

Esport i pressió arterial: algunes consideracions

Deporte y presión: algunas consideraciones

Dr. Joan Ramon Barbany

Professor de Fisiologia de la Facultat de Medicina i de Fisiologia de l'Exercici i Higiene de l'INEFC,
Barcelona

Introducció

La hipertensió (HTA) és un important problema mèdic i sanitari, que afecta gairebé el 25% de la població, amb una incidència decisiva en la mortalitat i la morbiditat cardiovasculars. El seu tractament no és fàcil, ja que malgrat el considerable nombre d'agents farmacològics existents, cap d'ells està exclòs d'efectes secundaris negatius i accions colaterals. D'altra banda cada dia sembla més evident la possibilitat d'intervenir en la seva prevenció per introducció de les normes higiènicodietètiques pertinents: reducció de pes, de la ingestió de sodi, limitació en l'hàbit de fumar i eliminació de l'estrès, com a més significats. El fet que els esportistes i en general persones amb un nivell d'activitat física remarcable, presentin valors de pressió arterial (PA) de repòs més baixos que els sedentaris, ha permès especular respecte la repercussió que la pràctica reglada d'exercici podria tenir en la reducció de la PA en la HTA essencial moderada. Segons diversos informes de comissions mèdiques, els resultats semblen fins al moment prou satisfactoris^{1,2,3,4} encara que aquests criteris no sempre siguin unànims.⁵

En aquest article es revisen les relacions existents entre diversos tipus d'exercici i la PA; influència de la modalitat esportiva practicada, efectes de la fatiga, modificacions induïdes per l'entrenament, etc. i s'analitzen els mecanismes responsables de les accions protectores de la integritat del sistema cardiovascular atribuïbles a la pràctica física habitual.

Introducción

La hipertensión (HTA) es un importante problema médico y sanitario, que afecta casi un 25% de la población, con una incidencia decisiva en la mortalidad y la morbilidad cardiovasculares. Su tratamiento no es fácil, ya que a pesar del considerable número de agentes farmacológicos existentes, ninguno de ellos está excluido de efectos secundarios negativos y acciones colaterales. Por otro lado, cada día parece más evidente la posibilidad de intervenir en su prevención por introducción de las normas higiénico-dietéticas pertinentes; reducción de peso, de la ingestión de sodio, limitación en el hábito de fumar y eliminación del estrés, como más significativos. El hecho que los deportistas y en general personas con un nivel de actividad física remarcable, presenten valores de presión arterial (PA) de reposo más bajos que los sedentarios, ha permitido especular respecto a la repercusión que la práctica reglada de ejercicio podría tener en la reducción de la PA en la HTA esencial moderada.

Según diversos informes de comisiones médicas, los resultados parecen hasta el momento suficientemente satisfactorios,^{1,2,3,4} aunque estos criterios no siempre sean unánimes.⁵

En este artículo se revisan las relaciones existentes entre diversos tipos de ejercicio y la PA; influencia de la modalidad deportiva practicada, efectos de la fatiga, modificaciones inducidas por el entrenamiento, etc. y se analizan los mecanismos responsables de las acciones protectoras de la integridad del sistema cardiovascular, atribuibles a la práctica física habitual.

1. Evolució de la PA en els diversos models d'exercici^{6,7}

Amb l'activitat física augmenta la demanda en oxigen i nodrients, en els territoris actius, obligant a establir les necessàries adaptacions de les funcions orgàniques. Encara que la tipologia de la resposta varia molt segons les característiques de l'esforç, poden establir-se tres models:

Exercicis "d'endurança" (indegudament denominats "de resistència"), amb un component metabòlic predominant de caire aeròbic, constituïts per contraccions isotòniques (dinàmiques). Són moviments caracteritzats per la participació de grans grups musculars, que es realitzen en front de resistències escasses, amb un grau de força i de tensió muscular petits, notable encorçament dels músculs que intervenen i en general considerable durada. El ciclisme, les proves llargues de cursa i de natació, l'esquí de fons, etc., són esports d'aquest tipus.

Exercicis de potència, que depenen de la energia subministrada pels processos anaeròbics. Hi participen contraccions musculars isomètriques (estàtiques), amb resistències a vèncer considerables (a vegades invencibles), per la qual cosa el múscul és obligat a treballar en condicions de força i tensió importants. La longitud canvia poc i la durada de la contracció és sempre limitada. Són exemples d'exercici d'aquestes característiques; l'aixecament de pes, els llançaments, etc.

Exercicis "explosius", també tributaris del metabolisme anaeròbic es caracteritzen per l'alta velocitat d'execució, lògicament amb una càrrega de treball relativament escassa. Tal cosa succeeix, per exemple, en el salt o proves curtes de carrera o natació i en els "sprints".

1.1. Pressió arterial en els exercicis aeròbics, dinàmics o "d'endurança"

Augmenta notablement el cabal cardíac (Volum Minut Cardíac) i apareixen modificacions importants en el flux sanguini dels diversos territoris corporals; els inactius presenten vasoconstricció, mentre que en els actius es produeix una important vasodilatació. L'augment del cabal cardíac, produït per l'augment del volum d'expulsió sistòlica i de la freqüència cardíaca, l'augment de resistències per vasoconstricció en els territoris innactius i la vasodilatació dels actius, permet que la sang sigui dirigida amb un major flux i una pressió mitja més elevada cap als territoris on es precisa per tal d'atendre les necessitats, és a dir el múscul esquelètic actiu i el múscul cardíac (Figura 1). D'aquesta manera en les zones musculars actives el flux sanguini pot passar des dels 2-5 ml, min.⁻¹ 100 g⁻¹ de teixit com a valor de repòs, fins a xifres properes als 50-70 ml, min.⁻¹, en exercicis intensos (Taula I).

1. Evolución de la PA en los diferentes modelos de ejercicio^{6,7}

Con la actividad física aumenta la demanda en oxígeno y nutrientes, en los territorios activos, obligando a establecer las necesarias adaptaciones de las funciones orgánicas. Aunque la tipología de la respuesta varía mucho según las características del esfuerzo, pueden establecerse tres modelos:

Ejercicios de "endurance" (indebidamente denominados "de resistencia"), con un componente metabólico predominante de carácter aeróbico, constituidos por contracciones isotónicas (dinámicas). Son movimientos caracterizados por la participación de grandes grupos musculares, que se realizan frente a resistencias escasas, con un grado de fuerza y de tensión muscular pequeños, notable acortamiento de los músculos que intervienen y en general considerable duración. El ciclismo, las pruebas largas de carrera y la natación, el esquí de fondo, etc. son deportes de este tipo.

Ejercicios de potencia que dependen de la energía suministrada por los procesos anaeróbicos. Participan contracciones musculares isométricas (estáticas), con resistencias a vencer considerables (a veces invencibles), por lo que el músculo está obligado a trabajar en condiciones de fuerza y tensión importantes. La longitud cambia poco y la duración de la contracción es siempre limitada. Son ejemplos de ejercicio de estas características; el levantamiento de peso, los lanzamientos, etc.

Ejercicios "explosivos", también tributaris del metabolismo anaeróbico, se caracterizan por la alta velocidad de ejecución, lógicamente con una carga de trabajo relativamente escasa. Esto sucede, por ejemplo, en el salto o pruebas cortas de carrera o natación y en los «sprints».

1.1. Presión arterial en los ejercicios aeróbicos, dinámicos o de "endurance"

Aumenta notablemente el gasto cardíaco (Volumen Minuto Cardíaco) y aparecen modificaciones importantes en el flujo sanguíneo de los diversos territorios corporales: los inactivos presentan vasoconstricción, mientras que en los activos se produce una importante vasodilatación. El aumento del gasto cardíaco, producido por el aumento del volumen de expulsión sistólica y de la frecuencia cardíaca, el aumento de resistencias por vasoconstricción en los territorios inactivos y la vasodilatación de los activos, permite que la sangre sea dirigida con un mayor flujo y una presión media más elevada hacia los territorios donde se precisa para atender las necesidades, es decir, el músculo esquelético activo y el músculo cardíaco (Figura 1).

