

ASSOCIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA EM CORREDORES DE RUA

Gustavo Waclawovsky¹, Letícia Ruas da Silva^{1,2}
 Ana Marengo^{1,2}, Diego Vidaletti¹
 Rodrigo Ferrari², Alexandre Machado Lehn^{1,2}

RESUMO

Evidências demonstram que a idade, o gênero, a composição corporal e os níveis nutricionais podem influenciar na aptidão cardiorrespiratória do indivíduo. Contudo, a relação entre essas variáveis e a capacidade cardiorrespiratória máxima (VO_2 máx) de corredores de longa distância ainda é pouco explorada. Assim, nós objetivamos analisar a relação entre composição corporal, aspectos nutricionais e gênero com o VO_2 máx de corredores de longa distância. Realizamos um estudo transversal com 28 praticantes de corrida de rua (14 mulheres e 14 homens; $38,2 \pm 9,5$ anos de idade). Foi utilizado o teste ergoespirométrico em esteira rolante para mensuração do VO_2 máx e frequência cardíaca máxima (FCmáx). A gordura relativa (%G) foi mensurada por sete dobras cutâneas. Foi aplicado recordatório alimentar de 24h para verificar o consumo alimentar dos participantes. Teste t ou Wilcoxon para amostras independentes, ANOVA de medidas repetidas (*post-hoc* de Bonferroni) e correlação de Pearson foram utilizados para análise estatística ($p < 0,05$). O VO_2 máx foi menor e o %G foi maior no grupo feminino *versus* o masculino ($p < 0,001$ para ambas comparações). O VO_2 máx correlacionou-se inversamente com o %G ($r = -0,655$; $p < 0,001$) e com o somatório de sete dobras cutâneas ($r = -0,599$; $p = 0,001$). Aumento da idade dos atletas se correlacionou positivamente com o %G ($r = 0,401$; $p = 0,047$), mas não com o VO_2 máx. Estratificado por gênero, as correlações se mantiveram apenas para o grupo masculino. Concluímos que a gordura relativa influencia inversamente no VO_2 máx somente para o gênero masculino. Independente do gênero, o volume total e semanal de treinamento parece não interferir no VO_2 máx e nos níveis de gordura relativa.

Palavras-chave: Composição corporal. Gordura relativa. Consumo de oxigênio. Corrida de rua.

ABSTRACT

Association of body composition and cardiorespiratory capacity and body composition in long-distance runners

Evidences show that age, gender, body composition and nutritional status have an influence on cardiorespiratory fitness. However, the relationship between these variables and maximal cardiorespiratory capacity (VO_2 max) in long-distance runners has not yet been explored. Thus, we aimed to examine the relationship between body composition, nutritional characteristics and gender and VO_2 max in long-distance runners. We conducted a cross-sectional study with 28 runners (14 females and 14 males, 38.2 ± 9.5 years old). The participants were evaluated using an ergospirometry test performed on a treadmill for measuring VO_2 max and maximal heart rate (HRmax). Measurements were taken of seven skinfolds to estimate relative body fat (%BF). A 24-hour food recall was applied to assess food intake. We performed t-test, Wilcoxon test and repeated-measures ANOVA (Bonferroni *post-hoc*) to analyze independent samples as well as Pearson's correlation in the statistical analyses ($p < 0.05$). We found lower VO_2 max and higher %BF in female runners compared to their male counterparts ($p < 0.001$ for both comparisons). VO_2 max was inversely correlated with %BF ($r = -0.655$, $p < 0.001$) and the sum of seven skinfolds ($r = -0.599$; $p = 0.001$). Increasing age was positively correlated with %BF ($r = 0.401$; $p = 0.047$), but not with VO_2 max. After stratifying by gender, the correlations remained unchanged only in male runners. Relative body fat inversely influences VO_2 max only in male runners. For both female and male runners, total and weekly training volume does not appear to interfere with VO_2 max and relative body fat.

Key words: Body composition. Relative body fat. Cardiorespiratory capacity. Long-distance runners.

INTRODUÇÃO

O treinamento aeróbico é apontado como um importante parâmetro na promoção da saúde dos indivíduos (Garber e colaboradores, 2011) determinado pela melhora os níveis de pressão arterial (Cornelissen e Smart, 2013), composição corporal (Verheggen e colaboradores, 2016), perfil lipídico (Lin e colaboradores, 2015) e função endotelial (Ashor e colaboradores, 2015).

A partir dessas evidências, o nível de atividade física da população brasileira vem aumentando ao longo dos últimos anos (VIGITEL, 2011).

Dentre as principais modalidades de exercício praticado pela população, as corridas de rua vêm ganhado destaque, especialmente pela facilidade de sua prática (Nettleton e Hardey, 2006).

Essa modalidade apresenta uma forte dependência da aptidão cardiorrespiratória (consumo máximo de oxigênio – VO_2 máx) de seus praticantes (Noakes e colaboradores, 1990).

Diferentes fatores podem modificar o transporte e/ou a utilização do oxigênio pela musculatura, influenciando diretamente no VO_2 máx. Neste sentido, evidências têm demonstrado que a idade, o gênero, a composição corporal e os níveis nutricionais podem ser determinantes para o VO_2 máx (Ogawa e colaboradores, 1992; Skinner e colaboradores, 2001).

As mulheres tendem a apresentar valores de VO_2 máx que oscilam entre 15 a 30% mais baixo em relação aos valores descritos para os homens. O maior volume muscular e menor nível de gordura corporal relativa em atletas homens pode determinar vantagens sobre as mulheres em relação ao VO_2 máx, por consequência do maior número de capilares, maior fluxo sanguíneo local e elevada demanda energética (Koga e colaboradores, 2014) que esse perfil de composição corporal pode determinar (Hogstrom e colaboradores, 2012; Nevill e colaboradores, 2004).

