

Condición motriz: VO₂ máx. Potencia aeróbica máxima, capacidad aeróbica y endurance en la infancia y la adolescencia

J.A. Prat

Jefe del Servicio de Docencia e Investigación de la Direcció General de l'Esport de la Generalitat de Catalunya.

Profesor de Teoría y Práctica del Entrenamiento Deportivo del INEF de Barcelona.

R. Coll

Licenciada en Educación Física, Licenciada en Medicina y Cirugía

* Trabajo presentado en el Congreso "Educación Física y Deporte de base", Granada, Julio 1987

RESUMEN

Teniendo en cuenta la importancia del factor genético-hereditario sobre el consumo de oxígeno, y la mejora que se produce en dicha cualidad con el desarrollo orgánico debido a la pubertad, resaltamos la influencia positiva que el entrenamiento físico aeróbico supone en esta etapa de la vida en la que el individuo se está desarrollando, sobre el consumo máximo de oxígeno, teniendo en cuenta la diferencia existente entre ambos sexos, donde los chicos obtienen mejores resultados que las chicas.

Palabras clave:

Consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx).
Crecimiento, pubertad.
Entrenamiento físico.

RESUM

Tenint present la importància del factor genètic-hereditari sobre el consum d'oxigen i la millora que es produeix en aquesta qualitat amb el desenvolupament orgànic a causa de la pubertat, destaquem la influència positiva que l'entrenament físic aeròbic representa en aquesta etapa de la vida, en la qual l'individu es desenvolupa, sobre el consum màxim d'oxigen, atesa la diferència entre ambdós sexes segons la qual els nois assoleixen millors resultats que les noies.

Paraules clau:

Consum màxim d'oxigen (VO₂ màx.)
Entrenament físic.
Creixement, pubertat.

ABSTRACT

Take into account that the genetic factor is of a great importance in the oxygen uptake and that this factor is improved by the organic development due to puberty, we can say that during puberty training has a positive influence on the maximal oxygen uptake, and perform better, finally that boys have better performance than girls.

La condición física

En el estudio analítico de los elementos integrantes de la conducta motriz humana, se han descrito diversos factores que, la mayoría de los autores, clasifican de forma parecida y que en su conjunto les denominan condición motriz, condición física, capacidad motriz, habilidad motora, educabilidad motriz (SINGER 1980, y otros).

CONDICIÓN FÍSICA								
CONDICIÓN MOTRIZ								
HABILIDAD MOTRIZ GENERAL								
Coordinac. ojo-mano	poten-muscul.	Agilidad	Resistencia muscul.	Fuerza muscul.	Reint. cardio-vasc.	Velocidad	Equilibrio corporal	Coordinac. ojo-pie
SALUD ORGÁNICA Y NUTRICIÓN ADECUADA								

Gráfico: Relación entre condición física, motriz y habilidad motriz general (CLARKE)

Para (CLARKE 1959), el concepto de condición motriz corresponde a un modelo operacional y forma parte integrante de la habilidad motriz general.

El esquema que ofrece CLARKE y que posteriormente ha sido modificado por muchos otros autores, ha evolucionado desde el terreno propiamente empírico al recibir una influencia de las ciencias aplicadas al deporte, hacia una concepción más sistemática que tiene como base dos grandes bloques o elementos interrelacionados:

- El sistema energético requerido para llevar a cabo la actividad.
- La coordinación neuro-muscular.

Cada uno de estos bloques lleva consigo una serie de subdivisiones. Dependiendo del sistema energético, podemos clasificar a la actividad en función del tipo de metabolismo utilizado. Así pues, hallaremos que:

Los esfuerzos cuya duración sea entre 0 y 5 segundos, serán trabajos de **POTENCIA ANAERÓBICA ALÁCTICA**. Si se prolongan hasta 10 segundos, serán denominados de **CAPACIDAD ANAERÓBICA ALÁCTICA**. En ambos casos la energía utilizada será la proveniente del propio ATP existente en el músculo y la Fosfocreatina.

POTENCIA ANAERÓBICA ALÁCTICA						
DURACIÓN	WINT	ENERGÍA DEPÓSITOS	ENERGÍA	F.C.	LÁCTICO	RECUPERACIÓN
0-5"	Max	ATP	CP	--	--	2 min.