De esta forma en las zonas musculares activas el flujo sanguíneo puede pasar desde los 2-5 ml, min.⁻¹, 100 g⁻¹ de tejido como valor de reposo hasta cifras cercanas a los 50-70 ml, min.⁻¹ 100 g⁻¹ m en ejercicios

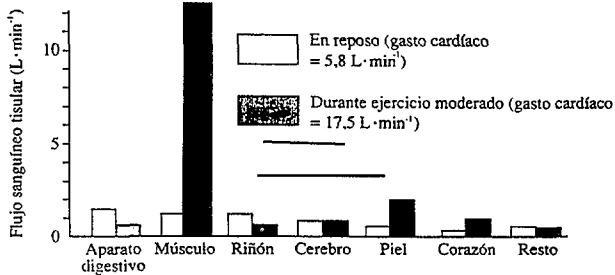


Figura 1: Distribució del flux sanguini corporal en repòs i durant l'exercici intens. Els valors que corresponen al flux sanguini cutani, poden variar considerablement en funció de les necessitats termoregulatoras i el nivell d'entrenament.

Figura 1: Distribución del flujo sanguíneo corporal en reposo y durante el ejercicio intenso. Los valores que corresponden al flujo sanguíneo cutáneo pueden variar considerablemente en función de las necesidades termoregulatoras y el nivel de entrenamiento.

En el transcur d'aquests exercicis les modificacions de la pressió arterial no són tan destacables com les que apareixen en els estàtics, que analitzem més endavant. Augmenta la Pmàx., mentre que les modificacions de la Pmín. són poc rellevants. La magnitud dels canvis enregistrats varia molt segons la potència, durada i massa muscular afecta. En la Figura 2 es descriu l'esquema general del comportament de la PA durant aquest tipus d'esforç:

Ja en les etapes immediatament *anteriors a l'inici* de la activitat física, poden apreciar-se lleugers augments de la pressió arterial, sobretot de Pmàx., deguts a la activació dels centres vasomotors, amb lleuger augment de la freqüència cardíaca i una lleugera vasoconstricció, generalment circumscrita a l'àrea esplàcnica. Aquesta resposta s'explica per la preactivació de l'escorça motora i la seva influència sobre els centres de regulació i abasta també altres elements dels sistemes d'adaptació cardiovascular i respiratoria.

Tot just després del començament de l'exercici i per un curt període de temps, Pmàx pot disminuir lleugerament, per resposta dels centres pressorre-

intensos (Tabla 1). En el transcurso de estos ejercicios las modificaciones de la presión arterial no son tan destacables como las que aparecen en los estáticos que analizamos más adelante. Aumenta la Pmáx., mientras que las modificaciones de la Pmín. son poco relevantes. La magnitud de los cambios registrados varia mucho según la potencia, duración y masa muscular afecta. En la Figura 2, se describe el esquema general del comportamiento de la PA durante este tipo de esfuerzo:

Ya en las etapas inmediatamente *anteriores al inicio* de la actividad física, pueden apreciarse ligeros aumentos de la presión arterial, sobretodo de Pmáx., debidos a la activación de los centros vasomotores, con ligero aumento de la frecuencia cardíaca y una ligera vasoconstricción, generalmente circunscrita en el área esplácnica. Esta respuesta se explica por la preactivación de la corteza motora y su influencia sobre los centros de regulación y alcanza también otros elementos de los sistemas de adaptación cardiovascular y respiratoria.

Justo después del comienzo del ejercicio y por un corto período de tiempo, Pmáx. puede disminuir ligeramente, por respuesta de los centros presoregulatoras a los pequeños incrementos tensionales pre-ejercicio y por la vasodilatación que se inicia ya en las zonas activas.

Después de estos cambios iniciales muy rápidos y no mesurables, si no se dispone de sistemas de registro continuo y suficientemente precisos, se entra en la *fase de adaptación*, en la que Pmáx. va aumentando progresivamente y de forma continuada. Las modificaciones de la Pmín., son mucho menos evidentes y de signo diverso, pudiendo incluso disminuir ligeramente. Dado que los incrementos de Pmáx., superan ampliamente los de Pmín., aumenta considerablemente la presión diferencial (Pdif.). La Pmáx. puede llegar a ser muy elevada, sobretodo en los no entrenados, superándose los valores que se obtendrán en las fase posterior de estabilización, especialmente en ejercicios intensos. Esta fase es de variable duración (entre 2 y 10 o más minutos), según la magnitud del esfuerzo y el nivel de entrenamiento.

Si la intensidad del ejercicio sigue invariable, los parámetros tensionales se establecen, lo que indi-

	repòs	100 W	200 W	300 W
Flux sanguini total	5,00	9,00	17,00	25,00
Flux cerebral	0,80	0,80	0,80	0,80
Flux miocàrdic	0,25	0,35	0,75	1,00
Flux muscular	1,00	5,00	12,00	22,00
Flux renal	1,10	0,90	0,60	0,40

Taula 1: Valors del cabal sanguini global i en diverses circulacions especials en el transcur d'exercicis d'intensitat variable.

Tabla 1: Valores del flujo sanguíneo global y en diversas circulaciones especiales en el transcurso de ejercicios de intensidad variable.

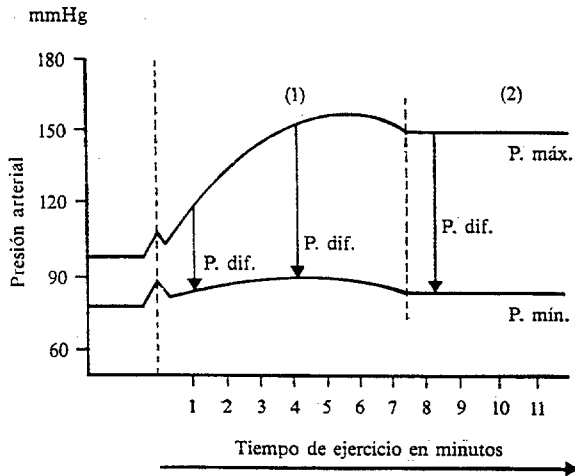


Figura 2: Curva "standard" de les variacions de la PA en el decurs d'un exercici d'intensitat constant: 1. fase d'adaptació; 2. estat estacionari.

Figura 2: Curva estándar de las variaciones de la PA en el decurso de un ejercicio de intensidad constante: (1) fase de adaptación, (2) estado estacionario.

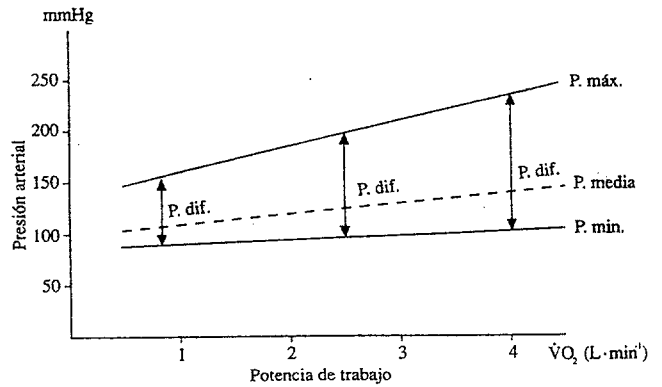


Figura 3: Representació esquemàtica de les modificacions de la PA durant un exercici físic d'intensitat constant i de llarga durada. L'increment gradual de la Pdif és indicatiu de la progressiva aparició de la condició de fatiga.