Neste sentido, estudos são desenvolvidos com objetivo que tentam esclarecer melhor os fatores que influenciam o VO_2 máx, principalmente em praticantes de corrida de rua (Arrese e Ostariz, 2006; Ubago-Guisado e colaboradores, 2016).

Embora as adaptações relativas ao nível de treinamento físico sejam discutíveis e possam atenuar estas diferenças, as informações ainda são divergentes e com detalhes particulares, levando à necessidade de maiores esclarecimentos.

Assim, nosso objetivo foi analisar a relação entre composição corporal, aspectos nutricionais e gênero com o consumo máximo de oxigênio entre corredores de longa distância.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, que avaliou 28 indivíduos, 14 masculino (M) e 14 feminino (F), com idade entre 20 e 50 anos e praticantes de corrida de rua.

O estudo foi desenvolvido conforme a Declaração de Helsinki e foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia (Protocolo #417492), em conformidade com a resolução 466/12. Todos os indivíduos leram e assinaram o consentimento informado antes da participação no estudo.

A amostra foi selecionada a partir de indivíduos com volume de treinamento acima de 3 horas semanais e tempo de prática desta modalidade maior ou igual há 24 meses. As provas que as atletas participavam à entrada do estudo são: 10 km (n=2), 21 km (n=6), 42 km (n=6).

Por sua vez, as provas dos atletas são: 10 km (n=3), 21 km (n=5), 42 km (n=3) e acima de 42 km (n=3).

Foram excluídos, participantes com lesão musculoesquelética que comprometesse o teste ergoespirométrico, com histórico de doença cardíaca ou metabólica, em uso de medicação ou substância ilícita (*doping*) autodeclarada ou com interrupção da rotina de treinamento por mais de 30 dias ao longo dos últimos dois meses.

Avaliação antropométrica

Para avaliação antropométrica, foram realizadas aferições de estatura, massa corporal total (MCT), circunferência da cintura (CC) e dobras cutâneas. Para verificar a MCT dos participantes, foi utilizada uma balança digital (Fillizola®, Balança Antropométrica Digital Adulto com régua PL 200, São Paulo,

Brasil) com sensibilidade de 100 g e com capacidade máxima de 200 kg.

A estatura foi mensurada a partir de um estadiômetro fixo (Fillizola®, Balança Antropométrica Digital Adulto com régua PL 200, São Paulo, Brasil) com sensibilidade de 1 mm e capacidade máxima de 2,20 m. A CC foi mensurada no menor ponto entre a última costela flutuante e a crista ilíaca com uma fita antropométrica (Cescorf®, Porto Alegre, Brasil) com capacidade máxima de 2 m e sensibilidade de 0,1 cm. Como critério de risco cardiovascular partindo da CC, foi adotado o critério da Organização Mundial da Saúde (OMS) (Consultation, 2008).

O índice de massa corporal (IMC) também foi calculado (MCT [kg]/estatura [m]²) e classificado de acordo com a OMS (WHO, 2000). Os dados de MCT, estatura e CC foram coletados com os participantes em posição ortostática.

Um plicômetro clínico (Cescorf®, modelo Innovare, Porto Alegre, Brasil) com sensibilidade de 1 mm e capacidade máxima de 80 mm foi utilizado para mensurar no lado direito do corpo, em triplicata e, em forma de rodízio, sete dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tríceps, subescapular, crista ilíaca, abdômen e coxa). Para calcular a densidade corporal (DC) dos participantes foi utilizada a equação generalizada de Jackson e Pollok (Heyward, 1996).

Para a conversão da DC em gordura relativa (%G) foi utilizada a equação de Siri (Heyward, 1996). A soma em milímetros das sete dobras cutâneas também foi utilizada para expressar a adiposidade dos participantes (Knechtle e colaboradores, 2010).

Todas as mensurações foram realizadas por um pesquisador experiente e seguindo as recomendações da Sociedade Internacional para o avanço da Cineantropometria (International Society for the Advancement of Kinanthropometry - ISAK) (Stewart e colaboradores, 2011). Foi adotado o valor da mediana e aceito uma diferença entre os valores de 10% para dobras cutâneas e 2% para os diâmetros ósseos e as circunferências.

Consumo alimentar

Os dados de consumo alimentar dos participantes foram coletados utilizando um

inquérito alimentar recordatório de 24h (R24h) colhidos em três dias aleatórios da semana, incluindo um dia no final de semana (Tormen e colaboradores, 2012).

Após o esclarecimento de uma nutricionista sobre o correto preenchimento do R24h, todos os participantes foram orientados a preenchê-lo em suas residências.

Os cálculos de ingestão alimentar foram realizados com auxílio do Programa de Apoio à Nutrição NutWin® versão 1.5. A adequação da ingestão de micronutrientes foi realizada de acordo com as recomendações da Dietary Reference Intakes (Otten e colaboradores, 2006).

Em particular, para o ferro (Fe), vitamina C e vitamina B12 as recomendações foram baseadas pela Estimated Average Requirement. A adequação de macronutrientes foi realizada de acordo com a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (Rodrigues e colaboradores, 2009).

Consumo máximo de oxigênio

O VO₂ máx, a produção de dióxido de carbono (VCO₂) e a ventilação pulmonar (VE) foram obtidos por teste ergoespirométrico com a utilização de esteira rolante modelo ATL 10200 (Inbramed®, Porto Alegre, Brasil).

