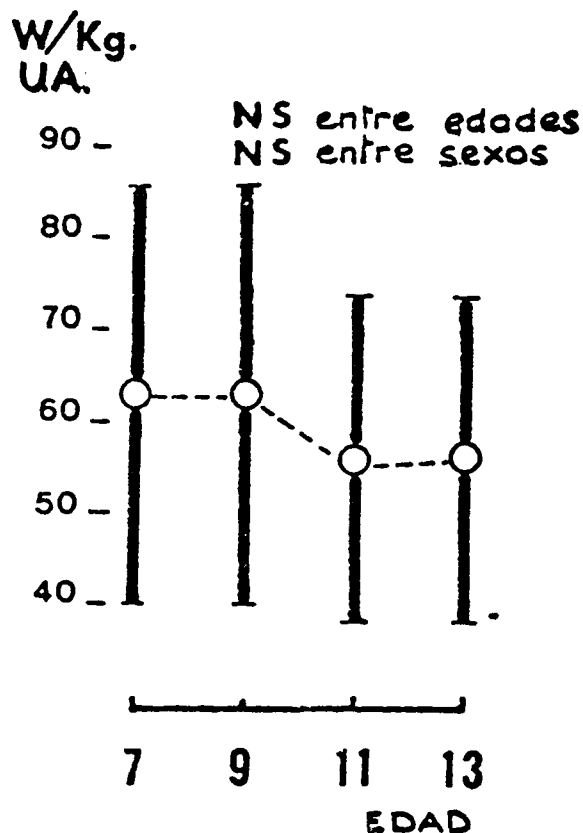


Fig. 13.—Media y desviación estandar de los valores de carga en W/kg. de peso corporal realizados en el punto en que se produjo UA en los diferentes grupos de edad. No fueron halladas diferencias estadísticamente significativas ni entre edades ni entre sexos.

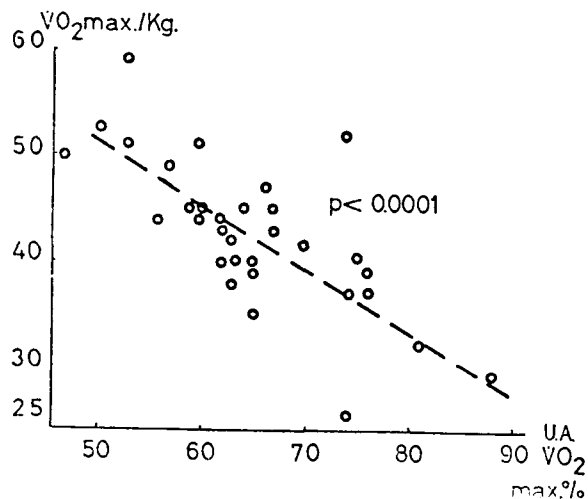


Fig. 14.—Relación entre el VO_2 máx./kg. y el punto en que se produjo UA (expresado en % VO_2 máx.). Se halló una relación inversamente proporcional entre estos dos parámetros, con una «p» altamente significativa ($p < 0.0001$).

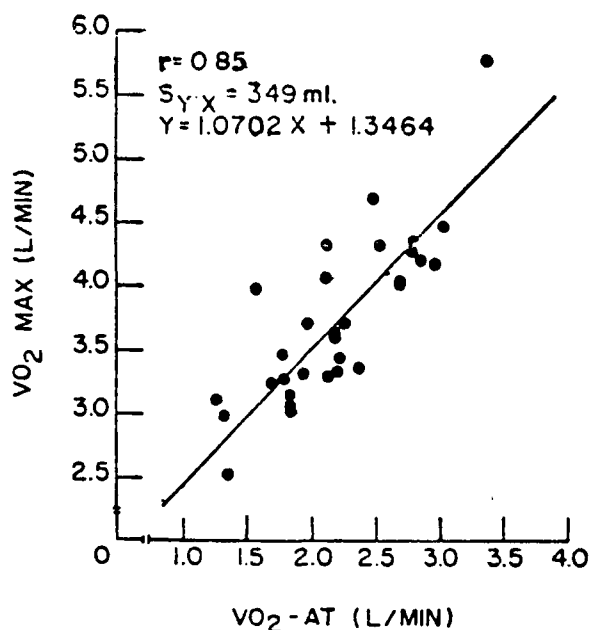


Fig. 15.—Relación entre VO_2 máx. y VO_2 en que se produce UR (WELTMAN, 1979).

chicos y chicas de 13 años con una $p < 0.03$ en cuanto a la FC en que alcanzaron el UA (fig. 13).

Estos resultados nos llevaron a construir la gráfica de la figura 14 en la que vemos como existe una relación inversamente proporcional entre el VO_2 máx./kg. y el UA en tanto por ciento del VO_2 máx. con una «p» altamente significativa ($p < 0.0001$).

Los resultados descritos en la figura 22, se oponen claramente a los encontrados por WELTMAN (1979) y reflejados en la figura 15.

WELTMAN, aplicando los criterios de WASSERMAN para la detección del UA, llegó a la conclusión de que los sujetos con un VO_2 máx. superior alcanzaban el UA a un tanto por ciento más elevado de su VO_2 máx.

Todo ello nos hizo pensar que el protocolo «A» nos había artefactado el UA. Para constatar esta hipótesis, construimos un segundo protocolo (protocolo B) al que fueron sometidos 6 sujetos. Después de detectar el UA por el mismo procedimiento, construimos una gráfica (figura 16) en la que no se observa la relación inversamente proporcional obtenida con el primer protocolo.

