

## Exercício Aeróbico e Coração: Discutindo Doses

### *Aerobic Exercise and The Heart: Discussing Doses*

Claudio Gil Soares de Araújo,<sup>1,2</sup> Claudia Lucia Barros de Castro,<sup>1,2</sup> João Felipe Franca,<sup>1</sup> Christina Grüne de Souza e Silva<sup>2</sup>

Clínica de Medicina do Exercício, CLINIMEX;<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ),<sup>2</sup>, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

As recentes empolgantes imagens dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos, Rio 2016, ficarão para sempre na mente de cada um de nós. Centenas de recordes mundiais, olímpicos, continentais e nacionais foram conquistados a partir da combinação de disciplina, resiliência, competitividade e superação. Superação em todos os sentidos - fruto de milhares de horas de treinamento, que resultaram em desempenhos aeróbicos excepcionais de atletas com coração poderoso e extremamente saudável.

O tema exercício aeróbico e coração nunca esteve tão em evidência. Sendo assim, na perspectiva de legado olímpico, é muito apropriado abordar a relação entre exercício aeróbico e coração nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia. Mais especificamente, é oportuno discutir a posologia ou a dosagem mais adequada de exercício para adultos no contexto da prevenção primária e secundária das doenças cardiovasculares. Sucintamente, esse ponto-de-vista pretende discutir e delimitar a faixa terapêutica da dose de exercício aeróbico para o coração e propor sugestões sobre como a dose pode ser individualizada em função de determinados critérios e objetivos.

### Considerações preliminares

Os animais livres sempre foram e serão seres fisicamente ativos, sendo o confinamento ou o sedentarismo condições antinaturais. O homem, tal como é conhecido hoje, foi capaz de partir de regiões centrais e, por seus próprios meios de locomoção (exercício), espalhar-se por longínquas áreas do planeta. Buscar alimento e água e fugir de predadores, da infância até a senilidade, sempre estiveram atrelados ao exercício. De fato, o sedentarismo é muito recente na história da humanidade.

Antes de discutir o tema exercício e coração, é apropriado conceituar alguns termos (quadro 1).<sup>1,2</sup> Dentre os vários termos, vale ressaltar a diferença entre atividade física e exercício. Enquanto ambos envolvem movimento e/ou contração muscular com gasto energético, no exercício

há intencionalidade de movimento (atividade física) de modo estruturado e repetitivo, objetivando a manutenção ou a otimização do condicionamento físico e/ou da saúde e/ou da estética corporal.<sup>1</sup>

Em relação à dose farmacológica, pode-se, geralmente, definir uma faixa terapêutica com limites mínimo e máximo objetivos. Para um dado indivíduo, é ainda possível caracterizar uma dose ótima com a melhor relação benefício/malefício. Na relação exercício aeróbico e coração, é também possível que exista algo similar; todavia, para melhor entender essa questão, vamos lançar mão de alguns exemplos extremos.

### Indo de um extremo ao outro

Em 1968, o *Dallas Bed Rest Study*<sup>3</sup> analisou os efeitos cardiovasculares da inatividade extrema. Cinco jovens saudáveis ficaram 21 dias acamados, e ao final desse período observou-se uma redução de 30% no VO<sub>2</sub>max (consumo máximo de oxigênio), sendo necessários 60 dias de treinamento para recuperar as condições pré-internação. Essa perda de 30% foi maior do que a redução “fisiológica” do envelhecimento observada em uma reavaliação feita 30 anos depois.<sup>4</sup>

Em outubro de 2016, duas fantásticas proezas aeróbicas foram realizadas. Nos Estados Unidos, Pete Kostelnick correu de São Francisco a Nova Iorque ( $\pm 5$  mil km), com uma média de 110 km/dia em diferentes altitudes. (<http://www.petesfeetaa.com/>).<sup>5</sup> Na Inglaterra, Ben Smith gastou mais de 2,5 milhões de calorias para completar 401 maratonas (42,195 km) em 401 dias ( $\pm 17$  mil km) (<http://www.the401challenge.co.uk/>).<sup>6</sup> Esses dois integram o crescente contingente de ultra corredores - >60 mil americanos em 2013 (<https://www.ultrarunning.com/featured/which-state-has-the-most-ultrarunning-finishers-as-percentage-of-population/>)<sup>7</sup> -, isto é, aqueles que participam de provas (a maioria delas em terrenos acidentados ou *off-road*) com distâncias superiores a da maratona e, em geral, acima de 50 milhas (80 km). Esses ultra corredores compõem um grupo avançado e diferenciado, quando comparados ao mais de meio milhão de americanos que completam, a cada ano, uma maratona.