Figura 3: Representación esquemática de las modificaciones de la PA durante un ejercicio físico de intensidad constante y de larga duración. El incremento gradual de la Pdif es indicativo de la progresiva aparición de la condición de fatiga.

guladors als petits increments tensionals pre-exercici i per la vasodilatació que s'inicia ja en les zones actives.

Després d'aquests canvis inicials molt ràpids i no mesurables si no es disposa de sistemes de registre continu i suficientment precisos, s'entra en la fase d'adaptació, en la que Pmàx. va augmentant progressivament i de forma continuada. Les modificacions de la Pmín. són molt menys evidents i de signe divers, podent inclús disminuir lleugerament. Ates que els increments de Pmàx. superen ampliamente als de Pmín., augmenta considerablement la pressió diferencial (Pdif.). La Pmàx. pot arribar a ésser molt elevada, sobretot en els no entrenats, susperant-se els valors que s'obtidran en la fase posterior d'estabilització, en especial en exercicis intensos. Aquesta fase és de durada molt variable (entre 2 i 10 o més minuts), segons la magnitud de l'esforç i el nivell d'entrenament.

Si la intensitat de l'exercici resta invariable, els paràmetres tensionals s'estabilitzen, la qual cosa indica que s'ha arribat al estat estacionari, expressió de la completa adaptació tensional, que es manté fins l'acabament, sempre que no es modifiqui la intensitat i que la seva durada no sigui excessiva. Els valors de Pmàx. assolits en l'estat estacionari, són directament proporcionals a la potència del treball, amb xifres molt altes en exercicis intensos. La Pmín. es modifica menys i inclús, en alguns cassos, pot mantenir-se pràcticament inalterada o disminuir respecte a la de repòs (Figura 3). L'estimació de la Pdif. permet valorar la capacitat de l'individu per a

ca que se ha llegat al *estado estacionario*, expressió de la completa adaptació tensional, que se mantiene hasta la finalización, siempre que no se modifique la intensidad y que su duración no sea excesiva.

Los valores de Pmàx. alcanzados en el estado estacionario, son directamente proporcionales a la potencia del trabajo, con cifras muy altas en ejercicios intensos. La Pmín. se modifica menos e incluso, en algunos casos, puede mantenerse prácticamente inalterada o disminuir respecto a la de reposo (Figura 3). La estimación de la Pdif. permite valorar la capacidad del individuo para continuar al mismo nivel de intensidad; el mantenimiento o pequeñas modificaciones de la Pdif. implican la adecuación del proceso de adaptación; al contrario, su variación expresa la no tolerancia a la intensidad de esfuerzo, obligando a disminuirla, aunque el sujeto se crea capacitado para mantenerla. Al acabar el ejercicio las presiones disminuyen paulatinamente hasta recuperar las cifras de reposo. Cuando la potencia de trabajo ha sido importante, la estabilización completa de la presión arterial puede tardar todavía mucho tiempo (especialmente en individuos no entrenados), con pequeñas oscilaciones tensionales, hasta 48-72 horas después de acabado. No obstante, habitualmente, el tiempo de recuperación es relativamente rápido, y no supera los 60 minutos. En ejercicios de elevada

continuar al mateix nivell d'intensitat; el manteniment o petites modificacions de la Pdif., impliquen l'adequació del procés d'adaptació; al contrari la seva variació expressa la no tolerància a la intensitat d'esforç, obligant a disminuir-la, tot i que el subjecte es cregui capacitat per a mantenir-la.

En acabar l'exercici les pressions disminueixen paulatinament fins recuperar les xifres de repòs. Quan la potència de treball ha estat important, l'estabilització completa de la pressió arterial, pot tardar encara molt de temps (especialment en individus no entrenats), amb petites oscil·lacions tensionals, fins 48-72 hores després d'acabat. Habitualment no obstant, el temps de recuperació és relativament ràpid, i no supera els 60 minuts. En exercicis d'elevada potència, una suspensió massa sobtada, pot produir en individus especialment làbils o en condicions climàtiques desfavorables, una "hipotensió post-exercici", amb sensació de malestar, vertigen i inclús lleugera lipotímia. Per aquest motiu és recomanable que el cessament de l'activitat física extenuant es dugui a terme de manera paulatina, no brusca. Aquest fenomen s'explica en gran part per la brusca disminució plasmàtica de catecolamines (Figura 4) puguent significar, en alguns subjectes, un perill greu, fins i tot risc de mort sobtada, que cal considerar.⁸

També la *pressió venosa* augmenta en el decurs de l'esforç, sobretot en les fases inicials. A aquest fet hi contribueixen l'acció de massatge exercida pels músculs en contracció sobre la paret venosa, l'augment generalitzat de la innervació simpàtica, (que provoca venoconstricció), la mobilització de les reserves de sang acumulades en els circuits pulmonar, esplàncnic i cutani i la disminució de les resistències vasculars arteriolars en els territoris actius. Tots aquests factors suposen un important increment del retorn venós al cor, augmentant la força de contracció i la magnitud del volum d'expulsió sistòlica.

Totes aquestes modificacions de la PA comentades s'expliquen per la intervenció de diversos factors. Com a responsables principals poden citar-se: augment de l'energia de contracció ventricular, com a conseqüència directa de l'estímul simpàtic, que suposa una major força d'impulsió i un més elevat volum d'expulsió sistòlica, augment de la freqüència cardíaca, que escurça el temps de diàstole i no permet el descens de l'ona de pressió, augmentant la Pmín., vasoconstricció de les zones inactives, amb increment de les resistències perifèriques si la massa muscular que participa és important i l'esmentat major retorn venós, que augmenta la "volemia activa" i la força de contracció ventricular. En la Figura 5 es descriuen esquemàticament els mecanismes i factors reguladors de les modificacions de la PA en aquest tipus d'exercici.

Exercicis "d'endurança" de molt llarga durada

En aquestes condicions es manifesta una progressiva inadequació del sistema cardiovascular,

potència, una suspensió demasiado repentina, puede producir en individuos especialmente lábiles o en condiciones climáticas desfavorables, una "hipotensión post-ejercicio", con sensación de malestar, vértigo e incluso ligera lipotímia. Por este motivo se recomienda que el cese de la actividad física extenuante se lleve a cabo de manera paulatina no brusca. Este fenómeno se explica en gran parte por la brusca disminución plasmática de catecolaminas (Figura 4) pudiendo significar, en algunos sujetos, un peligro grave, incluso riesgo de muerte súbita, que se debe considerar.⁸

También la *presión venosa* aumenta en el decurso del esfuerzo, sobretodo en las fases iniciales. A este hecho contribuyen la acción de masaje ejercida por los músculos en contracción sobre la pared venosa, el aumento generalizado de la inervación simpática (que provoca venoconstricción), la movilización de las reservas de sangre acumuladas en los circuitos pulmonar, espláncnic y cutáneo y la disminución de las resistencias vasculares arteriolas en los territorios activos. Todos estos factores suponen un importante incremento del retorno venoso al corazón, aumentando la fuerza de con-

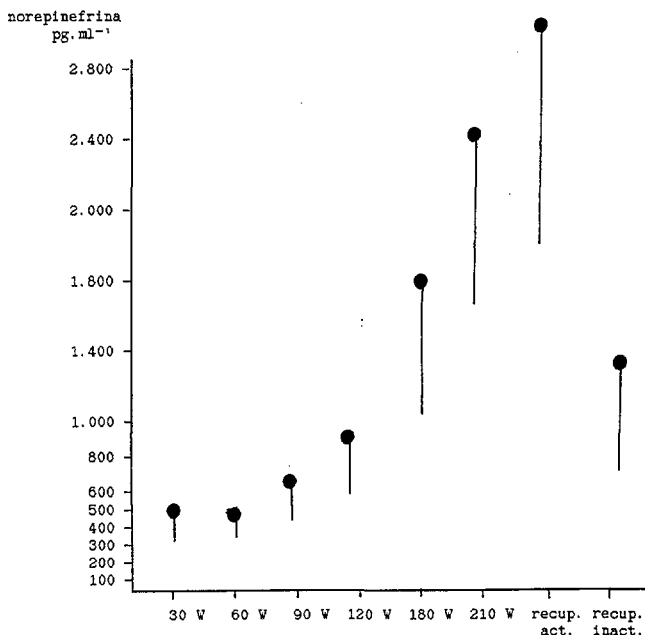


Figura 4: Efecte de càrregues progressives de treball sobre els nivells plasmàtics de norepinefrina. Cal remarcar el brusco descenso que es produeix, en acabar l'esforç en determinades condicions d'aturada brusca, (80), adaptada.

