

Normotensos con Respuesta Presora Exagerada al Ejercicio Poseen Tono Vagal Cardíaco Aumentado

Plínio Santos Ramos¹ y Claudio Gil S. Araújo^{1,2}

Universidade Gama Filho¹; Clínica de Medicina do Exercício (CLINIMEX)², Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Resumen

Fundamento: Valores exagerados de presión arterial sistólica (PAS) durante una test cardiopulmonar de ejercicio máximo (TCPE) son clásicamente considerados como inapropiados y asociados a un mayor riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Se sabe que el sistema nervioso autónomo modula la PA en el ejercicio. Con todo, no está claramente establecido el comportamiento del tono vagal cardíaco (TVC) en individuos sanos con una respuesta presora exagerada en el TCPE.

Objetivo: Analizar el comportamiento del TVC en hombres adultos sanos que presentan una respuesta presora exagerada en el TCPE.

Métodos: De 2.505 casos evaluados entre 2002-2009, fueron identificados criteriosamente 154 casos de hombres, entre 20-50 años de edad, sanos y normotensos. La evaluación incluía examen clínico, medidas antropométricas, pruebas de ejercicio de 4 segundos (tono vagal cardíaco) y TCPE realizado en cicloergómetro, con medidas de presión arterial a cada minuto por el método auscultatorio. Basado en el valor máximo de PAS obtenido en el TCPE, la muestra fue dividida en terciles, comparándose el TVC, la carga máxima y el VO₂ máximo.

Resultados: Los valores de TVC difirieron entre los individuos que se presentaban en los terciles inferior y superior para la respuesta de la PAS al TCPE, respectivamente, $1,57 \pm 0,03$ y $1,65 \pm 0,04$ (promedio \pm error estándar del promedio) ($p = 0,014$). Los dos terciles también diferían en cuanto al VO₂ máximo ($40,7 \pm 1,3$ vs $46,4 \pm 1,3$ ml/kg⁻¹.min⁻¹; $p = 0,013$) y la carga máxima ($206 \pm 6,3$ vs $275 \pm 8,7$ watts; $p < 0,001$).

Conclusión: Una respuesta presora exagerada durante el TCPE en hombres adultos sanos es acompañada de indicadores de buen pronóstico clínico, incluyendo niveles más altos de condición aeróbica y de tono vagal cardíaco. (Arq Bras Cardiol 2010; 95(1) : 85-90)

Palabras clave: Presión arterial, sistema nervioso autónomo, ejercicio, prueba cardiopulmonar de ejercicio, prueba de ejercicio de 4 segundos.

Introducción

Las respuestas hemodinámicas durante un test cardiopulmonar de ejercicio máximo (TCPE) pueden ser utilizadas para una prescripción individualizada de ejercicios para diagnóstico y pronóstico¹. Durante el ejercicio físico, sea de intensidad constante submáxima² o progresiva y máxima, la presión arterial (PA) es regularmente medida. El comportamiento de la PA es comúnmente evaluado en el TCPE y valores exagerados de PA sistólica (PAS) - i.e., PAS > 220 mmHg¹ -, han sido clásicamente considerados como inapropiados y asociados a un mayor riesgo futuro de desarrollo de hipertensión³ y a una mayor mortalidad cardiovascular⁴. Mientras, algunas evidencias recientes

sugieren que una respuesta presora exagerada al ejercicio pueda, al contrario de lo inicialmente considerado, significar un pronóstico favorable^{5,6}.

El sistema nervioso autónomo desempeña un importante papel en la modulación de la PA, tanto en reposo⁷ como en ejercicio^{8,9}. Es común que individuos hipertensos presenten, en reposo, un predominio de la actividad simpática¹⁰. Eryonucu et al⁸ verificaron que una mayor variación de PAS entre el reposo y un ejercicio submáximo estandarizado reflejaba una mayor actividad simpática, tanto en reposo como en el esfuerzo. Por otro lado, hay evidencias de que individuos que poseen un tono vagal cardíaco (TVC) reducido tienden a tener tasas más elevadas de mortalidad cardiovascular y por todas las causas^{11,12}.