Para a coleta dos gases foi utilizado o VO2000 (Inbramed®, Porto Alegre, Brasil).

O monitoramento da frequência cardíaca foi realizado constantemente por cardiotaquímetro Polar modelo S610 (Polar®, ElectroOy, Helsinki, Finland). A percepção subjetiva de esforço (Borg, pontuação 6-20) e a pressão arterial (esfigmomanômetro aneróide) foram verificadas a cada mudança de estágio do protocolo de Bruce (Ghorayeb e colaboradores, 2013).

Antes dos testes, os indivíduos passaram por uma sessão de familiarização com o protocolo e bocal, utilizado para a coleta dos gases.

Anteriormente ao teste, foi mensurada a pressão arterial e frequência cardíaca de repouso. O teste foi iniciado após o indivíduo apresentar uma taxa de troca respiratória (RER) com valor abaixo de 0,95. O teste seguiu as recomendações para testes ergométricos da Sociedade Brasileira de Cardiologia (Meneghelo e colaboradores, 2010) e foi interrompido com a exaustão voluntária do indivíduo. Após a execução do

protocolo os indivíduos realizaram exercícios de volta à calma e de alongamento para membros inferiores.

Foi adotado, como VO₂máx, o maior valor entre VO₂ pico e VO₂ máx [ultrapassar a frequência cardíaca máxima (FCmáx) predita pela idade, RER maior que 1,0 e incremento do estágio do protocolo sem aumento do consumo de oxigênio.

Estatística

Os dados foram analisados quanto a sua normalidade por Shapiro-Wilk. Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão e intervalo de confiança (95%).

As diferenças entre os grupos foram avaliadas por Teste t de Student (dados paramétricos) ou Wilcoxon (dados não-paramétricos).

As correlações foram analisadas através do método de Pearson. Em os testes foi utilizado nível de significância de 5% (p<0,05).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características dos 28 atletas estudados. A massa corporal total (p<0,001) e a estatura (p<0,001) foram maiores no grupo de atletas masculino.

O IMC também se mostrou mais elevado (p=0,012) no grupo M – embora ambos os IMCs estejam dentro dos padrões eutróficos.

Ainda, o grupo M mostrou menor adiposidade relativa em relação ao grupo F (p<0,001). Interessantemente, a soma das dobras cutâneas (mm) não demonstrou qualquer diferença entre os grupos.

Em relação à ingestão alimentar, não foram observadas diferenças na quantidade de lipídeos e proteínas.

No entanto, é consumido maior quantidade de carboidrato na alimentação habitual do grupo M (p=0,028), se comparada ao grupo F. Em relação à ingestão de Fe, vitamina C e B12, os grupos apresentaram os mesmos padrões de alimentação.

Tabela 1 - Características dos Indivíduos por Gênero.

	Feminino (n=14) Média ± DP (IC 95%)	Masculino (n=14) Média ± DP (IC 95%)	p-valor
Idade (anos)	38,9 ± 8,7 (33,7 – 44,2)	37,6 ± 10,5 (31,6 – 43,7)	0,734 ^T
Massa corporal (kg)	58,4 ± 7,2 (54,0 – 62,7)	74,7 ± 11,2 (68,2 – 81,1)	<0,001 ^{T*}
Estatura (cm)	165 ± 6 (160 – 169)	175 ± 6 (170 – 178)	<0,001 ^{T*}
IMC (kg/m ²)	21,4 ± 2,4 (19,8 – 22,9)	24,5 ± 3,4 (22,6 – 26,5)	0,012 ^{T*}
% Gordura	18,9 ± 4,9 (16,1 – 21,8)	11,4 ± 4,9 (8,6 – 14,3)	<0,001 ^{T*}
Σ 7 dobras (mm)	94,6 ± 27,5 (80,5 – 112,9)	79,5 ± 34,5 (59,6 – 99,5)	0,236 ^T
% CHO	44,6 ± 10,4 (37,6 – 51,1)	54,1 ± 9,6 (48,0 – 60,2)	0,028 ^{T*}
% LIP	31,8 ± 9,8 (25,6 – 38,1)	24,8 ± 7,1 (20,3 – 29,3)	0,057 ^T
PTN (g.kg ⁻¹)	2,1 ± 0,5 (1,8 – 2,5)	2,0 ± 1,2 (1,2 – 2,8)	0,740 ^T
Fe (g)	11,3 ± 3,7 (8,9 – 13,7)	14,9 ± 7,7 (9,9 – 19,7)	0,171 ^T
Vitamina C (g)	183,6 ± 84,9 (129,6 – 237,6)	231,1 ± 245,2 (75,3 – 386,9)	0,442 ^W
Vitamina B12 (g)	3,0 ± 1,7 (1,9 – 4,1)	3,7 ± 2,3 (2,2 – 5,1)	0,398 ^T
Tempo de treinamento (anos)	7,5 ± 6,8 (3,5 – 11,6)	5,2 ± 3,0 (3,5 – 7,0)	0,573 ^W
Tempo de treino semanal (horas)	7,3 ± 3,0 (5,4 – 9,1)	8,5 ± 5,0 (5,6 – 11,4)	0,679 ^W

Legenda: IMC: índice de massa corpórea, CHO: carboidratos, LIP: lipídeos, PTN: proteínas, Fe: ferro. A distribuição Gaussiana foi testada por Shapiro-Wilk. As diferenças entre as médias foram examinadas com teste Teste t (T) ou Teste de Wilcoxon (W), ambos para amostras independentes; * p<0,05.

Tabela 2 - Respostas Cardiovasculares por Gênero.

