

Grado del entreno y aumento del rendimiento⁽¹⁾

Prof. DR. H. MELLEROWICZ.

Director del Instituto de Medicina del Rendimiento de Berlín-Occidental.

- I. Principios biológicos generales de la acción del entrenamiento.
- II. El aumento del rendimiento con distinta cantidad de entrenamiento.
- III. El aumento del rendimiento con igual cantidad de entreno y distinta carga de trabajo.
- IV. El aumento del rendimiento con igual cantidad de entreno en forma de intervalos y en forma de largas distancias.
- V. El aumento del rendimiento en hombres y mujeres con una cantidad de entrenamiento relativamente igual.
- VI. El grado de acción del entrenamiento.
- VII. Resumen.

I. Principios biológicos generales de la acción del entrenamiento

Las leyes fundamentales que relacionan el órgano y la función son las bases biológicas sobre las que se apoyan las leyes del entrenamiento. El órgano determina la función. Por otro lado, la función ejerce una influencia modificadora sobre el órgano (W. Roux). Sin esta acción funcional no habría ninguna acomodación del organismo a las exigencias cambiantes y cada vez mayores del medio ambiente, no habría por tanto ningún aumento del rendimiento.

Todo organismo tiende siempre, también en el entrenamiento, al mantenimiento de la «homeostasis», del equilibrio dinámico de los teji-

dos y de las funciones en su relación con las exigencias del medio ambiente.

Todas las acciones del entrenamiento sobre el organismo posibilitan una acomodación frente a elevadas exigencias del rendimiento. Restablecen el equilibrio dinámico de la capacidad de rendimiento y de las exigencias de rendimiento hasta los límites potenciales biológicos.

La aplicación de estímulos funcionales específicos progresivamente mayores provoca acciones en el organismo que conducen a un aumento de rendimientos específicos.

Entre la cantidad, la suma de rendimientos del entreno cada vez mayores en un tiempo determinado y las acciones del entrenamiento, hay que aceptar relaciones que se rigen por leyes orgánicas. Una expresión medible de la acción del entrenamiento son los cambios morfológicos de peso y volumen de los órganos así como el aumento de rendimiento del organismo.

II. ¿Qué relaciones existen entre la cantidad de entreno y el aumento del rendimiento?

1. — METODO

Esta pregunta no puede ser contestada solamente con la observación de deportistas de primera línea, sino mediante exploraciones experimentales en grupos de constitución aproxima-

(1) Conferencia pronunciada en el XVI Congreso Mundial de Medicina del Deporte en Hannover, con la autorización expresa de su autor para su publicación en esta revista.

damente igual o en gemelos univitelinos. Dichas pruebas han sido efectuadas por nosotros con métodos ergométricos (con K. Maidorn).

Por método, hay que definir en primer lugar el concepto de cantidad de entrenamiento. Es el producto del rendimiento durante el entrenamiento por la duración y la frecuencia del mismo en un tiempo determinado. El rendimiento del entrenamiento puede medirse mediante pruebas ergométricas en Kgm/seg. o bien en vatios y el tiempo en segundos, minutos y horas. A igual rendimiento pero con distinta duración del entrenamiento en un tiempo determinado puede expresarse sin embargo la cantidad de entrenamiento sencillamente en kgm.

¿Cómo se efectuaron los ensayos?

En 32 escolares de un internado berlinés se midió en primer lugar el rendimiento máximo en la prueba de 3 minutos con el ergómetro de manivela (correspondiendo aproximadamente a una carrera de 1.000 metros).

De aquí se formaron cuatro grupos aproximadamente iguales en rendimiento, edad, altura y peso que fueron entrenados durante tres semanas con distinta cantidad de entreno a igual carga de trabajo.

Grupo I. — Entrenó con una cantidad simple de entrenamiento (media de 6.500 kgm.).

Grupo II. — Entrenó con una cantidad triple de entrenamiento (media de 18.300 kgm.).

Grupo III. — Entrenó con una cantidad séxtuple de entrenamiento (media de 34.700 kgm.).

Grupo IV. — Entrenó con una cantidad de entrenamiento 10 veces mayor (media de 60.400 kgm.).

Luego fue determinado el aumento del rendimiento en Kgm/seg. y en tantos por ciento del rendimiento básico.

2. — RESULTADOS

Los resultados se muestran en la fig. 1.