Sin embargo, no está claramente establecida la condición del TVC en individuos sanos y normotensos y que demuestran una respuesta presora exagerada durante un TCPE. Una de las posibilidades es que tal respuesta fuese acompañada de una reducción del TVC, asociando así dos resultados de pronóstico negativo. En un sentido contrario, es posible que

Correspondencia: Claudio Gil S. Araújo •

Rua Siqueira Campos, 93/101, Copacabana, 22031-070, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

E-mail: cgil@cardiol.br, cgaraujo@iis.com.br

Artículo recibido el 15/09/09; revisado recibido el 29/10/09; aceptado el 07/12/09.

una respuesta presora exagerada pueda ser observada en individuos con mejor condición aeróbica y con integridad de la acción parasimpática cardíaca, siendo en estos casos primariamente resultante de un débito cardíaco máximo fisiológicamente aumentado. Con el objetivo de esclarecer esas posibilidades antagónicas, el presente estudio analizó el TVC en adultos sanos que presentan una respuesta presora exagerada a un TCPE máximo.

Métodos

Muestra

Revisando criteriosamente un total de 2505 evaluaciones médico-funcionales realizadas en nuestro servicio entre 2002 y 2009, identificamos 154 individuos que llenaban concomitantemente los siguientes criterios de inclusión: a) ser del género masculino; b) tener edad entre 20 y 50 años; c) no poseer enfermedad clínica conocida (i.e. ser sanos); d) estar normotenso en reposo - PAS \leq 140 mmHg y PA diastólica \leq 90 mmHg; e) no hacer uso regular de ninguna medicación, excepto vitaminas y similares; f) el TCPE haber sido realizado en cicloergómetro de miembros inferiores y g) haber completado un TCPE verdaderamente máximo, sin necesidad de interrupción precoz por criterio clínico o basado en límites de frecuencia cardíaca y/o de presión arterial y sin alteraciones electrocardiográficas compatibles con isquemia miocárdica significativa.

La evaluación consistía en un examen clínico, compuesto de anamnesis detallada y examen físico. En la anamnesis, el énfasis fue dado a la categorización del estándar de actividad física en la infancia adolescencia, a lo largo de la vida adulta y en el último año, en la ingestión habitual de alcohol, al hábito pasado y presente de tabaquismo, conocimiento sobre anomalías del perfil lipídico y de historia familiar de hipertensión arterial. Siguió medidas antropométricas y las pruebas de ejercicio de 4 segundos (T4s) (vagal cardíaco) y TCPE máximo. Las evaluaciones fueron realizadas a pedido de los individuos, más habitualmente por encaminamiento de sus médicos asistentes. Todos los individuos leyeron y firmaron un término de consentimiento libre y aclarado específico, antes de la realización de los procedimientos, el cual fue previamente aprobado por el comité institucional de ética en investigación.

Evaluación del tono vagal cardíaco (TVC)

Para evaluar el TVC, se observó el tránsito inicial rápido de la frecuencia cardíaca (transición reposo-ejercicio), obtenido a través del T4s y representado por el índice vagal cardíaco (IVC). Sucintamente, el T4s consiste en pedalear lo más rápidamente posible del 5º al 8º segundo de una apnea inspiratoria máxima de 12 segundos en un cicloergómetro de miembros inferiores sin adición de ninguna carga. Para la realización del T4s, son dados cuatro comandos verbales de las acciones a ser realizadas sucesivamente a cada cuatro segundos: a) inspiración máxima y rápida, primariamente por la boca; b) pedalear lo más rápidamente posible; c) parada brusca de la pedaleada; d) espiración.

La evaluación del TVC por el T4s se basa en la respuesta

fisiológica refleja de retirada vagal inducida por el movimiento rápido de los miembros y de la irradiación cortical. La evaluación del TVC por el T4s es reproducible¹³ y fue validada farmacológicamente para la evaluación aislada del componente parasimpático¹⁴ habiendo sido previamente utilizada en diversos estudios autonómicos fisiológicos¹⁵⁻¹⁸ y clínicos por nuestro grupo¹⁹⁻²² y por otros autores^{23,24}.

Para la medida del IVC fueron identificados y medidos en registros electrocardiográficos digitales (Elite PC, Micromed, Brasil), obtenidos en una única derivación (CC₅ o CM₅) y con una resolución de 10 ms, dos intervalos RR específicos, a saber: a) el intervalo RR inmediatamente antes o el primero del ejercicio, aquel que sea más largo y b) y el más corto durante los cuatro segundos de pedaleada, generalmente el último^{20,25}. La razón entre la duración de estos dos intervalos RR genera una variable adimensional denominada índice vagal cardíaco (IVC) que expresa el resultado del T4s, siendo que cuanto mayor es la magnitud de la retirada vagal esfuerzo-inducida mayor es el valor del IVC. Usualmente son realizadas dos maniobras del T4s para obtener aquella con la mayor razón entre esos dos intervalos como representativa del IVC.