Pruebas: Test Margaria, Detente vertical - horizontal y biopsia muscular.

CAPACIDAD ANAERÓBICA ALÁCTICA						
DURACIÓN	WINT	ENERGÍA DEPÓSITOS	ENERGÍA	F.C.	LÁCTICO	RECUPERACIÓN
5"-10"	95%	ATP	CP	--	--	2 min.
resistencia fosfogénica						

Pruebas: Velocidad 0-40 m., lanzados (de 20 a 60 m.)

Si los esfuerzos se prolongan hasta 45 segundos o bien hasta dos minutos, las denominaciones más utilizadas serán: para el primer caso, la de **POTENCIA ANAERÓBICA LACTACIDA** y, en el segundo, **CAPACIDAD ANAERÓBICA LACTACIDA**. En los

dos casos la fuente energética principalmente requerida será la de la Glicolisis anaeróbica.

POTENCIA ANAERÓBICA LACTACIDA						
DURACIÓN	WINT	ENERGÍA DEPÓSITOS	ENERGÍA	F.C.	LÁCTICO	RECUPERACIÓN
10"-45"	95%	ATP	GLUCÓGENO	--	20-25 mMol/l	24 h.
Ac. LÁCTICO						

Pruebas: Lactacidemia

Cuando el esfuerzo se prolonga, entra en acción la vía oxidativa. Dependiendo de la duración e intensidad del ejercicio, habrá una mayor participación energética mixta aeróbica-anaeróbica: **POTENCIA AERÓBICA MÁXIMA** (equivalente al VO_2 máx.) gran intensidad y unos 15 minutos de duración, y si el tiempo es mayor y la intensidad menor, hablaremos de **CAPACIDAD AERÓBICA** (trabajo a nivel de umbral anaeróbico aproximadamente).

POTENCIA AERÓBICA MÁXIMA						
CAPACIDAD AERÓBICA						
DURACIÓN	WINT	ENERGÍA DEPÓSITOS	ENERGÍA	F.C.	LÁCTICO	RECUPERACIÓN
15'	80%	36 ATP	GLUCÓGENO MUSCULAR	Max.	8 mMol/l	48 h.
2 h.	70%	2 ATP	Ac. LÁCTICO	170	4 mMol/l	24 h.
Resistencia mixta						

Pruebas: Pruebas de laboratorio de VO_2 máx., Luc Leger: Course Navette de 1' ó 2'. Lactacidemia submáxima. Test de Conconi.

Si el trabajo físico tiene una duración superior a los 15 minutos, pero con una baja tasa de acumulación de lactato en sangre, dicho ejercicio se clasifica como "**ENDURANCE**" y la fuente energética es la vía oxidativa, tanto de glucosa como de ácidos grasos libres.

ENDURANCE						
DURACIÓN	WINT	ENERGÍA DEPÓSITOS	ENERGÍA	F.C.	LÁCTICO	RECUPERACIÓN
20'	70%	ATP	GLUCOSA	170	2 mMol/l	Alimentación + hidratación
8 h.			Ac. GRASOS LIBRES	100		
Resistencia aeróbica						

Pruebas: Astrand-Ryming.

La otra base de elementos son debidos a la coordinación neuro-muscular y, en dicho caso, se analizan:

- A) La fuerza:
 - en su manifestación de máxima
 - en su manifestación explosiva
 - en su manifestación fuerza-resistencia
- B) La velocidad:
 - gestual
 - cíclica
 - acíclica (agilidad)
- C) La flexibilidad

La fuerza, tanto máxima como explosiva, y la velocidad tienen relación con el sistema anaeróbico aláctico, mientras que la fuerza-resistencia puede tener relación con todos los sistemas energéticos comentados en función de la duración y la intensidad a la que se ejecuta el ejercicio.

La evolución de las cualidades

El estudio de cada cualidad nos ofrece la posibilidad de observar en un principio el potencial que posee cada sujeto, así como el efecto o la repercusión del trabajo efectuado en un tiempo dado. Pretender elevar a la máxima cima cada una de ellas es realmente imposible; siempre puede haber una mejora, pero en ningún momento podemos llegar al máximo percentil de 100, dado que existen una serie de factores heredados y adquiridos que ofrecen una diversificación del potencial mencionado.

