

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA RESISTENCIA EN EL DEPORTE Y SU APLICACIÓN A LA PRÁCTICA EN EL TAEKWONDO

*José R. Fernández de la Portilla
Entrenador Nacional de Taekwondo
Cinto Negro 6º dan
Granada, diciembre de 2010*

Definición de la resistencia.

Es la capacidad física y psíquica de soportar la fatiga frente a esfuerzos relativamente largos y su capacidad de recuperación rápida después de dichos esfuerzos.

Factores de influencia.

Podemos decir que la resistencia depende de diversos factores tales como las técnicas de ejecución de los ejercicios, la capacidad de utilizar económicamente los potenciales funcionales, la velocidad, la fuerza, el estado psicológico, el estado funcional de diferentes órganos y sistemas como el respiratorio y cardiovascular, etc.

Por ello el éxito en un determinado deporte (en este caso Taekwondo) dependerá directamente del nivel de resistencia adquirido, en algunos deportes de larga duración tales como el ciclismo, natación o carreras de larga distancia influirá en gran medida el factor técnico y el sistema cardiorrespiratorio, en otros en los que se trata de sostener una posición durante largo tiempo como son los deportes de combate (caso Taekwondo), a este factor técnico anteriormente indicado, deberemos de añadir la capacidad muscular isométrica y la fortaleza psicológica.

Clasificaciones.

Estas consideraciones que a continuación veremos nos indican que no existe un único modelo de resistencia y que en función del factor que tengamos en cuenta, podremos diferenciar multitud de actitudes de la misma, las clasificaciones más comunes son las siguientes:

- **En función del volumen de musculatura implicada tendremos:** resistencia general cuando el ejercicio implica a más del 15% de la musculatura del cuerpo, en caso contrario sería resistencia local.
- **En relación con la especialidad deportiva practicada:** podemos diferenciar entre resistencia de **base** que sería genérica para todos los deportes y resistencia **específica** orientada concretamente a un deporte determinado.
- **En relación con la forma de obtención de la energía:** resistencia **aeróbica** (suele ser trabajo de larga duración y poca intensidad) si hay oxígeno suficiente para la oxidación del glucógeno y ácidos grasos y resistencia **anaeróbica** (trabajo de más corta duración y alta intensidad) cuando el abastecimiento de oxígeno es insuficiente para la oxidación,

en este caso se diferencian dos tipos **anaeróbica láctica** si se acumula ácido láctico en el músculo y **anaeróbica aláctica** cuando no se acumulan dichos residuos.

- **En relación a la forma y duración del trabajo:** tendremos resistencia estática en ejercicios sin movimiento y dinámica con movimiento muscular. Esta última y en función de la duración del ejercicio puede ser: resistencia al sprint (hasta 10”), RCD o resistencia de corta duración (hasta 45”), RMD o resistencia de media duración (Hasta 2’), RLD o resistencia de larga duración aquí se diferencian DLDI, RLDII, DLDIII en función de la duración que va desde los 10’ a varias horas.
- **En relación con la intervención de otras cualidades físicas:** tendremos la resistencia a la fuerza y resistencia a la velocidad, etc.

Las clasificaciones más utilizadas y efectivas a nivel de entrenamiento son las que se basan en el aporte energético (aeróbica y anaeróbica) y en la duración del esfuerzo (resistencia al sprint, RCD, RMD, RLDI, RLDII, RLDIII). También hay que tener en cuenta que cualquier ejercicio tendrá componentes aeróbicos y anaeróbicos un trabajo de 10” tiene un componente aeróbico del 15% y anaeróbico del 85% en cambio si realizamos esfuerzos de 2 horas de trabajo el componente aeróbico será del 90% y el anaeróbico del 10%.

Formas o métodos de entrenamiento.

- **Métodos continuos:** se trata de realizar ejercicios de larga duración normalmente más de 30’ sin pausas, por ejemplo carrera continua, bicicleta o natación continua. Se divide en continuo **uniforme** si siempre se trabaja al mismo ritmo y continuo **variable** si se realizan cambios de ritmo.
- **Métodos fraccionados:** cuando entre los diferentes ejercicios se realizan pausas o descansos.

Aquí diferenciamos el método **interválico** en el que se realizan pausas incompletas es decir que realizaremos el siguiente ejercicio sin que el cuerpo esté totalmente recuperado normalmente se utiliza la medición de las pulsaciones y cuando éstas bajan a 120/130 por minuto se inicia el siguiente trabajo .Dentro del método interválico y en relación con la duración del trabajo distinguimos cuatro subpartados: IEL o extensivo largo trabajos de 3’ a 15’, IEM o extensivo medio de 1’ a 3’, IIC o intensivo corto de 15” a 1’ y por último IIMC o intensivo muy corto hasta 15” de trabajo por repetición.

Otro método fraccionado es el denominado de **repeticiones** en este caso los descansos utilizados son casi completos, al igual que en el anterior diferenciaremos tres en función del tiempo de trabajo: RL o de repeticiones largo con trabajos de 2’ a 3’ y descansos completos, RM o de repeticiones medio con trabajos de alrededor de 1’ y descansos completos y RC o de repeticiones corto con trabajos de 20” a 30” y también descansos completos.

Algunos de los medios que podemos utilizar para el desarrollo complementario de la resistencia en deportes específicos son la carrera, bicicleta, natación, circuitos de trabajo, juegos motores que impliquen desplazamiento, etc.

1.- CONCEPTO Y EVOLUCIÓN

1.1.- Concepto

A continuación en la tabla 1 quedan expresadas las definiciones de algunos conocidos autores sobre el concepto general de la resistencia:

AUTOR	DEFINICIÓN
Bompa (1983)	Límite de tiempo sobre el cual el trabajo a una intensidad determinada puede mantenerse
Grosser (1989)	Capacidad física y psíquica de soportar el cansancio frente a esfuerzos relativamente largos y/o la capacidad de recuperación rápida después de esfuerzos
Manno (1991)	Capacidad de resistir a la fatiga en trabajos de prolongada duración
Weineck (1988)	Capacidad psicofísica del deportista para resistir a la fatiga
Harre (1987)	Capacidad del deportista para resistir a la fatiga
Zintl (1991)	Capacidad de resistir psíquica y físicamente a una carga durante largo tiempo produciéndose finalmente un cansancio insuperable debido a la intensidad y la duración de la misma y/o de recuperarse rápidamente después de esfuerzos físicos y psíquicos

Tabla 1.- Algunas definiciones de resistencia

Donde vemos que los términos que más se repiten son capacidad física y psíquica de resistir la fatiga, a los cuales podríamos añadir la capacidad de recuperarse rápidamente después de esfuerzos como apuntan Grosser (1989) y Zintl (1991), con lo cual ya habríamos completado una sencilla definición de fatiga.

La resistencia no puede ni debe entenderse como algo aislado, si no como algo que interactúa con otros elementos, con el resto de las capacidades físicas básicas. Los esfuerzos deportivos abarcan varios sistemas orgánicos.

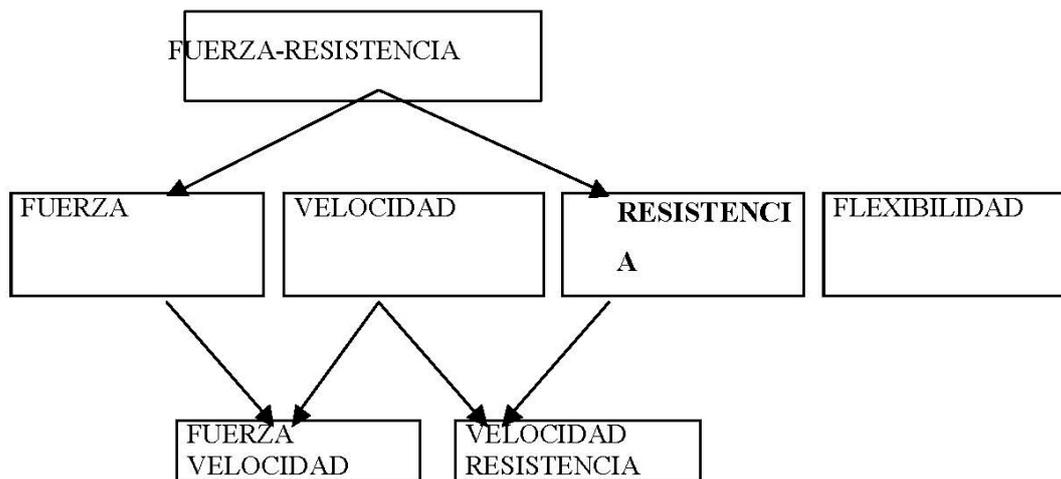


Fig.1: La resistencia como elemento de la condición física (Zintl, 1991)

En este esquema podemos ver las relaciones que establece la resistencia con otras dos capacidades físicas: la fuerza (aparece la fuerza-resistencia o resistencia de fuerza, según Navarro, 1998) y la velocidad (aparece la velocidad-resistencia o resistencia de velocidad, según Navarro, 1998)

Según Zintl (1991) y Navarro (1998) son funciones de la resistencia las siguientes:

- Mantener una cierta (óptima) intensidad de la carga durante el mayor tiempo posible. (deportes cíclicos de resistencia)
- Mantener al mínimo las pérdidas inevitables de intensidad cuando se trata de cargas prolongadas.
- Aumentar la capacidad de soportar las cargas en entrenamientos o competiciones (varias pruebas, deportes colectivos etc.)
- Recuperarse rápidamente entre fases de esfuerzo.
- Estabilización de la técnica deportiva y de la capacidad de concentración en los deportes de mayor exigencia técnica (saltos trampolín, tiro arco, gimnasia artística...) En este momento nos convendría explicar qué se entiende por fatiga o cansancio y los distintos tipos de ella. La fatiga es la “disminución transitoria (reversible) de la capacidad de rendimiento” (Zintl, 1991). Puede ser: fatiga nerviosa (mental, sensorial o emocional) o física (motora o coordinativa y muscular)

Son causas de la fatiga: (Zintl, 1991 en Navarro,1998):

- Disminución de las reservas energéticas (Fosfocreatina, glucógeno).
- Acumulación de sustancias intermedias y terminales del metabolismo (p.ej.: urea, lactato)
- Inhibición de la actividad enzimática por sobreacidez o cambios en la concentración de los enzimas.

- Desplazamiento de electrólitos (por ejemplo del potasio y del calcio en la membrana celular)
- Disminución de las hormonas por el esfuerzo fuerte y continuo (por ejemplo, la adrenalina y noradrenalina como sustancia de transmisión, la dopamina en el sistema nervioso central)
- Cambios en los órganos celulares (por ejemplo las mitocondrias) y en el núcleo de la célula.
- Procesos inhibidores a nivel del Sistema Nervioso Central por la monotonía de las cargas
- Cambios en la regulación a nivel celular dentro de cada uno de los sistemas orgánicos.

Debido a estas causas se manifiestan los síntomas de la fatiga objetivos y subjetivos que se pueden observar en la tabla 2 y que nos sirven para valorar el grado de fatiga.