Os dois parágrafos acima ilustram os extremos entre o “quase zero” de atividade física e exercício (repouso no leito) e o correr várias horas em dias consecutivos por períodos longos de tempo, sem um dia sequer de descanso. Isso demonstra, objetivamente, como a dose de exercício é, na realidade, extremamente ampla e muito mais elástica do que a de qualquer fármaco de ação cardiovascular, e exemplifica, também, a tolerância cardíaca de determinados indivíduos a enormes doses de exercício aeróbico.

### Palavras-chave

Doenças Cardiovasculares; Exercício; Prevenção; Corrida, Longevidade.

Correspondência: Claudio Gil Soares de Araújo •

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

E-mail: cgaraujo@iis.com.br

Artigo recebido em 18/10/2016; revisado em 01/11/2016; aceito em 01/11/2016.

DOI: 10.5935/abc.20170020

**Quadro 1 – Principais conceitos e termos relevantes para a análise das recomendações de dose aeróbica para o coração**

Aptidão física	capacidade de realizar diferentes formas de atividades e exercícios físicos esperados para seu grupo etário, sexo e dimensões físicas, favorecendo a manutenção da saúde, a sobrevivência e a adequada funcionalidade dos indivíduos no meio ambiente em que vivem; pode ser dividida em componentes aeróbico e não aeróbico (força/potência muscular, flexibilidade, equilíbrio e composição corporal).
Atividade física	qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que resulte em gasto energético.
Exercício físico	é a atividade física estruturada e repetitiva, tendo como propósito a manutenção ou a otimização do condicionamento físico e/ou da estética corporal e/ou da saúde.
Esporte	são exercícios físicos de demanda energética variável, que envolvem regras e competições.
Sedentarismo	é a condição na qual há completa ausência de exercício físico regular e de atividade física frequente, que envolva gasto energético apreciável (>2 a 3 vezes o valor de repouso), seja de natureza laborativa ou para transporte pessoal ou para lazer
Exercitante	é a denominação que pode ser dada ao indivíduo que se exercita, isso é, que está fazendo ou que faz exercício físico.
Atleta	é aquele que atende simultaneamente os seguintes critérios: a) treinar esportes para melhorar desempenho, b) participar ativamente de competições desportivas, c) estar formalmente registrado em federações desportivas e d) ter o treinamento e a competição desportiva como seu principal foco de interesse ou forma de vida.
VO <sub>2</sub> máximo	potência aeróbica máxima ou consumo máximo de oxigênio ou, simplesmente, condição aeróbica, reflete a maior quantidade de oxigênio que o indivíduo consegue consumir em um minuto de um exercício que envolva grandes massas ou grupos musculares; pode ser expresso em L.min <sup>-1</sup> ou, idealmente, relativizado pelo peso corporal e expresso em mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> .
Volume de exercício aeróbico (horas/semana)	é o número de horas (ou frações de horas) semanais de exercício aeróbico; equivale ao produto do número de sessões semanais pela duração média das sessões medida em horas.
Intensidade do exercício	expressa como gasto calórico do exercício em relação ao valor de repouso (1 MET); intensidade aeróbica (METs) é, frequentemente, expressa por adjetivos – baixa (leve), média (moderada), alta (vigorosa) – em função do % do VO <sub>2</sub> máximo do próprio indivíduo. Considera-se intensidade baixa até 30% do VO <sub>2</sub> máximo, média de 30 a 60 ou 70 % do VO <sub>2</sub> máximo (ou limiar anaeróbico) e alta, acima desse patamar. Em termos simplistas, é possível supor que a intensidade aeróbica é alta quando não é possível manter uma conversação normal, e/ou quando essa intensidade não pode ser mantida no mesmo patamar por um período muito maior de tempo.
Dose aeróbica de exercício (METs-h/semana)	é o produto da média da intensidade das sessões de exercícios pela respectiva duração em horas ao longo de uma semana.