Figura 4: Efecto de cargas progresivas de trabajo sobre los niveles plasmáticos de norepinefrina. Se debe remarcar el brusco descenso que se produce al acabar el esfuerzo en determinadas condiciones deparada brusca, (80), adaptada.

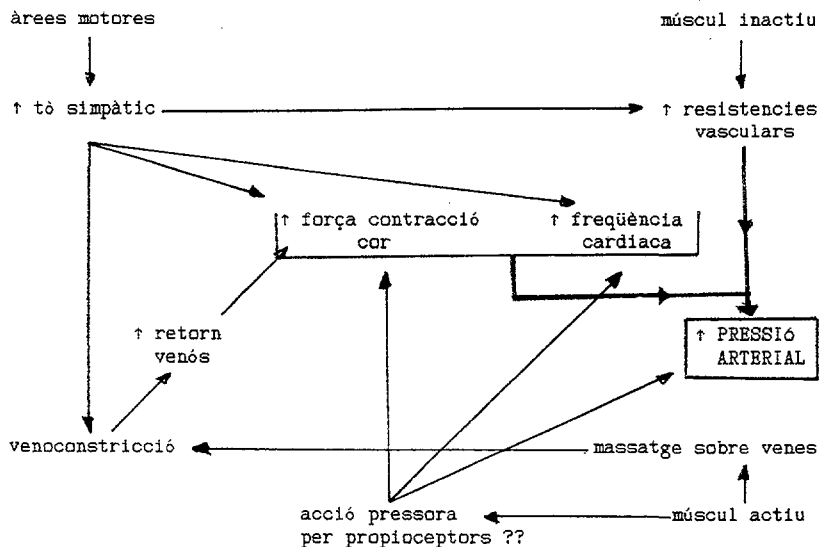


Figura 5: Esquema dels mecanismes i factors reguladors de la PA en l'exercici "d'endurance" (7).

Figura 5: Esquema de los mecanismos y factores reguladores de la PA en el ejercicio de "endurance" (7).

per l'augment obligat de la circulació cutània, amb l'objectiu de dissipar l'excés de calor (sobretot en un clima càlid i humit). També augmenta la viscositat de la sang (per la deshidratació). Així es produeix un progressiu desequilibri tensional; $P_{m\grave{a}x}$ augmenta inicialment de forma important, (fent augmentar P_{dif}) fins a caure posteriorment de forma sobtada en les fases terminals. La hidratació correcta, retarda i minimitza aquest fenomen.

1.3. Exercicis isomètrics, anaeròbics o de potència

Degut a la seva extraordinària variabilitat i a les dificultats de protocolització i avaluació, aquesta resposta és molt menys coneguda, encara que són perfectament evidenciables alguns aspectes comuns:

Destaca, sobretot, un component reflex de caràcter pressor i d'origen simpàtic que provoca un important augment de la força de contracció del cor, lligat més al grau de força i tipus de contracció que a la importància de la massa muscular afecta.

En els territoris actius, es produeix un gran augment de les resistències vasculars, a conseqüència dels efectes de compressió sobre els vasos sanguinis exercida pels músculs en contracció, proporcional a la potència de treball desenvolupada. A partir de contraccions amb un nivell d'intensitat superior al 70% de la màxima, el flux muscular ja és virtualment nul i per tant no hi ha possibilitats de subministrar al múscul cap mena d'aportació exògena de combus-

tracció y la magnitud del volumen de expulsión sistólica.

Todas estas modificaciones de la PA comentadas se explican por la intervención de diversos factores. Como responsables principales pueden citarse: aumento de la energía de contracción ventricular, como consecuencia directa del estímulo simpático, que supone una mayor fuerza de impulsión y un más elevado volumen de expulsión sistólica, aumento de la frecuencia cardíaca, que acorta el tiempo de diástole y no permite el descenso de la onda de presión, aumentando la $P_{m\grave{a}x}$, vasoconstricción de las zonas inactivas, con incremento de las resistencias periféricas si la masa muscular que participa es importante y el mencionado mayor retorno venoso, que aumenta la "volemia activa" y la fuerza de contracción ventricular. En la Figura 5, se describen esquemáticamente los mecanismos y factores reguladores de las modificaciones de la PA en este tipo de ejercicio.

1.2. Ejercicios de "endurance" de muy larga duración

En estas condiciones se manifiesta una progresiva inadecuación del sistema cardiovascular, por el aumento obligado de la circulación cutánea, con el objetivo de disipar el exceso de calor (sobretodo en un clima cálido y húmedo). También aumenta la viscosidad de la sangre (por la deshidratación).

tibles o d'oxigen. Com que els territoris inactius també es troben en vasoconstricció, es produeix un gran augment de les resistències perifèriques.

Com a factors addicionals cal esmentar que aquests moviments sovint es fan amb la superposició d'una maniobra de Valsalva, amb grans augments de la pressió intraabdominal, amb el desenvolupament d'alts graus de pressió muscular sobre els vasos i altres condicionants hemodinàmics, factors tots ells que augmenten encara més les resistències en el llit vasculat.

En la Taula II, es summaritzen els principals factors responsables de les modificacions tensionals en els exercicis d'aquestes característiques, que fan que els valors de P_{màx.} i P_{mín.} arribin sovint a xifres de 320/250 mm Hg i la freqüència cardíaca, als 170 min⁻¹ en exercicis intensos. Els augments de PA són especialment notables en exercicis isomètrics i concèntrics i de menor magnitud en els excèntrics (la qual cosa indica la importància de la resistència vascular en el desenvolupament de la resposta).

És possible obtenir importants modificacions cardiovasculars, simplement per contracció isomètrica a potències elevades en petits grups musculars.

- Augment de la força de contracció ventricular;
- Elevació de les pressions intraabdominal i intratoràcica;
- Superposició de maniobra de Valsalva;
- Augment de la pressió intramuscular (exercici estàtic);
- Increment de resistències vasculares (estàtic i concèntric);
- Reflex pressor addicional.

Taula 2: Principals mecanismes implicats en els augments de la PA en el decurs dels exercicis de tipus isomètric (9).

Tabla 2: Principales mecanismos implicados en los aumentos de la PA en el decurso de los ejercicios de tipo isométrico (9).

Aquests efectes són molt poc rellevants en el referent a la aptitud física general de l'individu i per contra suposen una sobrecàrrega cardiovascular puntual, excessiva i no continuada (per la ràpida aparició de fatiga), motiu pel qual no són aconsellables com a exercici de manteniment de la forma física ("fitness").