SINTOMAS SUBJETIVOS	SINTOMAS OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> * Centelleo de los ojos * Zumbido en los oídos * Sofocación * Mareo * Decaimiento * Apatía frente a estímulos exteriores * Dolor muscular 	<ul style="list-style-type: none"> *Disminución del rendimiento deportivos *Cesión de la fuerza muscular, mayor tiempo refractario, elevación del umbral de estimulación, disminución de las respuestas reflejas, temblor muscular, interferencias coordinativas. *Desviaciones electrolíticas, incremento del lactato, modificaciones del equilibrio endocrino, etc. *Modificación de la actividad de las corrientes cerebrales (EEG). *Disminución del rendimiento al intentar trabajar, disminución de concentración y atención, empeoramiento de la capacidad perceptiva

Tabla 2.- Síntomas de la fatiga (Zintl. 1991)

Para acabar este epígrafe sobre el concepto de resistencia quisiera hacer una breve referencia a los diversos factores de los que depende la resistencia; a modo de síntesis podrían ser los siguientes:

1. Plano funcional (fisiológicos)

- Cardiocirculatorios, termorregulación, frecuencia cardiaca, umbral láctico.
- Comportamiento hormonal (hormonas del estrés: adrenalina y noradrenalina)
- Metabólicos.
- Respiratorios: Consumo máximo de oxígeno, umbral anaeróbico, deuda de O₂, VMR...
- Biomecánico: Eficiencia y coordinación del movimiento.

2. Plano constitucional (fisiológicos)

- Musculares: Tipo de fibras: I (lentas) y II (rápidas), concentración de glucógeno, nº mitocondrias, vascularización, tipo de contracción, nivel de fuerza a ejercer.

3. Plano psicológico: capacidad agonística

4. Plano táctico: distribución de la intensidad del esfuerzo a lo largo de la competición o del entrenamiento.

5. Otros factores: temperatura, altitud, edad, sexo...

Como vemos son muchos los factores que influyen en esta capacidad física. Por lo que vamos a analizar los que pienso nos pueden ser más relevantes.

1.2.- Clasificación de la resistencia

En primer lugar debemos hacer referencia a la clasificación clásica de Hollmann y Hettinger (1980) que podemos contemplar en la figura 2. En ella podemos diferenciar las siguientes clases de resistencia:

- **Muscular general o global:** Implica más de un 40% o más de 1/6 ó 1/7 de la musculatura, según distintos autores, por ej. más que la musculatura de una extremidad inferior pero menos que la musculatura de ambas extremidades inferiores. "... y está limitada principalmente por el sistema cardiovascular-respiratorio (especialmente el consumo máximo de oxígeno) y el aprovechamiento periférico del oxígeno" (Navarro, 1998, 49). Puede ser aeróbica o anaeróbica, y dentro de ésta, láctica o aláctica.
- **Muscular local:** Implica menos del 40% de la musculatura. La musculatura de una pierna representa cerca de 1/6 de la masa muscular total, y está limitada por la fuerza especial, la capacidad anaeróbica y la coordinación neuromuscular. Puede ser aeróbica o anaeróbica y ésta última puede ser láctica o aláctica.

La aeróbica es orgánica o relativa al cuerpo en general, y se produce en presencia de O₂. Según Generele y Lapetra (1993) la resistencia aeróbica es la "capacidad de prolongar un esfuerzo, sin una disminución importante del rendimiento, y de aplazar la fatiga mediante un proceso predominantemente aeróbico."

En la anaeróbica no se necesita presencia de O₂. Es la "capacidad de prolongar un esfuerzo, sin una disminución importante del rendimiento mediante un proceso predominantemente anaeróbico (láctico o aláctico)." (Generele y Lapetra, 1993). Ésta puede ser, a su vez, láctica o aláctica:

- Aláctica: No se acumula lactato.
- Láctica: Se acumula lactato, el cual inhibe la acción muscular.

También podríamos hablar de resistencia dinámica y estática (cfr. Clasificación de Hollmann y Hettinger, 1980 y Zintl, 1991), pero metodológicamente esta última pertenece más al ámbito del entrenamiento de fuerza, concretamente de la fuerza resistencia, según apunta Zintl (1991, 37): "El entrenamiento de fuerza resistencia estática pertenece en cuanto metodología más al ámbito del entrenamiento de la fuerza".

Se trataría más bien de un trabajo isométrico.



Fig. 2. Clasificación de la resistencia según Hollmann y Hettinger

Posteriormente a esta clasificación de Hollmann y Hettinger, Zintl en 1991, elaboro una tabla de estructuración de la resistencia según diferentes criterios de clasificación y que es la más general de todas

CRITERIOS	NOMBRE	
Volumen de musculatura implicada	* Resistencia local * Resistencia general	
Modalidad deportiva	* Resistencia de base * Resistencia específica	
Tipo de vía energética	* Resistencia aeróbica * Resistencia anaeróbica	
Forma de trabajo de los músculos	* Resistencia estática * Resistencia dinámica	
Tiempo de duración del esfuerzo	* Duración de la resistencia	
	* corta	de 35 seg. a 2 min.
	* mediana	de 2 min.. a 10 min.
	* larga I	de 10 min. a 35 min.
	* larga II	de 35 min. a 90 min.
	* larga III	de 90 min. a 6 hrs.
	* larga IV	más de 6 horas.
Relación con otras capacidades condicionales	* resistencia de fuerza * resistencia de velocidad	

Tabla 3: Tipos de resistencia según diferentes criterios de clasificación (Adaptado de Zintl, 1.991,33, y Navarro, 1998,55)

Lo referente al primer criterio de clasificación ya lo hemos visto más arriba.

En relación con la modalidad deportiva la resistencia de base (o general) es la capacidad de ejecutar una actividad que implique muchos grupos musculares y sistemas independientemente del tipo de deporte. Según Zintl (1991) y Navarro (1998) puede tener una doble perspectiva, pues también puede existir una resistencia de base dentro de la específica de un deporte, por ejemplo en el entrenamiento del Taekwondo dentro de la resistencia específica de ese deporte, habrá también que empezar la preparación física con una resistencia de base genérica, antes de iniciar la específica.

La resistencia específica es la que se adapta a las características propias de la modalidad deportiva. Aquí Navarro (1998,50) también distingue una doble perspectiva: resistencia

específica (de un deporte) y específica-competitiva (que se aplica después de la resistencia de base de ese deporte, por ejemplo Taekwondo como he indicado anteriormente).

Respecto al tipo vía energética la resistencia puede ser aeróbica y anaeróbica, asunto que vamos a desarrollar más adelante.

En relación con la forma de trabajo de los músculos ya hemos comentado anteriormente los aspectos dinámicos y estáticos de la resistencia. La resistencia estática carece de movimiento y produce reducción del riego sanguíneo. Por el contrario la dinámica se relaciona con el trabajo en movimiento, alternando tensión y relajación.

En relación con el tiempo de duración del esfuerzo los límites temporales entre los distintos tipos de resistencia han evolucionado de forma significativa a lo largo de los años, como puede verse en la tabla 4.

AUTOR	RDC	RDM	RDL
Harre (1971)	de 45 seg. a 2 min.	de 3 min. a 8 min.	> 8 min.
Keul (1975)	de 20 seg. a 1 min.	de 1 min. a 8 min.	> 8 min.
Harre (1979)	de 45 seg. a 2 min.	de 2 min. a 10 min.	I.- de 10 min. a 30 min. II.- de 35 min. a 90 min. III.- > 90 min.
Harre (1982)	de 45 seg. a 2 min.	de 2 min. a 11 min.	I.- de 11 min. a 30 min. II.- de 35 min. a 90 min. III.- > 90 min.
Zintl (1991)	de 35 seg. a 2 min.	de 2 min. a 10 min.	I.- de 10 min. a 35 min. II.- de 35 min. a 90 min. III.- de 90 min. a 6 hrs. IV.- > 6 hrs.

Tabla 4: Límites temporales entre RDC, RDM y RDL según diferentes autores (RDC: resistencia de corta duración, RDM: resistencia de duración media, RDL: resistencia de duración larga)

Según Navarro (1998) estos límites temporales se deben recortar para los niños o personas no entrenadas.

En relación con las otras capacidades condicionales el siguiente esquema de Navarro (1998, 59) (fig. 3) aclara las diferencias entre resistencia de fuerza y resistencia de velocidad y sus relaciones con las otras capacidades condicionales. En él los conceptos enmarcados son los que llama Navarro de orden superior, válidos para las capacidades complejas y los restantes son definiciones diferenciadas en orden a la capacidad dominante. Así por ejemplo la diferencia que existe entre resistencia de fuerza (en cuanto forma específica de la capacidad de resistencia) y fuerza-resistencia (en cuanto forma específica de la capacidad de fuerza) reside en el valor de la fuerza requerida en relación con la fuerza máxima individual. La resistencia de velocidad se define como “la resistencia frente a la fatiga en caso de cargas con velocidad submáxima a máxima y vía energética mayoritariamente anaeróbica” (Navarro,1998).

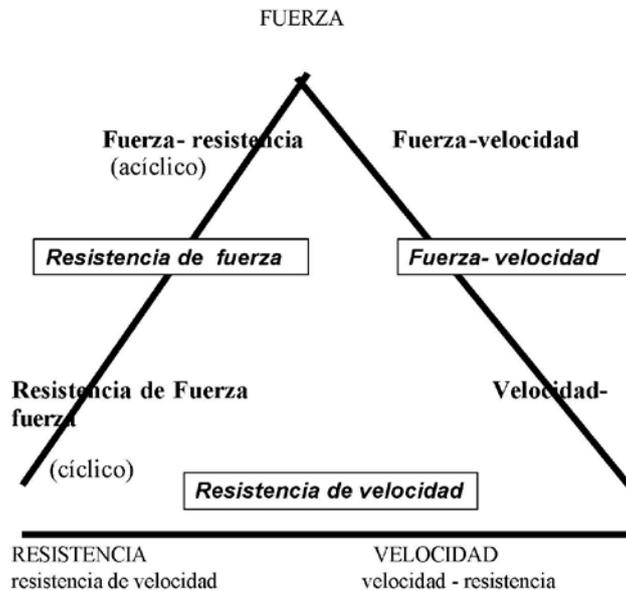


Fig.3: Relaciones entre capacidades condicionales (Navarro 1998)

1.3. Fuentes de energía

La moneda de cambio para el ejercicio físico es el ATP, que al disociarse en ADP y Fósforo libera una gran cantidad de energía que se utiliza para la contracción muscular. Por eso el objetivo de todas las vías de aporte energético es conseguir de una u otra manera este ATP. Según Margaria, en Genereolo y Lapetra (1993), las vías de aporte energético son las cinco siguientes: (aunque según autores más modernos pueden quedar reducidas a sólo tres: metabolismo anaeróbico láctico, -glucolisis anaeróbica- y aláctico-fosfagénico-, y metabolismo aeróbico)

1ª.-Hidrólisis del fosfágeno: $ATP \rightarrow ADP + P + \text{energía}$.

El ATP está libre en los músculos. (Dura desde 10-15 segs. hasta 30 segs. en deportistas entrenados). La capacidad de esta vía “está limitada por las reservas de ATP y fosfato de creatina (CP) en los músculos, y debido a ello, sólo es capaz de asegurar la potencia máxima de energía durante 6-10 segundos, siendo a los 30 segundos cuando las reservas de CP prácticamente se agotan y ya no contribuyen a la resíntesis de ATP.” (Navarro, 1998, 31)

2ª.-Resíntesis del fosfágeno: $CP (\text{fosfato de creatina}) + ADP \rightarrow ATP + C$.