Test cardiopulmonar de ejercicio máximo (TCPE)

Enseguida del T4s, los individuos fueron sometidos a un TCPE máximo en cicloergómetro de miembros inferiores, con recolección y análisis de gases expirados (VO2000, MedGraphics, Estados Unidos), siguiendo un protocolo de rampa individualizado. Los individuos fueron estimulados a alcanzar su agotamiento muscular objetivamente definido por la incapacidad de mantener un ritmo adecuado y constante de pedaleadas a pesar de fuerte estímulo verbal. Ninguno de los TCPEs fue interrumpido prematuramente en función de anomalías clínicas o por haber sobrepasado determinados valores de frecuencia cardíaca máxima o de PA sistólica o diastólica. Para este estudio, solamente fueron incluidos los TCPEs en cuyos laudos el médico que realizó el procedimiento indicó agotamiento voluntario como el motivo de interrupción.

Durante el TCPE, el electrocardiograma fue monitoreado continuamente del reposo hasta por lo menos cinco minutos después de la obtención del esfuerzo máximo, con la misma derivación y sistema de electrocardiografía digital utilizado en el T4s^{19,20}.

Evaluación de la presión arterial (PA)

La PA en reposo fue obtenida después de que el individuo está en decúbito dorsal por lo menos cinco minutos, utilizando esfigmomanómetros convencional o digital profesional Omron modelo XML-907 (Omron, Estados Unidos) en el miembro superior derecho. Durante el TCPE, la PA sistólica (PAS) y la diastólica (PAD) fueron medidas al final de cada minuto por un médico debidamente entrenado y experimentado, utilizando el método auscultatorio en la arteria braquial del miembro superior derecho, mantenido extendido y sostenido por el médico o apoyado sobre el hombro de éste, buscando minimizar cualquier esfuerzo por parte del individuo evaluado. Los individuos fueron orientados a mantener el tronco en la posición erecta

durante todo el TCPE, evitando inclinarse para adelante en la fase final del esfuerzo. Las medidas fueron obtenidas en un esfigmomanómetro de columna de mercurio (American Diagnostic Corporation, Estados Unidos) con escala entre 0 y 300 mmHg y empleando una resolución de las medidas de 2 mmHg. Para efecto de análisis, fue considerada como PAS máxima, el mayor valor obtenido a lo largo del TCPE, casi siempre el del último minuto del esfuerzo.

Análisis estadístico

La muestra fue descrita por media y desvío-estándar, mientras en los procedimientos inferenciales, presentamos la media y el error estándar de la media. Con base en el valor máximo de PAS obtenido en el TCPE, la muestra fue dividida en terciles para efecto de comparación del IVC, de la carga máxima y del VO₂ máximo a través de una ANOVA simple, seguida del test de Bonferroni cuando apropiado. Considerando que el criterio de inclusión del estudio limitaba los niveles de PAS y de PAD, potencialmente comprometiendo la naturaleza paramétrica de la distribución, se optó por utilizar una ANOVA de Kruskal-Wallis para la comparación de esas medidas entre los tres terciles, con los resultados siendo presentados en media, mínima y máxima. Para evaluar la asociación entre variables fue empleada la correlación de Pearson. Las frecuencias de las variables clínicas de los individuos de cada tercil fueron comparadas por el test del qui-cuadrado. Los análisis estadísticos fueron realizados en el SPSS (versión 17, SPSS, Estados Unidos) habiéndose considerado 5% como nivel de significancia.

Resultados

Todos los TCPE transcurrieron sin interurrencias clínicas inmediatas o tardías, a pesar de no haber sido interrumpidos aún cuando la FC máxima prevista o niveles considerados exagerados de PAS y PAD fueron alcanzados. De los 154 individuos incluidos en el estudio 31,8% (49 individuos) presentaron PAS exagerada (PAS máxima > 220 mmHg) al TCPE. Las características demográficas de la muestra dividida en terciles son presentadas en la Tabla 1.

No hubo diferencia en el IMC, en la edad, en la FC máxima y en la PAD en reposo entre los individuos ubicados en los tres terciles. Con todo, el tercil que presenta menor PAS máxima durante el TCPE posee una menor PAS en reposo, cuando comparado con el 3º tercil de mayor respuesta presora en el TCPE ($p < 0,001$). Tampoco hubo diferencia en las variables clínicas recogidas en la anamnesis, incluyendo consumo de alcohol ($p = 0,641$), tabaquismo ($p = 0,548$), dislipidemia ($p = 0,123$) e histórico familiar de hipertensión arterial ($p = 0,311$) entre los tres terciles (Tabla 1), excepto por el estándar regular de ejercicio físico en las tres fases de la vida ($p < 0,001$; $p = 0,003$ y $p = 0,015$) infancia, adolescencia y actual, respectivamente.