1.4. Dificultats metodològiques d'estimació de la PA en el decurs de l'exercici

Les modificacions de la PA que es produeixen durant la pràctica esportiva o en el decurs de la

Así se produce un progresivo desequilibrio tensional: P_{máx.} aumenta inicialmente de forma importante, (haciendo aumentar P_{dif.}) hasta caer, posteriormente, de forma repentina en las fases terminales. La hidratación correcta retarda y minimiza este fenómeno.

1.3. Ejercicios isométricos, anaeróbicos o de potencia

Debido a su extraordinaria variabilidad y a las dificultades de protocolización y evaluación, esta respuesta es mucho menos conocida, aunque son perfectamente evidenciables algunos aspectos comunes.

Destaca, sobretodo, un componente reflejo de carácter presor y de origen simpático que provoca un importante aumento de la fuerza de contracción del corazón, ligado más al grado de fuerza y tipos de contracción que a la importancia de la masa muscular afecta.

En los territorios activos, se produce un gran aumento de las resistencias vasculares, a consecuencia de los efectos de compresión sobre los vasos sanguíneos ejercida por los músculos en contracción, proporcional a la potencia de trabajo desarrollada. A partir de contracciones con un nivel de intensidad superior al 70% de la misma, el flujo muscular ya es virtualmente nulo y por tanto no hay posibilidades de suministrar al músculo ninguna aportación exógena de combustibles o de oxígeno. Como que los territorios inactivos también se encuentran en vasoconstricción, se produce un gran aumento de las resistencias periféricas.

Como factores adicionales se debe mencionar que estos movimientos a menudo se hacen con la superposición de una maniobra de Valsalva, con grandes aumentos de la presión intraabdominal, con el desarrollo de altos grados de presión muscular sobre los vasos y otros condicionantes hemodinámicos, factores, todos ellos, que aumentan aún más las resistencias en el lecho vascular.

En la Tabla II, se recogen los principales factores responsables de las modificaciones tensionales en los ejercicios de estas características, que hacen que los valores de P_{máx.} y P_{mín.} lleguen a menudo a cifras de 320/250 mm Hg y la frecuencia cardíaca, a los 170 min⁻¹ en ejercicios intensos. Los aumentos de PA son especialmente notables en ejercicios isométricos y concèntrics i de menor magnitud en los excèntrics (lo que indica la importancia de la resistencia vascular en el desarrollo de la respuesta).

Es posible obtener importantes modificaciones cardiovasculares, simplemente por contracción isométrica a potencias elevadas en pequeños grupos musculares. Estos efectos son muy poco relevantes en lo referente a la aptitud física general del individuo y por contra suponemos una sobrecarga cardiovascular puntual, excesiva y no continuada (por la rápida aparición de fatiga), motivo por el

valoració funcional es medeixen seguint el mètode auscultatori clàssic de forma més o menys acurada. Aquest procediment presenta diversos factors d'error que afecten la precisió i fiabilitat de les mesures, artefactes provocats pel moviment i pels sorolls K de deflacció del braçal, molt intensos en aquestes condicions, que impossibiliten registres continus. Tampoc es pot recórrer, almenys de forma habitual, als procediments d'estimació directa per cateterisme arterial, per les dificultats instrumentals i els riscos metodològics que tal pràctica comporta. Per aquest motiu s'han dissenyat aparells específics que permetin obviar aquestes dificultats i obtenir així un registre continuat gràfic de les modificacions de la PA produïdes, amb èxit discutible, de manera que la seva eficàcia és, en molts casos, dubtosa. Els darrers intents aparentment més reeixits (Colin-STB 680, Quinton Instruments), permeten el registre simultani de la pressió arterial i dels sorolls K mitjançant micròfons de gran sensibilitat, junt a la estimació simultània del ECG. D'aquesta manera poden eliminar alguns dels artefactes i sorolls anormals i s'obté simultàniament la

qual no son aconsejables como ejercicio de mantenimiento de la forma física ("fitness").

1.4. Dificultades metodològiques de estimació de la PA en el decurso del ejercicio

Las modificaciones de la PA que se producen durante la práctica deportiva o en el decurso de la valoración funcional se miden siguiendo el método auscultatorio clásico de forma más o menos esmerada. Este procedimiento presenta diversos factores de error que afectan la precisión y fiabilidad de las medidas, artefactos provocados por el movimiento y por los ruidos K de deflacción del brazal, muy intensos en estas condiciones, que imposibilitan registros continuos. Tampoco se puede recurrir, al menos de forma habitual, a los procedimientos de estimación directa por cateterismo arterial, por las dificultades instrumentales y los riesgos metodológicos que tal práctica comporta. Por este motivo se han diseñado aparatos específicos que permiten obviar estas dificultades y obtener así un registro continuado gráfico de las modifi-

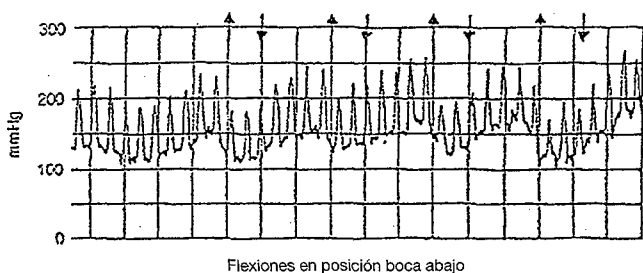


Figura 6: Pressió sanguínia arterial en el transcurs de flexions de braços en posició de boca-terrosa (11).

Figura 6: Presión sanguínea arterial en el transcurso de flexiones de brazos en posición boca abajo (11).

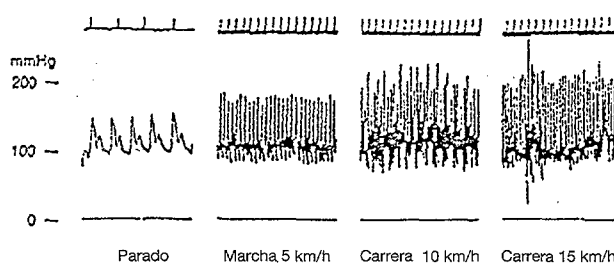


Figura 7: Valors de la PA en la cursa a diverses velocitats (11).

Figura 7: Valores de la PA en la carrera a diversas velocidades (11).

frequència cardíaca. La comparació de l'eficàcia d'aquest aparell amb els mètodes convencionals d'auscultació o les complexes tècniques d'estimació directa per cateterisme, tan en repòs com en el decurs de la activitat física, han permès concloure la seva utilitat i fiabilitat.¹⁰

2. PA en esports específics

Es fa certament difícil definir un paràmetre específic tensional concret per a cada modalitat esportiva, per la gran variabilitat individual i les dificultats de registre, sobretot en el transcurs de l'activitat, motiu pel qual les dades que s'en tenen són mínimes. De tota manera el comportament general pot

caciones de la PA producidas, con éxito discutible, de manera que su eficacia es, en muchos casos, dudosa. Los últimos intentos aparentemente con más resultados (Colin-STB 680. Quinton Instruments), permiten el registro simultáneo de la presión arterial y de los ruidos K mediante micrófonos de gran sensibilidad, junto con la estimación simultánea del ECG. De esta forma pueden eliminarse algunos de los artefactos y ruidos anormales y se obtiene simultáneamente la frecuencia cardíaca. La comparación de la eficacia de este aparato con los métodos convencionales de auscultación o las complejas técnicas de estimación directa por cateterismo, tanto en reposo como en el decurso de la actividad física, han permitido concluir su utilidad y fiabilidad.¹⁰

deduir-se de manera aproximada en funció de la tipologia dominant de contracció en el decurs del moviment, de consideracions hemodinàmiques derivades de la posició en l'espai del cos en l'execució de la activitat, del nivell d'estrès, temps de durada, etc. Com a exemples poden citar-se el comportament de la pressió arterial durant una tanda d'exercicis de flexió de braços a boca-terrosa (Figura 6), on es detecta un augment molt important dels valors de la PA tan sols després d'algunes repeticions, o les modificacions de la PA en el transcurs de curses a diferents velocitats (Figura 7). En esportistes entrenats varien de forma considerable en relació al model d'entrenament. En els atletes de potència (i també, encara que de manera no tan destacable, en els "d'endurança"), augmenta la capacitat per a tolerar valors elevats de PA, especialment en la P_{màx.} en el transcurs de pràctica física intensa. L'obtenció de les dades de PA post-esforç, molt més senzilla, permet apreciar sovint nivells diversos d'hipertensió, que en general expressen alteracions inespecífiques com el sobreentrenament o deficiències nutricionals.¹²

En repòs el més característic es la lleugera disminució de la PA sobretot en els esportistes "d'endurança", motiu pel qual la incidència d'hipertensió (definida d'acord amb les consideracions de la OMS com a valors superiors als 160/100 mm Hg), són significativament més baixes que en la població sedentària. Per aquest motiu tal com es comenta més endavant, aquesta forma d'entrenament, pot utilitzar-se en el tractament de les HTA lleus o moderades.