**Discutindo doses: mínima, ótima e máxima**

Há inúmeras evidências epidemiológicas que exercício aeróbico regular e alta capacidade funcional e/ou condição aeróbica (VO<sub>2</sub>max) são associados a melhor saúde e longevidade, enquanto, com o sedentarismo, ocorre o reverso.<sup>8</sup> De fato, o VO<sub>2</sub>max obtido (idealmente por medida direta com análise de gases expirados) em um teste de exercício incremental e verdadeiramente máximo é um excelente indicador de saúde<sup>9</sup> e tem sido, recentemente, sugerido como um sinal vital.<sup>10</sup>

Ainda mais relevante, o VO<sub>2</sub>max estima o prognóstico para mortalidade por todas as causas melhor do que qualquer outro marcador biológico, incluindo os perfis glicídico/lipídico e os marcadores inflamatórios. Por exemplo, dados de Myers et al.<sup>11</sup> indicam que, para cada 1 MET a mais na condição aeróbica, há uma redução de 12% na mortalidade por todas as causas, de modo que, a diferença no risco entre dois indivíduos de meia-idade com 50% e 100% do VO<sub>2</sub>max previsto (idade e sexo) pode chegar a quase cinco vezes, ou seja, respectivamente, algo como 1% versus 5%/ano. Ainda, em um exemplo recente vindo da Finlândia, Laukkanen et al.<sup>12</sup> verificaram que em homens saudáveis de 50 anos de idade, que após 11 anos de seguimento aumentavam a condição aeróbica (medida direta) em 1 MET, o risco de mortalidade diminuía cinco vezes, quando comparado aos que mantinham a condição aeróbica, e em até 20 vezes, quando contrastado com aqueles que tinham o VO<sub>2</sub>max reduzido em 4 ou 5 METs no mesmo período de tempo. Dessa

forma, ter um VO<sub>2</sub>max igual ou acima do previsto (idade/sexo) deve-se tornar uma meta nas prevenções primária e secundária das doenças cardiovasculares.

Na caracterização da dose de exercício é apropriado ter uma unidade de medida. Enquanto há várias unidades propostas na literatura, uma bastante conveniente é a METs-h/semana, que consiste em multiplicar o número de horas de exercício, em uma dada semana, pela sua intensidade média em METs. Assim, considerando que o caminhar rápido (6 km/h) e que o correr lento (8 km/h) demandam, respectivamente, 4 e 8 METs, temos que: se o indivíduo cumprir a “dose recomendada” na maioria das diretrizes e caminhar rápido por 30 minutos 5x/semana (150 minutos ou 2 horas e meia/semana) ou correr lento por 25 minutos 3x/semana (total de 75 minutos ou 1,25 horas/semana), a dose de exercício será a mesma nos dois exemplos – 2,5x4 ou 1,25x8 -, isto é, ± 10 METs-h/semana.

Dois artigos de 2015 trouxeram contribuições relevantes quanto à relação entre mortalidade por todas as causas e dose de exercício, considerando, separadamente, volume e intensidade relativa do exercício. Arem et al.<sup>13</sup> identificaram que uma máxima redução da mortalidade foi obtida com uma dose de exercício aeróbico correspondente a 3 a 5x a dose mínima preconizada nas diretrizes, ou seja, algo entre 20 a 50 METs-h/semana (correr 2 a 5 horas/semana a 10 km/h) e que até uma dose bem alta de 75-100 METs-h/semana (8 a 12 horas de corrida semanais) mantinha os benefícios de redução de mortalidade. Já Gebel

et al.<sup>14</sup> mostraram que, para uma dada duração semanal de exercício, os benefícios eram maiores quando, em pelo menos 30% da duração, o exercício aeróbico era realizado em alta intensidade. Na realidade, essas duas importantes informações podem ser conjugadas em direção à definição de uma dose ótima e também para caracterizar o que se poderia denominar de exercitante extremo, isto é, aquele que excede 100 METs-h/semana por longos períodos de tempo, sobre o qual a literatura ainda é escassa. Sendo assim, pode-se propor, em princípio, que a faixa terapêutica da dose de exercício aeróbico situa-se entre algo como 7,5 a 100 METs-h/semana.