Por otra parte, comparando el UA obtenido en el protocolo «A» con el obtenido en el protocolo «B» por los mismos sujetos, no observamos una relación lineal (fig. 17). Tan sólo en un

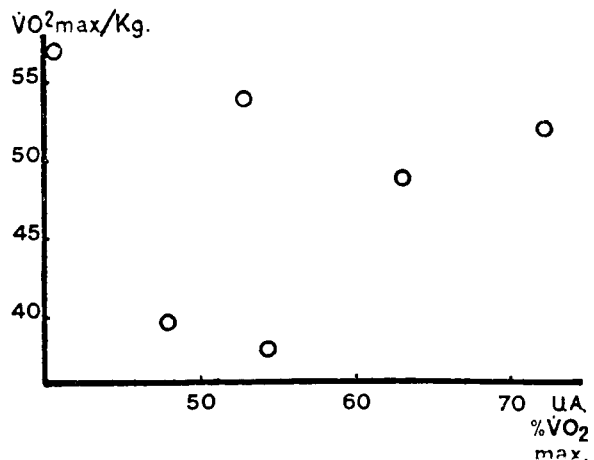


Fig. 16.—Relación entre VO_2 máx./kg. y UA (expresado en % del VO_2 máx.) obtenido a través del protocolo «B».

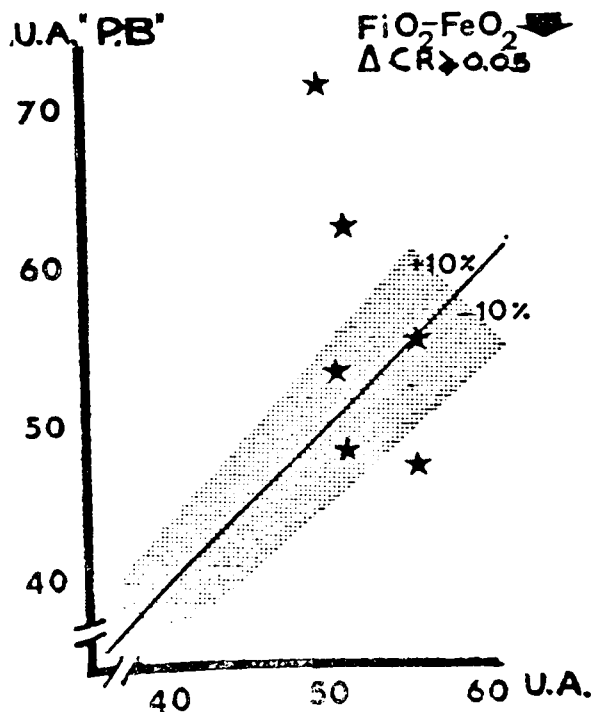


Fig. 17.—Valores del UA (expresado en % de VO_2 máximo) obtenido en el protocolo «A» (ordenadas) y en el protocolo «B» (abscisas) por los mismos sujetos. El descenso de la FiO_2-FeO_2 sin el correspondiente aumento de la $FeCO_2$ y el incremento del CR > 0.05 fueron los criterios utilizados para la detección del UA en los dos protocolos.

caso coincidieron los puntos de UA en uno y otro protocolo, otros dos casos cayeron dentro del $\pm 10\%$ de desviación de la recta y los otros tres se situaron por fuera.

Proponemos ahora un ejemplo de cada protocolo para analizar más detalladamente las diferencias existentes entre uno y otro en cuanto a la respuesta de acidosis metabólica.

La respuesta del sujeto A. G. G. al protocolo «A» aparece en la figura 18.

Vemos como algunos de los criterios de WASERMAN para la detección del UA se reflejan en el segundo minuto de la prueba:

— Hay un descenso de la FiO_2-FeO_2 mientras que la $FeCO_2$ permanece constante.

— Se produce un cambio de pendiente en el VO_2 (1) aunque después se produzca una normalización de la curva (1).

— El CR aumenta bruscamente.

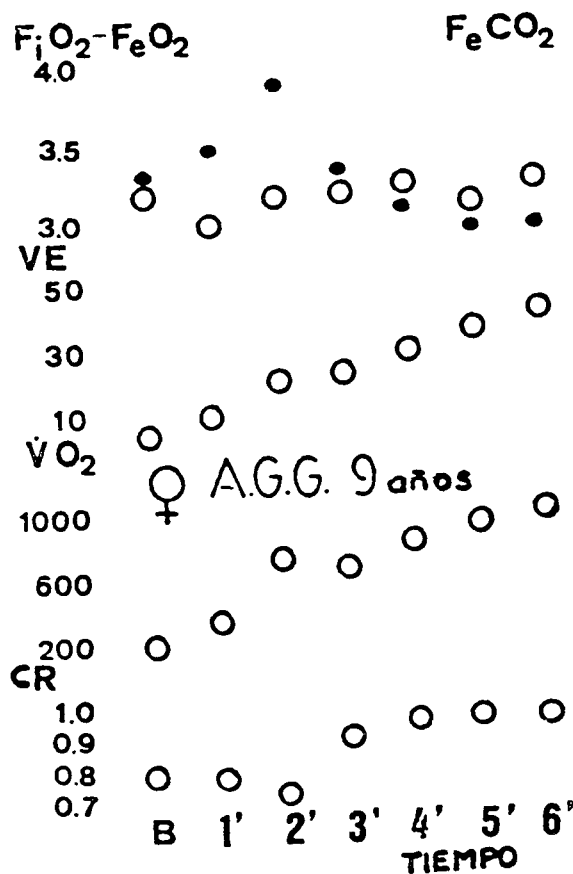


Fig. 18.—Análisis de la evolución de los parámetros ventilatorios en un sujeto (A. G. G.) de 9 años perteneciente al sexo femenino durante la realización del protocolo «A».