	Feminino (n=14) Média ± DP (IC 95%)	Masculino (n=14) Média ± DP (IC 95%)	p-valor
VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	44,9 ± 8,5 (39,8 – 49,8)	59,3 ± 11,4 (52,7 – 65,9)	<0,001 ^{T*}
VCO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	50,9 ± 12,5 (43,7 – 58,2)	62,0 ± 12,6 (54,8 – 69,3)	0,028 ^{T*}
VE (L.min ⁻¹)	80,7 ± 12,4 (73,6 – 87,9)	105,1 ± 10,9 (98,8 – 111,4)	<0,001 ^{T*}
Escala de Borg (final)	14,7 ± 2,3 (13,4 – 16,1)	15,9 ± 2,5 (14,5 – 17,4)	0,194 ^W

Legenda: VO₂: consumo de oxigênio; VCO₂: produção de dióxido de carbono; VE: ventilação pulmonar. A distribuição Gaussiana foi testada por Shapiro-Wilk. As diferenças entre as médias foram examinadas com teste Teste t (T) ou Teste de Wilcoxon (W), ambos para amostras independentes; * p<0,05.

Os parâmetros ergoespirométricos e hemodinâmicos são apresentados na Tabela 2, Figura 1 e 2. Como esperado, o $VO_{2\text{máx}}$ foi maior no grupo M ($p < 0,001$) - Tabela 2.

A Figura 1 mostra a $FC_{\text{máx}}$ do teste ergoespirométrico, bem como a $FC_{\text{máx}}$ predita pela idade ($220 - \text{idade}$). Das 14 atletas, apenas 3 tiveram a $FC_{\text{máx}}$ maior ou igual à mesma predita pela idade. Já no grupo M, dos 14 atletas, 6 mostraram a $FC_{\text{máx}}$ maior ou igual à mesma predita pela idade.

As evidências mostram que a amostra era relativamente bem treinada, mas não de elite. Por sua vez, analisando a resposta hemodinâmica frente ao teste ergoespirométrico os dados mostraram aumento nos níveis de pressão arterial sistólica ($112,5 \pm 5,8$ vs $167,5 \pm 30,4$ mmHg; $p < 0,001$) e diastólica ($67,5 \pm 7,5$ vs $76,7 \pm 11,0$ mmHg; $p = 0,017$) para as mulheres; e somente na pressão arterial sistólica ($125,3 \pm 6,3$ vs $194,2 \pm 20,6$ mmHg; $p < 0,001$) para os homens (Figura 2).

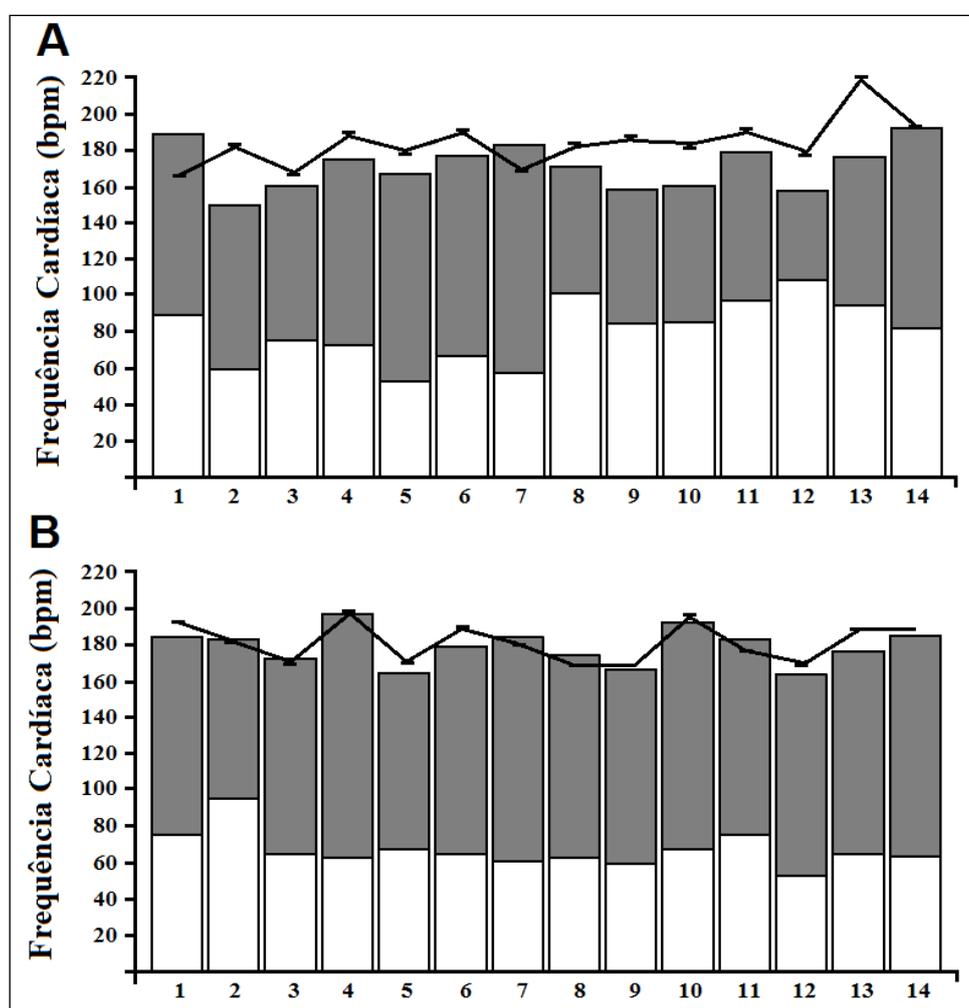


Figura 1 - Frequência cardíaca individual do grupo feminino (Painel A) e masculino (Painel B). Barras brancas correspondem à frequência cardíaca 5 minutos antes do teste de esforço máximo. As barras cinzas correspondem à frequência cardíaca máxima do teste. A linha preta acima das barras corresponde à frequência cardíaca máxima predita pela idade ($FC_{\text{máx}}: 220 - \text{idade}$).