A nosso ver, a questão da dose de exercício aeróbico deve ser individualizada em função dos objetivos a serem alcançados. A única forma conhecida de aumentar o  $\text{VO}_2\text{max}$ , independentemente do nível atual, é incrementando a dose de exercício aeróbico. Então, se há um objetivo clínico de aumentar o  $\text{VO}_2\text{max}$  para reduzir a taxa futura de mortalidade, ou para algum objetivo desportivo do indivíduo, pode-se definir a dose ótima como aquela capaz de proporcionar os ganhos desejados dentro de um período de tempo pré-estabelecido. Por outro lado, se o objetivo for apenas manter um já excelente  $\text{VO}_2\text{max}$  (> 120% do previsto para idade e sexo), a dose ótima de exercício aeróbico poderá ser aquela capaz de assegurar a manutenção dessa condição aeróbica privilegiada, atendendo aos ajustes cíclicos preconizados pela ciência do treinamento físico. O quadro 2 apresenta recomendações de dose aeróbica e de periodicidade de reavaliações, considerando uma classificação fundamentada em %  $\text{VO}_2\text{max}$  previsto obtido na avaliação e no padrão atual de exercício.

### Exagerando no exercício?

Em 1899, Williams & Arnold<sup>15</sup> fizeram uma detalhada avaliação médica pré e na hora seguinte à chegada de concluintes da maratona de Boston (tempo do vencedor = 2h54min), tendo concluído que a participação na maratona não parece ter acarretado danos importantes ao sistema cardiovascular desses jovens saudáveis. Após mais de 110 anos dessa rica descrição, acumularam-se muitas evidências positivas da saúde cardíaca de atletas e exercitantes como, por exemplo, a observação de que atletas que participam de provas desportivas mais longas<sup>16</sup> e adultos fisicamente ativos tendem a ser mais longevos,<sup>17</sup> assim como, a informação de que óbitos são muito raros em meias-maratonas e maratonas, com taxa inferior a 1/100 mil participantes.<sup>18</sup> Nesse contexto, é interessante comentar o caso de Alexandre Ribeiro, que venceu seis vezes o *Ultraman* e acumulava, aos 47 anos de idade, 50 mil horas de treinamento aeróbico, em uma dose típica de 250 METs-h/semana. Após extensa avaliação cardiológica, funcional e com imagens, o único achado a comentar foi um discreto aumento do volume do átrio esquerdo pela ressonância magnética.<sup>19</sup>

Por outro lado, alguns dados de estudos observacionais sugerem que parece haver um aumento da probabilidade de desenvolver fibrilação atrial,<sup>20</sup> de aumentar a calcificação de artérias coronárias e de apresentar realce tardio ou outras anormalidades em exames de imagem cardíaca.<sup>21</sup> Contudo, ao melhor do conhecimento atual, o significado clínico desses achados “anormais” de imagens ainda é desconhecido.<sup>21</sup> Nesse contexto, futuros estudos envolvendo grandes amostras de ultra corredores e/ou exercitantes por mais de 40 anos poderão

contribuir para uma melhor compreensão da real relação causa-efeito entre dose aeróbica de exercício e benefícios ou malefícios e/ou desfechos cardíacos desfavoráveis. O fato é que, no estado atual da arte, sabe-se com certeza que doses bem baixas de exercício aeróbico já resultam benefícios, enquanto se desconhece o limite superior da dose terapêutica de exercício aeróbico. Isto é, do ponto de vista médico, não há evidências que fundamentem uma hipótese de exagero no exercício.<sup>22</sup>

### Contextualizando em termos de saúde pública

Dados mundiais recentes sinalizam que cerca de cinco milhões de mortes anuais (quase 10% do total de óbitos não violentos) são devidas ao sedentarismo. Em adendo, estima-se que os prejuízos anuais em todo o mundo com relação aos níveis baixos de atividade física/exercício superam os 67 bilhões de dólares.<sup>23</sup> No Brasil, dados governamentais sugerem que dezenas de milhões de brasileiros – quase a metade da população adulta - não se exercitam o suficiente. No outro extremo, empiricamente, pode-se estimar que, incluindo atletas e exercitantes, bem menos de dez mil indivíduos fazem treinos aeróbicos intensos, regulares e por períodos prolongados por mais de 10 horas semanais ou 100 METs-h/semana. Ou seja, para cada um exercitante “extremo” há aproximadamente 5 a 10 mil sedentários. Fica assim óbvio, que a questão de um raro e improvável excesso teórico de exercício para o coração não é prioridade em termos de saúde pública.

