

## ADAPTACIONES CARDIOVASCULARES EN EL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO



Dr. Fernando Feijó Z.  
Universidad Nacional de Loja  
Postgrado Medicina del Deporte Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Docente Carrera de Terapia Física Escuela Politécnica Javeriana  
Médico Divisiones Formativas Liga Deportiva Universitaria  
e-mail: drfernandofeijo@hotmail.com

### RESUMEN:

El entrenamiento deportivo comprende el perfeccionamiento de la habilidad, fuerza y resistencia del individuo. El entrenamiento de resistencia aumenta la capacidad aeróbica máxima, es decir, la captación máxima de Oxígeno. Esta define la capacidad funcional del sistema cardiovascular y refleja el producto del Volumen Minuto Cardíaco, valor muy importante en la valoración pre-competitiva. El entrenamiento aumenta el tamaño y número de las mitocondrias por gramo de músculo; el nivel de actividad enzimática mitocondrial por gramo de proteína mitocondrial; la capacidad del músculo de oxidar las grasas, hidratos de carbono y cetonas; y la capacidad de generar ATP. El efecto neto de estos cambios en el músculo es un aumento de la capacidad para la extracción de Oxígeno periférico y una reducción de la producción de lactato (mayor capacidad aeróbica) a cualquier carga de trabajo dada. A nivel cardiovascular el efecto del entrenamiento se caracteriza por una disminución de la Frecuencia Cardíaca y de la Presión Arterial y un aumento del Volumen Sistólico a una carga de trabajo submáxima dada. En consecuencia, los requerimientos de Oxígeno del corazón son menores a una carga de trabajo dada, porque la Frecuencia Cardíaca, la postcarga, el grado de acortamiento y la velocidad de acortamiento son menores.

**PALABRAS CLAVE:** Hipertrofia, Contracción Muscular, Fatiga Muscular, Resistencia Periférica, Carga.

### ADAPTACIONES GENERALES DEL ORGANISMO FRENTE AL ENTRENAMIENTO

Podemos considerar al ejercicio físico como un trabajo impuesto al organismo, por el cual este responde con un *Síndrome de Adaptación*, y cuyo resultado dependerá, de la forma deportiva o la carga, según sea la magnitud aplicada. La sobrecarga se produce cuando la magnitud de la carga sobrepasa la capacidad del organismo.

En el ejercicio físico se producen dos tipos de Adaptaciones:

**ADAPTACIÓN AGUDA:** Es la que tiene lugar en el transcurso del ejercicio físico.



**ADAPTACIÓN CRÓNICA:** Es la que se manifiesta por los cambios estructurales y funcionales de las distintas adaptaciones agudas (cuando el ejercicio es repetido y continuo), por ej. Aumento del número de mitocondrias musculares, agrandamiento cardíaco, incremento del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>), disminución de la frecuencia cardíaca, incremento de la capacidad oxidativa del músculo, etc.

Una de las obligaciones fundamentales de la función cardiovascular durante el ejercicio es proporcionar al músculo el

oxígeno que necesita, junto con otros nutrientes. Para cumplir esta misión, el flujo sanguíneo muscular aumenta drásticamente durante el ejercicio.

El Meta análisis de Fagard, luego de realizar estudios del flujo sanguíneo en grupos musculares sometidos a contracciones intermitentes, moderadamente intensas en un período de 6 minutos se obtuvo los siguientes resultados:

1. El proceso contráctil por si mismo reduce temporalmente el flujo sanguíneo muscular, debido a que el músculo esquelético contraído comprime los vasos sanguíneos intramusculares; por tanto las contracciones musculares *tónicas* potentes, pueden provocar fatiga muscular inmediata por la falta de aporte de oxígeno suficiente, y de otros nutrientes durante la contracción continuada.
2. El flujo sanguíneo a los músculos durante el ejercicio aumenta de forma importante. La siguiente comparación muestra el máximo aumento que se puede producir en el flujo sanguíneo en un deportista bien entrenado.

	ml/100gr.músculo/minuto
Flujo Sanguíneo en Reposo	3.6
Flujo Sanguíneo Sobre el Ejercicio Máximo	90

Por tanto el flujo sanguíneo muscular puede aumenta un máximo de 25 veces durante el ejercicio más intenso. Casi la mitad de este aumento es resultado de la vasodilatación intramuscular provocados por los efectos directos de un metabolismo muscular aumentado.

### **TIPOS DE EJERCICIO Y FISILOGIA CARDIOVASCULAR**

Desde el punto de vista fisiológico existen 2 tipos de ejercicio con efectos fisiológicos bien diferenciados:

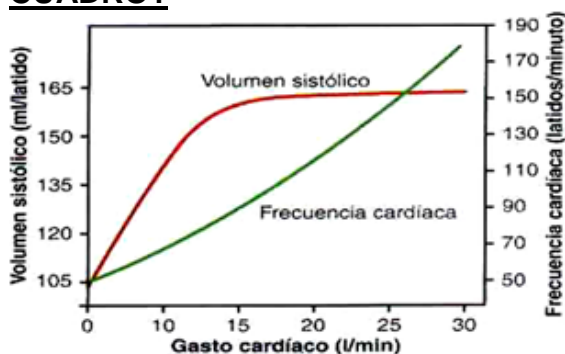
**EJERCICIOS ISOMÉTRICOS (ESTÁTICO O ANAERÓBICO).**- Se desarrolla mucha tensión muscular de modo mantenido, con poco acortamiento de las fibras musculares. La contracción mantenida del músculo limita el flujo sanguíneo, generando aumento de la postcarga cardiaca y del metabolismo anaerobio, que provoca un aumento de la presión arterial prolongado y una hipertrofia cardiaca compensatoria. En general, son aquellos deportes que conllevan una contracción muscular con muy escaso movimiento articular.