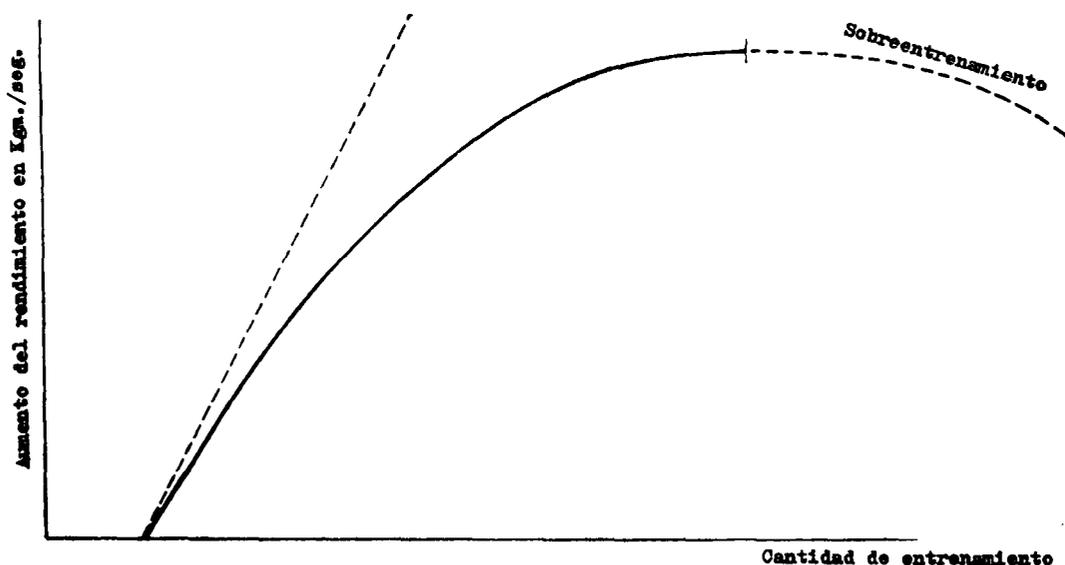


Fig. 1. — Relaciones entre cantidad de entreno y aumento del rendimiento en forma esquemática.

3. — ENJUICIAMIENTO

De acuerdo con estos ensayos, no pueden aceptarse relaciones lineales entre cantidad del entreno y aumento del rendimiento. Probablemente, las relaciones entre cantidad de entrenamiento y aumento del rendimiento estarán representadas por una curva de carácter parabólico. Ello corresponde también con anteriores ensayos experimentales (con H. Borsdorf, W. Meller

y J. Müller) y con experiencias prácticas de tipo general. También Josenhans llegó a resultados parecidos en ensayos con el entrenamiento de fuerza. Con una cantidad de entrenamiento pequeña puede alcanzarse un aumento del rendimiento relativamente grande; con una cantidad de entrenamiento mayor se alcanza sólo un aumento del rendimiento relativamente más pequeño. La figura muestra en forma esquemá-

tica las relaciones entre cantidad de entrenamiento y aumento del rendimiento que muestran la concordancia entre nuestros ensayos experimentales con los resultados de Josenhans y la experiencia general sobre entrenamiento. Con una cantidad de entrenamiento cada vez mayor, la curva del aumento del rendimiento se aleja progresivamente de una supuesta recta. De acuerdo con la experiencia, la curva no continúa probablemente en forma asintótica sino que alcanza un máximo. Con un aumento mayor de la cantidad de entreno, el aumento del rendimiento desciende otra vez en la fase llamada de sobreentrenamiento.

III. *El aumento del rendimiento con igual cantidad de entrenamiento y distinta carga de trabajo.*

1. — METODO

Se llevó a cabo el ensayo con gemelos univitelinos (en colaboración con W. Meller). El gemelo I entrenaba diariamente con el 90 % de la prueba máxima de 6 minutos, en el ergómetro de bicicleta durante 6 minutos.

El gemelo II entrenaba diariamente con el 60 % del rendimiento máximo durante 9 minutos. Ello quiere decir que el trabajo de entrenamiento diario era igual, siendo distinto en cambio el rendimiento del entreno.

Al cabo de 6 semanas se midió el aumento del rendimiento y la capacidad de oxígeno.

2. — RESULTADOS

Gemelo I. — Después de 6 semanas de entreno alcanzó en la prueba máxima de 6 minutos: un incremento del rendimiento de 35 vatios = 14,6 % y un aumento de la capacidad de oxígeno de 330 ml. = 9,2 %.