Los depósitos de ATP y CP se restituyen en breve tiempo, casi al completo después de 4 minutos de recuperación, (Navarro, 1998, 34), y al completo a los 3-5 minutos (Zintl, 1991). La enzima creatinquinasa actúa para degradar el CP.

Estas dos primeras vías constituyen el metabolismo anaeróbico aláctico.

3ª.-Energía de oxidación (metabolismo aeróbico) [corregido por los autores]:

- Ciclo de Krebs. 38 moléculas de ATP. Hay aporte suficiente de O₂.
- Hidratos de carbono + O₂ = H₂O + CO₂ + (38) ATP.
- Grasas + O₂ = H₂O + CO₂ + (más de 450) ATP.

Este mecanismo empieza a ser predominante a partir de 90-180 segundos, debido a su dependencia de los sistemas de transporte de oxígeno, juega un pequeño papel en los esfuerzos de corta duración y alta intensidad. (Navarro, 1998,35).

“Aunque el sistema aeróbico utiliza tres tipos de combustibles: grasas, hidratos de carbono y proteínas, es poco probable que utilice sólo uno de ellos. El uso de la mezcla de combustible está determinado por el estatus nutricional del deportista y la intensidad del ejercicio”

(...) ”La capacidad de realizar un trabajo aeróbico durante un tiempo prolongado está determinada por el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) que, durante un trabajo muscular, puede ser absorbido a través de la respiración, transportado a los músculos en actividad y utilizado en los procesos de oxidación” (Navarro, 1998)

4ª.-Formación del lactato (metabolismo anaeróbico láctico o glucólisis anaeróbica)

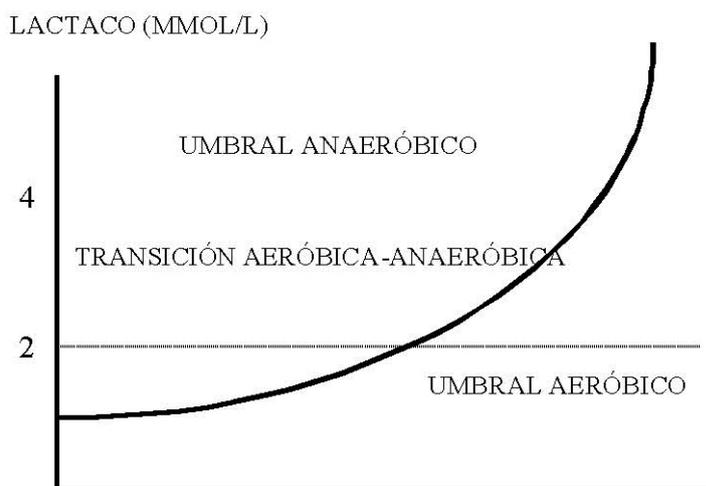


Fig.4: Límites teóricos del umbral láctico aeróbico y anaeróbico (G^a Manso 1996)

VÍA ADICIONAL. → LACTATO
Glucógeno y Glucosa . → (2) ATP + lactato

En este caso el aporte de O₂ es menor del requerido por la actividad física desarrollada. La glucólisis anaeróbica empieza con la aparición de la contracción muscular. Es la fuente principal de aporte energético para esfuerzos de 30 seg. a 2-5 minutos de duración. La potencia máxima de este mecanismo se alcanza a los 30-45 segundos de iniciado el ejercicio, pero es menor que la del mecanismo fosfagénico. Su capacidad está limitada principalmente por la concentración de lactato en los músculos, ya que no se produce un agotamiento total del glucógeno muscular durante el trabajo anaeróbico. La reposición del glucógeno tarda de 12 a 24 horas dependiendo del nivel de vaciamiento y de la dieta de carbohidratos necesaria (Navarro, 1998, 32).

5ª.- Resíntesis del glucógeno (realmente no se considera como una vía energética):

Lactato. → aumenta en el músculo. → pasa al torrente circulatorio. → Hígado. → Ciclo de Cori . → Glucógeno. → Glucosa.

1.4. Algunos conceptos de fisiología del ejercicio relacionados con la resistencia

NIVEL DE ACIDOSIS	LACTATO (mmol/l)	ENTRENAMIENTO
Acidosis alta	12-18	Ritmo de competición
Acidosis media	8-12	Fraccionado intenso
Acidosis baja	4-8	Fraccionado extenso
UMBRAL ANAERÓBICO		
90% - 97% umbral	2 - 3	Aeróbico intenso
85% - 90% umbral	2	Aeróbico extenso

Fig. 5: Intensidad esfuerzo vs umbral lactato (G^a Manso 1996)

El trabajo de resistencia consiste en una adaptación orgánica y por ello es necesario conocer los siguientes conceptos:

Umbral de anaerobiosis:

“Es la intensidad de ejercicio a partir de la cual el metabolismo aerobio es insuficiente para satisfacer las demandas energéticas derivadas de la contracción y se hace obligado, por ello, recurrir a fuentes anaeróbicas adicionales.” (Barbany, 1988).

Suele coincidir cuando la cantidad de lactato en la sangre llega a 4-6 mmol/l. Por el contrario el umbral aeróbico representa una cantidad de lactato de 2 mmol/l. (fig. 4). En función de la intensidad del esfuerzo y del tipo de entrenamiento variará el nivel de lactato (fig. 5).

Por otro lado en la tabla 5 podemos ver las relaciones que se establecen entre umbral anaeróbico, el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardiaca.

UMBRAL ANAEROBICO		
Niños no entrenados	50-65% del VO ₂ máx.	140-150 fc
Niños entrenados	80% del VO ₂ máx.	180-190 fc
Niños medianamente entrenados	75-80% del VO ₂ máx.	170-175 fc
Adolescentes	70% del VO ₂ máx.	178 fc
Adolescentes altamente entrenados	80-90% del VO ₂ máx.	175-185 fc

Tabla nº 5: Valores del Umbral Anaeróbico en relación con el porcentaje de utilizado del VO₂ max. y la Fc para individuos entrenados y no entrenados (Mora, 1992 y Zintl, 1991)

Deuda de O₂

Término inventado en 1922 por V. Hill. Hoy en día parece que ha caído en un cierto desuso; algunos autores opinan que debe llamarse de otra manera como por ejemplo “exceso de consumo de oxígeno postejercicio” (Córdoba y Navas, 2000).

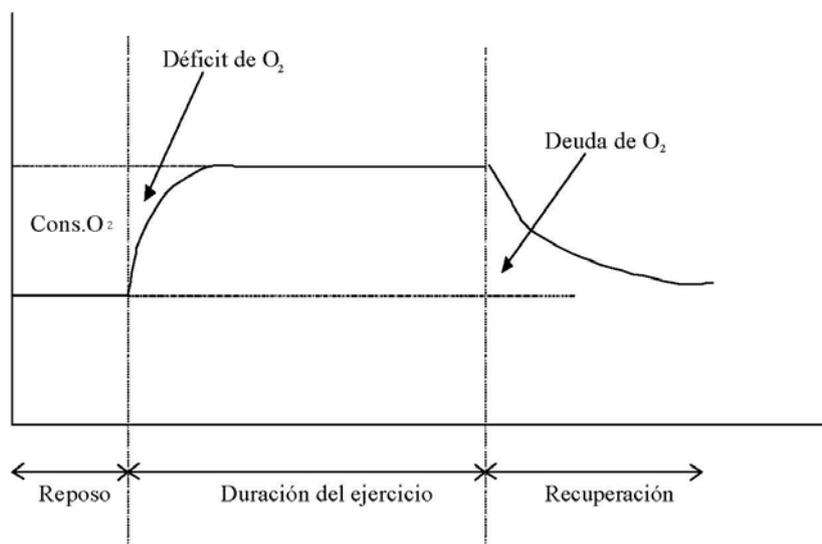


Fig. 6. Deuda de oxígeno

Puede definirse como el oxígeno consumido durante la recuperación de un ejercicio que excede las cantidades que normalmente hubieran sido consumidas en descanso durante un período de tiempo equivalente (Generelo y Tierz, 1994).

Hay dos tipos de deuda de O₂ :

- **Alactácida:** ejercicio ligero, 50-60% del consumo máximo de O₂. Se produce poca acumulación de lactato. Es la primera parte de la recuperación (la curva decrece aceleradamente).
- **Lactácida:** ejercicio intenso. Esfuerzos mayores del 60% del consumo máximo de O₂. Aparece un incremento del nivel de lactato. Es la segunda parte de la recuperación en que la curva desciende lentamente.

Consumo de O₂ (VO₂)

Incorporación y utilización del O₂ por parte de los tejidos.

Consumo máximo de O₂: (VO₂ máx.): Es la capacidad máxima de O₂ que puede utilizar un individuo en un minuto. (Máximo potencial aeróbico no sobrepasable). Se suele medir en ml/min/kg (medida relativa al peso corporal). Si es mayor de 50 ml/kg/min. se trata de un buen nivel de resistencia. Puede aumentar hasta 10 veces y aún más en función del tipo de ejercicio desarrollado. (Puede pasar de 0,2 l/min. en reposo a >5 l/min. durante el ejercicio)

La entrenabilidad del consumo máximo de O₂ es relativamente baja, se estima que sólo es mejorable en un 15-20%. Según Mora (1992) y Zintl (1991) el consumo máximo de oxígeno es el siguiente, de acuerdo a los niveles de entrenamiento:

- Sedentarios (h. y m.): < 28 ml/kg/min.
- Deporte de ocio (hombres) : 40-55 ml/kg/min
- Deporte de ocio (mujeres): 32-38 ml/kg/min
- Niños no entrenados: 40-48 ml/kg/min
- Niños entrenados: 60 ml/kg/min
- Deportistas de resistencia (alto nivel): 65-80 ml/kg/min
- Deportistas de resistencia (valor máximo tomado): 85-90 ml/kg/min

Para obtener el consumo máximo de Oxígeno a partir del test de Cooper de 12' podemos recurrir a la siguiente fórmula (García Grossocordón, 1997):

$$\text{VO2 max.} = (d - 504) / 45 \text{ ml/Kg./min.}$$

(Donde "d" es la distancia recorrida en metros durante los doce minutos de carrera)

La potencia aeróbica es el porcentaje del consumo máximo de O₂ utilizado durante el ejercicio. (García Grossocordón, 1997; Ferrero et al, 1989; Navarro, 1998). El consumo máximo de O₂ y la potencia aeróbica máxima son dos factores diferentes, aunque relacionados. (Mora, 1992, 244). Para diferenciar los conceptos de capacidad y potencia conviene citar aquí las palabras de García Manso et al. (1996, 251): "En el mundo del deporte a la hora de hablar de resistencia (tanto aeróbica como anaeróbica), se deben distinguir dos conceptos la capacidad y la potencia. La capacidad representa la cantidad total de energía de que se dispone en una vía metabólica; significa el tiempo que un sujeto es capaz de mantener una potencia de esfuerzo determinada. La potencia indica la mayor cantidad de energía por unidad de tiempo que puede producirse a través de una vía energética." (fig. 7).