**EJERCICIOS ISOTÓNICOS (DINÁMICO O AERÓBICO).**- Consiste en cambios activos en la longitud muscular con contracciones rítmicas. Este tipo de ejercicio produce vasodilatación en los músculos ejercitados y arterias coronarias, y vasoconstricción esplénica y renal. Globalmente disminuye la postcarga y aumentan el retorno venoso. Como compensación crónica conlleva dilatación de cavidades y una frecuencia cardiaca más baja.

**IMPORTANTE:** La contracción isométrica no requiere deslizamiento de miofibrillas unas a lo largo de las otras. Las contracciones isotónicas desplazan una carga, lo cual influye el fenómeno de inercia, incluyendo la ejecución de un trabajo externo. Cuando una persona está de pie pone en función sus cuádriceps para mantener fijas las rodillas y rígidas las piernas (contracción

isométrica). Cuando una persona levanta un peso con sus bíceps, es una contracción isotónica. En los ejercicios dinámicos (isotónicos) aumenta la precarga y por lo tanto aumenta el volumen minuto cardíaco, y el corazón se va dilatando. Si hay mayor ejercicio estático (isométrico) el corazón no bombea mucha sangre pero debe luchar contra la resistencia periférica y entonces se hipertrofia, porque la presión arterial aumenta. Por este motivo es que a las personas que sufren de hipertensión arterial se les debe restringir las actividades estáticas.

### **CUADRO1**



En el Cuadro 1, se muestra cambios aproximados en el volumen sistólico y la frecuencia cardíaca, cuando el gasto cardíaco aumenta desde sus valores de reposo de unos 5.5litros/minuto a 30 litros/minuto en un corredor de maratón. El volumen sistólico aumenta de 105 a 162 mililitros, un aumento de aproximadamente un 50% mientras que la frecuencia cardíaca aumenta de 50 a 185 latidos/minuto, un aumento del 270%. Por tanto, el aumento de la frecuencia cardíaca contribuye en mayor proporción al aumento del gasto cardíaco de lo que hace el aumento del volumen sistólico en el ejercicio intenso. El volumen sistólico alcanza su máximo normalmente cuando el gasto cardíaco ha aumentado solo hasta la mitad de su valor máximo. Los posteriores aumentos en el gasto cardíaco se deben al aumento de la frecuencia cardíaca.

### **ESPERANZA Y CALIDAD DE VIDA**

Galeno fue uno de los primeros en expresar los riesgos que el ejercicio podía entrañar para el corazón: "Los atletas llevan una vida contraria a los preceptos de la higiene, y según mi entender más favorable a la enfermedad que a la salud. Si ya mientras se mantienen activos su organismo se encuentra en peligro, el deterioro es aún mayor tras abandonar su vida profesional; de hecho si no fallecen al poco tiempo, nunca llegan a alcanzar una edad avanzada". Sarna, sin embargo, en un estudio reciente sobre una población de 2613 deportistas finlandeses que habían representado a su país en los Juegos Olímpicos, Campeonatos de Europa y del mundo, y otras competiciones internacionales entre 1920 y 1965, los autores observaron que la edad media de supervivencia era de 75,6 años en los deportistas de resistencia, frente a los 71,5 de los de especialidades de potencia, y los 69,9 de una muestra de 1712 adultos sedentarios. La mayor esperanza de vida estaba sobre todo relacionada con una menor mortalidad cardiovascular. Parece por tanto que la esperanza de vida de los deportistas de resistencia no sólo no se ve acortada, sino todo lo contrario. De aquí parte la importancia de establecer las *Consecuencias del Tipo de Ejercicio Físico Sobre el Corazón*.

## **BENEFICIOS SOBRE EL CORAZÓN DE AMBOS TIPOS DE EJERCICIO**

Aunque en la práctica de la mayoría de los deportes se asocian los dos tipos de ejercicio (isométrico e isotónico), se ha comprobado que el dinámico o isotónico es el más beneficioso para el corazón, el ejercicio isométrico excesivo no debe realizarse en pacientes con antecedentes de presión alta o enfermedades cardiovasculares, pues este ejercicio supone una sobrecarga al músculo cardiaco.

### **BIBLIOGRAFIA:**

1. ASTRAND - Rodahl, Fisiología del Trabajo Físico, 3ª Edición 1992 Editorial Panamericana.
2. BEST y Taylor, Bases Fisiológicas de la Práctica Médica, 12ª Edición 1994 Editorial Panamericana
3. BORAITA A, Rabadán M, Canda A, Moreno V, Ureña R, Rubio S. Dimensiones cardíacas en deportistas de alto rendimiento según el deporte practicado. Rev Esp Cardiol 1991; 44 (Supl. 1): 74
4. Fagard RH, Tipton CM. Physical activity, fitness and hypertension. En: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, eds. Physical activity, fitness and health. International proceedings and consensus statement. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1994: 633-55.
5. GUYTON, Tratado de Fisiología Médica, 11ª Edición 2000 Editorial Interamericana Mc Graw Hill
6. HARRISON, Principios de Medicina Interna, 11ª Edición 1987 Editorial Interamericana Mc Graw Hill
7. MOREHOUSE - Miller, Fisiología del Ejercicio, 9ª Edición 1986 Editorial El Ateneo
8. Sarna S, Sahi T, Koskenvuo M, Kaprio J. Increased life expectancy of world class male athletes. Med Sci Sports Exerc 1993; 25: 237-44.
9. SMITH - Thier, Fisiopatología, 2ª Edición 1991 Editorial Panamericana