Gemelo II. — Después de 6 semanas de entreno alcanzó en la prueba máxima de 6 minutos: un incremento del rendimiento de 10 vatios = 4 % y un aumento de la capacidad de oxígeno de 160 m. = 4,3 %.

Estos resultados son una prueba de que, a igual cantidad de entrenamiento, es más eficaz y económico entrenar con un mayor rendimiento (mayor carga de trabajo).

IV. *¿Cómo es el aumento del rendimiento con igual cantidad de entreno, en forma de intervalos y en forma de largas distancias?*

1. — METODO

En gemelos univitelinos se midió, con el ergómetro de bicicleta, el rendimiento máximo

durante 10 minutos (correspondiendo aproximadamente a una carrera de 3.000 metros) y la capacidad de oxígeno.

El gemelo I entrenó diariamente (6 veces a la semana) durante 10 minutos con el 80 % del rendimiento máximo.

El gemelo II entrenó diariamente (6 veces a la semana) durante 10 minutos, alternando un minuto con el 120 % del rendimiento máximo y 1 minuto con el 40 % del rendimiento máximo.

Después de 3 semanas se determinó el aumento del rendimiento en kgm. y el aumento de la capacidad de oxígeno. Para el segundo período de entrenamiento de 3 semanas se aumentó la cantidad de entreno de acuerdo con el aumento del rendimiento.

Después de 6 semanas medimos de nuevo el aumento del rendimiento y el aumento de la capacidad de oxígeno (con Kölling).

2. — RESULTADOS

Los resultados se muestran en la representación gráfica núm. 2.

El aumento del rendimiento y de la capacidad de oxígeno alcanzados con igual cantidad de entrenamiento a intervalos y de duración fue en los dos gemelos aproximadamente igual. Las pequeñas diferencias caían dentro del margen de error del propio método.

3. — ENJUICIAMIENTO

Anteriores ensayos con tres grupos aproximadamente iguales, de los cuales uno entrenaba con entrenamiento de largas distancias y dos con entrenamientos de intervalos (con W. Meller y J. Müller) no mostraron igualmente ninguna diferencia clara del aumento del rendimiento. Esto viene también confirmado por los nuevos ensayos de grupo llevados a cabo por Roskamm, Reindell y Keul.

Sin embargo, los entrenamientos en forma de intervalos y de largas distancias tienen probablemente sobre el organismo un modo de acción cualitativamente distinto. De acuerdo con los conocimientos y experiencias de hoy en día no se puede probablemente alcanzar la forma óptima, ni con un entreno de duración puro ni con un entreno de intervalos puro. La mezcla óptima del entrenamiento, correspondiendo a la forma y duración del rendimiento, es a todas luces de fundamental significado.

V. *¿Cómo se comporta el aumento del rendimiento aplicando una cantidad de entreno relativamente igual a hombres y mujeres?*