Los estudios efectuados acerca de la influencia genética en los parámetros de condición física intentan dar respuestas a tres cuestiones básicas:

Primera cuestión: diferencias genéticas en relación a los parámetros biológicos y de condición motriz, relativas al rendimiento motor en los atributos tales como: VO_2 máx., máxima producción de lactato, máxima potencia muscular, composición de la fibra muscular, actividad enzimática del músculo, dimensiones antropométricas, rendimiento motor, etc...

Segunda cuestión: se refiere a si el entrenamiento físico altera o no la adaptabilidad funcional, es decir, el efecto del trabajo físico en el crecimiento y su influencia en cada una de las cualidades.

Tercera cuestión: adaptabilidad particular frente a cada tipo de entrenamiento. A ello podríamos denominarlo interacción del entrenamiento y el genotipo. ¿Estímulos iguales producen respuestas individuales en diferentes genotipos? o ¿cómo afecta dicho entrenamiento a sujetos de un mismo genotipo? (KLISSOURAS, 1985).

En este estudio intentaremos enfocar aquellas cualidades que dependen fundamentalmente del consumo máximo de oxígeno, respondiendo, en la medida que sea posible, a las tres cuestiones planteadas.

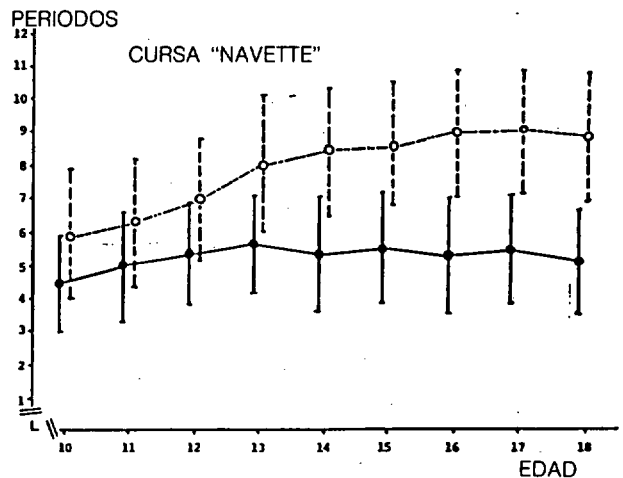
Las cualidades basadas en la utilización de la vía oxidativa como principal fuente de energía.

"Endurance", capacidad aeróbica y potencia aeróbica máxima y también fuerza-resistencia de componente aeróbico.

En la terminología clásica serían las cualidades de resistencia cardio-vascular y resistencia muscular de larga duración.

En todas las cualidades enumeradas, el VO_2 máx. es un componente fundamental unido al acúmulo de lactato en sangre.

Tanto en los test de laboratorio como en las pruebas de campo, se han estudiado grandes grupos de población en la etapa de crecimiento sin mostrar grandes diferencias entre ellas, sean de uno u otro continente. En Cataluña se valoró a un total de 2180 varones y 2055 mujeres en edades de 10 a 18 años (PRAT, 1986), por medio de la prueba de campo denominada Test de carrera de ida y vuelta sobre una distancia de 20 metros con periodos de 1 minuto (LEGER, 1983).



NIÑOS EDAD	PERIODOS								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
95	8,5	9,5	10	11,5	11	11,5	11,5	12	12
90	8,5	9	9,5	10,5	11	11	11,5	11	11
80	7,5	8	8,5	9,5	10	10,5	10,5	10,5	10,5
70	7	7,5	8	9,5	9,5	9,5	10	10	10
60	6	7	7,5	8,5	9	9,5	9,5	9,5	9,5
50	5,5	6	7	8	8,5	8,5	9,5	9	9
40	5,5	5,5	6,5	7,5	8	8	8,5	9	8
30	4,5	5	6	7	7,5	7,5	8	8	8
20	4,5	5	5,5	6,5	7	7	7,5	7,5	7
10	3,5	4	4,5	5,5	6	6	6,5	7	6,5
5	3	3	4	4,5	4,5	5,5	6	6	5,5
MEDIA	5,85	6,30	7,02	8,07	8,43	8,61	8,99	9,05	8,83
DES EST.	1,83	1,90	1,83	2,09	1,95	1,88	1,86	1,80	1,91
ERROR EST.	0,117	0,118	0,114	0,129	0,135	0,117	0,117	0,112	0,150
VARIANZA	3,35	3,61	3,34	4,39	3,82	3,55	3,48	3,26	3,67
MÍNIMO	2	1,5	2,5	0,5	2,5	3	1	1	3,5
MÁXIMO	13,5	11	12	13	12,5	13	13,5	14,5	13,5
Nº CASOS	243	257	254	264	210	258	254	262	164
NO VALIDOS	--	--	--	--	--	4	4	5	1