Los individuos del tercil superior para PAS (PAS > 220 mmHg, máximo de 260 mmHg) durante el TCPE presentaron un mayor valor de IVC cuando comparados a los del primer tercil (PAS < 205 mmHg) ($1,65 \pm 0,04$ vs $1,57 \pm 0,03$; $p = 0,014$). Lo mismo ocurre para el VO₂ máximo ($46,4 \pm 1,3$ vs $40,7 \pm 1,3$ ml/kg⁻¹.min⁻¹; $p = 0,013$) y para la carga máxima

Tabla 1 - Características clínicas y demográficas de la muestra

Variable	Presión arterial sistólica máxima en el TCPE		
	1º tercil (n = 53)	2º tercil (n = 52)	3º tercil (n = 49)
	PAS < 205 mmHg	PAS 205 a 220 mmHg	PAS > 220 mmHg
Edad (años)	36 ± 8,2	37 ± 7,0	38 ± 8,3
Dislipidemia	18 (33%)	13 (25%)	8 (16%)
Tabaquismo	14 (26%)	10 (18%)	9 (18%)
Consumo de alcohol	11 (20%)	12 (23%)	14 (28%)
Histórico de HAS	6 (11%)	10 (19%)	11 (22%)
Peso (kg)	77,1 ± 14,2 *	80,9 ± 11,5	83,3 ± 7,5
Altura (m)	1,75 ± 0,07 *	1,76 ± 0,06	1,78 ± 0,06
IMC (kg/m ²)	25,0 ± 3,5	25,9 ± 3,1	26,2 ± 2,3
FC rep (bpm)	66 ± 13,6 *	61 ± 8,4	68 ± 10,6
FC max (bpm)	185 ± 12,2	182 ± 14,4	180 ± 11,1
PAS rep (mmHg)	120 (96 - 137)*	123 (108 - 140)	126 (112 - 140)
PAD rep (mmHg)	72 (46 - 86)	74 (64 - 92)	78 (53 - 90)
Delta PAS (mmHg)	72 ± 11,0 * †	88 ± 11,4 ‡	100 ± 11,4
Duración TCPE (min)	10 ± 1,8 *	11 ± 2,2 ‡	13 ± 2,3

* $p < 0,05$ vs 3º tercil; † $p < 0,05$ vs 2º tercil; ‡ $p < 0,05$ vs 3º tercil. PAS - presión arterial sistólica; HAS - hipertensión arterial sistémica; ECG - electrocardiograma; IMC - índice de masa corporal; FC rep - frecuencia cardíaca de reposo; FC max - frecuencia cardíaca máxima en el TCPE; PAS rep - presión arterial sistólica en reposo; PAD rep - Presión arterial diastólica en reposo; Delta PAS - PAS máxima durante el TCPE menos PAS rep; TCPE - test cardiopulmonar de ejercicio.

($275 \pm 8,7$ vs $206 \pm 6,3$ watts; $p < 0,001$) alcanzada en el TCPE (Figura 1). Los individuos de los dos terciles con menor PAS máxima en el esfuerzo no difieren entre sí para ninguna de las tres mediciones más arriba. Hay una modesta asociación entre IVC y el VO₂ máximo en el TCPE, con un coeficiente de correlación de $r = 0,302$ ($p < 0,001$).

Discusión

Nuestro estudio contribuye de modo original al cuerpo de conocimiento disponible en el tópico de evaluación de la respuesta presora al test de ejercicio. Del punto de vista metodológico, el estudio presenta un control bastante adecuado de muchas de las variables intervinientes. Todas las evaluaciones a lo largo de los 7 años de estudio, incluyendo las medidas antropométricas, el T4s y el TCPE verdaderamente máximo, fueron realizadas y supervisadas por sólo 5 médicos, utilizando criterios idénticos para las medidas antropométricas y para la interrupción clínica del TCPE, así como el mismo equipamiento de medición de PA, que fue cuidadosamente medida, con resolución de 2,0 mmHg a cada minuto del TCPE. La clasificación de los individuos como sanos se basó en varios criterios que debían ser concomitantemente