(1) El cambio de pendiente del VO_2 es discutible ya que viene determinado sólo por un punto.

El único criterio que no se cumple es el del cambio de pendiente del VE.

La gran mayoría de sujetos presentaron una respuesta similar a la mencionada en el segundo minuto de prueba. Ello nos hizo pensar también en la posible artefactación de la respuesta de los sujetos por el protocolo utilizado.

Efectivamente, llegamos a la conclusión de que la carga de salida (1.5 W. por kilo de peso) más el incremento de carga (0.5 W. por kilo de peso) producido durante el segundo minuto, eran capaces de disparar los mecanismos ventilatorios propios de la respuesta a una acidosis metabólica.

Ello explica uno de los resultados realmente contradictorios obtenidos: las chicas, con un $\dot{V}O_2$ máx. más pequeño, con una PWC_{170} menor alcanzaban su UA a un tanto por ciento más elevado de su $\dot{V}O_2$ máx.

Si tenemos en cuenta que este tipo de respuesta analizado se produjo en casi todos los casos durante el segundo minuto, comprendemos este resultado.

Durante el segundo minuto de prueba, aquellos sujetos que presentaron una respuesta más adaptada al esfuerzo, tuvieron un $\dot{V}O_2$ más pequeño, a la vez que un FC inferior que los que presentaron una peor adaptación (en este caso las chicas). De ahí que resultase que éstas alcanzaron su UA a un tanto por ciento más elevado de su $\dot{V}O_2$ máx.

Por otra parte, esta peor respuesta de adaptación al ejercicio explica a su vez los resultados reflejados en la figura 20, donde vemos la diferencia existente a los 13 años ($p < 0.03$) entre la FC (UA) de las chicas y de los chicos.

Tomamos al sujeto J. F. G. como ejemplo de la respuesta obtenida por los sujetos que realizaron el protocolo «B» (fig. 19).

En este caso, todos los criterios de WASSERMAN se cumplieron, coincidiendo además en el mismo punto. En el caso expuesto sería el sexto minuto:

— Se produce un ligero descenso en la F_iO_2 - F_eO_2 mientras que la F_eCO_2 sigue aumentando.

— El VE experimenta un cambio de pendiente.

— El $\dot{V}O_2$ sufre también un cambio de pendiente, no tan importante como el obtenido por la ventilación (WASSERMAN, 1975).

— El CR aumenta bruscamente.

Concluimos pues con todo ello que el protocolo «A» no sirve para la detección del UA, y proponemos para la detección del mismo un protocolo similar al protocolo «B», en el que

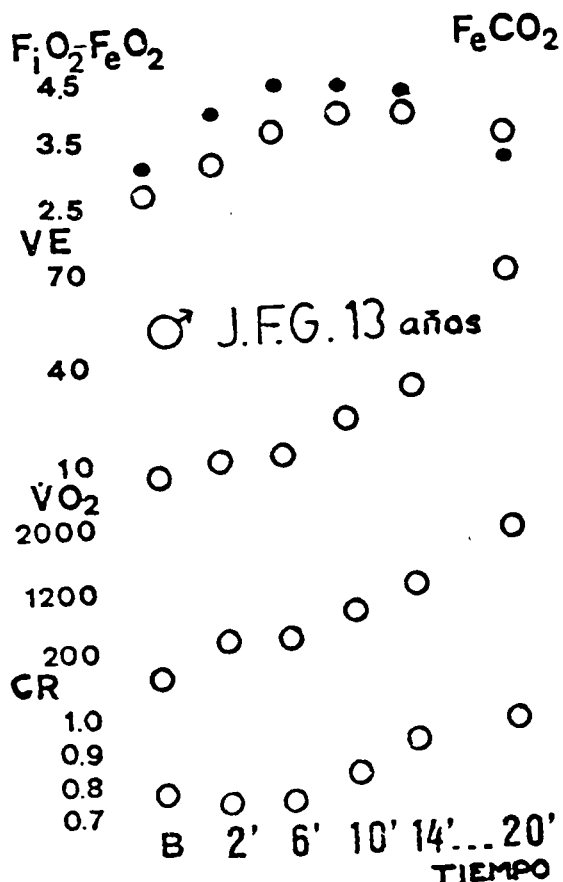


Fig. 19. — Análisis de la evolución de los parámetros ventilatorios en un sujeto (J. F. G.) de 13 años perteneciente al sexo masculino durante la realización del protocolo «B».

se inicia el ejercicio con pedaleo en vacío y la carga sube de forma más progresiva.

G) Recuperación

Se calculó el valor de la FC durante los 3 minutos que siguieron a la realización del ejercicio correspondiente al protocolo «A».

Para medir la recuperación, restamos la FC del tercer minuto de la FC alcanzada al final del ejercicio.

La media y la desviación estándar fueron calculadas en cada grupo y los resultados se presentan en la tabla 5.

Vemos en la tabla como los chicos no modificaron su recuperación con la edad, mientras que las chicas tuvieron un descenso a partir de los 9 años. Por ello se observan mejores recuperaciones en los chicos que en las chicas a partir de esta edad. Resultados similares han sido encontrados por KASCH (1973).