TABLA 1: Percentil y medidas de tendencia central y de dispersión de la Potencia Aeróbica Máxima en niños y niñas según la edad en Catalunya (Prat et col., 1985-1986)

Resistencia: herencia o entrenamiento

La cualidad de Resistencia aeróbica (potencia aeróbica máxima, capacidad aeróbica y endurancia) que dependen como factor básico del VO_2 , ¿es un factor heredado o bien es un factor adquirido?

Se ha demostrado que el parámetro de VO_2 máx. es un factor hereditario muy importante, aunque dicha afirmación debe hacerse con un cierto grado de precaución, tal como se indica en la literatura específica citada por Schwarz, Venerando, Milani, Sergienko, Bouchard, Engström y Fischbein (KLISSOURAS, 1985).

Para comprobar la influencia genética respecto a los diferentes parámetros fisiológicos y de condición física, se han realizado estudios con gemelos monocigóticos y dicigóticos.

En estos estudios los gemelos monocigóticos, muestran una alta correlación en su consumo de oxígeno entre ambos mientras que las correlaciones obtenidas en los sujetos dicigóticos son muy inferiores a los primeros.

	r Mz	r Dz	P
CONSUMO DE OXÍGENO	0,91	0,44	p 0,01
FRECUENCIA CARDÍACA	0,90	0,48	p 0,01

Indicaba anteriormente que debemos ser cautelosos ante una afirmación rotunda, dado que este parámetro genético puede alterarse en gran manera debido al entrenamiento o al régimen de ejercicio que se puede someter el sujeto. Muchos autores afirman que la mejora del VO_2 máx. es muy limitada por efecto del trabajo a que se somete el individuo (WEBER et al., 1976); sin embargo, muchos estudios se refieren a un corto plazo de entrenamiento (inferior a un año); ello da pie a pensar que dichos resultados pueden verse alterados al someterse el sujeto a un largo tiempo de trabajo de cinco o diez años. Otros autores admiten una ganancia moderada del VO_2 máx. del orden del 15% (ASTRAND, 1978) y otros autores atribuyen un valor muy superior (GRANDMONTAGNE, 1983) y que dicho valor depende del número de horas semanales que un sujeto realiza ejercicio.

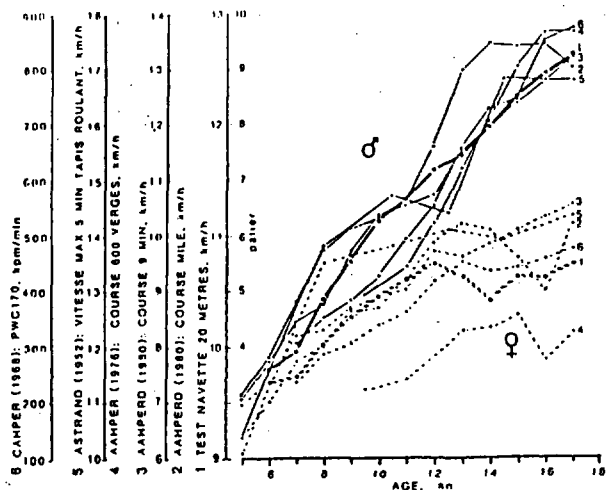
Efectos del Entrenamiento Físico

Al referirnos a los gemelos univitelinos indicábamos que el VO_2 máx. podía considerarse como un factor hereditario, sin embargo, la influencia del entrenamiento variaría dicho factor.

Si se estudia la adaptación cardio-vascular con gemelos monocigóticos, sometiendo a uno de ellos a un régimen de entrenamiento especial y al otro no, se pueden observar los cambios producidos como efecto del trabajo realizado durante año y medio (KLISSOURAS, 1985).

