

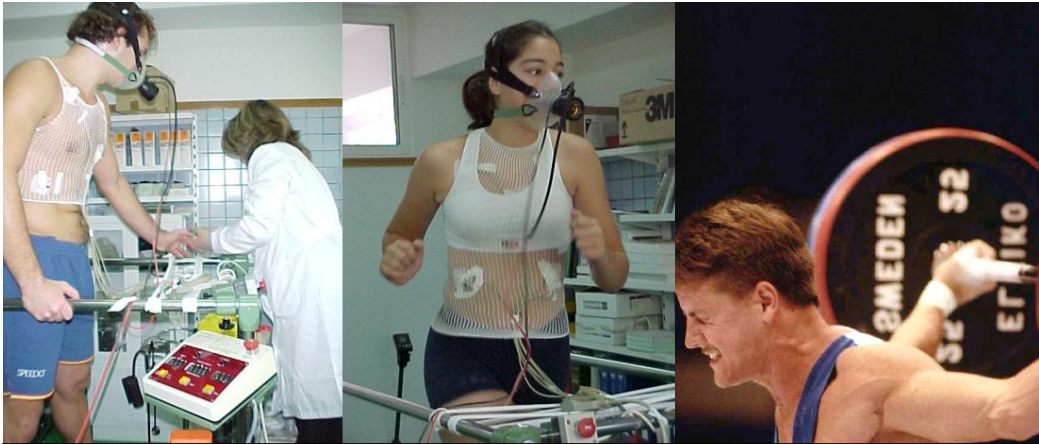
UNIVERSIDAD DE VALENCIA



SERVICIO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES

**Curso de especialización profesional
universitaria:**

Dirección de programas de fitness



Fisiología del ejercicio
Profesor: Miguel Ángel Buil Bellver



INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO I – CONCEPTOS GENERALES

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la fisiología es explicar factores físicos y químicos responsables del origen, desarrollo y progresión de la vida. La fisiología puede aplicarse a todas las formas de vida y dentro de cada una explicar un sinnúmero de diferentes facetas.

Aquí nos ocuparemos de la fisiología humana, y más específicamente de los aspectos de la fisiología humana que pueden dar luz a los acontecimientos vitales en la actividad física (deportiva o no). La fisiología nos va a ayudar a entender **qué** ocurre durante la actividad física, qué cambios acontecen, **cómo** ocurren estos cambios, y **para qué** o **por qué** ocurren, con qué finalidad, para llegar a dónde o para evitar qué cosa. De esta forma, el estudio de la fisiología del ejercicio físico va a cubrir la innata curiosidad humana de conocer los motivos, causas y efectos de esta situación concreta que se observa durante la realización de una actividad física.

Si dentro del análisis de los acontecimientos durante una actividad física, vamos más allá, y analizamos lo que ocurre cuando esta actividad física está llevada al límite, estaremos rozando ya el mundo de la fisiología deportiva. Aunque hay muchos otros condicionantes para caracterizar el estudio de la fisiología deportiva, tal vez el más llamativo es que en una actividad deportiva, el competidor, el ejecutor, está intentando ser el primero de los que junto a él participan, de forma que intentará llegar al límite máximo de sus posibilidades. Éste es el aspecto más interesante de la fisiología deportiva, el estudio de los esfuerzos realizados, con capacidad para poner a prueba al organismo, aproximándolo a extremos, que si se prolongaran en el tiempo o en intensidad algo más de lo realizado plantearían situaciones límite con la vida. Y el segundo aspecto, tan interesante como el anterior, comprende el estudio de todos los pasos a seguir (entrenamiento), para llegar al momento ideal para enfrentarse a los propios límites de la naturaleza y saber que el final será el deseado.

Dentro de la historia de la fisiología se llega al entendimiento de dos conceptos básicos que son fáciles de comprender e indispensables para desarrollar cualquier teoría que explique los cambios analizados. Son los conceptos de **respuesta** y **adaptación**.

La respuesta será el conjunto de cambios que podemos observar y medir, acontecidos de forma inmediata y provocados por un estímulo externo.