PARAMETRO	GRUPOS DE EDAD			
	7	9	11	13
Δ F. C.				
(3' recup.)				
CHICOS	66 \pm 12	68 \pm 13	68 \pm 8	66 \pm 6
CHICAS	68 \pm 12	56 \pm 13	53 \pm 4	55 \pm 21

Tabla 5. — Valores de la media y desviación estándar de la recuperación de la FC durante los 3 minutos que siguieron a la finalización del ejercicio.

En la figura 20 se observa un ligero descenso de la recuperación con el aumento de edad. Este descenso es debido fundamentalmente, como hemos dicho antes, al empeoramiento que sufren las chicas a partir de los 9 años.

Sin embargo, debido a la gran dispersión de los datos de cada grupo, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad ni en cuanto al sexo.

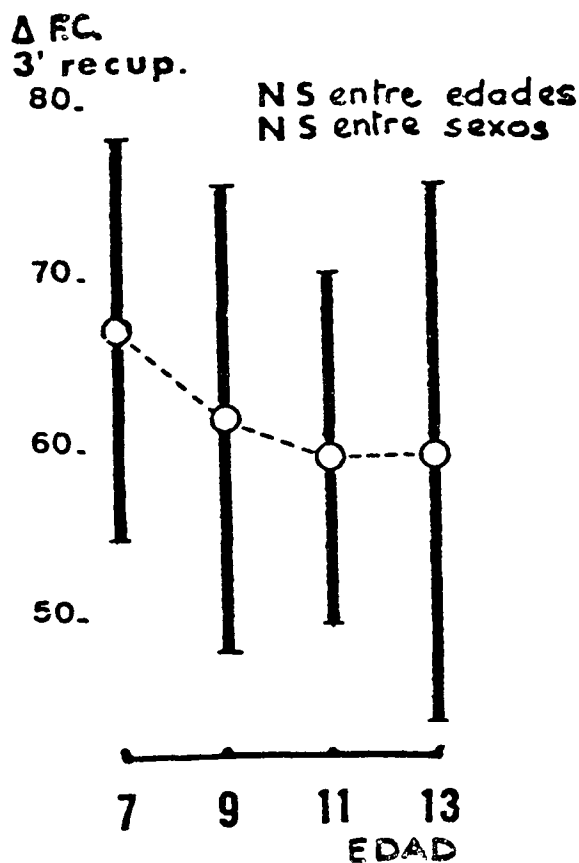


Fig. 20. — Media y desviación estándar de la recuperación de la FC durante los 3 minutos que siguieron a la finalización del ejercicio en los diferentes grupos de edad. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad y sexo.

1) Repetitividad de las mediciones realizadas por el ergómetro

Para observar la repetitividad de las mediciones realizadas por el ergómetro, se tomó como parámetro de referencia el $\dot{V}O_2$ máx. (195).

Se repitió la prueba a 12 individuos obteniendo los resultados reflejados en la figura 21

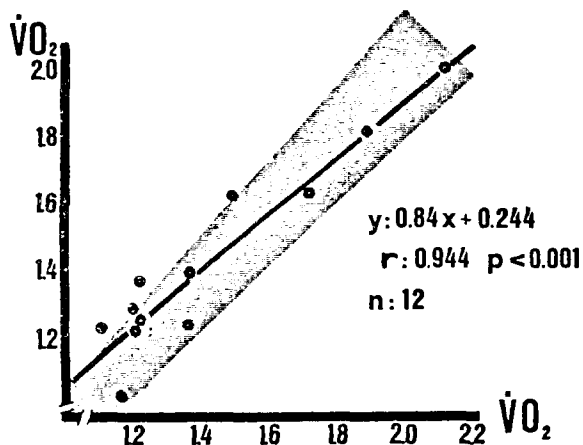


Fig. 21. — Repetitividad de las pruebas realizadas en el ergoanalizador utilizado. La ecuación de la recta hallada, el valor de correlación lineal entre los dos parámetros y el número de casos estudiados aparecen en el margen derecho de la gráfica.

que demuestran la alta repetitividad del ergoanalizador utilizado.

La pendiente de la recta obtenida al hallar la correlación del $\dot{V}O_2$ máx. (195) en las dos pruebas realizadas por los mismos sujetos y aplicando el mismo protocolo, tiene como ecuación: $y = 0.84 \times + 0.244$. El valor de correlación fue de: $r = 0.944$, $R^2 = 0.899$, y resultó significativa con una $p < 0.001$.

VI. — DISCUSION

Como hemos podido ver en el capítulo de resultados, las diferencias observadas entre los

grupos de edad o sexo para un determinado parámetro no resultaron en varias ocasiones estadísticamente significativas. Ello es debido a que el valor de la varianza dentro de un mismo grupo fue en algunos casos demasiado grande, y a que el número de sujetos estudiado fue pequeño.

Sin embargo, debemos tener en cuenta varios factores:

— La obtención de parámetros funcionales, a pesar de la tecnificación llevada a cabo en este sentido, sigue siendo muy laboriosa. Ello hace que los autores en general se vean obligados, sobre todo al efectuar mediciones directas, a trabajar con pocos sujetos.

— Por otra parte, en el estudio de parámetros funcionales, la variación de la respuesta individual no es tan importante como en la medición de otros parámetros en investigación. Además, nuestro interés se centra mucho más en conocer tendencias que en establecer valores concretos de referencia.

Aunque muchos de nuestros resultados coinciden con los obtenidos por otros autores (como hemos podido ir viendo en el capítulo anterior), cabría destacar en nuestro estudio una mayor diferenciación en cuanto a la respuesta fisiológica al esfuerzo entre los sexos, en comparación con la obtenida en otros trabajos de la literatura.