NIÑAS		10	11	12	13	14	15	16	17	18
EDAD	PERCENTIL	PERIODOS								
95	7	8	7,5	8	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8
90	6,9	7	7,5	7,5	7,5	7,5	8	7,5	7,5	7
80	5,5	6,5	6,5	7	7	7	7	7	7	6,5
70	5	6	6	6,5	6	6,5	6,5	6,5	6	6
60	5	5	5,5	6	5,5	6	5,5	6	5,5	5,5
50	4,5	5	5	5,5	5	5,5	5	5	5,5	5
40	4	4,5	5	5	4,5	5	4,5	5	4,5	4,5
30	3,5	4	4,5	4,5	4,5	5	4,5	4,5	4,5	4
20	3,5	3,5	4	4,5	4	4	4	4	4	4
10	2,5	3	3,5	4	3	3,5	3	3,5	3,5	3
5	2,5	2,5	3	3,5	2,5	3	2,5	3	2,5	2,5
MEDIA	4,48	4,97	5,35	5,66	5,30	5,54	5,30	5,45	5,11	
DES. EST	1,43	1,65	1,55	1,48	1,79	1,66	1,76	1,65	1,56	
ERROR EST	0,092	0,106	0,098	0,093	0,127	0,109	0,110	0,110	0,134	
VARIANZA	2,06	2,74	2,42	2,20	3,20	2,78	3,128	2,753	2,44	
MÍNIMO	1	2	1,5	2	1,5	1	1,5	1,5	1	
MÁXIMO	10	11	12	9,5	10,5	11	11,5	11	9	
Nº CASOS	243	244	249	251	199	234	259	226	137	
NO VÁLIDOS	—	—	—	—	—	6	3	2	3	

TABLA 2: Los valores expresados en las tablas vienen reflejados en periodos y sus fracciones; sin embargo, el cálculo puede efectuarse en VO_2 máx.

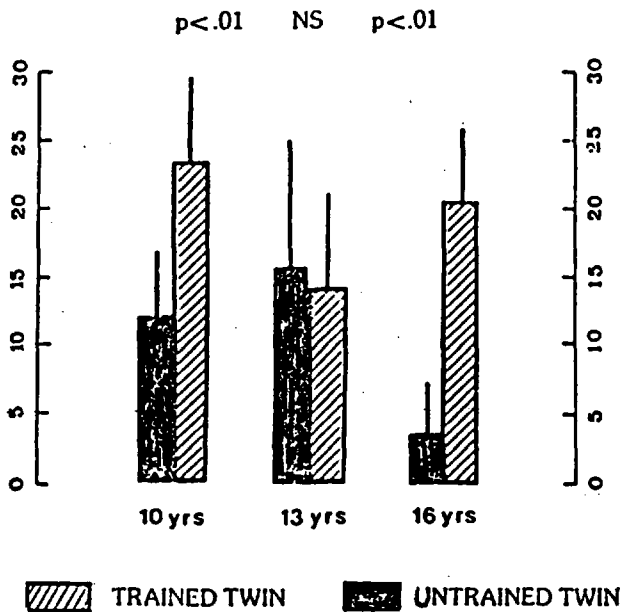


Varias pruebas de campo y de laboratorio han sido llevadas a la práctica demostrando su validez y fiabilidad, presentando curvas de evolución similar, aunque manteniendo ciertas diferencias. Todas ellas evalúan la misma capacidad, (LEGER et al., 1984) tal como observamos (figura 2) en el test de PWC 170, (ASTRAND, 1953), valorando la velocidad máxima en 5 minutos en tapiz rodante, AAHPER 1980, carrera de 9 minutos AAHPER 1980, carrera de 1 milla, test de ida y vuelta de 20 metros con periodos de 1 minuto.

En este mismo gráfico se muestra la evolución del VO_2 máx. de la población catalana medido en periodos de 1 minuto y las comparaciones efectuadas las medidas, desviaciones standard y los percentiles no ofrecen variaciones en ninguna edad con respecto a la muestra utilizada por Leger y colaboradores (1984) en una población escolar del Quebec.