La adaptación será un conjunto de cambios, también observables y medibles, pero acontecidos de forma diferida al estímulo externo, y producidos por el organismo tras repetidas situaciones de respuesta sucesivas en las que el organismo “aprende” a prepararse frente a la llegada de dicho estímulo externo.

El que exista la adaptación es la base de que se practique el entrenamiento. Si la adaptación no existiera, jamás nos habríamos fijado en estos cambios diferidos y de hecho, no serviría para nada enfrentar al organismo a repetidos estímulos externos. La razón de ser del deporte en general, la capacidad de mejorar físicamente, reside en la **adaptación** del organismo a los sucesivos enfrentamientos a un estímulo externo, el que sea.

CAPÍTULO I – CONCEPTOS GENERALES

1- REPASO HISTÓRICO

Aunque ya en escritos chinos y ayurvedas de miles de años antes de Cristo hay referencias a entrenamientos y a cuidados médicos de los luchadores, no es hasta tiempos helenísticos que los griegos ofrecen los orígenes de las leyes que rigen el ejercicio físico. Ya las escuelas de Alcmenone y Pitágoras consideran el ejercicio físico como un medio de obtener la salud, y como un elemento de conseguir la armonía.

Dada la concepción de la vida en forma de humores, la explicación griega a la contribución del ejercicio físico a la salud es la de movilización del organismo, que produce la secreción por la que el humor corrupto es eliminado, devolviendo al individuo a un estado de salud-armonía. Este concepto aún está vigente en el concepto popular de deporte, y no son pocos los fumadores o bebedores que creen firmemente que al hacer deporte “depuran” su organismo de los tóxicos que les aportan sus respectivos hábitos.

Ya Aristóteles elabora una auténtica teoría sobre la preparación deportiva y establece parámetros que sólo podía dominar conociendo la relación estímulo-respuesta y respuestas-adaptación (350 años a.C.!!). Se conocía el *entrenamiento específico*, de hecho se preparaban las carreras corriendo la misma distancia y no otra, y la importancia de los ritmos circadianos, ya que se entrenaba a la misma hora que se iba a correr.

En la época romana Galeno establece las diferencias entre nervios motores y sensitivos y entre músculos agonistas y antagonistas, y describe el tono muscular.

Desde principios a finales del siglo XVII se hacen avances en la comprensión de la circulación sanguínea y el papel del corazón en la misma, con algunos errores históricos de por medio (Harvey y su concepto equivocado del corazón), se llega a las conclusiones de Niels Stensen del concepto actual de corazón como “bomba muscular”, y de la correcta descripción de la contracción del músculo cardíaco.

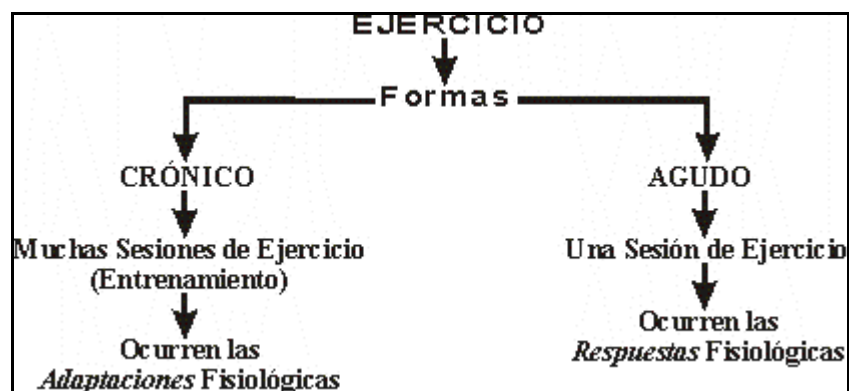
Durante el siglo XVIII se focaliza la atención de los fisiólogos en la relación del estímulo eléctrico y la contracción muscular (Galvani y sus experimentos con la contracción muscular en las extremidades de la rana, repetidos por todos nosotros en la edad escolar). Hay que prestar atención especial a Eugen Fick que a finales del siglo XIX acuña los términos “isométrico” e “isotónico” que han sido referente permanente en el estudio de la contracción muscular. Finalmente, ya en el siglo XX Sherrington establece las bases de la neurofisiología moderna.