Las interpretaciones que podríamos dar a este fenómeno son muchas, pero creemos que habría que realizar otros estudios para sacar conclusiones válidas.

Con este trabajo, tan sólo hemos intentado abrir algunas vías de reflexión en cuanto al estudio de la respuesta fisiológica de los niños al esfuerzo. Muchas preguntas quedan en el aire y fundamentalmente una, la que será objeto de estudio de nuestro próximo trabajo: la detección del UA en niños según los criterios de WASSERMAN y la influencia de las variables edad y sexo en su establecimiento.

VII. — CONCLUSIONES

1. Se halló una mejor correlación del VO_2 (195) con el VO_2 máx. real.
2. Se encontraron diferencias en la capacidad física de esfuerzo entre los sexos, especialmente a los 13 años.
3. La eficiencia energética no varió entre los grupos.
4. Las eficiencias circulatoria y respiratoria mejoraron con el aumento de edad.
5. El protocolo «A» no fue correcto para la detección del UA.
6. La recuperación fue similar en todos los grupos.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTRAND, P. O. and I. RYHMING. — «A nomogram for calculation of aerobic capacity «Physical fitness» from pulse rate during submaximal work». *J. Appl. Physiol.*, 7, 1954, 218-221.
- ASTRAND, P. O. — «Human physical fitness with special reference to sex and age» *«Physiol. Rev.»*, 36, 1956, 307-335.
- ASTRAND, I. — «Aerobic work capacity in men and women with special reference to age». *«Acta Physiol. Scand.»*, 49 (Suppl. 169), 1960, 7-92.
- ASTRAND, P. O. et al. — «Cardiac output during submaximal and maximal work». *«J. Appl. Physiol.»*, 19, 1964, 268-274.
- ASTRAND, P. O. and K. RODAHL. — «Manuel de physiologie de l'exercice musculaire», París, Masson et Cie., 1973.
- ASTRAND, P. O. — «Aerobic and anaerobic work capacity». In: E. JOKL, R. L.; ANAND, H. STOBOY. «Advances in exercise physiology». Basel, S. Karger, 1976. «Medicine and Sport, vol. 9».
- BAR-OR, O.; R. J. SHEPARD and C. L. ALLEN. — «Cardiac output of 10 to 13 year-old boys and girls during submaximal exercise». *«J. Appl. Physiol.»*, 30, 1971, 219-233.
- BAR-OR O. — «A comparison of responses to exercise and lung functions of israeli arabic and jewish 12 to 14 year-old boys». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973a, 59-68.
- BAR-OR, O. and L. D. ZWIREN. — «Physiological effects of increased frequency of physical education classes and of endurance conditioning on 9 to 10 year-old girls and boys». In: O. BAR-OR. «Pediatric work physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 183-198.
- BARAN, B. and M. ENGLERT. — «Characteristics of the pulmonary capillary network in normal children». In: O. BAR-OR. «Pediatric work physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 219-234.
- BECKLAKE et al. — «Influence of age and sex on exercise cardiac output». *«J. Appl. Physiol.»*, 20, 1965, 938-947.
- BENGTSSON, E. «The working capacity in normal children, evaluated by submaximal exercise on bicycle ergometer and compared with adults». *«Acta Physiol Scand.»*. Vol. CLIV, fase II, 1956, 91-109.
- BORMS, J. and M. HEBBE LINK. — «Pediatric work physiology». Bussels, S. Karger, 1978. «Medicine and Sport, Vol. 11».
- BONEN, A. et al. — «Prediction of maximal oxygen uptake in boys, ages 7-15 years». *«Med. Sci. Sports»*, Vol. 11, 1979, 24-29.
- BOUHUYS, A. et al. — «Metabolic acidosis of exercise in healthy males». *«J. Appl. Physiol.»*, 21, 1966, 1.040-1.046.
- CASULA, D. et al. — «Proposta per la creazione degli standards normali di riferimento della prova scalare standardizzata dalla C. E. E.». *«Boll. Soc. It. Biol. Sper.»*, Vol. 51, 1975, 1.473-1.479.
- CASULA, D. et al. — «Comportamento della prova da sforzo a carico progressivamente crescente (standardizzata C. C. E.) nei silicotici». *«La medicina del lavoro»*, Vol. 68, 1977, 94-104.
- CERRETELLI, P.; D. PENDERGATE and G. SASSI. — «Evoluzione funzionale dell'adolescente in relazione alla pratica sportiva». *«Med. dello Sport»*, 31, 1978, 89-98.
- COLEMAN, E. — «Validation of a submaximal test of maximal oxygen intake». *«J. Sports Med.»*, 16, 1976.
- COUNCIL OF EUROPE. — Comité pour le deve-

loppement du sport. «Seminaire de la valeur physi- que». Paris, 26-28 octobre 1978. Strasbourg, INSEPS, 1979.

CUMMING, G. R. and P. M. CUMMING. — «Work- ing capacity of normal children tested on a bicycle ergometer». «Canad. Med. Ass. J.», 88, 1963a, 351-355.

CUMMING, G. R. and R. DAZZINGER. — «Bicy- cle ergometer studies in children, II correlation of pulse rate with oxygen consumption». «Pediatrics», 32, 1963b, 202-208.

CUMMIN, G. R. — «Correlation of athletic per- formance and aerobic power in 12 to 17 year-old children with bone age, calf muscle, total body po- tassium, heart volume and two indices of anaerobic power». In: BAR-OR. «Pediatric work physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 109-134.