VARIABLES MEDIDAS	GEMELO NO ENTRENADO	GEMELO ENTRENADO	DIFERENCIA ENTRE AMBOS %
VO ₂ máx. ml. kgr. m-1	35,9	49,2	37
Gasto cardíaco	20,3	24,7	22
Frecuencia cardíaca Máx. p m-1	184	182	1
Volumen sistólico ml.	110	134	21

Adaptación cardio-vascular y metabólica en gemelos idénticos, uno sometido a un régimen de entrenamiento y el otro sedentario.



Porcentaje individual del VO₂ máx. en sujetos gemelos entrenados y no entrenados (WEBER et al., 1976)

Weber trabajó con doce pares de gemelos sometidos a un régimen de entrenamiento, cuatro pares en cada edad. De cada pareja de gemelos se mantenía uno sin entrenar y el otro efectuaba trabajo físico. Los resultados muestran que en las edades de 10 y de 16 años el incremento del VO₂ máx. es significativo en el sujeto que entrenaba, pero no es así en la edad de 13 años, donde incluso los sujetos sometidos a un entrenamiento, obtienen valores por debajo de los no entrenados. Esta observación nos hace pensar que, o bien el trabajo fue mal planificado, o bien que se podrían manifestar problemas de crecimiento puberal. Pese a todo, en la mayoría de los estudios efectuados no se determina con rigor el tipo de trabajo efectuado, lo cual puede provocar un desconcierto en los resultados obtenidos y poner en cuestión la validez de la observación.

Estudiando la interacción genotipo-entrenamiento, se puede observar que en el estudio de los factores que afectan al VO₂ máx., el entrenamiento tiene una influencia mucho mayor que el factor hereditario, (WEBER, KARTODIHARDJO, KLISSOURAS, 1976) y se han expresado en los siguientes valores:

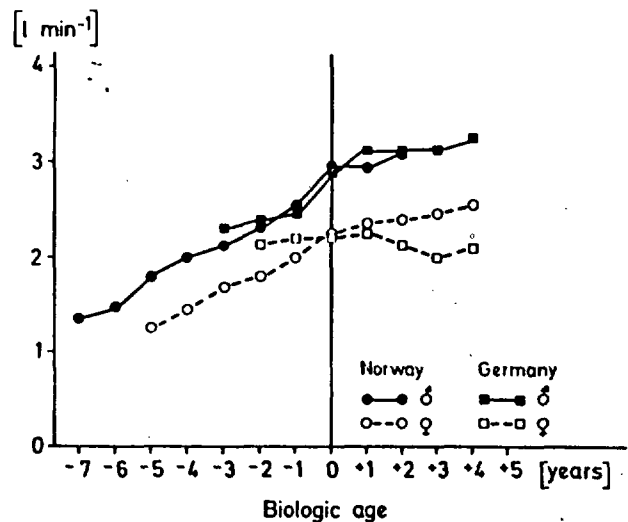
Fuente de variación	Medias	Varianza en % del total de varianza
ENTRENAMIENTO	221,72	42
HERENCIA	69,04	51
INTERACCIÓN	4,39	7

Interacción Genotipo-Entrenamiento (WEBER et al., 1976)

A parte del factor hereditario, se ha estudiado el efecto del entrenamiento de tipo aeróbico (sin especificaciones precisas de volumen e intensidad) en sujetos cuando se someten a procesos de corta duración.

En los últimos años (KOBAYASHI et al., 1978) han demostrado, en el curso de un estudio longitudinal efectuado en sujetos de 9 a 16 años, que el efecto del entrenamiento sobre el VO₂ máx., dependía esencialmente del momento durante el cual había sido efectuado. Los autores hallaron un importante incremento del valor del VO₂ máx. bajo el efecto del entrenamiento a partir del punto del crecimiento puberal máximo (estirón). (fig.4)

Si se compara la influencia de la cantidad de horas de entrenamiento de componente aeróbico sobre el VO₂ máx. en nadadores en fase puberal se muestra un efecto más significativo en el punto antes mencionado (MERCIER, 1986).



Consumo máximo de oxígeno en relación con la edad biológica y el sexo. (0 marca la edad del estirón o punto de crecimiento máximo PHV). RUTENFRANZ, 1981.

