**RESPUESTAS CARDIOVASCULARES AL EJERCICIO INTENSO. EJERCICIO CRÓNICO**

**EJERCICIO DINÁMICO**

En el ejercicio físico la respuesta fisiológica comprende una serie de mecanismos destinados a proveer la Energía necesaria a los Músculos funcionantes manteniendo el Equilibrio de los restantes sistemas no involucrados directamente. Existen tres tipos de ejercicio físico : el dinámico, el estático y los mixtos. En este primer apartado estudiaremos el dinámico.

En el ejercicio DINÁMICO (RÍTMICO O ISOTÓNICO) intervienen de forma rítmica grandes grupos musculares (extensores y flexores) con mantenimiento del tono muscular y modificación de la longitud del músculo. Son ejercicios de este tipo: nadar, caminar, correr.

El ejercicio dinámico

En este tipo de contracción, los músculos tiene un extremo que está fijo, con lo que durante la contracción puede acortarse libremente. En estas circunstancias, la contracción muscular producirá modificaciones de la longitud del musculo. En este tipo de ejercicio hay una gran demanda metabólica. Primeramente, cuando el músculo se encuentra inactivo, las arteriolas están contraídas, concentración de metabolitos y CO2 en el líquido intersticial es baja y se usa poco O2. Pero cuando los músculos se vuelven activos y se produce lo siguiente :

1. Despolarización de la membrana celular, aumenta [K+] es el espacio extracelular.
2. La regeneración de adenosin trifosfato (ATP) por las mitocondrias aumenta la producción de CO2, que difunde al espacio extracelular
3. La producción anaerobia de ATP en el citoplasma da como resultado la formación de ácido láctico,el cual difunde lentamente fuera de la celula
4. La mayor cantidad de acido láctico y Co2 causa un aumento en la concentración de H+ en el fluido extracelular y por eso se produce una disminución del pH
5. La hidrólisis del ATP a ADP y AMP y adenosina, con liberación de Pi aumenta la concentración de adenosina y nucleótidos de adenina en el espacio extracelular

Debido a esta acumulación de metabolitos vasodilatadores (co2, k+,lactato,adenosina) se produce una vasodilatación periférica.

En el ejercicio dinámico o isotónico existe , por tanto, un gran aumento del VM y la Fc , con elevación moderada de la PA, y una reducción neta de la RP. Esto se debe al aumento del consumo de O2 por el músculo.

**EJERCICIO ESTÁTICO**

El ejercicio estático, también conocido como Isométrico, se produce cuando la contracción muscular no provoca cambios de longitud en el músculo. Por tanto la fuerza muscular no se traduce en movimiento. Se trata de un ejercicio anaeróbico, pues su sustrato energético es la glucolisis anaeróbica. Se produce lactato, el cual precipita la fatiga muscular.

En este tipo de ejercicio, el estático, la presión arterial aumenta mucho más que en el dinámico ante un esfuerzo de idéntica intensidad. Las contracciones musculares provocan una compresión intensa sobre los vasos, y ello aumenta las resistencias vasculares periféricas y, por tanto, la presión arterial diastólica. Para compensarlo, el corazón aumenta su frecuencia pero, sobre todo, su fuerza contráctil, por lo que aumenta también la presión arterial sistólica. Podemos decir que en este tipo de ejercicio se produce un incremento de todas las presiones arteriales, proporcionalmente a la masa esquelética implicada. Causado por la reducción del flujo muscular por compresión con incremento de la resistencia arteriolar y por la maniobra de valsalva. Todo esto conlleva también a un aumento de la presión cerebral.

Se produce además un incremento del flujo que después vuelve a su valor normal de reposo. Esta respuesta se debe a la hiperemia reactiva.

El entrenamiento aumenta inicialmente la presión, que va disminuyendo paulatinamente conforme aumenta el número de sesiones de trabajo. Este tipo de esfuerzo no facilita los implicados en el incremento del retorno venoso. En los entrenamientos de ejercicios estáticos se produce un incremento de la masa y el espesor muscular (incremento por ello de la contractilidad). Esto sería una adaptación crónica.

Otro tipo de ejercicio, el mixto, se trata de una mezcla de los dos ejercicios anteriormente citados como son el dinámico y el estático. Un ejemplo de ello sería caminar llevando peso.

**ADAPTACIONES CRÓNICAS CARDIOVASCULARES**

El entrenamiento o ejercicio físico continuado induce una serie de adaptaciones fisiológicas morfológicas y funcionales sobre el sistema cardiovascular, que pueden variar según la influencia de varios factores tanto constitucionales (superficie corporal, sexo, edad, y factores genéticos) como externos (intensidad, duración, y tipo de ejercicio).