CUMMING, G. R.; E. DAYLE and H. LAVERNE. — «Bruce treadmill test in children: normal values in a clinic population». «The American Journal of Cardiology», Vol. 41, 1978, 71-75.

CUNNINGHAM, D. A. et al. — «Reliability and reproducibility of maximal oxygen uptake measure- ment in children». «Med. Sci. Sports», Vol. 9, 1977, 104-108.

CURETON, K. J.; R. A. BOILEAU, and B. H. MASSEY. — «Sources of variance in maximal oxy- gen uptake in children». «Med. Sci. Spots» (Abs- tract). Vol. 10, 1977, 54.

DAL MONTE, A. — «Fisiologia e medicina dello sport», Firenze, Edit. Sansoni, 1977 (Enciclopedia pra- tica).

DAVIES, C. T. M. and S. GODFREY. — «Exercise studies in children using the indirect (CO₂) Fick Me- thod». «Acta Paediatr. Scan.», 217, 1971, 47-48.

DAVIES, C. T. M.; P. E. DIPRAMPERO and P. CERRETELLI. — «Kinetics of cardiac output and respiratory gas exchange during exercise and recove- ry». «J. Appl. Physiol.», 32, 1972, 618-625.

DAVIS, J. A. et al. — «Anaerobic threshold alte- rations caused by endurance training in middle-aged men». «J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol.», 46, 1979, 1.039-1.046.

DI PRAMPERO, P. E.; L. PETERS and R. MAR- GARIA. — «Alactic O₂ debt and lactic acid produc- tion after exhausting exercise in man». «J. Appl. Phy- siol.», 34, 1973, 628-632.

DOBELN, W. V. and B. O. ERIKSSON. — «Phy- sical training, growth and maximal oxygen uptake of boys aged 11-13 years». In: O. BAR-OR. «Pedia- tric Work Physiology...». Natanya, Wingate Institu- te, 1973.

ERIKSSON, B. O. and G. Koch. — «Cardiac out- put and intraarterial blood pressure at rest and during submaximal and maximal exercise in 11 to 13 years-old boys before and after physical training». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Na- tanya, Wingate Institute, 1973a, 139-150.

ERIKSSON, B. O. and B. SALTIN — «Muscle me- tabolism and anaerobic metabolism in prepubertal boys before and after physical training». In: O. BAR- OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973b, 173-182.

FREEDSON, P. et al. — «Cardiac Output diffe- rences in males and females during mild cycle er- gometer exercise». «Med. Sci. Sports». Vol. II, 1979, 16-19.

GARCIA ALMANSA, A.; M. D. FERNANDEZ y J. M. PALACIOS. — «Patrones de crecimiento de los niños españoles normales». «Rev. Clin. Esp.», 113, 1969, 45-48.

GARDNER. — «Enfermedades genéticas y endocri- nas de la infancia». Barcelona, Salvat, 1969, 1.132.

GLADDEN, L. B. and HUGH G. WELCH. — «Effi- ciency of anaerobic work». «J. Appl. Physiol»: Respi- rat Environ Exercise Physiol, 44, 1978, 564-570.

GOLLNICK, P. D. — «L'influence de l'exercice et l'entrenement sur le stockage musculaire du glicogè- ne sur la mobilisation des acides gras libres». In: LACOUR, J. R. «Facteurs limitant l'endurance hu- maine». Comptes rendus du Colloque de Saint-Etien- ne 15-16 juillet 1977, 13-19.

HERMANSEN, L. — «Anaerobic energy release». «Med. Sci. Sports», Vol. 1, 1969, 32-38.

HERMANSEN, L. and S. OSEID. — «Directs and indirects estimation of maximal oxygen uptake in pre-pubertal boys». «Acta Paediatr. Scand.», 217, 1971, 18-23.

HERMANSEN, L. and I. STENSVOLD. — «Produc- tion and removal of lactate during exercise in man». «Acta Physiol. Scand.», 86, 1972, 191-201.

HERMANSEN, L. — «Facteurs limitants interve- nant au cours de l'exercice maximal de durée brève». In: LACOUR, J. R. «Facteurs limitant l'endurance humaine». Comptes rendus Colloque de Saint-Etien- ne 15-16 juillet 1977, 69-80.

HURZELER, P. A. et al. — «Timesaving tables for calculating oxygen consumption and respiratory quo- tient». «Res. Quart.». Vol. 43, 1972, 121.

ISSEKUTZ, B. and K. RODAHL. — «Respiratory Quotient during exercise». «J. Appl. Physiol.», 16, 1961, 606-610.

KARLSSON, J. and B. SALTIN. — «Lactate, ATP, and CP in working muscles during exhaustive exer- cise in man». «J. Appl. Physiol.», 29, 1970, 598-602.

KARLSSON, J. et al. — «Muscle lactate, ATP, and CP levels during exercise after physical training in man». «J. Appl. Physiol.», 33, 1972, 199-203.

KASCH, F. W. — «Heart rate response of children to standar exercise». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 263-272.

KEMPER, H. C. G. — «Heart rate during bicycle ergometer exercise in watts per kilogram body weight of 12 and 13 years-old boys». In: O. BAR-OR. «Pedia- tric work Physiology...». Natanya, Wingate Institu- te, 1973, 251-262.

KEMPER, H. C. G. et al. — «Reliability of the ergoanalyzer». «Barrington Publications», 1976.

KEMPER, H. C. G. and R. VERSCHUUR. — «Max- imal oxygen uptake in 13-14 years-old boys and girls», presentado en el «II Symp. on Antropome- trics», Leuven, 1978 (ej. ciclostilado).