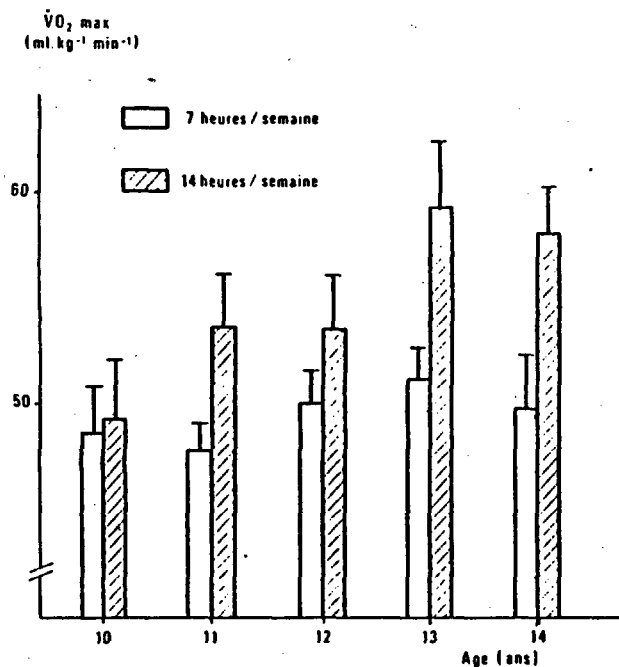


Figura. 5. Comparación de los valores de VO₂ máx. en nadadores sometidos a un proceso de entrenamiento de 7 horas/semana (u=23) o bien 14 horas semanales (u=15).

El mecanismo fisiológico implicado para demostrar la elevación del VO₂ máx. inducido por efecto del ejercicio físico en el periodo puberal parece ser un aumento del volumen de eyección sistólica (HAMILTON, P; ANDREW, G.M., 1976).

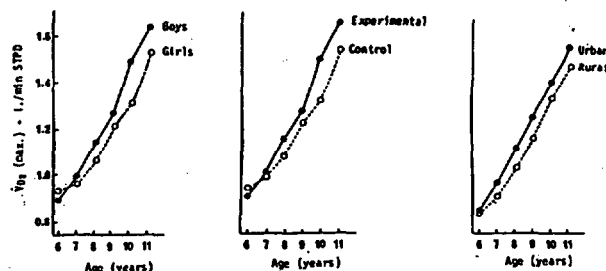
Al estudiar la evolución del máximo consumo de oxígeno en grandes poblaciones escolares, es necesario citar el trabajo efectuado en Trois Rivières y Pont Rouse en Canadá (SHEPHARD et al., 1977) mediante un programa experimental de 5 horas por semana que completaba el programa de educación física escolar, de sólo 1 hora a la semana.

Respecto al parámetro del consumo máximo de oxígeno, el valor estaba determinado directamente por medio de un ejercicio efectuado sobre el tapiz rodante, llegando hasta el agotamiento. También se valoró la potencia máxima de trabajo PWC.170. En la experiencia participaron 546 escolares repartidos entre poblaciones de ambos sexos y diferenciando a los que vivían en el medio urbano y en el medio rural.

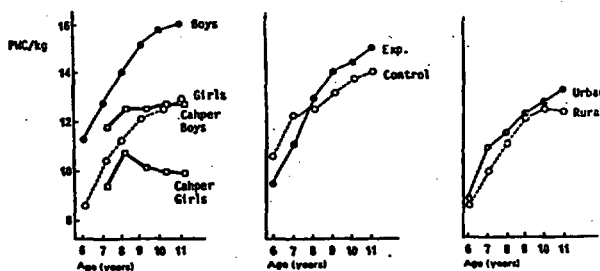
Las clases suplementarias estaban dirigidas por profesores de Educación Física y el programa incluía:

- Fútbol en sala
- Pre-fútbol americano
- Hockey sobre hielo o patinaje artístico.
- Hockey sala
- Mini-basket
- Danza moderna
- Salto
- Ejercicios gimnásticos
- Escalada en sala
- Cross-country y esquí de fondo

Los resultados obtenidos indicaron una influencia positiva y estadísticamente significativa de la mejora del VO₂ máx. en aquellos niños que se hallaban sometidos a un régimen suplementario de actividad física, a partir de la edad de 8 años en relación con el grupo control que sólo realizaba una hora a la semana de actividad física, mientras que en la edad de 6 años el grupo control estaba por encima del grupo experimental. Por lo tanto, no hubo efecto de dicho trabajo en la mejora de esta capacidad y a los siete años, aunque el grupo experimental pasó por delante del grupo de control, dicha mejora no es significativa.