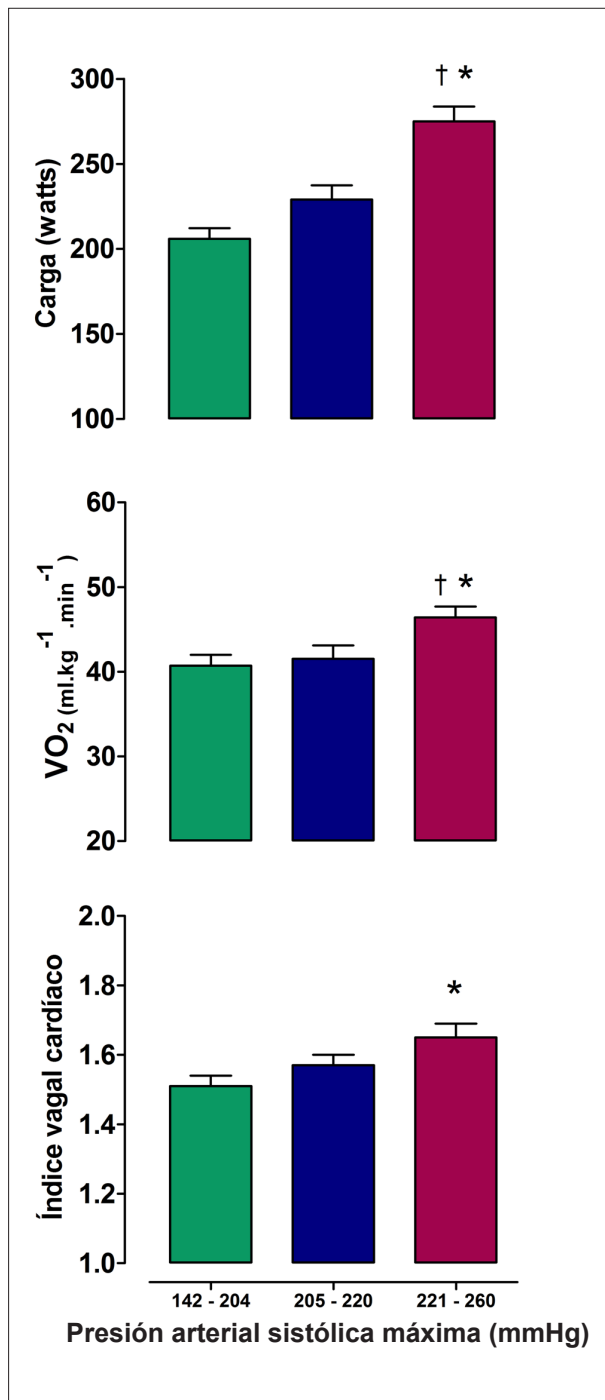


Fig. 1 - Comparación del índice vagal cardíaco, del VO₂ máximo y de la carga máxima alcanzada en el TCPE, entre los terciles de PAS máxima en el TCPE. (*p < 0,05 vs 1º tercil; † p < 0,05 vs 2º tercil).

llenados, incluyendo, específicamente, nunca haber sido diagnosticado o tratado por enfermedades cardiovasculares, estar normotenso, no hacer uso de medicaciones relevantes y no haber presentado alteraciones electrocardiográficas esfuerzo-inducidas. Hasta la ingestión regular de bebidas alcohólicas, objeto de estudio reciente²⁶ en que es asociada a la incidencia de hipertensión arterial, fue analizada y no

mostró diferencias entre los tres terciles.

No obstante esos cuidados metodológicos, algunas limitaciones deben ser destacadas, incluyendo la exclusión de mujeres y la limitación de franja etaria, entre 20-50 años de edad, lo que puede interferir en la validez externa del estudio. No fue posible obtener datos objetivos de monitoreo ambulatorio de la PA, y de la función endotelial de los individuos evaluados o de una evaluación de laboratorio simultánea y estandarizada del perfil lipídico. Además de eso, los presentes resultados no pueden ser extrapolados a individuos con diagnóstico clínico de hipertensión arterial.

Estudios anteriores demostraron que la respuesta presora exagerada durante un TCPE máximo puede estar relacionada a desenlaces desfavorables, tales como el surgimiento futuro de hipertensión arterial sistémica³ y una mayor mortalidad por enfermedades cardiovasculares⁴. Un valor exagerado de PAS durante el TCPE ha sido relacionado a un aumento de la actividad simpática y la disfunción endotelial en hipertensos²⁷. Por otro lado, algunos autores señalaron que individuos con PAS exagerada durante un TCPE poseen menores tasas de mortalidad cardiovascular²⁸ y por todas las causas⁵. Utilizando pacientes con otras características, Hedberg et al⁶ recientemente demostraron individuos añosos que presentaban una mayor respuesta presora (delta PAS > 55 mmHg) en el TCPE poseían una mayor longevidad. En realidad, valores exagerados de PAS durante el TCPE, si acompañados de una respuesta cronotrópica fisiológica, proporcionarán un doble-producto más alto y, muy probablemente, un consumo miocárdico de oxígeno también más elevado, lo que sólo es posible en corazones sanos²⁹.