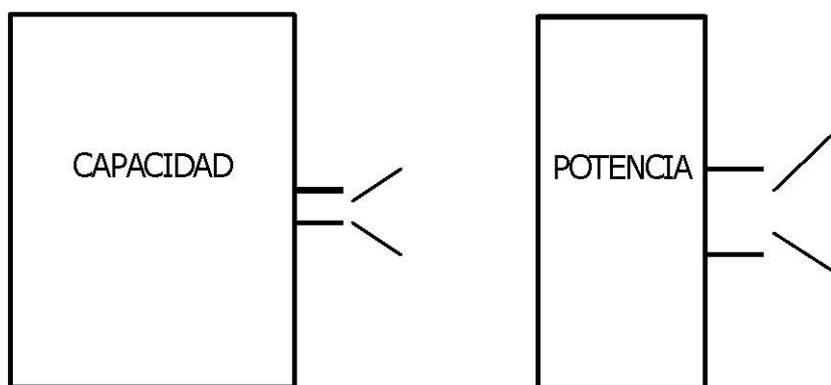


Fig. 7. Resistencia: esquema de los conceptos de capacidad y potencia (G^a Manso 1996)

En el mundo del deporte a la hora de hablar de resistencia (tanto aeróbica como anaeróbica), se deben distinguir dos conceptos la capacidad y la potencia. La capacidad representa la cantidad total de energía de que se dispone en una vía metabólica; significa el tiempo que un sujeto es capaz de mantener una potencia de esfuerzo determinada. La potencia indica la mayor cantidad de energía por unidad de tiempo que puede producirse a través de una vía energética." (fig. 7)

Platonov y Bulatova (1995) dan la siguiente relación entre la Frecuencia cardiaca y el VO₂ máximo: (Tabla n°6)

FC (pulsaciones)	VO ₂ (% del máximo)
110-130	40-45
130-150	50-55
150-170	60-65
170-180	75-80
180-190	85-90
190-210	90-100

Tabla 6. Relación entre frecuencia cardiaca y VO₂ máx.

Gasto cardiaco

(volumen minuto cardiaco: VMC = VS x FC de 5l/min en reposo a 40 l/min en deportistas entrenados, en esfuerzo). Donde:

- VS = Volumen sistólico FC = Frecuencia cardiaca.
- Volemia = Mayor volumen de sangre circundante.

Modificaciones del gasto cardiaco (vmc) durante el ejercicio

En el niño y en el adolescente la respuesta cardiovascular es característicamente hipocinética: A cualquier valor de consumo máximo de O₂ el VMC es bastante inferior al del adulto, por lo tanto en el niño hay una importante disminución de la capacidad de trabajo y una rápida fatiga.

Efectos del ejercicio físico sobre la frecuencia cardiaca

- Inmediato: incremento del pulso (por estimulación simpática y demanda de O₂ de los músculos)
- Prolongado: adaptación
 - Disminución de la Frecuencia Cardiaca en reposo
 - Disminución del tiempo de recuperación
 - Incremento de la reserva cardiaca (F. C. Máxima – F. C. Reposo)

EDAD	FRECUENCIA CARDIACA MEDIA EN REPOSO	RANGO	FRECUENCIA RESPIRATORIA	TENSIÓN ARTERIAL
1 día	130	---	45	50 – 80
1 año	115-120	80 160	35	60 – 85
5 años	100	80 – 120	---	---
6 años	95	---	25	60 – 90
8-11 años	82-88	70 – 110	---	---
12 años	83 hombres 88 mujeres	65 – 105 70 - 100	20	70 – 110
13-16 años	75 hombres 80 mujeres	55 – 95 60 - 100	---	---

Tabla 7: Frecuencia cardiaca en edades tempranas (completada con datos de Betke, K.; Lampert, F. y Riegel, K. (1982) Manual de pediatría. Salvat editores, Barcelona)

La frecuencia cardiaca en reposo, normal en los adultos se sitúa entre las 50 y 100 ppm.

Pulso máximo aconsejable en niños: 180 pp/m. Tomarse el pulso unos a otros en la muñeca es la mejor solución para los niños. “Un porcentaje elevado de niños, y particularmente de niñas, cuando efectúan esfuerzos de mediana intensidad se encuentran en un nivel de pulsaciones que oscilan entre 160 y 170 p/m., zona considerada como límite, y que, sin embargo, no manifiestan ningún síntoma exterior de fatiga: palidez, ahogo etc. y son capaces de correr durante 10, 15 o 20 minutos con relativa facilidad.”

“Si los niños tuvieran que respetar la norma de 120-140 pulsaciones, supondría para la mayoría un entrenamiento andando y no corriendo. Ante esta situación, ¿qué determinación tomar?... Como conclusión se puede decir que no debe ser inquietante que las pulsaciones se encuentren entre 160-170 /min. entre los más jóvenes, sobre todo en chicas, si se ve que corren con facilidad (observación de signos de fatiga) porque su umbral de resistencia no se sitúa a 120-140 pul/min. como en los adultos, sino a 160-170 pul/min.” (Mora, 1989). En los niños la respuesta cardiaca ante un esfuerzo es mayor que en los adultos (taquicardia fisiológica), “lo que conlleva el que con elevadas cifras de frecuencia cardiaca puedan estar trabajando en

aerobiosis y que en esfuerzos máximos superen incluso las 200 ppm., frente a 195 ppm. en adultos de 25 años” (Martínez Córcoles, 1996).

Respuesta cardiovascular

A medida que aumenta la capacidad para expulsar un mayor volumen sistólico – por aumento de las dimensiones del corazón–tiende a disminuir la frecuencia cardiaca, tanto en reposo como frente al ejercicio. Así ante una misma carga el corazón responde con menor nº de pulsaciones a medida que se incrementa la edad (fig. 8)

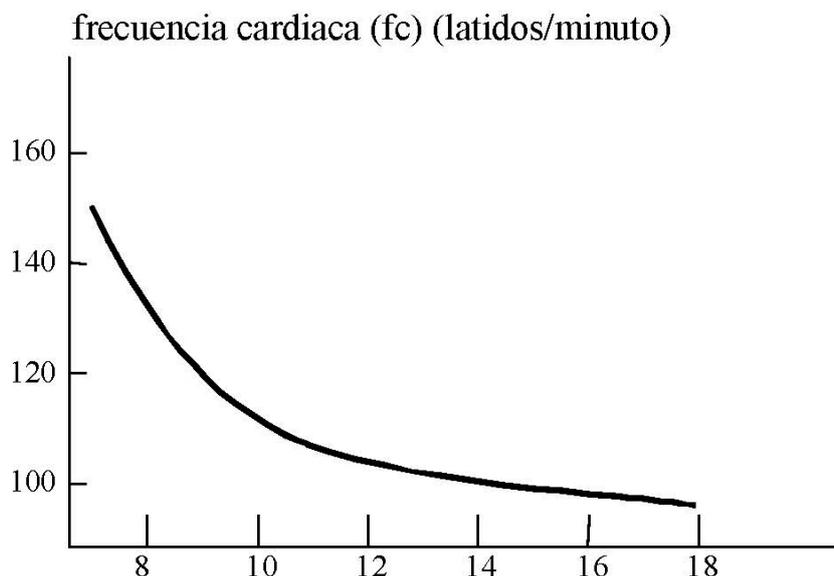


Fig. 8: Valores promedio de la fc alcanzada en cicloergómetro a una carga de 29´4 w, en función de la edad (Burchard et col., 1983 en VVAA, Paidotribo, 1985).

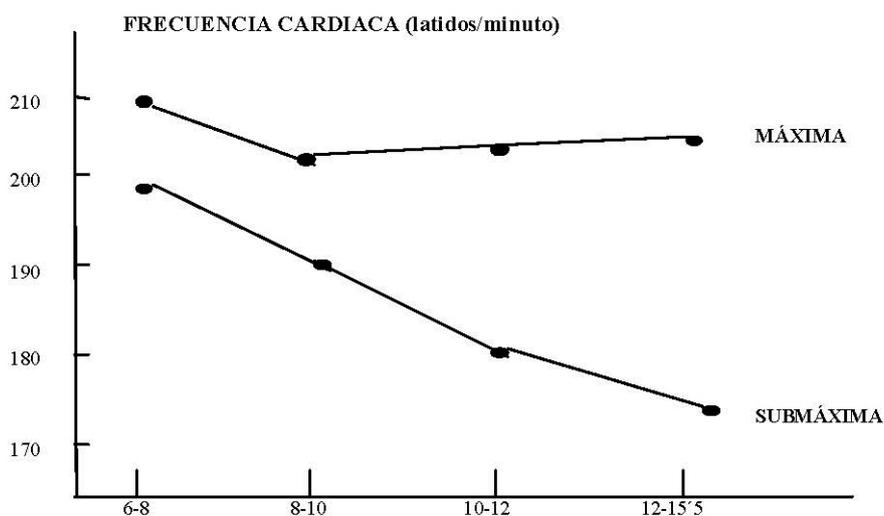


Fig.9: Valores de fc máxima alcanzable a una pendiente de 12´5% (submáxima) en función de la edad: 5´6 km/h (Bar-Or, 1983 en VVAA, Paidotribo, 1985).

La progresiva disminución de frecuencia cardiaca con la edad es mucho más acusada en los ejercicios submáximos que en los de máxima intensidad, ello significa que en los adolescentes es mucho más fácil lograr aumentos de la potencia de esfuerzo en las zonas de

intensidad de trabajo moderada que en los niños pequeños, ya que el margen disponible para el aumento necesario de la frecuencia cardiaca es superior en el primer caso.

1.5.- Formas de resistencia

En la fig. 10 podemos ver las formas de resistencia según Kinderman y Keul (1977), clasificación que sabemos que ya ha sido mejorada por Zintl (1991) y otros autores posteriores; pero es bastante ilustrativa la gráfica donde podemos ver el porcentaje de resistencia aeróbica o anaeróbica según la distancia de carrera recorrida.

Así podemos contemplar como en todas las distancias siempre hay parte de resistencia aeróbica y anaeróbica.