Respecto a la PWC.170, muestra un comportamiento similar a la prueba en que se valoró el máx. VO₂, manifestándose que el grupo experimental sobrepasó al grupo control a partir de los ocho años.



A modo de resumen podemos indicar que en la mejora del máximo consumo de oxígeno como factor fundamental del desarrollo de la potencia aeróbica máxima, de la capacidad aeróbica y del "endurance" está afectado por:

1. Factores genéticos.
2. Por el entrenamiento físico efectuado.
3. Por el número de horas semanales a las que se somete el sujeto en edad de crecimiento a un entrenamiento.
4. Que el punto donde se consigue el mayor incremento es en la etapa puberal, coincidiendo con el pico máximo de crecimiento (PHV).
5. Que los chicos tienen una tendencia a mejorar constantemente dicha cualidad durante su crecimiento.
6. Que las niñas se estabilizan al iniciar la etapa post-puberal.
7. Que a partir de los ocho años hay una incidencia positiva del trabajo físico sobre dicho parámetro.

Bibliografía

ASTRAND, P.O.; RODHAL, K.: "*Manuel de physiologie de l'exercice musculaire*" Traducido por J.R. Lacour. Masson. 3ª ed. Paris, 1978.

CLARKE, H.: "*Application of Measurement to health and Physical Education*". New Jersey, Prentice-hall inc, 4ª edición, 1967.

COOPER Dan M; WEILER-RAVELL, D; WHIPP, B; WASSERMAN, K.: "*Aerobic parameters of exercise as a function of body size during growth in children*". J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol. 56(3): pp 628-634. 1984.

GRANDMONTAGNE, M.: "*Influence du niveau habituel d'activité sportive sur le développement de l'aptitude physique chez l'enfant de 11 à 16 ans*". Médecine au Sport. 12-17. 1983. Physiol. 1976. 36, 27-38.

HAMILTON, P; ANDREW, G.M.: "*Influence of growth and athletes training on heart and lung functions*". Europ. J. Appl. Physiol. 1976. 36, 27-38.

KLISSOURAS, V.: "*Genetic aspects of human performance*" Jornades Internacionals de Medicina i Esport a Granollers. Juny 1985.

KOBAYASHI, K; KITAMURA, K; MIURA, M; SODEYAMA, H; MUSARE, Y; MIYASHIDA, M; MATUSI, H.: "*Aerobic power as related to body growth and training on Japanese boys. A longitudinal study*". J. Appl. Physiol. 1978. 44. 666-672.

LEGER, L; LAMBER, J; GOULET, A; ROWAN, C y DINE-LLE, Y.: "*Capacité aérobie des Québécois de 6 à 17 ans test navette de 20 mètres avec paliers de 1 minute*" CAN, J. Appl. Spt. Sci. 9:2 64-69, 1984.

MERCIER, J; VAGO, P; MACABIES, J; PREFAUT, Ch.: "*Évolution de la VO₂ max. chez l'enfant. L'enfant, l'adolescent et le sport*". Paris. Masson. 1986, 1-8.

PRAT, J.A.: "*La Bateria Eurofit en Catalunya*" Noves Tècniques Esportives. Direcció General de l'Esport de la Generalitat de Catalunya. 1986.

RUTENFRANZ, J et al. "*Maximal aerobic power affected by maturation and body growth during childhood and adolescence*" *Children and sport*. Ed. J. Ilmarinen and I.d Välimäki. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1984.

SHEPHARD, R; LAVALLÉE, H; JEQUIER, J.C. RAJIC, M; BEAUCAGE, C.: "*Un programme complémentaire d'Éducation Physique. Étude préliminaire de l'expérience pratiquée dans le district de Trois Rivières*. Actas del Congreso de Saint-Etienne. 1977.

SINGER, R.N.: "*Motor Learning and human performance*". New York, McMillan; London, Collier-McMillan, 1980.

WEBER, G; KARTODIHARDJO, W; KLISSOURAS, V.: "*Growth and physical training with reference to heredity*" J. Appl. Physiol. 1976, 40, 211-215.