KLISSOURAS, V. and G. WEBER. — «Training: growth and heredity». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute 1973a, 209-244.

KLISSOURAS, V. — «Prediction of potential per- formance with special referencen to heredity». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973b, 235-244.

KNUTTGEN, H. G. — «Oxygen debt, lactate, py- ruvate and excess lactate after muscular work». «J. Appl. Physiol.», 17, 1962, 639-644.

KOCH, G. and B. O. ERIKSSON. — «Anatomical right-toleft shunt at rest nad ventilation, gas ex- change and pulmonary diffusing capacity during exercise in 11 to 13 year-old boys before and after training. In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiolo- gy...». Natanya, Wingate Onstitute, 1973, 151-172.

KRAHENBUHL, G. S. et al. — «Field estimation of VO₂ max. in children eight years of age». «Med. Sci. Sports». Vol. 9, 1977, 37-40.

LANGHE-ANDERSEN, K. et al. — «Physical per-

- formance capacity of children in Norway (part II)». *J. Appl. Physiol.*, 33, 1974, 197-206.
- MACZEK, M. and J. VAVRA. — «Cardiopulmonary and metabolic changes during exercise in children 6-14 years-old». *J. Appl. Physiol.*, 10, 1971, 200-204.
- MARGARIA, R. et al. — «Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man». *J. Appl. Physiol.*, 18, 1963, 371-377.
- NAIMARK, A.; K. WASSERMAN and M. B. McILROY. — «Continuous measurement of ventilatory exchange ratio during exercise». *J. Appl. Physiol.*, 19, 1964, 644-652.
- NELSON, W. E. — «Textbook of Pediatrics», 7.^a ed., Philadelphia, 1959, 50-61.
- OSNES, J. B. and L. HERMANSEN. — «Acid-base balance after maximal exercise of short duration». *J. Appl. Physiol.*, 33, 1972, 59-63.
- PIRNAY, F.; R. MARECHAL et J. M. PETIT. — «Tolérance à l'exercice musculaire. Appréciation par une méthode simple d'ergométrie». *Médecine du Sport*, 52, 1978, 95-100.
- RADOVANI, P. — «Relazione tra i dati somatici (H/Cc, P/H₂, VC/H₂) e funzionali (VO₂/kg.) ed il rendimento del nuoto umano di maschi e femmine dagli 8 ai 18 anni di età». *Med. dello Sport*. Vol. 25, 1972, 23-26.
- RASMUSSEN, B. — «Fitness evaluation in children». In: «2nd European research seminar on testing physical fitness». Copenhagen, 1980.
- RIOPEL, D. A.; A. B. TAYLOR and R. H. ARNO. — «Blood pressure, heart rate, pressure-rate product and electrocardiographic changes in healthy children during treadmill exercise». *The American Journal of Cardiology*. Vol. 44, 1979, 697-704.
- ROBINSON, S. — «Experimental studies of physical fitness in relation to age». *Arbeitsphysiol.*, 10, 1938, 251.
- RODE, A.; O. BAR-OR and R. J. SHEPHARD. — «Cardiac output and oxygen conductance. A comparison of canadian eskimo and city dwellers». In: O. BAR-OR. «Pediatric work physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 45-58.
- ROST, R. — «Evaluación de la capacidad física en medicina del deporte». Conf. presentada en el «XX World Congress in Sports Medicine». Brasilia, 1978, 13-18.
- RUSKO, H. P. RAHKILA. — «Maximum oxygen uptake, anaerobic threshold and skeletal muscle enzymes in male athletes». In: «Reports of physical culture and health», 27, Jyväskylä, 1979.
- RUTENFRANZ, J. et al. — «Physical performance capacity determined as W₁₇₀ in youth». In: O. BAR-OR. «Pediatric work physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 245-250.
- SAMUELOFF, S.; C. T. M. DAVIES and E. SHVARTZ. — «The physical working capacity of kurdish and yemenite jews in Israel». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 69-70.
- SELTZER, C. and J. MAYER. — «Simple criterion of obesity». *Postgraduate Med.*, 1965, 28-101.
- SHEPHARD, R. J. — «Challenges to fitness research». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 7-31.
- SIMRI, V. — «What answers on child conditioning do the physical educator and the coach expect from the scientist? In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 135-138.
- SMIT, R. J. — «Physiological responses to exercise in white and coloured children from South Africa». In: O. BAR-OR. «Pediatric work Physiology...». Natanya, Wingate Institute, 1973, 33-44.
- SORIGUER ESCOFET, F. F. C. et al. — «La medida del pliegue cutáneo como índice de adiposidad en adultos y recién nacidos». *Endocrinología*. Vol. 26, N.º 2, 1979, 57-65.
- TAMARIT, J. y B. MARIN. — «Evolución de la talla en la población escolar española». *An. Inst. Farm. Esp.*. XI-XII, 1963, 261-267.
- TAMARIT, J. y B. MARIN. — «Evolución del peso en la población española escolar». *An. Int. Farm. Esp.*, XIII-XIV, 1964, 237-239.
- VAINIKKA, M. and P. RAHKILA. — «Physical fitness of young finnish men». In: «Reports of Physical Culture and Health», 24, Jyväskylä, 1979.
- VENTURA, J. L. — «Adaptación cardiovascular al ejercicio físico». *Ap. Med. Dep.*, Vol. XV, n.º 59, 1978, 157-163.
- VOGELAERE, P. — «Normes cardio-respiratoires pour la population belge âgée de 6 à 18 ans». Vrije Universiteit Brussel, 1980 (ej. ciclostilado).
- WAHLUND, H. — «Determination of physical working capacity». *Acta Med. Scand.*, 215, 1948.
- WASSERMAN, K.; M. B. McILROY. — «Detecting the threshold of anaerobic metabolism». *American Journal of Cardiology*, 14, 1964, 844-852.
- WASSERMAN, K.; A. L. VAN KESSEL and F. G. BURTON. — «Interaction of physiological mechanisms during exercise». *J. Appl. Physiol.*, 22, 1967, 71-85.
- WASSERMAN, K. et al. — «Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise». *J. Appl. Physiol.*, 35, 1973, 236-243.
- WASSERMAN, K. and B. J. WHIPP. — «Exercise physiology in health and disease». *American Review of Respiratory Disease*. Vol. 112, 1975, 219-249.
- WELTMAN, A. and V. L. KATCH. — «Relationship between the onset of metabolic acidosis (anaerobic threshold) and maximal oxygen uptake». *J. Sports Med.*, 19, 1979.
- WHIPP, B. J.; C. SEARD and K. WASSERMAN. — «Oxygen deficit-oxygen debt relationship and efficiency of anaerobic work». *J. Appl. Physiol.*, 28 (4), 1970 452-456.