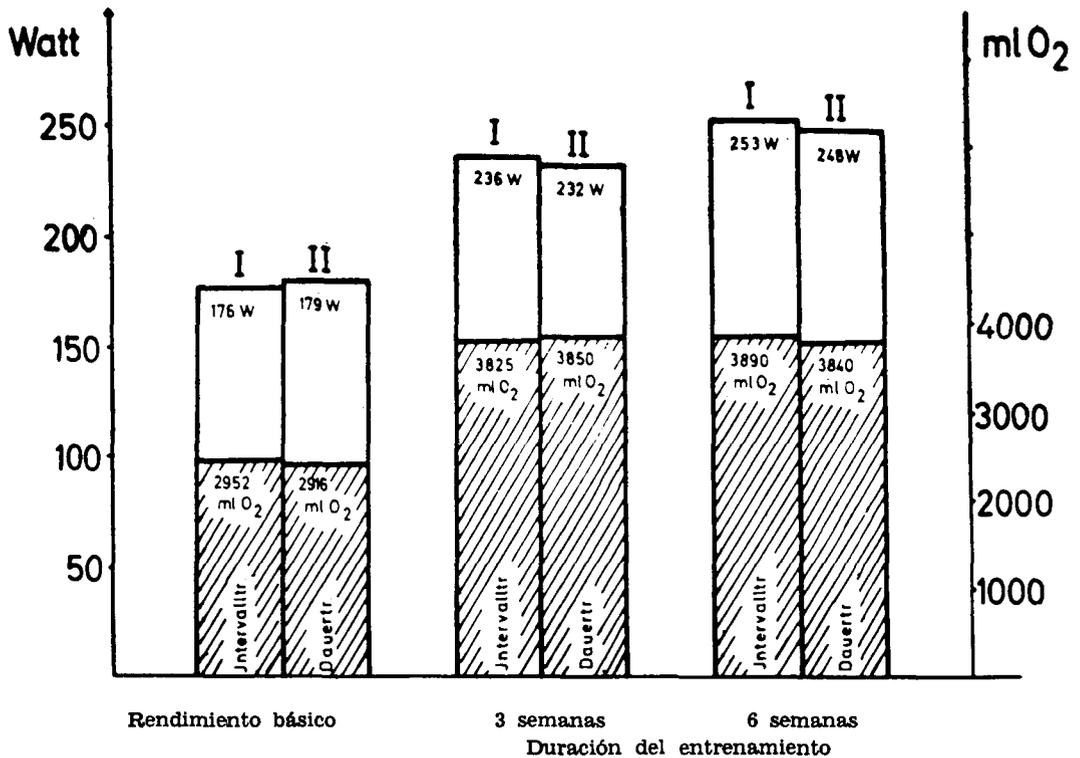


Fig. 2.— Aumento del rendimiento en una prueba máxima de 10 minutos con el ergómetro de bicicleta y aumento de la capacidad de oxígeno después de 3 y 6 semanas de entreno en forma de intervalos y de largas distancias con la misma cantidad de entreno en gemelos univitelinos (según Kölling y Mellerowicz).

1. — METODO

Quince hombres y 15 mujeres, sin entrenamiento previo anterior, entrenaron con el ergómetro de manivela, tres días a la semana durante 4 semanas con una cantidad de entreno relativamente igual: en la 1.^a semana con el 60 %, en la 2.^a semana con el 70 %, en la 3.^a semana con el 80 % y en la 4.^a semana con el 90 % del rendimiento máximo base (de 3 minutos de duración). Después de 4 semanas se midió el aumento absoluto del rendimiento y se calculó el aumento relativo del mismo (con K. Hengst).

2. — RESULTADOS

Los resultados pueden verse en la figura número 3.

El aumento medio del rendimiento absoluto fue en los hombres de 40 vatios y en las mujeres de 22 vatios. El aumento medio del rendimiento relativo en tantos por ciento fue sin embargo aproximadamente igual, con un 12,8 % en los hombres y un 12,7 % en las mujeres.

3. — ENJUICIAMIENTO

Los resultados muestran por otra parte: Individuos no entrenados pueden alcanzar un aumen-

to del rendimiento relativamente grande, con una cantidad de entrenamiento relativamente pequeña de tres veces tres minutos a la semana con el 60 - 90 % del rendimiento máximo.

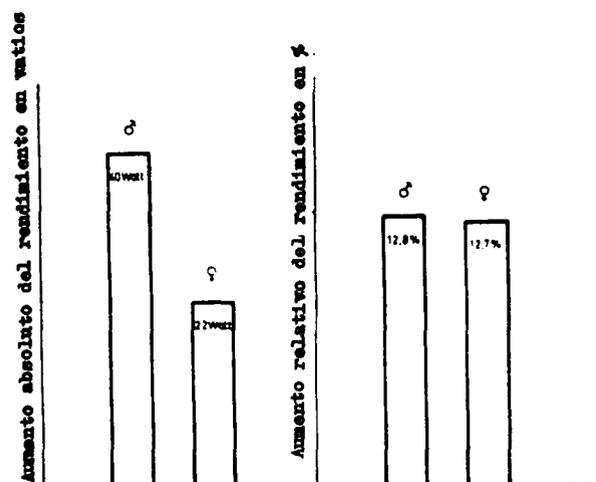


Fig. 3.— Aumento absoluto y relativo del rendimiento en 15 hombres y 15 mujeres que entrenaron durante 4 semanas con la misma cantidad relativa de entrenamiento (según Mengst y Mellerowicz).

Con una cantidad de entreno relativamente igual no se señaló ninguna clara diferencia en el aumento del rendimiento relativo en hombres y mujeres.

VI. ¿Cómo se comporta el grado de acción del entrenamiento con distintas cantidades del mismo?

1. — METODO

El grado de acción del entrenamiento puede

definirse como la relación (cociente) del aumento del rendimiento y la cantidad de entreno.

El grado de acción del entrenamiento se midió con entrenamiento ergométrico en cuatro grupos aproximadamente iguales, de 8 hombres, de acuerdo con el método descrito en el apartado II.