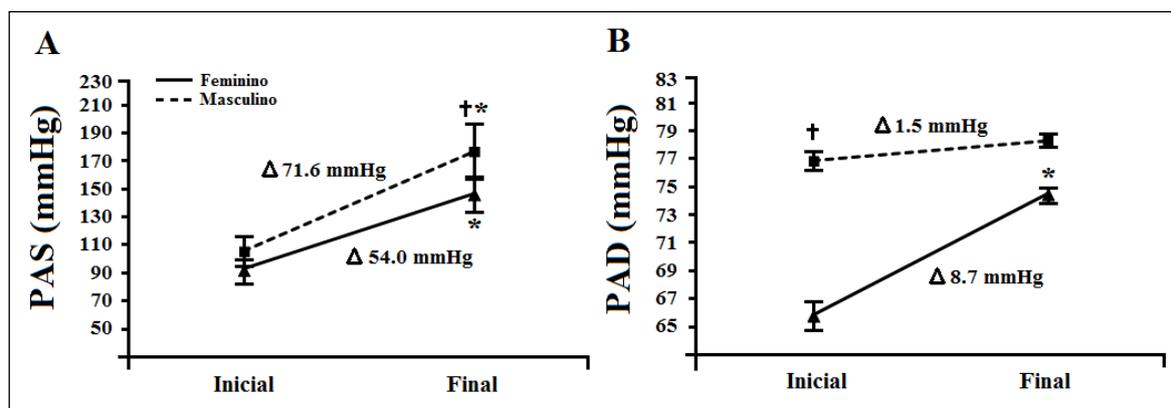


Figura 2 - Resposta pressórica do teste de esforço máximo classificado por gênero. Foi realizada ANOVA de medidas repetidas, seguido do *pos-hoc* de Bonferroni. * diferença em relação ao tempo inicial dentro do mesmo gênero. † diferença entre os gêneros, dentro do mesmo tempo. Foi utilizado um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Correlações lineares

As correlações são demonstradas na Figura 3. Quando foram analisados todos os participantes ($n=28$), o $VO_{2\text{máx}}$ correlacionou-se inversamente com o percentual de gordura ($r=-0,655$; $p < 0,001$).

Da mesma forma, o somatório das dobras cutâneas dos participantes também mostrou correlação inversa com o $VO_{2\text{máx}}$ ($r=-0,599$; $p=0,001$).

Ainda, o aumento da idade parece ter uma moderada correlação com o percentual de gordura corporal ($r=0,401$; $p=0,047$), mas não com o $VO_{2\text{máx}}$ ($r=-0,124$; $p=0,536$).

Quando as correlações do $VO_{2\text{máx}}$ com o percentual de gordura são estratificadas por gênero, os resultados foram mantidos para os homens ($r=-0,787$; $p=0,001$), mas não para as mulheres ($r=-0,101$; $p=0,754$). Quando analisada a idade dos participantes e o percentual de gordura, existe uma correlação para homens ($r=0,556$; $p=0,039$), mas não para as mulheres ($r=0,349$; $p=0,293$).

Por fim, não foram encontradas correlações entre o volume de treinamento total ou semanal com os valores de IMC, percentual de gordura, somatório das dobras cutâneas e $VO_{2\text{máx}}$, analisados de forma agrupada ou discriminada por gênero.

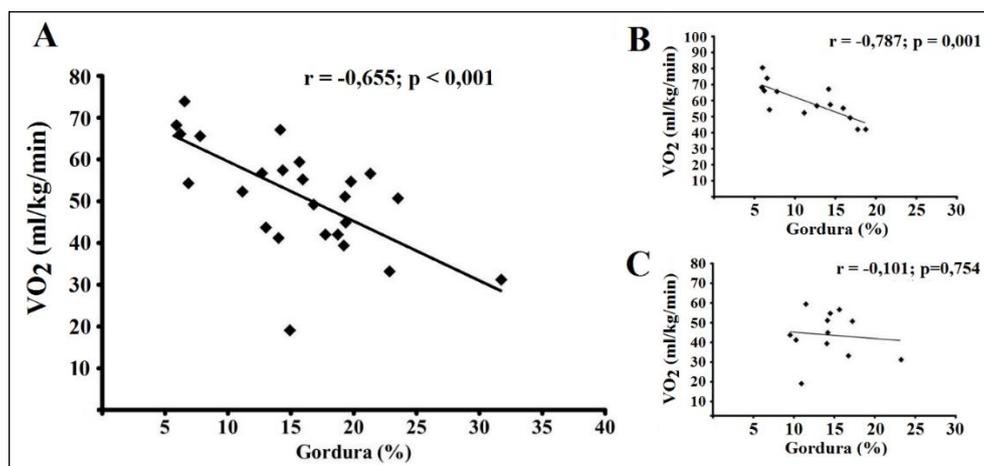


Figura 3 - Correlação entre o percentual de gordura e o consumo máximo de oxigênio. Painel A, representa todos os indivíduos do estudo. Painel B mostra apenas o gênero masculino. Painel C representa o gênero feminino.

DISCUSSÃO

O principal achado do nosso estudo foi a influência da composição corporal, em especial o percentual de gordura, sobre o VO₂máx de praticantes de corrida de rua.