3. Influència de la fatiga i el sobreentrenament

La fatiga cardiovascular, induïda per una excessiva intensitat o durada de l'esforç incideix de forma clara sobre els valors de PA; la P_{màx.} tendeix a augmentar de manera progressiva, mentre que P_{mín.} i P_{mitjà} no disminueixen, amb la qual cosa augmenta de forma espectacular la P_{dif.} En el sobreentrenament aquestes anomalies tensionals s'evidencien ja en el transcurs de l'execució d'exercicis de moderada intensitat i inclús en repòs, per la qual cosa l'estimació de PA arterial constitueix un procediment senzill de detecció d'aquesta condició, que es podrà completar per exploracions més complexes.⁷

4. Beneficis de l'activitat física habitual sobre la hipertensió idiopàtica moderada i el risc de malaltia coronària

La primera dada bibliogràfica relativa als beneficis que l'activitat física presenta sobre el risc d'in-

2. PA en deportes específicos

Se hace difícil definir un parámetro específico tensional concreto para cada modalidad deportiva, por la gran variabilidad individual y las dificultades de registro, sobretodo en el transcurso de la actividad, motivo por el que los datos que se tienen son mínimos. De todas formas el comportamiento general puede deducirse de forma aproximada en función de la tipología dominante de contracción en el decurso del movimiento, de consideraciones hemodinámicas derivadas de la posición en el espacio del cuerpo en la ejecución de la actividad, del nivel del estrés, tiempo de duración, etc. Como ejemplos pueden citarse el comportamiento de la presión arterial durante una tanda de ejercicios de flexión de brazos boca abajo (Figura 6), donde se detecta un aumento muy importante de los valores de la PA tan sólo después de algunas repeticiones, o las modificaciones de la PA en el transcurso de carreras a diferentes velocidades (Figura 7). En deportistas entrenados varían de forma considerable en relación al modelo de entrenamiento. En los atletas de potencia (y también, aunque de manera no tan destacable, en los de "endurance", aumenta la capacidad para tolerar valores elevados de PA, especialmente en la P_{máx.} en el transcurso de práctica física intensa. La obtención de los datos de PA post-esfuerzo, mucho más sencilla, permite apreciar a menudo niveles diversos de hipertensión, que en general expresan alteraciones inespecíficas como el sobreentrenamiento o deficiencias nutricionales.¹²

En reposo el más característico es la ligera disminución de la PA sobretodo en los deportistas de "endurance", motivo por el que la incidencia de hipertensión (definida de acuerdo con las consideraciones de la OMS como valores superiores a los 160/100 mm Hg), son significativamente más bajas que en la población sedentaria. Por este motivo tal y como se comenta más adelante, esta forma de entrenamiento, puede utilizarse en el tratamiento de las HTA leves o moderadas.

3. Influencia de la fatiga y el sobreentrenamiento

La fatiga cardiovascular, inducida por una excesiva intensidad o duración del esfuerzo incide de forma clara sobre los valores de PA: la P_{máx.}, tiende a aumentar de forma progresiva, mientras que P_{mín.} y P_{media} disminuyen, con lo que aumenta, de forma espectacular, la P_{dif.} En el sobreentrenamiento estas anomalías tensionales se evidencian ya en el transcurso de la ejecución de ejercicios de moderada intensidad e incluso en reposo, por lo que la estimación de PA arterial constituye un procedimiento sencillo de detección de esta condición, que se podrá complementar por exploraciones más complejas.⁷

	Pes cor	Pes VD	Pes VI	capilars (mm ²)
Rata laboratori	797 ± 102	160 ± 38	481 ± 84	2908 ± 188
Rata silvestre	1061 ± 179*	242 ± 40*	652 ± 124*	3803 ± 253*

Taula 3: Estudi comparatiu sobre el pes i la vascularització entre rates silvestres i de laboratori.

Tabla 3: Estudio comparativo sobre el peso y la vascularización entre ratas silvestres y de laboratorio.

cidència de malalties coronaries prové del treball de Norris, publicat el 1953, en el qual es posava de manifest la menor incidència de malaltia coronaria entre els cobradors d'autobús (obligats a una pràctica física quotidiana remarcable) respecte dels conductors londinencs.¹³ És a dir l'activitat física regular, entenenent com a tals els exercicis "d'endurance", millora la eficàcia del sistema cardiovascular i disminueix el risc de malaltia coronària.

Sobre el *funcionalisme i la integritat del miocardi*, augmenta el predomini del to parasimpàtic, millora la repleció diastòlica ventricular i com a conseqüència, disminueix la freqüència cardíaca, sense que s'observin canvis estructurals a nivell del miocardi. A nivell de les artèries coronàries, augmenta l'àrea de secció (en un 8% de promig), disminueix la formació d'ateromes i l'acumulació de colàgena a nivell de la paret arterial, tot impident-ne així la degeneració escleròtica. Com a factor addicional es demostra una millora del flux sanguini arteriolar junt a una presumible neovascularització.¹⁴ Aquestes conclusions varen ésser contrastades en part a través de l'estudi comparat entre rates salvatges i de laboratori, de la mateixa raça (Taula III).¹⁵ També augmenta l'activitat dels enzims de la contracció i la disponibilitat al Ca⁺⁺ i disminueixen les alteracions de l'estructura mitocondrial normal.

Referent a la *millora funcional del sistema vascular*, també existeixen dades experimentals prou concloents, com les modificacions induïdes per l'entrenament físic aeròbic sobre monos sotmesos a dietes aterogèniques, en les que es demostra la millor permeabilitat (superior àrea de secció) en el grup d'animals entrenats respecte dels sedentaris, inclús en el supòsit de que aquests haguessin rebut una dieta equilibrada normal (Taula IV). Existeix acord generalitzat de la millora de l'elasticitat vascular, de l'augment de la fracció de proteïnes d'alta densitat (HDL-colesterol) i la millora del quocient HDL/LDL, concomitant a la pràctica física aeròbica, amb reducció de la placa d'ateroma. Cal afegir a més a més, la millor activitat fibrinolítica i la disminució de l'agregabilitat plaquetària.¹¹

Pel que fa referència a la *incidència sobre la PA*, la pràctica habitual d'*exercicis dinàmics* baixa els valors de pressió arterial, en repòs i en l'activitat física en un promig d'uns 10 mm Hg tant per Pmàx.