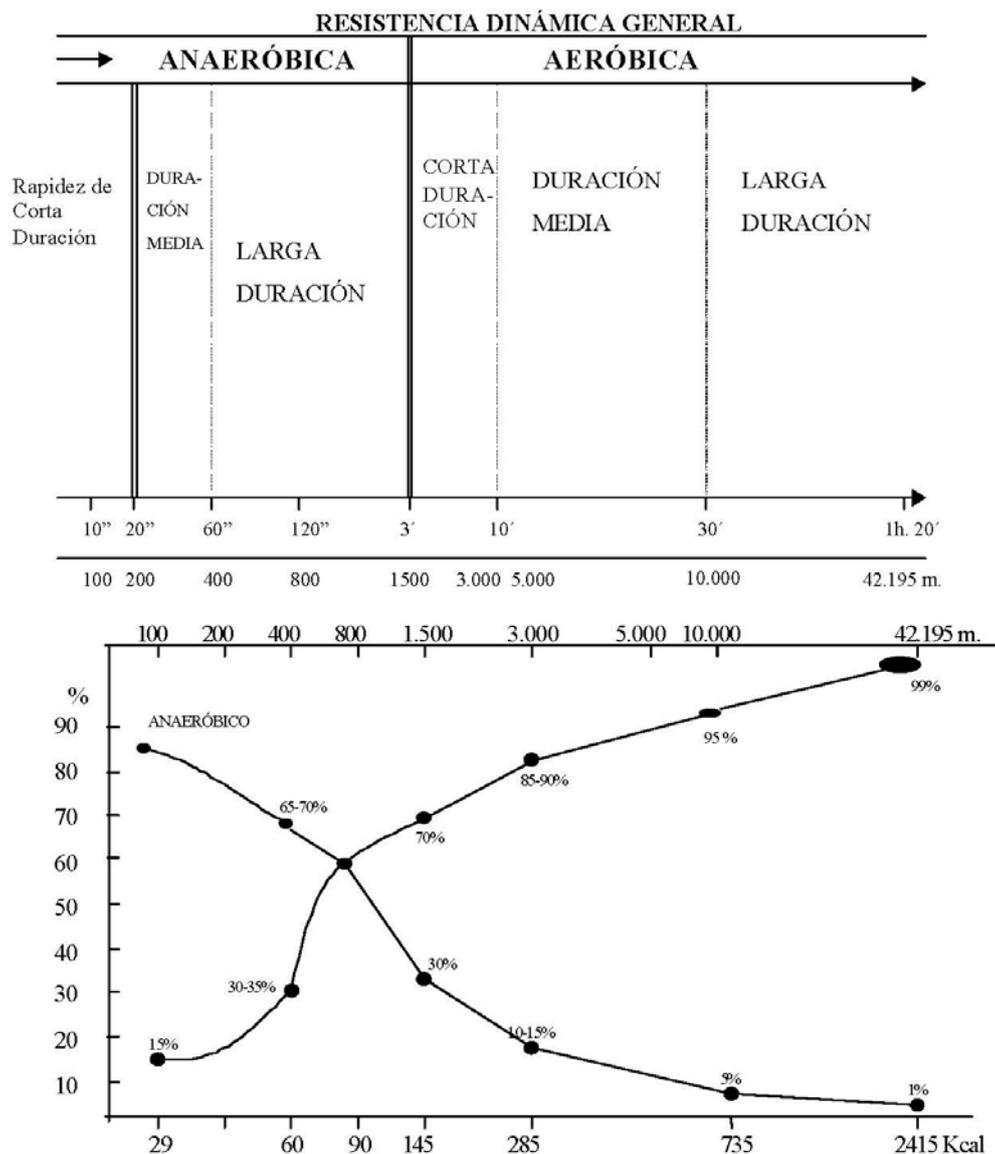


Fig. 10: Formas de resistencia y partes aeróbica y anaeróbica, según Kidermann y Keul (1977)

Según Batalla (1995, 186) podríamos resumir, para una mejor comprensión, los tipos de resistencia y sus características fundamentales en la siguiente tabla: (las tareas de resistencia anaeróbica aláctica por su corta duración y alta intensidad se clasifican más bien entre las de velocidad o fuerza).

	RESISTENCIA AERÓBICA	RESISTENCIA ANAERÓBICA
FRECUENCIA CARDÍACA	MEDIA	ALTA
DURACIÓN	LARGA (+ 10 min)	CORTA (20 seg. a 2 min)
INTENSIDAD	MEDIA SUAVE (< 80%)	MEDIA ALTA
ACONSEJABLE INFANCIA	SI	?

Tabla 8: tipos de resistencia y sus características fundamentales (Batalla, 1995)

1.6.- Evolución y entrenabilidad de la resistencia

Evolución:

Tiene como substrato morfofuncional: El Sistema porta-oxígeno (cardiocirculatorio y respiratorio). Desde que el niño puede correr evidencia una notable capacidad aeróbica.

8 a 12 años: Crecimiento mantenido de la capacidad de resistir esfuerzos moderados y continuados. A partir de los 8-9 años es entrenable. Hay menor capacidad anaeróbica (por falta de testosterona).

13-14 años: Menor capacidad fisiológica de la resistencia (pubertad). A partir de los 13 años en las chicas puede haber estancamiento por causas fisiológicas, hormonales y también culturales y sociales. Es en general “a partir de la pubertad cuando es más eficaz el trabajo de desarrollo de esta capacidad, aunque algunos adelantan esta edad hasta los 11 años” (Batalla, 1995, 187).

15-17 años: Aumenta de manera acusada (90% del total). Entre los 15 y 18 años se llega a la máxima capacidad aeróbica según Mora (1989, 53). “Aunque la madurez completa del corazón y el más alto nivel de VO₂ máx. no se alcanza hasta los 19 años o después (Reindell y col.) se pueden encontrar valores muy altos entre los 15 y 16 años, lo que permitirá evaluar ya si un muchacho tiene las condiciones para los deportes de resistencia” (Bravo, 1985). El aumento de los niveles de testosterona en sangre en estas edades mejora la capacidad anaeróbica, aunque no llega a ser como la del adulto.

17 a 22-23 años: Se alcanza el límite máximo de la resistencia. Mejor logro anaeróbico en los últimos años de esta etapa.

23 a 30 años: Máxima capacidad aeróbica y anaeróbica.

30 años en adelante: Descenso lento, pero más lentamente que la fuerza y la velocidad

Entrenabilidad de 8 a 12 años:

“Lo que daña no es la duración, sino la intensidad ”(aforismo común entre los expertos). Esto hace referencia al punto clave en el entrenamiento de la resistencia que es el binomio aerobiosis-anaerobiosis, al cual se hará referencia más adelante.

“A pesar de las diferentes opiniones los niños responden al parecer adecuadamente, a los esfuerzos de larga duración como lo hacen los adultos.” (Mandel, 1984, citado por Ruiz Pérez, 1987)

La efectividad de la entrenabilidad aumenta considerablemente a partir de los 8 años. A partir de esta edad se produce con entrenamiento adecuado una hipertrofia del músculo cardíaco, lo que permite incrementar la capacidad (Hollman 1978 citado por Hahn, 1988). Por otra parte Batalla (1995) afirma que, a diferencia de los adultos, en los niños no existe incompatibilidad entre un elevado desarrollo de esta capacidad y un buen rendimiento en las actividades de velocidad, siempre que se complemente con otro tipo de actividades.

Debe realizarse un tratamiento integrado de la resistencia en el conjunto de la actividad física hasta los diez años, es decir no se debe hacer un entrenamiento específico y exclusivo de la resistencia (cfr. Martínez Córcoles, 1996, 54).

Sólo debemos trabajar la resistencia aeróbica (Bravo 1985) o al menos si trabajamos la anaeróbica que sea con mucho cuidado. Según García Manso (1996) no es recomendable someter al niño a demasiadas cargas de tipo anaeróbico, ya que son mal toleradas por el organismo (más lenta eliminación del lactato, altos niveles de estrés por liberación mucho más alta de catecolaminas etc.). En cualquier caso como afirman Tassara y Pila (1978,128) “La resistencia aeróbica inicial es la base para la anaeróbica e incluso para otras cualidades”.

Erikson (1973, en Hahn, 1988) es el único que habla de entrenar la resistencia anaeróbica, aunque con ciertas reservas. “Aunque esté comúnmente aceptado que debe rechazarse el trabajo de esta cualidad en la infancia, es decir antes del cambio puberal, (se aducen razones de salud y de imposibilidad, por inmadurez hormonal, de mejorar el rendimiento), existen estudios serios que demuestran lo contrario. Sea como sea, se ha comprobado que el rendimiento en esta capacidad es muy bajo durante la infancia.” (Batalla, 1995).

Anne Seybold afirma que en los juegos infantiles los niños realizan de forma natural un verdadero interval training según nosotros sería más correcto hablar de trabajo de intervalo.

Hay un efecto limitador de la capacidad muscular: es la capacidad cardiovascular, respiratoria y metabólica. Otro factor limitador es la monotonía de los entrenamientos de resistencia. Hay que emplear por lo tanto formas de entrenamiento paralelos que se salgan de la habitual monotonía de los sistemas especificiosa (bicicleta, deporte de orientación, juegos etc.)

También hay que tener cuidado con el aparato locomotor y de sostén, ya que las articulaciones del niño no están totalmente consolidadas, y un trabajo repetitivo y prolongado como es el de la resistencia puede perjudicarlas.

Finalmente decir que existen ciertas desventajas para los niños en cuanto a la termorregulación. Estos segregan poco sudor (baja eliminación del calor a través de la evaporación) y requieren mayor transporte sanguíneo y mayor respiración. Estos dos factores disminuyen la capacidad de resistencia en ambientes calientes (Zintl, 1991), por lo que hay que controlar fundamentalmente la hidratación continuada en el ejercicio.

2. MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO

1.- En primer lugar veamos los tipos de esfuerzo y sus características (tabla 9), basados en la ya clásica tabla de Álvarez del Villar (1985), actualizada con las ideas de autores más modernos como Cambeiro (1995) y Navarro (1998).

	TIPO ESFUERZO	F.C.	FUENTE DE ENERGIA	LACTATO M mol/l	DURAC. ESFUERZO	RECUPERACIÓN	CAUSAS DE LA FATIGA
RESISTENCIA ANAERÓBICA ALÁCTICA (Velocidad)	INTENSIDAD MÁXIMA: (95-100%). Velocidad y todo tipo de actividad que requiera esfuerzos máximos de muy corta duración. Halterofilia, saltos y lanzamientos fundamentalmente	180 y más	ATP y CP		5 a 15 s. (Hasta 30")	Sobre 120 p/m o de 1 a 3 minutos	Fundamentalmente alteración del sistema nervioso central (agotamiento ATP y CP)
RESISTENCIA ANAERÓBICA LÁCTICA	INTENSIDAD SUBMÁXIMA (85-95%): Velocidad prolongada, actividad prolongada que exige esfuerzos relativamente cortos, como el medio fondo y deportes colectivos.	180 - a máxima	Glucólisis	8 a máxima 22	30" a 1'30"	FC hasta 90 p/m. o esperar 4 ó 5 minutos	- Insuficiente aporte de O ₂ - Acumulación lactato (acidosis) - Sucesiva disminución de reservas alcalinas
RESISTENCIA MIXTA (aeróbica-Anaeróbica)	80% Correr 1000/1500 metros	160-180	Glucólisis y Vía oxidativa	4-8	1'30" a 3'		

RESISTENCIA AERÓBICA (Básica)	INTENSIDAD MEDIA (< 70%): Fondo y gran fondo. Deportes con larga duración de esfuerzo y poca intensidad.	120 hasta 170 (máx. potencia aerób.) 70% de la P _{máx.}	Vía oxidativa (Existe equilibrio entre el aporte de O ₂ y el consumo)	2-4	Más de 3'-5'	En esfuerzos de poca duración apenas es necesario y de 3 a 5 minutos cuando se trabaja sobre 160/170 p/m	Notable utilización de reservas. Disminución de hidratos de carbono en sangre. Pérdida de sales orgánicas. Gran desequilibrio iónico.
--------------------------------------	--	--	--	-----	--------------	--	---

Tabla 9: Tipos de esfuerzo y sus características (Álvarez del Villar, 1985, Cambeiro, 1995, Navarro, 1998))

2.- La base de todo el entrenamiento de la resistencia aeróbica o general se consigue situando las pulsaciones en el 70% de la pulsación máxima (Guillet, y Genety, 1978).