Então, a prioridade para o cardiologista deve ser reduzir ou zerar o sedentarismo e estimular o aumento da dose de exercício da população em geral conseguindo, assim, uma melhoria da condição aeróbica e, conseqüentemente, uma maior expectativa de vida, tendo ainda os bônus adicionais de uma ampla gama de efeitos fisiológicos benéficos. Por outro lado, no caso daqueles raros exercitantes “extremos”, pode-se sugerir que devam ser acompanhados por profissionais qualificados em lidar com as questões de saúde e de treinamento próprias desse perfil de desempenho, enquanto são obtidas novas evidências e serão conhecidos os resultados dessa dose “extrema” de exercício aeróbico sobre o coração pela análise futura da coorte de 1200 ultra corredores.<sup>24</sup>

### Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa, Redação do manuscrito e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Araújo CGS, Castro CLB, Franca JF, Souza e Silva CG.

### Potencial conflito de interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq e FAPERJ.

### Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

**Quadro 2 – Recomendações da dose aeróbica de exercício para adultos baseadas em: % do VO<sub>2</sub> máximo previsto obtido na avaliação e padrão atual de exercício**

%VO <sub>2</sub> máximo previsto (ajustado para idade e sexo) obtido na avaliação*	Padrão atual de exercício	Dose aeróbica	Detalhamento das recomendações: sugestões práticas**	Periodicidade das reavaliações aeróbicas***
> 120%	regular	manter	Avaliar de acordo com objetivos clínicos e/ou desportivos	Eletiva
	irregular	ajustar	Tornar regular (mínimo de 3x/semana); considerar variar modalidades e/ou dose por sessão de exercício; intensidade deve ser alta, pelo menos eventualmente.	Bianual
100 a 120%	regular	manter	Avaliar de acordo com objetivos clínicos e/ou desportivos.	Bianual
	irregular	ajustar	Tornar regular (mínimo de 3x/semana); aumentar % alta intensidade na sessão de exercício.	Anual
80 a 99%	regular	aumentar	+1 dia/semana ou >20% duração total, ou aumentar intensidade média da sessão de exercício.	Anual
	irregular	aumentar	Tornar regular (mínimo de 4x/semana); aumentar % alta intensidade na sessão de exercício.	Anual
	nenhum ou quase nenhum	iniciar/aumentar	3-4x/semana 20 a 40 min; aumentar inicial/ duração e depois intensidade média; aumentar intensidade média; estimular treinamento intervalado e variar modalidades aeróbicas.	Semestral
60 a 79%	regular	aumentar	+2 dias/semana ou >20% duração total e aumentar intensidade média; aumentar intensidade média; estimular treinamento intervalado e variar modalidades aeróbicas.	Semestral
	irregular	aumentar	Tornar regular (mínimo de 4x/semana); aumentar simultaneamente volume e % alta intensidade.	Semestral
	nenhum ou quase nenhum	iniciar/aumentar	4 a 6x/semana 15 a 45 min; aumentar inicial/ duração e após alcançar 150 min/semana aumentar também a intensidade média da sessão de exercício; considerar variar modalidades aeróbicas.	Semestral
< 60%	regular	aumentar	Tornar praticamente diário ou >30% duração total e aumentar intensidade média; estimular treinamento intervalado e variar modalidades aeróbicas.	Semestral
	irregular	aumentar	Tornar regular (mínimo de 4x/semana); aumentar significativamente volume e % alta intensidade.	Semestral
	nenhum ou quase nenhum	iniciar/aumentar	4a7x/semana 10 a 50 min (possível fazer 2 sessões diárias de 10-15 min); aumentar inicial/ duração, e após alcançar 150 min/semana aumentar, também, a intensidade média da sessão de exercício; considerar variar modalidades aeróbicas.	Trimestral ou Semestral

\* preferencialmente realizada com teste de exercício máximo (idealmente medida direta); razões clínicas ou desportivas podem determinar necessidade de reavaliação a qualquer momento.

\*\* se há objetivos clínicos ou desportivos ainda a serem alcançados, a dose de exercício deverá ser aumentada consoante com o objetivo a ser contemplado; por outro lado, em caso de restrições clínicas, pode ser conveniente reduzir a dose, especialmente quando o exercício não vier a ser realizado em sessões de programas de exercício com supervisão médica.

\*\*\* a sugestão de periodicidade das avaliações é específica para VO<sub>2</sub> máximo; critérios clínicos ou outros objetivos podem determinar periodicidades distintas.