En cuanto a la participación del sistema nervioso autónomo en la modulación de la PA en reposo es bastante conocida, su papel en la génesis de la respuesta presora exagerada durante el ejercicio no está claramente establecido. Nuestros resultados indican que hombres adultos sanos, o sea, que no poseen ningún diagnóstico clínico relevante y que no hacen uso de medicaciones regulares, pero que presentan una respuesta presora exagerada (PAS > 220 mmHg) durante un TCPE máximo, presentan comportamiento fisiológico del TVC, llegando a alcanzar valores más altos que aquellos encontrados en los individuos con valores máximos de PAS inferiores a 220 mmHg. Estos hallazgos, muy probablemente, están asociados a un buen pronóstico, ya que es sabido que la reducción del TVC tiene relación con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y la mortalidad prematura¹². Individuos que demuestran respuesta presora exagerada durante un TCPE son los que presentan mayores valores de carga y VO₂ máximo. Considerando que la condición aeróbica aisladamente, medida o estimada, es un excelente predictor del riesgo de mortalidad cardiovascular o por todas las causas³⁰, los individuos del 3º tercil (PAS > 220 mmHg) que presentan mayores valores de VO₂ máximo y de TVC conjugan dos marcadores pronósticos favorables a la protección cardiovascular y la sobrevida. Es oportuno enfatizar que en función de la asociación modesta entre el consumo máximo de oxígeno y el TVC, apenas 10% de la variabilidad (r²) de una de las variables es explicada por la otra, caracterizando, por lo tanto, la importancia aislada de cada uno de estos hallazgos e indicando que no son intrínsecamente dependientes para

individuos con las características de los que fueron evaluados en nuestro estudio.

Hay un cierto consenso clínico en la interpretación de la respuesta presora, considerando determinados niveles - más frecuentemente 220 mmHg -, como un punto de corte para definir una respuesta como normal o anormal. Conceptualmente, se podría argumentar que debería haber una tendencia hacia valores más altos cuanto mayor fuese la intensidad absoluta del ejercicio realizado. En otras palabras, es muy lógico pensar que al comparar dos hombres adultos del mismo peso (y masa muscular) y edad, con VO_2 máximos de 8 y 16 METs, ambos tenderán a tener caídas similares de resistencia vascular periférica en el esfuerzo máximo (masa muscular envuelta en el ejercicio semejante). Aquel con el doble de la condición aeróbica y probablemente también del débito cardíaco máximo deberá generar una PAS máxima más alta. Una de las formas de contemplar esa cuestión sería expresar el comportamiento de la PAS máxima en función de la condición aeróbica, como, por ejemplo, con una medida del delta PAS (PAS máxima - PAS reposo) dividida por el delta MET (VO_2 máximo - VO_2 de reposo). Infelizmente, nuestro delineamiento experimental no nos posibilita confirmar esa hipótesis, que deberá ser objeto de futuros estudios.

La medida de la PAS durante TCPE es raramente obtenida en atletas de alto desempeño aeróbico. Las dos principales razones muy probablemente son, el desinterés clínico en esos datos en individuos presumiblemente sanos y la dificultad técnica inherente a esa medida, especialmente cuando tenemos un individuo corriendo a 18 o 20 km/h en una cinta. Con el interés creciente en actividades aeróbicas, incluyendo ciclismo de carretera por hombres adultos y de media edad, hay un aumento del número de individuos sanos y normotensos con condición aeróbica encima de 120% de lo previsto para la edad, alcanzando, por lo tanto, consonante con la ecuación de Fick, niveles más altos de débito cardíaco máximo.