4. Beneficios de la actividad física habitual sobre la hipertensión idiopática moderada y el riesgo de enfermedad coronaria

El primer dato bibliográfico relativo a los beneficios que la actividad física presenta sobre el riesgo de incidencias de enfermedades coronarias proviene del trabajo de Norris, publicado el 1953, en el que se ponía de manifiesto la menor incidencia de enfermedad coronaria entre los cobradores de autobús (obligados a una práctica física cotidiana remarcable) respecto de los conductores londinenses.¹³ Es decir, la actividad física regular, entendiendo como tal los ejercicios de "endurance", mejora la eficacia del sistema cardiovascular y disminuye el riesgo de enfermedad coronaria.

Sobre el *funcionalismo y la integridad del miocardio*, aumenta el predominio del tono parasimpático, mejora la repleción diastólica ventricular y como consecuencia, disminuye la frecuencia cardíaca, sin que se observen cambios estructurales a nivel del miocardio. A nivel de las artèries coronarias aumenta el área de sección (en un 8% de promedio), disminuye la formación de ateromas y la acumulación de colágeno a nivel de la pared arterial, impidiendo así la degeneración esclerótica. Como factor adicional se demuestra una mejora de flujo sanguíneo arteriolar junto con una presumible neovascularización.¹⁴ Estas conclusiones fueron contrastadas en parte a través del estudio comparado entre ratas salvajes y de laboratorio, de la misma raza (Tabla III).¹⁵ También aumenta la actividad de las enzimas de la contracción y la disponibilidad al Ca⁺⁺ y disminuye las alteraciones de la estructura mitocondrial normal.

Referente a la *mejora funcional del sistema vascular*, también existen datos experimentales bastante concluyentes, como las modificaciones inducidas por el entrenamiento físico aeróbico sobre monos sometidos a dietas aterogénicas, en las que se demuestra la mejor permeabilidad (superior área de sección) en el grupo de animales entrenados respecto a los sedentarios, incluso en el supuesto de que estos hubieran recibido una dieta equilibrada normal (Tabla IV).¹⁶ Existe acuerdo generalizado de la mejora de la elasticidad vascular, del aumento de la fracción de proteínas de alta densidad (HDL-

	Dieta normal (sedentaris)	Dieta aterogènica (sedentaris)	Dieta aterogènica (entrenats)
Artèries coronàries	àrea (mm²)	àrea (mm²)	àrea (mm²)
Principal esquerra	1,62 ± 0,20	1,16 ± 0,36	3,11 ± 0,14
Circumflexa esquerra	0,89 ± 0,15	0,56 ± 0,26	1,59 ± 0,15
Principal dreta	0,80 ± 0,17	0,53 ± 0,18	1,26 ± 0,10

Taula 4: Efectes d'una dieta aterogènica i l'exercici aeròbic sobre la superfície de secció de diverses artèries coronàries en monos (16).
Tabla 4: Efectos de una dieta aterogénica y el ejercicio aeróbico sobre la superficie de sección de diversas arterias coronarias en monos (16).

com P_{mín.}^{17, 18} en homes i dones.¹⁹ Aquest efecte és poc evident en HTA ja constituïdes, però notable en els estats previs ("hipertensió hipercinètica), en la que el subjecte es mou dins dels límits alts de tensió arterial normal i els immediats d'hipertensió lleugera,²⁰ sobretot, en nens i adolescents.²¹ Per això s'utilitza com a tractament de formes lleus de HTA. Intervenen com mecanismes responsables: vasodilatació reactiva crònica, amb la subseqüent disminució de resistències perifèriques, del tò simpàtic en repòs i exercici, de la renina plasmàtica i altres funcions endocrines,⁷ de la freqüència cardíaca de repòs i d'exercici, etc. També es pensa en influències sobre l'elasticitat vascular, el contingut de Na⁺ o la volemia. No obstant això hi ha pocs estudis adequadament protocolitzats (molt pocs inclueixen un grup control de subjectes hipertensos), motiu pel qual no es pot descartar ni valorar la incidència de factors colaterals, comunment relacionats amb la pràctica física i que també incideixen sobre la PA; disminució de l'estrès, obesitat, tabac, ingestió d'alcohol, dieta inadequada, etc.^{17, 18} L'entrenament amb *exercicis estàtics*, no sembla afectar la pressió de repòs, tot i que sí disminueix la variació tensional en el decurs de l'exercici.

Amb tot cal no oblidar que cap estadística fiable ha permès fins ara assegurar una més gran longevitat pels practicants esportius o per aquells que han seguit programes d'activitat física o de lleure. No obstant això el que és indubtable és la millora en la qualitat dels anys potencials de vida que això comporta.²²

5. Pràctica física recomanable en la HTA moderada com a pauta de tractament

Tot i que existeix un molt considerable nombre de programes de millora de la aptitud física i la salut vascular a través de la pràctica física, presenten en comú una sèrie de característiques bàsiques que cal respectar per tal d'aconseguir els millors resultats possibles: exercicis dinàmics, tals como

colesterol) y la mejora del cociente HDL/LDL, concommitando a la práctica física aeróbica con reducción de la placa de ateroma. Se debe añadir, además, la mejor actividad fibrinolítica y la disminución de la agregabilidad plaquetaria.¹¹ Por lo que hace referencia a la *incidencia sobre la PA*, la práctica habitual de *ejercicios dinámicos* baja los valores de presión arterial, en reposo y en la actividad física en un promedio de unos 10 mm Hg tanto por P_{máx.} como P_{mín.},^{17, 18} en hombres y mujeres.¹⁹ Este efecto es poco evidente en HTA ya constituidas, pero notable en los estados previos ("hipertensión hipercinética"), en la que el sujeto se mueve dentro de los límites altos de tensión arterial normal y los inmediatos de hipertensión ligera,²⁰ sobretodo, en niños y adolescentes.²¹ Por eso se utiliza como tratamiento de formas leves de HTA. Intervienen como mecanismos responsables: vasodilatación reactiva crónica, con la consecuente disminución de resistencias periféricas, del tono simpático en reposo y ejercicio, de la renina plasmática y otras funciones endocrinas,⁷ de la frecuencia cardíaca de reposo y de ejercicio, etc. También se piensa en influencias sobre la elasticidad vascular, el contenido de Na⁺ o la volemia. No obstante, hay pocos estudios adecuadamente protocolizados (muy pocos incluyen un grupo control de sujetos hipertensos), motivo por el que no se puede descartar ni valorar la incidencia de factores colaterales, comunmente relacionados con la práctica física y que también inciden sobre la PA: disminución del estrés, obesidad, tabaco, ingestión de alcohol, dieta inadecuada, etc.^{17, 18} El entrenamiento con *ejercicios estáticos* no parece afectar la presión de reposo, aunque sí disminuye la variación tensional en el decurso del ejercicio.

Con todo, no se debe olvidar que ninguna estadística fiable ha permitido hasta ahora asegurar una mayor longevidad para los practicantes de deportes o para aquellos que han seguido programas de actividad física o de ocio. No obstante, lo que es indudable es la mejora en la calidad de los años potenciales de vida que esto comporta.²²

“jogging”, ciclisme, natació, etc., d'una durada de 30-40 minuts almenys 4 cops per setmana i amb una intensitat que pot calcular-se en funció de la freqüència cardíaca, en base al 70% de la màxima, tenint en compte, que aquesta varia amb l'edat a través de la fórmula $220 - \text{edat} (+5 \text{ en dones})$. L'inici a aquesta pràctica s'ha de fer de manera gradual i a partir dels 30 anys cal sempre un exàmen cardiològic adequat, per tal d'evitar el risc de mort sobtada d'esport (especialment en aquells que sempre han estat sedentaris). En altres grups de població el seguiment d'aquests criteris, (edat avançada, excés de feina, etc.), poden obtenir-se beneficis simplement amb passejades a ritme viu i una durada mínima de 30-45 minuts, per exemple anant a peu a la feina.⁴ En qualsevol cas cal tenir en compte no sobrepassar els 200 mm Hg de Pmàx. en el seguiment d'aquestes activitats físiques.¹¹

6. Pràctica física en l'esportista hipertens

Cal un estudi detallat amb estimació acurada de la PA; en repòs, proves d'esforç i recuperació; valoracions que cal repetir més d'una vegada. La aparició de HTA moderada o inclús severa,²³ és motiu de prohibició formal de la pràctica esportiva de competició. No obstant això en aquests casos es fa imprescindible el consell i el seguiment per part d'un especialista.