Nossos resultados demonstraram uma relação inversa da gordura corporal com o VO₂máx dos participantes. Interessantemente, quando discriminado por gênero, o resultado se manteve somente para o grupo masculino, embora o percentual de gordura das mulheres tenha sido menor que dos homens.

Avaliando a composição corporal por impedância bioelétrica em meninas adolescentes, um recente estudo demonstrou que os níveis elevados de percentual de gordura corporal se associavam com os níveis insatisfatórios de VO₂ máx, independentemente do nível de maturação sexual (Minatto e colaboradores, 2016). Resultados semelhantes foram demonstrados em meninas pré e púberes quando analisado percentual de gordura corporal pelo método de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) (Ubago-Guisado e colaboradores, 2016).

Em nosso estudo, quando verificada a correlação entre o percentual de gordura e o VO₂máx dos nossos participantes, encontramos correlação inversa que, quando discriminado por gênero, se manteve somente para o grupo masculino. Esse achado pode ser justificado em parte pelo maior volume de MCM encontrado no grupo M quando comparado ao grupo F que, dentre os componentes que o compõe como a água, os tecidos conjuntivos, os ossos e órgãos internos, inclui a massa muscular (Heyward, 1996) que necessita grande volume de oxigênio (Kayar e colaboradores, 1994).

A influência dos níveis de gordura corporal no condicionamento cardiorrespiratório parece ultrapassar a infância e a adolescência. Uma pesquisa acompanhou o desenvolvimento de 98 mulheres e 83 homens por 14 anos (13 aos 27 anos de idade) e observaram uma relação inversa entre a soma de dobras cutâneas com o VO₂ máx em ambos os gêneros (Minck e colaboradores, 2000). Nossos resultados demonstram uma correlação positiva do percentual da MCM com o VO₂ máx que, quando discriminado por gênero, se manteve significativa somente para o grupo masculino.

Comumente o VO₂ máx é expresso como uma relação padrão de quilograma de massa corporal total por minuto (ml.kg⁻¹.min⁻¹).

Contudo, maior parte do oxigênio durante o exercício é direcionado à musculatura esquelética em atividade (Kayar e colaboradores, 1994), fazendo com que os níveis elevados de massa adiposa subestimem os valores de VO₂ máx quando esse é corrigido pela massa corporal total (Toth e colaboradores, 1993; Tolfrey e colaboradores, 2006).

Considerando o maior percentual de gordura apresentado pelo nosso grupo F uma correlação inversa entre composição corporal com o VO₂ máx era esperada.

Nós demonstramos maiores níveis de VO₂ máx no grupo masculino quando comparado ao feminino. Diversas explicações são apresentadas na literatura para a diferença de VO₂ máx entre homens e mulheres. O maior consumo de oxigênio está relacionado diretamente com a quantidade de MCM (Yoshiga e Higuchi, 2003).

Este fato vem ao encontro de nossos resultados, onde mostraram uma maior MCM no grupo masculino e poderia confirmar tais resultados. Outra explicação plausível para essa diferença poderia ser menor volume de hemácias (Suetta e colaboradores, 1996) descrito para o gênero feminino em relação ao masculino; embora esta confirmação não seja possível pelos resultados. Embora não seja determinante para o consumo de oxigênio, os homens mostraram maior ingestão de carboidratos em relação às mulheres.

Em corredores homens e mulheres treinadas a soma das dobras cutâneas não determinou relação com rendimento em prova (Arrese e Ostariz, 2006).

Contudo, em mulheres praticantes de corrida recreacional a soma das dobras cutâneas demonstrou relação inversa com o tempo alcançado em prova de maratona (Schmid e colaboradores, 2012).

Esses dados sugerem que o gênero, experiência com a modalidade e composição corporal podem estar interligados para determinar o rendimento do atleta de endurance.

Em relação à FCmáx, nossos achados demonstraram que a fórmula predita pela idade (220-idade) superestimou a FCmáx alcançada no teste de esforço máximo em

78,5% para o grupo F e em 57,1% para o grupo M. A FC_{máx} é uma importante variável fisiológica que diminui com a idade (Fitzgerald e colaboradores, 1997; Wilson e Tanaka, 2000), sendo utilizada como critérios no controle de intensidade, tanto para um teste ergométrico progressivo como em programas de treinamento físico (Meneghelo e colaboradores, 2010).

Evidências sugerem que a FC_{máx} possui correlação inversa com a idade em atletas de forma semelhante ao esperado em sedentários, independentemente do gênero, faixa etária ou volume de treinamento (Hawkins e colaboradores, 2001; Ogawa e colaboradores, 1992).

Assim, o treinamento físico parece não minimizar a perda da FC_{máx} com o avançar da idade possibilitando o desenvolvimento de equações de estimativas da FC_{máx} para auxiliar na prescrição do treinamento físico.

Alguns autores demonstram boa correlação da FC_{máx} estimada pela idade com a FC_{máx} real (atingida em teste ergométrico) para indivíduos sedentários (Camarda e colaboradores, 2008).

Contudo, a equação “220-idade” pode superestimar os valores reais para os indivíduos com idade mais avançada, maior FC em repouso, menor MCT e não fumantes; enquanto o inverso dessas situações tende a subestimar a FC_{máx} (Whaley e colaboradores, 1992).

Esse fato é reforçado pelo estudo de Silva e colaboradores (2007), onde a FC_{máx} estimada por “220-idade” superestimou os valores observados em testes de 93 mulheres idosas.