## Referências

- Araújo CG. Componentes aeróbico e não-aeróbicos da aptidão física: fatores de risco para mortalidade por todas as causas. *Revista Factores Risco*. 2015;35(1-3):36-42.
- Araujo CG, Scharhag J. Athlete: a working definition for medical and health sciences research. *Scand J Med Sci Sports*. 2016;26(1):4-7.
- Saltin B, Blomqvist G, Mitchell JH, Johnson RL Jr, Wildenthal K, Chapman CB. Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation*. 1968;38(5 Suppl):VII1-78.
- McGuire DK, Levine BD, Williamson JW, Snell PG, Blomqvist CG, Saltin B, et al. A 30-year follow-up of the Dallas Bedrest and Training Study: I. Effect of age on the cardiovascular response to exercise. *Circulation*. 2001;104(12):1350-7.
- Petes's Feet Across America [internet]. [Access in 2016 Nov 10]. Available from: <http://www.petesfeetaa.com/>
- The 401 challenge. [internet]. [Access in 2016 Nov 10]. Available from: <http://www.the401challenge.co.uk/>
- Ultrarunning: live long. [internet]. [Access in 2016 Nov 10]. Available from: <https://www.ultrarunning.com/featured/which-state-has-the-most-ultrarunning-finishers-as-percentage-of-population/>
- Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med*. 2009;43(1):1-2.

## Ponto de Vista

9. Araújo CG, Herdy AH, Stein R. Maximum oxygen consumption measurement: valuable biological marker in health and in sickness. *Arq Bras Cardiol.* 2013;100(4):e51-e3.
10. Despres JP. Physical activity, sedentary behaviours, and cardiovascular health: when will cardiorespiratory fitness become a vital sign? *Can J Cardiol.* 2016;32(4):505-13.
11. 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.
12. Laukkanen JA, Zaccardi F, Khan H, Kurl S, Jae SY, Rauramaa R. Long-term change in cardiorespiratory fitness and all-cause mortality: a population-based follow-up study. *Mayo Clin Proc.* 2016;91(9):1183-8.
13. Arem H, Moore SC, Patel A, Hartge P, Berrington de Gonzalez A, Viswanathan K, et al. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. *JAMA Intern Med.* 2015;175(6):959-67.
14. Gebel K, Ding D, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Bauman AE. Effect of moderate to vigorous physical activity on all-cause mortality in middle-aged and older Australians. *JAMA Intern Med.* 2015;175(6):970-7.
15. Williams H, Arnold HD. The effects of violent and prolonged muscular exercise upon the heart. *Trans Amer Clin Climatol.* 1899;15:267-85.
16. Ruiz JR, Fiuza-Luces C, Garatachea N, Lucia A. Reduced mortality in former elite endurance athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(6):1046-9.
17. Paffenbarger RS, Jr., Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med.* 1986;314(10):605-13.
18. Kim JH, Malhotra R, Chiampas G, d'Hemecourt P, Troyanos C, Cianca J, et al; Race Associated Cardiac Arrest Event Registry (RACER) Study Group. Cardiac arrest during long-distance running races. *N Engl J Med.* 2012;366(2):130-40.
19. de Araujo CG, Belém L, Gottlieb I. A six-time Ultraman winner and a normal heart: a case report. *SAGE Open Medical Case Reports.* 2014;2:2050313X14522439.
20. Sorokin AV, Araujo CGS, Zweibel S, Thompson PD. Atrial fibrillation in endurance-trained athletes. *Brit J Sports Med.* 2011;45(3):185-8.
21. La Gerche A, Baggish AL, Knuuti J, Prior DL, Sharma S, Heidbuchel H, et al. Cardiac imaging and stress testing asymptomatic athletes to identify those at risk of sudden cardiac death. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2013;6(9):993-1007.
22. Eijsvogels TM, George KP, Thompson PD. Cardiovascular benefits and risks across the physical activity continuum. *Curr Opin Cardiol.* 2016;31(5):566-71.
23. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, van Mechelen W, et al; Physical Activity Series 2 Executive Committee. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet.* 2016;388(10051):1311-24.
24. Hoffman MD, Krishnan E. Health and exercise-related medical issues among 1,212 ultramarathon runners: baseline findings from the Ultrarunners Longitudinal TRacking (ULTRA) Study. *PLoS One.* 2014;9(1):e83867.