Desde un punto de vista más tradicional según Generelo y Tierz (1994) y Álvarez del Villar (1985) serían los siguientes (fig.11):

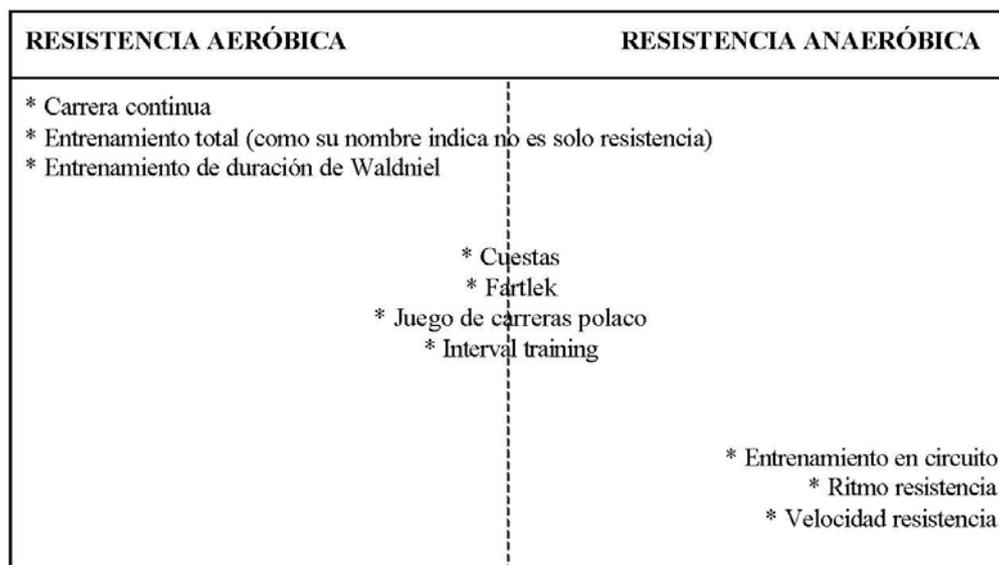


Fig. 11: Métodos de entrenamiento de la resistencia (Generelo y Tierz, 1994, adaptado)

También se explica, desde esta perspectiva, que hay dos métodos para entrenar la resistencia: Continuos (carrera continua, fartlek, cuestas, entrenamiento total etc.), que son aquellos en los que no hay pausas, y fraccionados cuando se divide la distancia a recorrer o el trabajo a realizar (interval training, ritmo resistencia, entrenamiento en circuito, etc.) (cfr. Álvarez del Villar, 1985). En estos métodos fraccionados se determina la distancia sobre la que se va a trabajar, el intervalo o pausa de recuperación, las repeticiones o número de veces que se repite la distancia de trabajo y, por último, la intensidad de cada repetición. En la actualidad basándose en las ideas propuestas por Zintl (1991) hay una clasificación más moderna que es la siguiente:



Fig. 12: Métodos de entrenamiento de la resistencia (Zintl, 1991 y Navarro, 1998)

A continuación se describirán brevemente algunos aspectos de esta última clasificación. El método continuo puede ser constante (extensivo e intensivo) o variable.

En el método extensivo la duración del trabajo oscila entre 30 minutos y 2 horas o más; la intensidad de la carga corresponde al ámbito de la eficiencia aeróbica entre el umbral aeróbico y el anaeróbico (1,5-3 mmol/l de lactato, 125-160 p/m y 60-80% VO₂ max).

En el método intensivo la duración del trabajo oscila entre 30 minutos y 1 hora; la intensidad de la carga corresponde al ámbito de la eficiencia aeróbica en el nivel del umbral anaeróbico (3-4 mmol/l de lactato, 140-180 p/m y 65-90% VO₂ max).

El método continuo variable se caracteriza por los cambios de intensidad a lo largo de la duración total de la carga. Algunos autores como García Manso et al. (1996) siguen incluyendo el fartlek dentro de esta variante. La duración del trabajo oscila entre 30 minutos y 1 hora; la intensidad de la carga varía entre el umbral aeróbico- velocidad moderada-(2 mmol/l) y por encima del umbral anaeróbico –velocidad submáxima- (5-6 mmol/l), la frecuencia cardíaca entre 130-180 p/m y el VO₂ max entre 45-90% (Navarro, 1998, 102)

Tanto el método interválico como el de repeticiones y el competitivo y de control son métodos fraccionados. La diferencia entre el método interválico (p.ej. interval training) y el de repeticiones (p.ej. ritmo resistencia) reside en que en el primero la pausa entre repeticiones es incompleta y en el segundo la pausa es completa. En la edad escolar sólo deben usarse los métodos continuos e interválicos. El método interválico se caracteriza por los cambios sistemáticos entre fases de carga y descanso.

El criterio de recuperación suele ser la frecuencia cardiaca (120-130 p/m). La pausa entre repeticiones “puede durar desde 10 segundos hasta varios minutos en función de la intensidad, duración de la carga y nivel de entrenamiento del deportista” (Navarro, 1998, 109). La pausa interseries (4-6 repeticiones) es de mayor duración. Durante la carga se produce un estímulo hipertrófico sobre el músculo cardiaco debido al trabajo de presión (mayor resistencia periférica) y durante el descanso se ensancha el corazón por la presencia del trabajo basado en el volumen cardiaco (caída de la resistencia periférica) (Zintl, 1991, 114). Si combinamos los conceptos de intensidad y duración de la carga nos aparecen cuatro variantes del método interválico: extensivo largo (2'-3' de carga incluso hasta 15'), extensivo medio (60"-90"), intensivo corto (20"-30") e intensivo (8"-10")

El método de repeticiones, que no debe usarse en la edad escolar, utiliza cargas repetidas y muy intensas con descansos completos intercalados. La frecuencia cardiaca para volver a comenzar debe ser menor de 100p/m. La efectividad se consigue en las fases de carga altamente intensas (más intensas que en la competición pues la duración de la carga es menor, desarrollan la componente anaeróbica). Aunque también se pueden emplear distancias más largas que las de la competición (provocan una demanda de la componente aeróbica de la prueba). El volumen total puede ser de 4-8 veces la distancia de la prueba, con un descanso que puede oscilar entre 5-10 minutos dependiendo de la distancia e intensidad. Como hemos visto en la fig. 12 hay tres variantes según la carga (o distancia): largo (2'-3' hasta 8'), medio (45"-60") y corto (20"-30")

El método de competición o de control o de modelado tiene todos estos nombres en función de su finalidad. Puede utilizar carga única (Zintl,1991) o varias cargas -Navarro, (1998), lo considera una variante del método de repeticiones y le llama modelado pues imita las características de la prueba-

Martínez Córcoles (1996) propone el siguiente esquema de métodos de trabajo de la resistencia para esta edad (fig. 13). Según este autor los métodos de repeticiones que figuran en su esquema son desaconsejados en esta edad y lo que él llama métodos mixtos incluyen diversas formas de trabajo como fartlek, entrenamiento total, circuitos, juegos deportivos etc.

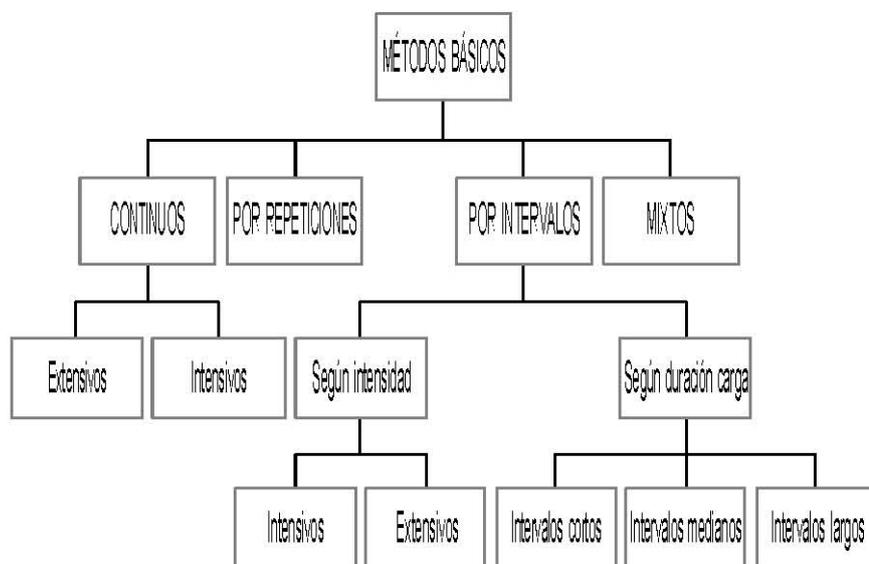


Fig.13: Métodos básicos de desarrollo de la resistencia en la edad escolar (Martínez Córcoles, 1996)

2.1.- Breve descripción de algunos métodos de entrenamiento de la resistencia en la edad escolar

En los ejemplos siguientes haremos referencia a los entrenamientos de carrera, pero siguiendo a García Manso et al. (1996) podemos decir que la relación entre carrera, natación y ciclismo es aproximadamente la siguiente:

- Carrera: Natación = 4 : 1
- Carrera: Ciclismo = 1 : 2,5
- Natación: Ciclismo = 1 : 10

Es el momento de recordar aquí por su utilidad la Fórmula de Karvonen para el trabajo de resistencia aeróbica:

$$\mathbf{F. C. (adecuada) = F. C. (en reposo) + 0,6 (F.C. máxima - F. C. en reposo)}$$

Donde en vez de multiplicar por 0,6 se puede multiplicar por 0,50 (frecuencia cardiaca mínima) o 0,85 (frecuencia cardiaca máxima) y el pulso en reposo se toma sentado (Cfr. Losa y Cecchini, 1998, 93)

Asimismo debemos recordar la clásica fórmula de la frecuencia cardiaca máxima teórica (Haskell, 1970) en función de la edad que completa la anterior para poder calcular la fc cardiaca máxima:

$$\mathbf{F.C. máxima = 220 - edad}$$

Según Seals (2001) la fórmula citada es inexacta y propone la siguiente:

$$\mathbf{Fc máx. = 208 - (edad \times 0,7)}$$

Así que la frecuencia máxima teórica para una persona de 20 años de edad según la primera fórmula será 200 ppm y según la segunda será de 194 ppm.

Pasemos ahora a describir brevemente algunos métodos clásicos y sencillos de entrenamiento de la resistencia, siguiendo el esquema propuesto por Martínez Córcoles en la figura 13:

1.- CARRERA CONTINUA (aplicado al ámbito escolar)

Carrera a ritmo suave o medio durante 10 a 50 minutos en terrenos variados y llanos a ser posible. El ritmo de carrera debe ser uniforme; esto no se consigue al principio con los niños para lo cual se pueden utilizar juegos para adquirir el sentido del ritmo de carrera. (Por ejemplo se les puede pedir a los alumnos que recorran dos kilómetros en diez minutos y se calificará mejor a los que más se acerquen al tiempo previsto, en vez de a los ganadores).

Se puede realizar previamente, si el nivel inicial es muy bajo o se trata de principiantes, “cross-promenade” o cross – paseo, es decir fraccionamos la distancia a recorrer y realizamos algunos tramos de la misma caminando. Podemos intercalar, incluso, en estos tramos ejercicios de estiramiento pero siempre en movimiento. Valen aquí los consejos expuestos en el epígrafe: “resistencia aeróbica: formas de entrenamiento y trabajo de 8 a 12 años”.