Lavoisier en el siglo XVIII mide por primera vez el consumo de oxígeno en situación basal –establece condiciones de metabolismo basal– en un varón joven, aunque no es hasta 1937 que Magnus establece que la utilización de Oxígeno y la producción de Dióxido de carbono se realiza en todos los tejidos, y no sólo en el pulmón como hasta entonces se pensaba.

La medida del gasto calórico se realiza por primera vez por Voit en 1862 en colaboración con el físico Pettenkoffer, con un calorímetro indirecto por balance (“cámara respiratoria”), lo que posteriormente fue perfeccionándose, y acabó en las primeras determinaciones de consumo máximo de Oxígeno con saco de Douglas, y finalmente con los ergoespirógrafos con boquilla y máscara de Brauer y Knipping.

No es hasta la primera mitad del siglo XX, cuando en el **Laboratorio de fatiga de Harvard** se da un giro al estudio de la fisiología del esfuerzo físico, allí colaboran fisiólogos con médicos, bioquímicos, biólogos y hasta psicólogos. Se establecen protocolos de trabajo y se sistematiza como nunca hasta entonces el estudio del esfuerzo. Son numerosos los conceptos que hoy se manejan con soltura por cualquier médico o fisiólogo que se establecieron desde este laboratorio (equilibrio ácido-base sanguíneo, afinidad de hemoglobina por el Oxígeno, curva de disociación de la hemoglobina, metahemoglobina, relación gasto cardíaco-consumo de O₂, deuda de oxígeno, Consumo máximo de O₂, policitemia y altura, otras relaciones con la altitud, relaciones del esfuerzo con la nutrición, test de tolerancia a glucosa en ancianos....)

Desde este laboratorio hasta la fecha los avances continúan siendo muchos, desde el establecimiento de datos como el Umbral anaeróbico (Wasserman y McIlroy 1964), como otros umbrales (aeróbico-anaeróbico de Mader 1976).



Mecanismos de respuesta y adaptación

2- RESPUESTA

El organismo vivo no es más que una situación de equilibrio inestable que precisa ser mantenida de forma constante mediante una serie de acciones que, conforme la naturaleza ha ido aumentando en complejidad las formas de vida, se han ido multiplicando hasta lo infinito. La realidad es que cualquier organismo vivo está sometido a continuos cambios externos que debe de compensar para que no le afecten y acaben finalizando con su vida, también es cierto que parece que no hemos conseguido del todo el equilibrio, ya que es evidente que TODO continúa muriendo. Sólo un sistema de mantenimiento de la vida parece haberse convertido en casi infalible, la

reproducción, de forma que la vida como tal se mantiene a lo largo de los siglos, pero los individuos (lo cual nos interesa muy particularmente), seguimos muriendo.

Cuando hay algún cambio en el exterior, el organismo debe de detectarlo a tiempo para tener capacidad de reacción y respuesta. Esta respuesta será la forma de equilibrar de nuevo las funciones vitales para seguir vivos.

El mantenimiento del medio interno se conoce como Homeostasis, y el mecanismo preferido (aunque hay otros) para conseguirlo es el “feed back” negativo, es decir el homólogo del “termostato” pero para las distintas reacciones químicas y físicas. La compensación de los cambios externos mediante distintas acciones internas hasta equilibrar, hasta llegar a una situación de inicio, es lo que conocemos como REACCIÓN.

Ejemplos de reacciones en relación con la actividad física son:

La taquicardia: el aumento de frecuencia cardíaca ante cualquier aumento de actividad física es una respuesta, su función es hacer llegar más nutrientes y oxígeno a aquellas áreas que han incrementado su gasto calórico (aparato locomotor fundamentalmente)

La taquipnea: el aumento de frecuencia respiratoria, con la finalidad de hacer llegar más oxígeno a la sangre.