Considerando tales aspectos, es muy posible que un valor más alto de la PAS máxima en el ejercicio sea una respuesta fisiológica y que refleje, entonces, en principio, apenas un consumo máximo de oxígeno elevado y, de esta forma, del débito cardíaco para una resistencia vascular periférica normalmente - pero no excepcionalmente - reducida en individuos aeróbicamente bien entrenados y que poseen un TVC normal o aumentado. Datos que corroboran esa impresión pueden ser deducidos del estudio de Nazar et al³¹, que demostraron un importante aumento del débito cardíaco en individuos sanos con respuesta hipertensiva al esfuerzo, sin diferencia en la resistencia vascular periférica, cuando comparados a individuos con valores normales de PAS durante un TCPE. Por lo tanto, los valores exagerados de PAS

máxima durante el TCPE en individuos sanos pueden, por lo menos en parte, ser justificados por la necesidad de suplir las demandas decurrentes del esfuerzo, no caracterizándose, por lo tanto, obligatoriamente, como una respuesta patológica, pudiendo sí, por lo menos en hombres adultos normotensos, representar una respuesta fisiológica. Gupta et al⁵ relatan que un delta de PAS durante el TCPE > 44 mmHg está asociado a una mejora de 23% en la supervivencia, independientemente de la edad y de la condición aeróbica de los participantes del estudio. Con todo, estudios futuros son necesarios para evaluar el desenlace y confirmar si los hombres adultos sanos con valores exagerados de PAS máxima durante un TCPE, pero que poseen mayores valores de TVC representado por el IVC, irán a desarrollar hipertensión arterial sistémica o se presentará una mayor tasa de desenlaces cardiovasculares desfavorables o aun sí, por el contrario, tendrán una supervivencia aumentada y una mayor calidad de vida.

Conclusión

Nuestro estudio es el primero en mostrar que hombres adultos normotensos y sanos, con respuesta presora considerada clínicamente como exagerada, i.e., PAS > 220 mmHg (yendo en algunos casos hasta 260 mmHg), presentan algunos indicadores de buen pronóstico clínico al ejercicio, incluyendo niveles más altos de condición aeróbica y tono vagal cardíaco. En ese sentido, por lo menos para TCPEs máximos realizados en cicloergómetro de miembros inferiores, se sugiere que la forma preconizada en las directrices¹ para la evaluación de la respuesta presora al esfuerzo deba ser revisada. Estudios futuros deberán identificar las implicancias tardías de esos hallazgos.

Agradecimientos

El presente estudio tuvo apoyo financiero parcial del CNPq. Sus autores son becarios del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiación

El presente estudio fue parcialmente financiado por el CNPq.

Vinculación Académica

Este artículo es parte de disertación de Maestrado de Plínio dos Santos Ramos por la *Universidade Gama Filho*.

Referencias

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia. II Diretrizes sobre teste ergométrico. Arq Bras Cardiol. 2002; 78 (supl 2): 1-16.
2. Furtado EC, Ramos PS, Araújo CGS. Blood pressure measurement during aerobic exercise: subsidies for cardiac rehabilitation. Arq Bras Cardiol. 2009; 93 (1): 42-8.
3. Singh JP, Larson MG, Manolio TA, O'Donnell CJ, Lauer M, Evans JC, et al.