2.- ENTRENAMIENTO TOTAL (por cuestiones organizativas lo presentamos aquí aunque en realidad es un método dirigido al desarrollo de todas las capacidades básicas)

Tiene su origen en el método natural de G. Hebert y en R. Mollet. Como su nombre parece indicar pretende trabajar todas las cualidades físicas básicas. Adecuado para la pretemporada. El ejemplo siguiente está extraído de Álvarez del Villar (1985).

- Carrera continua (1000 m. o 5´)
- Ejercicios generales marchando, con poca intensidad (5´)
- Carrera suave con aceleraciones ligeras (5´)
- Ejercicios de saltos (troncos, piedras) (10´)
- Carrera continua y ejercicios de soltura y elasticidad (10´)
- Ejercicios con piedras, troncos, compañeros: lanzar, elevar, empujar, transportar (10´)
- Cuestas cortas y pronunciadas (10´)
- Carrera suave y ejercicios de soltura y elasticidad (5´)
- Aceleraciones 100 – 200m. (5´)
- Ejercicios de relajación y trote (10´) Total: 4 – 6 km. (aproximadamente 1h 15´ de duración).

3.- CUESTAS Y DUNAS (Gil, 1988). Finalidad: Resistencia aeróbica, anaeróbica y potencia, según pendiente, pausa, longitud y velocidad.

- Distancias: de 20 a 80-100 metros.
- Repeticiones: de 5 a 12
- Pausas: 30 segundos a 3 minutos.
- Suelo firme o blando.

4. FARTLEK (en la escuela) Se puede definir como un juego de ritmos y distancias. En el fartlek no debe haber pausas. También llamado en la actualidad método continuo variable según algunos autores.

- Finalidad: resistencia aeróbica o anaeróbica según la intensidad
- Alternancia de ritmos y distancias
- Intensidad variable (cambio no sistemático de la intensidad de carga, aunque según García Manso et al, 1996, “Hoy en día el fartlek se ha transformado en un método de trabajo en el que ya se parte con distancias y ritmos preestablecidos”)
- Terrenos diferentes e inconstantes. Duración: 10´- 30´. Por ejemplo correr suavemente durante 30 minutos intercalando de manera aleatoria 5-6 sprints de 30-40 metros.

5. INTERVAL TRAINING (aplicado al ámbito escolar)

(Cfr. Mora, 1989, 63 y Martínez Córcoles, 1996, 60 que dan más datos para el trabajo en estas edades). Es un entrenamiento a intervalos o fraccionado. Método interválico.

- ALTERNANCIA: De esfuerzo y tiempo de reposo
- DISTANCIA: 80 a 200 m. (70-100 m. en niños de hasta 14 años)
- INTENSIDAD del esfuerzo:

* 60-70% de las posibilidades máximas del sujeto: aeróbico (manteniendo el tiempo de recuperación) (Extensivo, según Martínez Córcoles, 1996, 60) [Como se puede apreciar no cumple los requisitos del intervall-training original]3

* 80-90% de las posibilidades máximas del sujeto: anaeróbico. Pausas más largas. (Intensivo, según Martínez Córcoles, 1996, 60)

- REPETICIONES: 10-15, en función de la distancia, intensidad, pausa, edad y objetivo que se pretende alcanzar.

- PAUSAS: Recuperación de la frecuencia cardiaca (~ 45'' - 3')

* 120-140: Al empezar cada repetición

* 180 (aproximadamente): Al finalizar cada repetición.

La pausa debe ser activa e insuficiente.

5. ENTRENAMIENTO EN CIRCUITO. (Cfr. Mora, 1989, 75 y Martínez Córcoles, 1996, 79)

TIPOS (Según el objetivo):

1. Acondicionamiento Físico: resistencia aeróbica, anaeróbica, potencia,...
2. Destrezas: para trabajar o evaluar destrezas (coordinación, agilidad)
3. Mixto: ambas finalidades. Ejercicios de destrezas y capacidades físicas.

Modo de ejecución.

- A. A tiempo fijo: por ejemplo estaciones (se llama así a cada uno de los ejercicios que componen el circuito) de 30''. Se realiza con una ficha de control. Con pausa de 15''-30'' entre estaciones.
- B. A número de repeticiones fijas (se cronometra saliendo de uno en uno o por parejas; es menos adecuado en la edad escolar). Se trata de realizarlo en el menor tiempo posible.
- C. Se realizarán 2 ó 3 vueltas al circuito, habiendo de 6 a 12 ejercicios en cada vuelta
- D. Se realizará una pausa de 2'30''-5' entre cada vuelta al circuito (según objetivo y edad)
- E. Alternancia en la localización de los grupos musculares.
- F. Convendrá tomar el pulso con frecuencia, por ejemplo al acabar cada vuelta del circuito (para ver si el trabajo es adecuado) y al comienzo de la siguiente (para ver si la recuperación ha sido suficiente). Se puede hacer de manera colectiva o individual para seguir a algún alumno que veamos con problemas. Existen otros métodos como el ritmo resistencia, el ritmo competición y la velocidad resistencia que nos parecen poco adecuados para los chicos y chicas en edad escolar o principiantes.

2.2.- Resistencia aeróbica: forma de entrenamiento y trabajo de 8 a 12 años

Veamos a continuación algunos consejos basados en la opinión de los autores más habituales en estos temas (Batalla, 1995, García Manso et al,1996, Martínez Córcoles, 1996 y Mora, 1989):

- La resistencia debe ser una parte del total del entrenamiento (tratamiento integrado de la resistencia).
- Hay que trabajar con cargas dinámicas y no estáticas, que trabajen los grandes grupos musculares como correr, nadar, montar en bici.
- La carga debe ser continuada, de 5 a 10 minutos hasta 20 - 30 minutos máximo.
- La intensidad del esfuerzo debe ir del 50 al 70% de capacidad máxima cardiovascular y el pulso debe estar por debajo de 150 -160 pulsaciones. Algunos autores alargan este margen hasta 170-180 p/m. (Batalla, 1995, Mora, 1989 y Martínez Córcoles, 1996, 56). A los tres minutos de acabar el pulso debe estar en 120 p/m y a los 10-12 minutos debe ser igual a los valores de reposo previos al ejercicio. En cualquier caso no debemos sobrepasar el umbral anaeróbico.
- Carreras a tren cómodo y no muy prolongadas; pero no son aconsejables carreras de distancias cortas y medias (300-1000 m) por el elevado porcentaje de aporte anaeróbico. Son antifisiológicas para los niños. (Martínez Córcoles, 1996, 53). Otros medios a utilizar son los juegos de carrera y de persecución, el entrenamiento en circuito, el método natural y la carrera alternando ejercicios variados.
- No debemos caer en la monotonía, debemos utilizar formas variadas como la orientación, esquí, bici etc.
- No es conveniente trasladar los programas de entrenamiento de los adultos a los niños.
- “Nunca es pronto para iniciarse en la práctica de ejercicios aeróbicos, ya que no se presentan contraindicaciones graves si se respetan los niveles de carga adecuados a la edad y condición del sujeto” . Por otra parte “El inicio de un entrenamiento de orientación específica nunca deberá comenzar antes de los 12 años” (García Manso et al,1996, 357)

2.3.- Resistencia: formas de trabajo de 12 años en adelante (Bravo, 1985, Batalla, 1995 y Martínez Córcoles, 1996)

12-14 años: Se debe aplicar el mismo tipo de entrenamiento que a los de 8-12 años con las siguientes matizaciones:

- No sobrepasar los 30´-35´ de carrera continua. Según Batalla (1995) se puede llegar a 45´. También se pueden utilizar fracciones del tiempo total previsto (por ejemplo correr 30´ pero con pausas, como por ejemplo 3 tramos de 10 minutos con breves pausas andando)
- También se pueden aplicar el entrenamiento en circuito, el fartlek y los juegos de carrera al final de esta edad.
- Interval training de 80 a 100 ms. (120-170 ppm).
- La resistencia anaeróbica se desarrolla a través de un trabajo no planificado (se realiza en juegos, fútbol y otros deportes). Según García Manso et al (1996, 359) la edad idónea para iniciarse en el entrenamiento anaeróbico es la que se corresponde con el inicio de la pubertad, para 4-5 años después estar en condiciones de asimilar con máxima eficacia entrenamientos iguales a los de los sujetos adultos. De la misma

opinión es Martínez Córcoles (1996, 55) que afirma que hacia los 14-15 años se podrá iniciar de un modo no sistemático y prudente en los esfuerzos de resistencia anaeróbica.

15-17 años:

- Sigue habiendo un predominio del trabajo aeróbico. Se utilizan los mismos medios que en la etapa anterior pero aumentando la duración y la intensidad. (45 minutos de carrera continua en 4º de ESO según Martínez Córcoles, 1996)
- El interval training y los circuitos se continúan realizando de manera cuidadosa y progresiva (Batalla, 1995).
- Fartlek: Como ensayo anaeróbico; así por ejemplo podemos hacer 20' de fartlek, en un parque con unas cuestas intercalando 6-8 sprints de 20-50 ms. A este respecto Pisuke y Nurmekivi (1986, en García Manso et al., 1996) afirman que “la capacidad de trabajo anaeróbico de los jóvenes atletas es mucho menor si se le compara con su capacidad aeróbica. De todos modos, debe ponerse énfasis en el hecho de que puede ser desarrollada considerablemente a través del entrenamiento, pues el organismo reacciona extremadamente bien al estímulo anaeróbico entre los 14 y los 18 años de edad. En este lapso, los resultados del entrenamiento pueden ser más efectivos que en cualquier otra etapa de la vida”.

17-21 años: Aun predomina el trabajo aeróbico.

A partir de los 22 años hay un equilibrio entre ambas resistencias, aeróbica y anaeróbica. La resistencia aeróbica es la base para la resistencia anaeróbica. (Veáse fig.15: trabajo equilibrado entre ambas resistencias).

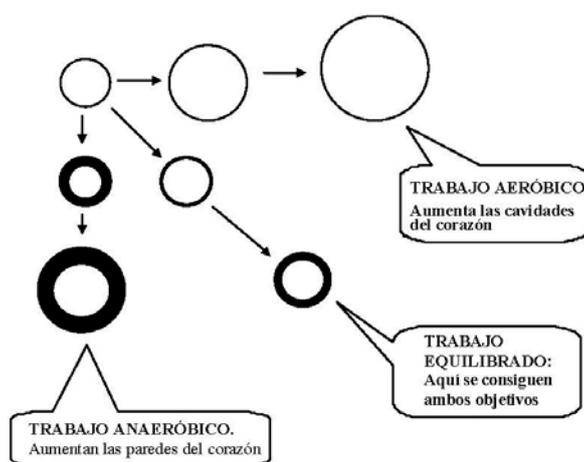


Fig. 15: Efectos del trabajo aeróbico y anaeróbico sobre el corazón (Generelo y Tierz, 1994)

3.- Aplicación en la escuela y en las edades infantiles y juveniles (entrenabilidad)

Siguiendo a Generelo y Tierz (1994) podríamos hacer la siguiente división:

- A.** De manera directa: situaciones de trabajo específicas del acondicionamiento físico: en el bloque de contenidos de condición física en secundaria. Se aplican métodos derivados del entrenamiento deportivo; recuérdese la clasificación de Martínez Córcoles (1996) en la figura 13.
- B.** De manera indirecta: A partir del trabajo de otros contenidos de la educación física: en primaria no existe bloque de contenidos de condición física. El más adecuado para ello sería el de habilidades y destrezas. En el desarrollo de muchas clases de educación física, tanto de primaria como de secundaria, y en los entrenamientos deportivos estamos trabajando la resistencia, así como en los calentamientos de estas actividades físicas. En la tabla 10 podemos ver una pequeña muestra de algunas actividades físicas variadas y sus efectos sobre el ritmo cardíaco. Observamos como incluso en el calentamiento de las clases de educación física existe un cierto trabajo aeróbico.