La vasodilatación periférica y vasoconstricción visceral: generando una redistribución del flujo sanguíneo favorable a aportar más nutrientes y oxígeno donde más se necesita.

Y un gran número de respuestas más, unas fácilmente identificables (como las anteriores), y otras mucho menos visibles, como alteraciones de tasas hormonales, o aumento de función de ciertas áreas cerebrales, o cambios químicos de pH en ciertas áreas de nuestra economía.

Algunas de estas respuestas serán objeto de estudio y análisis en los siguientes capítulos.

3- ADAPTACIÓN

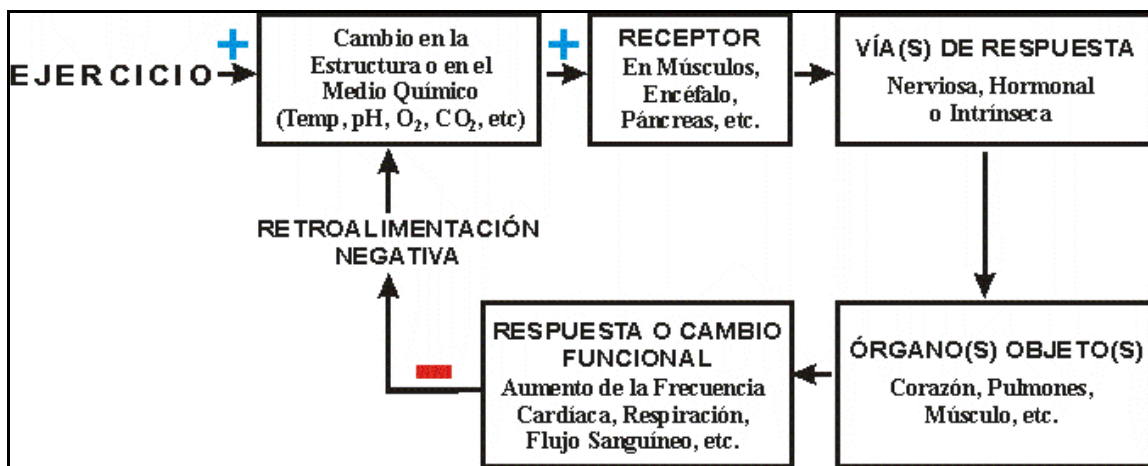
Como ya hemos mencionado, cuando la presencia de un estímulo externo se repite, con una cadencia determinada, el organismo “recuerda” las anteriores y es capaz de generar cambios definitivos, no sólo momentáneos, para ser capaz de generar respuestas más rápidas y con mejor resultado en las sucesivas repeticiones.

Éste es el fundamento del entrenamiento, y seguramente la base sobre la que asientan la mayoría de los estudios de fisiología, ya que lo que más interesa en el mundo del deporte, es precisamente encontrar la forma de modular las adaptaciones hasta el punto de obtención de las mejores respuestas.

Así pues adaptaciones son cambios “definitivos” tras numerosas respuestas. Es el resultado del aprendizaje de nuestro organismo. Entre estos cambios que no son plenamente definitivos porque si retiramos durante un tiempo suficiente el estímulo externo, el organismo también se “adapta” a que no haya estímulo, se encuentran los siguientes:

- Hipertrofia muscular: tal vez una de las adaptaciones más evidentes, y más deseadas hoy en día por un amplio sector de la población.
- Hipertrofia cardíaca (fisiológica): que genera indirectamente una bradicardia de reposo (dato ampliamente utilizado en las programaciones de entrenamientos) y un aumento del gasto cardíaco y de la fracción de eyección, en definitiva una mejora del “bombeo” sanguíneo.
- Aumentos de masa ósea: los huesos aumentan sus porcentajes de sales cálcicas y magnésicas para tolerar mejor los requerimientos de las inserciones musculares.
- Aumento del árbol vascular: con neoformación vascular en los territorios con aumento de demanda.

Y un sinnfín más de adaptaciones que también estudiaremos en los siguientes capítulos.



Mecanismo de Feed-back negativo.