Las adaptaciones consisten fundamentalmente en:

**1.-Bradicardia sinusal tanto en reposo como durante un ejercicio físico a igual intensidad submáxima.** Aunque ya a partir de la segunda semana de un entrenamiento de resistencia puede apreciarse una moderada reducción de la frecuencia cardíaca (FC), el típico cuadro de bradicardia del deportista de fondo (más marcada y consistente) requiere más tiempo y nivel de entrenamiento. En deportistas de fondo es frecuente encontrar una bradicardia sinusal de 45 a 50 lpm. La menor FC de los individuos entrenados también se hace evidente durante elejercicio físico, cuando la comparación se realiza a intensidades submáximas iguales. Este fenómeno está directamente relacionado con el aumento del volumen sistólico (VS). En cuanto a los mecanismos responsables de la bradicardia, todas las hipótesis apuntan en primer lugar a un cambio en la regulación por parte del sistema nervioso autónomo, consistente en un aumento absoluto o relativo del tono vagal con relación al tono simpático, una disminución de la propia FC intrínseca del corazón, mecanismos nerviosos periféricos a través de una variación en la sensibilidad de los baroreceptores y por último al inevitable condicionamiento genético.

**2. Aumento del volumen de las cavidades cardíacas y del grosor de los espesores parietales.** El aumento en el volumen del corazón es con seguridad el fenómeno más determinante en el aumento del GC en el deportista de resistencia. Algunas de las características del corazón del deportista de fondo son: agrandamiento armónico de todas las cavidades, mejora de la función cardiaca, y correlación entre el grado de cardiomegalia y la capacidad funcional cardiovascular.

 **3. Aumento del volumen sistólico.** El hecho comprobado que los índices de contractilidad ó función sistólica sean normales en los deportistas y similares a los de los sedentarios, parece indicar que el mayor VS del corazón entrenado en reposo (120-130 ml contra 70-80 ml), es debido a un aumento en el volumen diastólico y no en la contractilidad miocárdica global que se mantiene dentro de la normalidad.

 **4. Aumento en la densidad capilar miocárdica (nº de capilares por miofibrilla) y en su capacidad de dilatación.** Estudios realizados en animales de experimentación sometidos a entrenamiento de tipo aeróbico, han podido demostrar un efecto de aumento del flujo sanguíneo coronario y de la permeabilidad capilar, secundario tanto a una adaptación estructural como del sistema de regulación neurohumoral y metabólico. El aumento de la densidad capilar (número de capilares por miofibrilla) es proporcional al engrosamiento de la pared miocárdica, y se trata de uno de los aspectos que diferencia la hipertrofia fisiológica de la patológica.

 **5. Adaptaciones del metabolismo miocárdico.** Además de disminuir la demanda, el aporte energético también mejora por un aumento en los depósitos de glucógeno, y una mejora en la captación de glucosa probablemente basada en una adaptación a nivel del transportador. La mayor capacidad para utilizar glucosa como fuente energética supone una mejora tanto en la eficiencia mecánica como en el rendimiento cardíaco en ejercicio máximo, que son menores cuando se utilizan grasas o lactato.

**BIBLIOGRAFÍA**

* Guyton A.C., Hall J.E. (eds) Tratado de fisiología médica. Barcelona: Interamericana, 2011.
* Astrand, Rodahl, A. Dahl, B. Stromme (1ª edición) Manual de fisiología del ejercicio. Paidotribo.
* Córdova. Fisiología Dinámica. Masson, 2003.
* Información de Internet:

***- www.intermedicina.com***

**- *www.nlm.nih.gov/medlineplus***

***- www.saludmed.com/CsEjerci/FisioEje***

PREGUNTAS RESUELTAS SOBRE EL SEMINARIO

1. **¿Pueden los hipertensos realizar ejercicios estáticos? ¿Por qué necesitan que su médico se los proscriba? ¿se les recomienda un ejercicio moderado, estático o dinámico?**

Los hipertensos pueden realizar ejercicios siempre que su médico se lo recomiende, se lo proscriba. Son efectivos los programas que incluyen actividades como caminar, bailar, correr, nadar y montar en bicicleta, de 30 a 60 minutos al día y al menos de tres a cinco días por semana. Bien realizados, estos ejercicios pueden llegar a reducir los valores de tensión arterial en personas hipertensas hasta situar sus valores dentro de la normalidad.

Antes de comenzar un programa de ejercicio físico, debes consultar con tu médico. Según tus cifras de tensión, él te recomendará medidas adicionales como restringir la ingesta de sal o tomar medicación.

Teniendo en cuenta que durante el ejercicio puede subir la tensión arterial, el especialista puede decidir bajar primero los valores de tensión antes de iniciar una actividad deportiva. Si levanta pesas, el hipertenso no debe hacer ejercicios puramente isométricos, como empujar contra un objeto fijo, porque pueden elevar tu tensión hasta niveles peligrosos.

1. **¿En qué tipo de ejercicio trabaja más el corazón, en el estático o en el dinámico?**

Podemos decir que en el ejercicio estático se genera un incremento mayor que en el dinámico tanto de la Pa como de la Pas y Pad. Un menor incremento de la FC y GC, aunque el trabajo cardiaco es mayor por la mayor poscarga, pues se ha generado mucha tensión.

1. **¿Porque la Pad no cambia en el ejercicio dinámico mientras que en estático sí que crece?**

En el estático la Pad crece debido a que la contracciones musculares provocan una compresión intensa sobre los vasos, y ello aumenta las resistencias vasculares periféricas y, por tanto, la presión arterial diastólica. Sin embargo, en el dinámico no varía porque existe un gran aumento del VM y la FC (con lo que se incrementa el GC), con elevación moderada de la PA, y una reducción neta de la RP. Esto se debe al aumento del consumo de O2 por el músculo.