- Blood pressure response during treadmill testing as a risk factor for new-onset hypertension. The Framingham heart study. *Circulation*. 1999; 99 (14): 1831-6.
4. Mundal R, Kjeldsen SE, Sandvik L, Erikssen G, Thaulow E, Erikssen J. Exercise blood pressure predicts cardiovascular mortality in middle-aged men. *Hypertension*. 1994; 24 (1): 56-62.
 5. Gupta MP, Polena S, Coplan N, Panagopoulos G, Dhingra C, Myers J, et al. Prognostic significance of systolic blood pressure increases in men during exercise stress testing. *Am J Cardiol*. 2007; 100 (11): 1609-13.
 6. Hedberg P, Ohrvik J, Lonnberg I, Nilsson G. Augmented blood pressure response to exercise is associated with improved long-term survival in older people. *Heart*. 2009; 95 (13): 1072-8.
 7. Guzzetti S, Piccaluga E, Casati R, Cerutti S, Lombardi F, Pagani M, et al. Sympathetic predominance in essential hypertension: a study employing spectral analysis of heart rate variability. *J Hypertens*. 1988; 6 (9): 711-7.
 8. Eryonucu B, Bilge M, Guler N, Uyan I. The effect of autonomic nervous system activity on exaggerated blood pressure response to exercise: evaluation by heart rate variability. *Acta Cardiol*. 2000; 55 (3): 181-5.
 9. Lima EG, Herkenhoff F, Vasquez EC. Ambulatory blood pressure monitoring in individuals with exaggerated blood pressure response to exercise: influence of physical conditioning. *Arq Bras Cardiol*. 1998; 70 (4): 243-9.
 10. Palatini P, Julius S. The role of cardiac autonomic function in hypertension and cardiovascular disease. *Current hypertension reports*. 2009; 11 (3): 199-205.
 11. La Rovere MT, Pinna GD, Hohnloser SH, Marcus FI, Mortara A, Nohara R, et al. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in the identification of patients at risk for life-threatening arrhythmias: implications for clinical trials. *Circulation*. 2001; 103 (16): 2072-7.
 12. Lauer MS. Autonomic function and prognosis. *Cleve Clin J Med*. 2009; 76 (Suppl 2): S18-22.
 13. Araújo CGS, Ricardo DR, Almeida MB. Fidedignidade intra e interdias do teste de exercício de 4 segundos. *Rev Bras Med Esporte*. 2003; 9 (5): 293-8.
 14. Araújo CGS, Castro CLB, Nóbrega ACL. Heart rate responses to deep breathing and 4-seconds of exercise before and after pharmacological blockade with atropine and propranolol. *Clin Auton Res*. 1992; 2 (1): 35-40.
 15. Almeida MB, Ricardo DR, Araújo CGS. Validação do teste de exercício de 4 segundos em posição ortostática. *Arq Bras Cardiol*. 2004; 83 (2): 155-9.
 16. Nóbrega AC, Williamson JW, Araújo CGS, Friedman DB. Heart rate and blood pressure responses at the onset of dynamic exercise: effect of Valsalva manoeuvre. *Eur J Appl Physiol*. 1994; 68 (4): 336-40.
 17. Nóbrega ACL, Araújo CGS. Heart rate transient at the onset of active and passive dynamic exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1993; 25 (1): 37-41.
 18. Oliveira RB, Vianna LC, Ricardo DR, de Almeida MB, Araújo CGS. Influence of different respiratory maneuvers on exercise-induced cardiac vagal inhibition. *Eur J Appl Physiol*. 2006; 97 (5): 607-12.
 19. Mattioli GM, Araújo CGS. Association between initial and final transient heart rate responses in exercise testing. *Arq Bras Cardiol*. 2009; 93 (2): 133-8.
 20. Ricardo DR, de Almeida MB, Franklin BA, Araújo CGS. Initial and final exercise heart rate transients: influence of gender, aerobic fitness, and clinical status. *Chest*. 2005; 127 (1): 318-27.
 21. Teixeira FP, Castro CLB, Araújo CGS. Avaliando a atividade vagal cardíaca no eletrocardiograma convencional. *Arq Bras Cardiol*. 2007; 88: 373-8.
 22. Vianna LC, Oliveira RB, Silva BM, Ricardo DR, Araújo CGS. Water intake accelerates post-exercise cardiac vagal reactivation in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2008; 102 (3): 283-8.
 23. Knopfli BH, Bar-Or O. Vagal activity and airway response to ipratropium bromide before and after exercise in ambient and cold conditions in healthy cross-country runners. *Clin J Sport Med*. 1999; 9 (3): 170-6.
 24. Millar PJ, Macdonald MJ, Bray SR, McCartney N. Isometric handgrip exercise improves acute neurocardiac regulation. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 107 (5): 509-15.
 25. Araújo CGS, Castro CLB, Nóbrega ACL. Vagal activity: effect of age, sex and physical activity pattern. *Braz J Med Biol Res*. 1989; 22 (7): 909-11.
 26. Tolstrup J, Gronbaek M, Nordestgaard B. Myocardial infarction, biochemical risk factors, and alcohol dehydrogenase genotypes. *Circ Cardiovasc Genet*. 2009; 2 (5): 507-14.
 27. Le VV, Mitiku T, Sungar G, Myers J, Froelicher V. The blood pressure response to dynamic exercise testing: a systematic review. *Prog Cardiovasc Dis*. 2008; 51 (2): 135-60.
 28. Morrow K, Morris CK, Froelicher VF, Hideg A, Hunter D, Johnson E, et al. Prediction of cardiovascular death in men undergoing noninvasive evaluation for coronary artery disease. *Ann Intern Med*. 1993; 118 (9): 689-95.
 29. Palatini P. Exaggerated blood pressure response to exercise: pathophysiologic mechanisms and clinical relevance. *J Sports Med Phys Fitness*. 1998; 38 (1): 1-9.
 30. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002; 346 (11): 793-801.
 31. Nazar K, Kaciuba-Uscilko H, Ziemia W, Kryzstofiak H, Wojcik-Ziolkowska E, Niewiadomski W, et al. Physiological characteristics and hormonal profile of young normotensive men with exaggerated blood pressure response to exercise. *Clin Physiol*. 1997; 17 (1): 1-18.