TANTUM

medicamento
con plaza asegurada

REUMA



™ TANTUM FUERTE / 30g. TANTUM POMADA / 60g.

*el tratamiento analgésico antiinflamatorio
que no ha sido igualado*

INDICACIONES: REUMA • dolores reumatoideos • lumbago • tortícolis • tendinitis • tenosinovitis • bursitis • mialgias • periartritis • etc., etc. **TRAUMA** • contusiones • magulladuras • torceduras • distensiones • esguinces • fracturas • etc., etc. **OTRAS INDICACIONES:** • parotiditis • flebitis superficiales • quemaduras de 1º y 2º grado • afecciones inflamatorias cutáneas • etc., etc. **COMPOSICION:** CIH de Benzidamina al 3 % en pomada y al 5 % en crema. **CONTRAINDICACIONES E INCOMPATIBILIDADES:** No se conocen. **EFECTOS SECUNDARIOS:** No se encuentran descritos. **DOSIFICACION:** Extender una fina capa sobre la zona afectada 2-3 veces al día. **PRESENTACION Y P.V.P.:** Pomada, tubo con 30 y 60 g: 130 y 166 ptas. Crema, tubo con 30 g: 145 ptas.

LABORATORIO PREPARADOR:



REFLEX

Spray

Analgésico osteo-músculo-articular

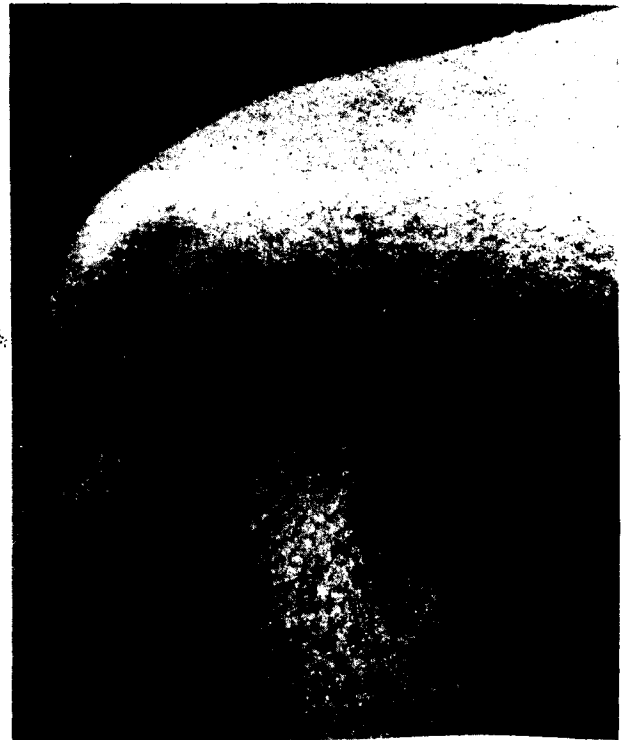
COMPOSICION: Cada cc.: DMSO (Dimetilsulfóxido), 60 mg; Salicilato de metilo, 20 mg; Mentol, 30 mg; Alcanfor, 30 mg; Esencia de trementina, 50 mg; Alcohol-bencílico, 10 mg.
ACCION: Favorecida por el dimetil-sulfóxido, analgésico-antiinflamatoria (salicilato de metilo) vasodilatadora y reulsiva suave (esencias aromáticas) de interés especial en medicina deportiva, de empresa y traumatológica.

POSOLOGIA: Uso exclusivo tópico. Proyectar sobre la zona afectada desde una distancia de 5-10 cm. durante unos segundos. Repetir la aplicación varias veces al día, S.C.M. No frotar.

EFFECTOS SECUNDARIOS Y CONTRAINDICACIONES

La proyección sobre los ojos, las mucosas o sobre piel erosionada puede producir irritación, por lo que debe evitarse su aplicación en estas zonas.

INCOMPATIBILIDADES. INTOXICACION. No se han observado.
PRESENTACION Y P.V.P.: Solución, frasco para aerosol con 50 cc., 159 ptas.; con 200 cc., 255 ptas.



INDICACIONES: Miositis, lumbalgias, torticolis, contusiones y distensiones ligamentosas. Rotura de fibras, tendo-sinovitis, esguinces, hematoma traumático.



LABORATORIOS
FARMACÉUTICOS