ALUMNO	TIPO EJERCICIO	PULSO MAXIMO	PULSO MEDIO	EDAD
1	Bicicleta	197	147	9
2	Bicicleta	180	133	11
3	Calentamiento Preparacion Fisica	161	143	17
4	Carrera Continua + gimnasia	187	144	16
5	Entrenamiento Total	176	137	15
6	Calentamiento Preparacion Fisica	134	118	16
7	Calentamiento Preparacion Fisica	156	115	17
8	Multitécnicas de pierna	160	97	20
9	Multisaltos	163	138	20

Tabla 10: Resultados de la monitorización y control del ritmo cardíaco en distintos momentos del ejercicio actividades físicas.

A) SITUACIONES DE TRABAJO ESPECÍFICAS DEL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO: Deberemos utilizar los métodos explicados anteriormente en apartado correspondiente:

- Cross - paseo
- Carrera continua
- Fartlek
- Entrenamiento total
- Interval training
- Cuestas
- Entrenamiento en circuito

B) A PARTIR DEL TRABAJO DE OTROS CONTENIDOS DE LA EDUCACIÓN FÍSICA:

- Resistencia y aire libre: Marcha y orientación
- Resistencia y juegos y deportes
- Resistencia y medio acuático
- Resistencia y danza
- Resistencia y habilidades y destrezas básicas

Para el control del esfuerzo manejaremos las siguientes variables:

- Duración de la actividad
- Intensidad
- Repeticiones
- Pausas e intervalos
- Tipo de actividad de recuperación (activa o pasiva).
- Estrategias, organización de las actividades.

3.1.- Distancias aconsejables y tiempos orientativos según edades para el trabajo de la resistencia aeróbica (carrera continua) en la edad escolar

El programa de resistencia aeróbica se debe personalizar para cada niño, lo que obliga a determinar el nivel de partida y la progresión. Para ello podemos fijarnos en la distancia a recorrer, la duración del esfuerzo (preferentemente) y la frecuencia cardiaca (esencial); respecto a esta última podemos afirmar que conviene no pasar de 160-170 p/m, pero vigilando otros posibles síntomas de fatiga como palidez, ahogo etc., y que a los diez minutos de recuperación vuelva al nivel basal de pulso.

La duración inicial de la carrera continua puede establecerse así: la distancia a recorrer se divide en dos, distancia de ida (Di) y distancia de vuelta (Dv). El tiempo empleado será: tiempo de ida (Ti) y tiempo de vuelta (Tv). En base a esto podemos hacer las siguientes precisiones: (Reiss en Mora, 1989,38 y Zintl, 1991, 203)

- **6-7 años:** se puede correr hasta 1 km. (ir a un sitio y volver; tiempo de ida = tiempo de vuelta) o 7 minutos.
- **8-9 años:** Hasta 1'5 km. (tiempo de ida = tiempo de vuelta) o 10 minutos (no pasar) .
- **10-13 años:** Hasta 2'5 km. o 15 minutos. (tiempo de ida = tiempo de vuelta) No pasar de esta cantidad.
- **14-15 años:** correr hasta 18-20 minutos.
- **16-17 años:** correr hasta 20-25 minutos.

Las distancias máximas propuestas son aconsejables y orientativas. Desde el punto de vista funcional no tiene tanto interés la distancia como la duración, que se debe establecer según las características orgánicas y funcionales de cada niño o adolescente.

La frecuencia mínima de práctica sería de dos veces a la semana para conseguir cambios reales en el organismo.

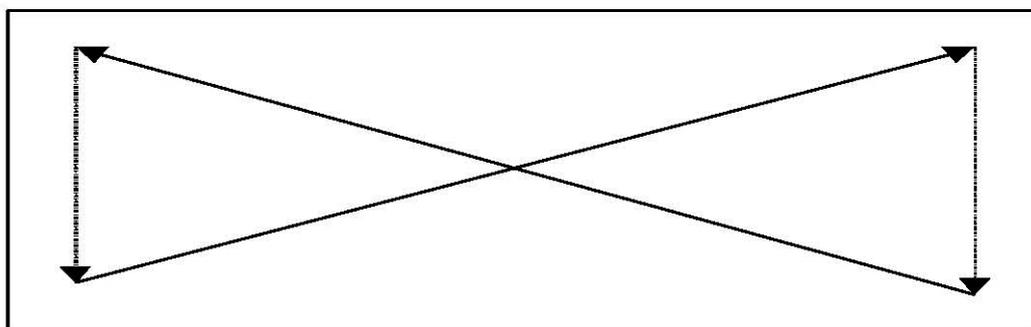
- Si el tiempo de vuelta es mayor que el tiempo de ida ($T_v > T_i$), quiere decir que el niño se ha cansado mucho al principio. Por lo tanto debemos disminuir el ritmo o la distancia, al mismo tiempo que vigilamos la frecuencia cardiaca y el tiempo de recuperación.
- Si el tiempo de vuelta es menor que el tiempo de ida ($T_v < T_i$), quiere decir que se ha esforzado menos de lo que puede, y se le puede pedir que corra más distancia con el mismo ritmo. O también que mejore el ritmo en la misma distancia (no aconsejable en el inicio de temporada o en edad temprana). Siempre que la frecuencia cardiaca esté próxima a 130 p/m. de lo contrario revisar distancia, ritmo y tiempo de recuperación hasta nivel basal de pulso.
- Si el tiempo de vuelta es igual que el tiempo de ida ($T_v = T_i$): ¡distancia adecuada y ritmo adecuado! Siempre que las pulsaciones no pasen de 160-170 p/m y que en diez minutos se vuelva al nivel basal de pulso.

- Debemos premiar el sentido del ritmo: que los niños no salgan disparados, sino que mantengan un ritmo constante. Para ello podemos hacer juegos de carreras en los cuales los ganadores sean aquellos que más se acerquen al ritmo de carrera previsto y no los primeros en llegar.

Situaciones prácticas

- Trata de diseñar un trabajo de resistencia con juegos. Programa los momentos para la toma del pulso.
- Analiza los juegos de los niños y determina en que momento están trabajando la resistencia.
- Prueba los diferentes sistemas de entrenamiento de resistencia.
- Situaciones prácticas en la realización del interval (Generelo y Tierz, 1994):
- Para realizar en un patio o cancha. Pueden ser: Rectas, diagonales, haciendo las letras G o C

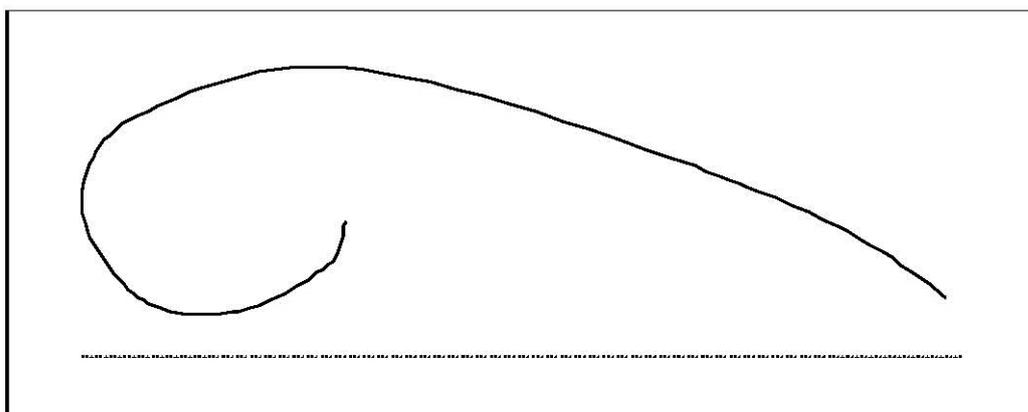
Ver figuras 14 (1,2,3): Situaciones prácticas en el trabajo de interval training (Generelo y Tierz, 1994)



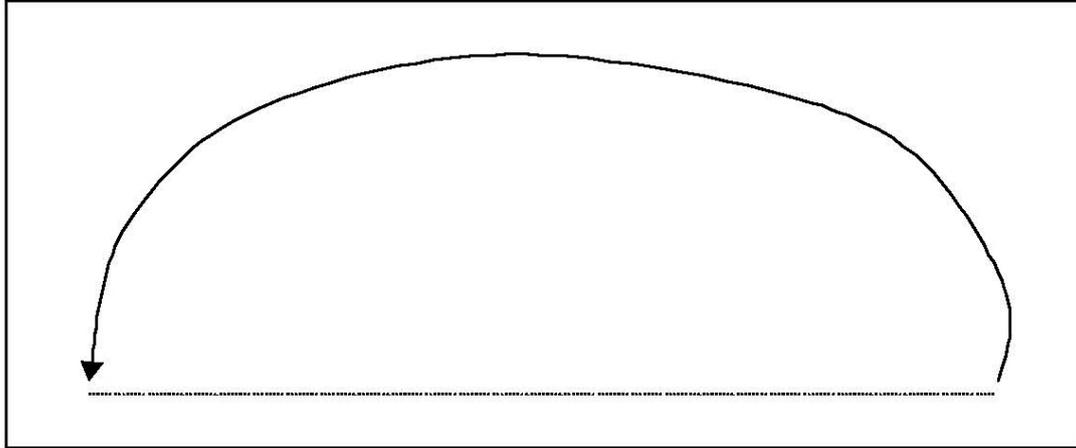
..... Andando

———— Corriendo

DIAGONALES: Fig.14.1



EN G: Fig. 14.2



EN C: Fig. 14.3

Bibliografía.

GARCÍA GROSSOCORDÓN, J. Carreras en carretera y ruta. El maratón. Federación de atletismo de Madrid. 1997.

JONATH, U. Entrenamiento en circuito. Paidós, Buenos Aires. 1967.

MARTÍNEZ CÓRCOLES, P. Desarrollo de la resistencia en el niño. Barcelona: INDE. 1996.

MONTERO ALONSO, A.J. El trabajo de resistencia a través de la carrera continua y en función de la frecuencia cardíaca máxima. Revista Española de Educación Física y Deportes, nº7 y 8, pp. 11-15 y 11-14. 1986.

MORA VICENTE, V. Indicaciones y sugerencias para el desarrollo de la resistencia. Colección Educación Física, 12,14 años. Excmo. Cabildo insular de Gran Canaria. 1989.

MORA VICENTE, J. Umbral anaeróbico. Determinación de éste utilizando el test en pista de Leger-Boucher. en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (monografías). Colegio Oficial de Profesores y Licenciados en Educación Física – Diputación provincial de Cádiz. 1992.

NAVARRO VALDIVIELSO, F. La resistencia. Madrid: Gymnos. 1998. *Nota: este libro es más apropiado para el alto rendimiento deportivo*

ZINTL, F. Entrenamiento de la resistencia. (Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento, cap.8: Entrenamiento de la resistencia en edades infantil y juvenil). Barcelona, Martínez Roca. 1991