CONCLUSÃO

Por fim, nossos resultados demonstram que corredores de longa distância apresentam sua capacidade cardiorrespiratória influenciada inversamente pelos níveis de gordura corporal, sendo mais proeminente no gênero masculino.

Entretanto, independente do gênero, os fatores de gordura relativa e somatórios de dobras cutâneas, bem como, volume de treinamento parecem não determinar na capacidade cardiorrespiratória de corredores de longa distância.

REFERÊNCIAS

- 1-Arrese, A. L.; Ostariz, E. S. Skinfold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. *J Sports Sci.* Vol. 24. Num. 1. 2006. p. 69-76. DOI: 10.1080/02640410500127751.
- 2-Ashor, A. W.; Lara, J.; Siervo, M.; Celis-Morales, C.; Oggioni, C.; Jakovljevic, D. G.; Mathers, J. C. Exercise modalities and endothelial function: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med.* Vol. 45. Num. 2. 2015. p. 279-296. DOI: 10.1007/s40279-014-0272-9.
- 3-Camarda, S. R.; Tebexreni, A. S.; Páfaró, C. N.; Sasai, F. B.; Tambeiro, V. L.; Juliano, Y.; Barros Neto, T. L. Comparison of maximal heart rate using the prediction equations proposed by Karvonen and Tanaka. *Arq Bras Cardiol.* Vol. 91. Num. 5. 2008. p. 311-314.
- 4-Consultation, W. E. Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO Expert Consultation. Geneva: World Health Organization. Vol. 2008. p. 8-11.
- 5-Cornelissen, V. A.; Smart, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* Vol. 2. Num. 1. 2013. p. e004473. DOI: 10.1161/JAHA.112.004473.
- 6-Fitzgerald, M. D.; Tanaka, H.; Tran, Z. V.; Seals, D. R. Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: a meta-analysis. *J Appl Physiol* (1985). Vol. 83. Num. 1. 1997. p. 160-165.
- 7-Garber, C. E.; Blissmer, B.; Deschenes, M. R.; Franklin, B. A.; Lamonte, M. J.; Lee, I. M.; Nieman, D. C.; Swain, D. P.; American College of Sports, M. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 43. Num. 7. 2011. p. 1334-1359. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb.

- 8-Ghorayeb, N.; Costa, R. V.; Castro, I.; Daher, D. J.; Oliveira, J. A.; Oliveira, M. A. Guideline in sports and physical exercise cardiology of Brazilian society of sports medicine. *Arq Bras Cardiol.* Vol. 1. Num. 2. 2013. p. 1-41.
- 9-Hawkins, S. A.; Marcell, T. J.; Victoria Jaque, S.; Wiswell, R. A. A longitudinal assessment of change in VO₂max and maximal heart rate in master athletes. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 33. Num. 10. 2001. p. 1744-1750.
- 10-Heyward, V. H. Evaluation of body composition. *Current issues. Sports Med.* Vol. 22. Num. 3. 1996. p. 146-156.
- 11-Hogstrom, G. M.; Pietila, T.; Nordstrom, P.; Nordstrom, A. Body composition and performance: influence of sport and gender among adolescents. *J Strength Cond Res.* Vol. 26. Num. 7. 2012. p. 1799-1804. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318237e8da.
- 12-Kayar, S. R.; Hoppeler, H.; Jones, J. H.; Longworth, K.; Armstrong, R. B.; Laughlin, M. H.; Lindstedt, S. L.; Bicudo, J. E.; Groebe, K.; Taylor, C. R.; et al. Capillary blood transit time in muscles in relation to body size and aerobic capacity. *J Exp Biol.* Vol. 194. 1994. p. 69-81.
- 13-Knechtle, B.; Knechtle, P.; Rosemann, T. Similarity of anthropometric measures for male ultra-triathletes and ultra-runners. *Percept Mot Skills.* Vol. 111. Num. 3. 2010. p. 805-818. DOI: 10.2466/05.25.PMS.111.6.805-818.
- 14-Koga, S.; Rossiter, H. B.; Heinonen, I.; Musch, T. I.; Poole, D. C. Dynamic heterogeneity of exercising muscle blood flow and O₂ utilization. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 46. Num. 5. 2014. p. 860-876. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000178.
- 15-Lin, X.; Zhang, X.; Guo, J.; Roberts, C. K.; McKenzie, S.; Wu, W. C.; Liu, S.; Song, Y. Effects of Exercise Training on Cardiorespiratory Fitness and Biomarkers of Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc.* Vol. 4. Num. 7. 2015. DOI: 10.1161/JAHA.115.002014.
- 16-Meneghelo, R. S.; Araújo, C.; Stein, R.; Mastrocolla, L.; Albuquerque, P.; Serra, S. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* Vol. 95. Num. 5. 2010. p. 1-26.
- 17-Minato, G.; Sousa, T. F.; Carvalho, W. R.; Ribeiro, R. R.; Santos, K. D.; Petroski, E. L. Association between cardiorespiratory fitness and body fat in girls. *Rev Paul Pediatr.* Vol. 2016. DOI: 10.1016/j.rpped.2016.02.006.
- 18-Minck, M. R.; Ruiter, L. M.; Van Mechelen, W.; Kemper, H. C.; Twisk, J. W. Physical fitness, body fatness, and physical activity: The Amsterdam Growth and Health Study. *Am J Hum Biol.* Vol. 12. Num. 5. 2000. p. 593-599. DOI: 10.1002/1520-6300(200009/10)12:5<593:AID-AJHB3>3.0.CO;2-U.
- 19-Nettleton, S.; Hardey, M. Running away with health: the urban marathon and the construction of 'charitable bodies'. *Health (London).* Vol. 10. Num. 4. 2006. p. 441-460. DOI: 10.1177/1363459306067313.
- 20-Nevill, A. M.; Markovic, G.; Vucetic, V.; Holder, R. Can greater muscularity in larger individuals resolve the 3/4 power-law controversy when modelling maximum oxygen uptake? *Ann Hum Biol.* Vol. 31. Num. 4. 2004. p. 436-445. DOI: 10.1080/03014460410001723996.
- 21-Noakes, T. D.; Myburgh, K. H.; Schall, R. Peak treadmill running velocity during the VO₂ max test predicts running performance. *J Sports Sci.* Vol. 8. Num. 1. 1990. p. 35-45. DOI: 10.1080/02640419008732129.
- 22-Ogawa, T.; Spina, R. J.; Martin, W. H., 3rd; Kohrt, W. M.; Schechtman, K. B.; Holloszy, J. O.; Ehsani, A. A. Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation.* Vol. 86. Num. 2. 1992. p. 494-503.
- 23-Otten, J. J.; Hellwig, J. P.; Meyers, L. D. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. National Academies Press. 2006.
- 24-Rodrigues, T.; Meyer, F.; Lancha, A. H.; De Rose, E. H. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: Modificações

dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 2. 2009. p. 43-56.

25-Schmid, W.; Knechtle, B.; Knechtle, P.; Barandun, U.; Rust, C. A.; Rosemann, T.; Lepers, R. Predictor variables for marathon race time in recreational female runners. *Asian J Sports Med*. Vol. 3. Num. 2. 2012. p. 90-98.

26-Silva, V. A.; Bottaro, M.; Justino, M. A.; Ribeiro, M. M.; Lima, R. M.; Oliveira, R. J. Maximum heart rate in Brazilian elderly women: comparing measured and predicted values. *Arq Bras Cardiol*. Vol. 88. Num. 3. 2007. p. 314-320.

27-Skinner, J. S.; Jaskolski, A.; Jaskolska, A.; Krasnoff, J.; Gagnon, J.; Leon, A. S.; Rao, D. C.; Wilmore, J. H.; Bouchar, C.; Study, H. F. Age, sex, race, initial fitness, and response to training: the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol* (1985). Vol. 90. Num. 5. 2001. p. 1770-1776.

28-Stewart, A.; Marfell, J. M.; Olds, T.; Ridder, H. International standards for anthropometric assessment ISAK. Vol. 2011. p. 125.

29-Suetta, C.; Kanstrup, I. L.; Fogh-Andersen, N. Haematological status in elite long-distance runners: influence of body composition. *Clin Physiol*. Vol. 16. Num. 6. 1996. p. 563-574.

30-Tolfrey, K.; Barker, A.; Thom, J. M.; Morse, C. I.; Narici, M. V.; Batterham, A. M. Scaling of maximal oxygen uptake by lower leg muscle volume in boys and men. *J Appl Physiol* (1985). Vol. 100. Num. 6. 2006. p. 1851-1856. DOI: 10.1152/jappphysiol.01213.2005.

31-Tormen, C. D.; Dias, R. L.; Souza, C. G. Avaliação da Ingestão alimentar, Perfil antropométrico e conhecimento nutricional de corredores de rua de Porto Alegre. *Revista Brasileira Nutrição Esportiva* Vol. 6. 2012. p. 4-11.

32-Toth, M. J.; Goran, M. I.; Ades, P. A.; Howard, D. B.; Poehlman, E. T. Examination of data normalization procedures for expressing peak VO2 data. *J Appl Physiol* (1985). Vol. 75. Num. 5. 1993. p. 2288-2292.

33-Ubago-Guisado, E.; Martinez-Rodriguez, A.; Gallardo, L.; Sanchez-Sanchez, J. Bone mass in girls according to their BMI, VO₂ max, hours and years of practice. *Eur J Sport Sci*. Vol. 16. Num. 8. 2016. p. 1176-1186. DOI: 10.1080/17461391.2016.1168484.

34-Verheggen, R. J.; Maessen, M. F.; Green, D. J.; Hermus, A. R.; Hopman, M. T.; Thijssen, D. H. A systematic review and meta-analysis on the effects of exercise training versus hypocaloric diet: distinct effects on body weight and visceral adipose tissue. *Obes Rev*. Vol. 2016. DOI: 10.1111/obr.12406.

35-VIGITEL, B. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. SVS/Ministério da Saúde e NUPENS/Universidade de São Paulo. Vol. 2011.

36-Whaley, M. H.; Kaminsky, L. A.; Dwyer, G. B.; Getchell, L. H.; Norton, J. A. Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 24. Num. 10. 1992. p. 1173-1179.

37-Wilson, T. M.; Tanaka, H. Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. Vol. 278. Num. 3. 2000. p. H829-834.

38-Yoshiga, C. C.; Higuchi, M. Oxygen uptake and ventilation during rowing and running in females and males. *Scand J Med Sci Sports*. Vol. 13. Num. 6. 2003. p. 359-363.

39-World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization. 2000. p.

Conflito de interesse

Os autores declaram que não tem conflito de interesse.

1-Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia, Porto Alegre-RS, Brasil.

2-Faculdade Sogipa de Educação Física, Porto Alegre-RS, Brasil.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

E-mails dos autores:

gwsaude@yahoo.com.br

leruassilva@gmail.com

ana.marenco@hotmail.com

d_vidaletti@hotmail.com

rod.ferrari84@gmail.com

alexandre@faculdadesogipa.edu.br

Recebido para publicação 26/04/2018

Aceito em 05/08/2018