2. — RESULTADOS

Los resultados se reproducen en la figura número 4.

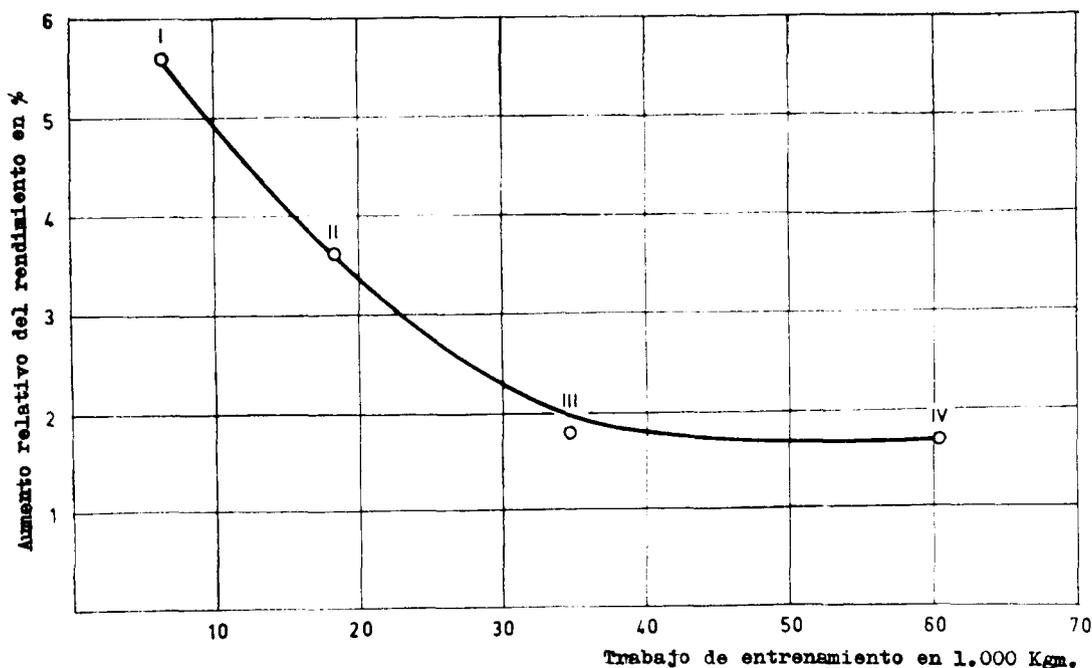


Fig. 4. — Grado de acción del entrenamiento en 4 grupos iguales, que fueron entrenados con ergómetro con distinta cantidad de entreno. Aumento relativo del rendimiento en % del trabajo de entreno.

La curva que une los 4 puntos medidos se asemeja a una curva exponencial.

3. — ENJUICIAMIENTO

Dicho trazado corresponde a la experiencia general:

El aumento del rendimiento es relativamente grande con pequeñas cantidades de entrenamiento. Las relaciones sujetas a leyes biológi-

cas entre el grado de eficacia del entrenamiento y la cantidad de entrenamiento corresponden probablemente a una curva exponencial. Se desconoce todavía el comportamiento medio definido biológica y matemáticamente así como el área ± 2 Sigma del grado de acción del entrenamiento de distintos grupos de edad, sexo y constitución en distintos estados de entrenamiento.

RESUMEN

1. Se comenzó con la formulación de las leyes fundamentales biológicas de la acción del entrenamiento.

2. El aumento del rendimiento con una cantidad de entrenamiento cada vez mayor se define mediante una curva de trazado aproximadamente parabólico.

3. Ensayos en gemelos univitelinos sobre el aumento del rendimiento al aplicar la misma cantidad de entreno pero con distinta carga de trabajo, señalaron un mayor aumento del rendimiento y de la capacidad de oxígeno en los entrenos de mayor carga.

4. Ensayos en gemelos univitelinos con igual cantidad de entrenamiento en forma de intervalos y de largas distancias, dieron por resultado valores aproximadamente iguales del aumento del rendimiento y de la capacidad de oxígeno.

5. En los dos grupos de hombres y mujeres, no entrenados previamente, que fueron entrenados con la misma cantidad relativa de entreno, no pudo apreciarse ninguna clara diferencia en el aumento relativo del rendimiento.

6. El grado de acción del entrenamiento disminuye con el aumento de la cantidad del mismo en forma de trazado exponencial.