5. Práctica física recomendable en la HTA moderada como pauta de tratamiento

Aunque existe un muy considerable número de programas de mejora de aptitud física y la salud vascular a través de la práctica física, presentan en común una serie de características básicas que se deben respetar para conseguir los mejores resultados posibles: ejercicios dinámicos, tales como “jogging”, ciclismo, natación, etc. de una duración de 30-40 minutos al menos 4 veces por semana y con una intensidad que puede calcularse en función de la frecuencia cardíaca, en base al 70% de la máxima, teniendo en cuenta que ésta varía con la edad a través de la fórmula $220 - \text{edad} (+5 \text{ en mujeres})$. El inicio de esta práctica se ha de hacer de forma gradual y a partir de los 30 años es necesario siempre un examen cardiológico adecuado, para evitar el riesgo de muerte súbita de deporte (especialmente en aquellos que siempre han sido sedentarios). En otros grupos de población, para los que, como consecuencia de diversos factores puede resultar difícil el seguimiento de estos criterios, (edad avanzada, exceso de trabajo, etc.), pueden obtenerse beneficios simplemente con paseos a ritmo vivo y una duración mínima de 30-45 minutos, por ejemplo ir caminando al trabajo.⁴ En cualquier caso se debe tener en cuenta no sobrepasar los 200 mm Hg de Pmáx. en el seguimiento de estas actividades físicas.¹¹

6. Práctica física en el deportista hipertenso

Es necesario un estudio detallado con cuidada estimación de la PA: en reposo, pruebas de esfuerzo y recuperación; valoraciones que se deben repetir más de una vez. La aparición de HTA moderada o incluso severa,²³ es motivo de prohibición formal de la práctica deportiva de competición. No obstante, en estos casos se hace imprescindible el consejo y el seguimiento por parte de un especialista.

Bibliografía

1. WHO/ISH Meeting Memorandum: "Guidelines for the treatment of mild hypertension". *Hypertension*, 5: 394-397, 1983.
2. The 1984 Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure: *Arch. Intern Med.*, 144: 1.045-1.057, 1984.
3. Ministerio de Sanidad y Consumo, Informes, Ponencias y Comunicaciones, *Consenso para el control de la hipertensión arterial en España*. Madrid, 1990.
4. Consell Assessor sobre activitat física i promoció de la salut, Generalitat de Catalunya, Direcció General de Salut Pública, Departament de Sanitat i Seguretat Social. *Activitat Física i Promoció de la Salut. Llibre Blanc*. Edició Provisional. Barcelona, 1990.
5. National Heart, Lung and Blood Institute, *Report of the hypertension task force: current research and recommendations from the task force subgroups on local and systemic hemodynamics*. Bethesda Md; Department of Health, Education and Welfare, Public Health Servicem 3: 24-25, 34-37, 1979, cit a (17).
6. BARBANY, J.R.: "Adaptacion cardiovascular al ejercicio físico". *Rev. Lat. Cardiol.*, 6: 109-116, 1985.
7. BARBANY, J.R.: *Fundamentos de Fisiología del Ejercicio y del Entrenamiento*. Ed. Barcanova, Temas Universitarios. Barcelona, 1990.
8. DIMSDALE, J.E.; HARTLEY, H.; GUINEY, T.; RUSKIN, J.N.; GREENBLAT, D.: "Postexercise peril: plasma catecholamines and exercise", *JAMA*, 251: 630-632, 1984.
9. BARBANY, J.R.: "Corazón y Deporte; Fisiología y Cambios Estructurales". *Actas de la Reunión Monográfica sobre Corazón y Deporte*. Zaragoza, Mayo, 1990.
10. LIGHFOOT, J.T.; TANKERSLEY, C.; ROWE, S.; FRED, N.; FORTNEY, S.M.: "Automated blood pressure measurements during exercise". *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21: 698-707, 1989.
11. VÖLKER, K.: "El deporte en la edad avanzada. Cambios hemodinámicos". *Actas del 2º Simposium Hispano-Alemán de Medicina del Deporte*. Barcelona, Abril, 1990.
12. CANDA, A.; BORAÍTA, A.; LÓPEZ, A.; RABADAN, M.; PALACIOS, N.; RUBIO, S.: "Cambios en la respuesta tesional al ejercicio en un grupo de gimnasia artística masculina". Comunicació presentada a la Reunión Monográfica sobre Corazón y Deporte. Zaragoza, Mayo, 1990.
13. Cit. per PONS de BERISTAIN, C.: "Riesgo y beneficio cardiológico del deporte". Reunión Monográfica sobre Corazón y Deporte, Zaragoza, Mayor, 1990.
14. BLOMQUIST, C.G.: "Cardiovascular adaptations to physical training". *Ann. Rev. Physiol.* 45: 169-189, 1983.
15. WATCHLOVA, M.; RAKUSAN, K.; ROTH, Z.; POUPA, O.: "The terminal vascular bed of the myocardium in the wild rat (*Rattus norvegicus* and the laboratory rat *Rattus norvegicus lab.* *Physiol. Bohemoslov*, 16: 548-554 (1967). Cit. por Thomas, D.P.: "Effects of acute and chronic exercise on myocardial ultrastructure". *Med. Sci. Sports Exerc.*, 17: 546-553, 1985.
16. KRAMSCH, D.M.; ASPEN, A.J.; ABRAMOVITZ, B.M.; KREIMENDAHL, T.; HOOD, W.B.: "Reduction of coronary atherosclerosis by moderate conditioning exercise in monkeys on an atherogenic diet". *N. Eng. J. Med.*, 305: 1.483-1.489, 1981.
17. SEALS, D.R.; HAGBERG, J.M.: "The effect of exercise training on human hypertension: a review". *Med. Sci. Sports Exerc.*, 16: 207-215, 1984.
18. HAGBERG, J.M.; SEALS, D.R.: "Exercise training and hipertensión". *Acta Med. Scand (suppl 711)*; 131-136, 1986.
19. SAAR, E.; CHAYOTH, R.; MEYERSTEIN, N.: "Physical activity and blood pressure in normotensive young women". *Eur. J. Appl. Physiol.*, 55: 64-67, 1986
20. TIPTON, C.M.; MATTHES, R.D.; BEDFORD, T.G.; LEININGER, J.R.; OPPLIGERM R.A.; MILLER, L.J.: "The roles of chronic exercise on resting blood pressures of normotensive and hypertensive rats". *Med. Sci. Sports*, 9: 168-177, 1977.
21. HAGBERG, J.M.; GOLDRING, D.; EHSANI, A.A.; HEATH, G.W.; HERNÁNDEZ, A.; SCHECHTMAN, K.; HOLLOSZY, J.O.: "Effect of exercise training on blood pressure and hemodynamic features of hypertensive adolescents". *Am. J. Cardiol.*, 52: 763-768, 1983.
22. PONS de BERISTAIN, C.: "Riesgo y beneficio cardiológico del deporte". Reunión Monográfica sobre Corazón y Deporte, Zaragoza, Mayo, 1990.
23. WALTHER, R.J.; TIFFT, C.: "High blood pressure in the competitive athlete: guidelines and recomendations", *Physician Sportsmed.*, 13: 93-114, 1985.

