

Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício 2018;17(2):98-103

ARTIGO ORIGINAL

Relação entre as variáveis antropométricas e o envelhecimento nas medidas de capacidade cardiorrespiratória

Relationship between anthropometric variables and age in the cardiorespiratory capacity

Júlio Stancati Filho*, Marcos Maurício Serra, Ft., M.Sc.**, Cristiane Utimura Fuku, Ft.***, Sérgio Ayama, Ft., M.Sc.****, Alexandre Sabbag Silva, Ft., M.Sc.*****, Cristina Prota, Ft., M.Sc.*****, Angelica Castilho Alonso, Ft., D.Sc.*****

Médico especialista em Medicina Esportiva, **Profissional da Educação Física, docente da FMU, *Unisant'Anna, ****Docente da Unisant'Anna e UNINOVE, *****Docente do Mackenzie, *****Docente da FAM e UNG, *****Profissional da Educação Física, Pesquisadora do Laboratório do Estudo do Movimento do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo HCFMUSP, *****Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências do Envelhecimento da USJT, São Paulo/SP*

Recebido em 19 de março de 2018; aceito em 30 de maio de 2018.

Endereço para correspondência: Angélica Castilho Alonso, Rua Ovídeo Pires de Campos, 333 Cerqueira Cesar 05403-010 São Paulo SP, E-mail: angelicacastilho@msn.com, Júlio Stancati Filho: juliostancati@globo.com, Marcos Maurício Serra: marcosmserra@uol.com.br; Cristiane Utimura Fuku: cris_fuku@hotmail.com, Sérgio Ayama: yoshio.sp@terra.com.br, Alexandre Sabbag Silva: alexandre.sabbag@hotmail.com; Cristina Prota: cristinaprota@hotmail.com

Resumo

Com o aumento do índice de obesidade mundial, surge o interesse se os fatores antropométricos e a idade exercem influência na aptidão física dos indivíduos sedentários. O objetivo do estudo foi correlacionar a massa corpórea, estatura, índice de massa corpórea (IMC) e a idade com as medidas de capacidade cardiorrespiratória VO_2 máx, VO_2 la, pulso máx e FC repouso. Participaram do estudo 90 indivíduos que realizaram os testes cardiorrespiratórios em esteira ergométrica com subsequente execução de eletrocardiograma de repouso. Foi determinado o consumo de oxigênio (VO_2), por medida direta, através de uma válvula respiratória de oxigênio e gás carbônico interligados a um sistema metabólico. Para análise estatística foi realizado a correlação de Spearman. A idade, a massa corpórea e o IMC, correlacionaram-se de forma negativa com o VO_2 máx; a massa corpórea e o IMC também se correlacionaram negativamente com o VO_2 la; o pulso máx correlacionou-se de forma positiva com a massa corpórea, a estatura e o IMC; e a FC rep correlacionou negativamente com a idade. Quanto maior a massa corpórea e o IMC menor a capacidade cardiorrespiratória (VO_2 máx, VO_2 la, pulso máx). Com o aumento da idade há uma queda no VO_2 máx e na FC de repouso. E quanto maior a estatura maior o pulso máx.

Palavras-chave: antropometria, exercício, obesidade, consumo de oxigênio, avaliação de desempenho profissional.

Abstract

With the increase in the world obesity index, the interest arises if the anthropometric factors and the age exert an influence on the physical fitness of the sedentary individuals. The aim of the study was to correlate body mass, height, body mass index (BMI) and age with measures of cardiorespiratory capacity VO_2 max, VO_2 la, max pulse and HR rest. The study included 90 individuals who underwent cardiorespiratory tests on a treadmill with subsequent execution of resting electrocardiogram. The oxygen consumption (VO_2), by direct measurement, was determined through a respiratory valve of oxygen and carbon dioxide interconnected to a metabolic system. Statistical analysis was performed by Spearman correlation. Age, body mass and BMI were negatively correlated with VO_2 max; body mass and BMI also correlated negatively with VO_2 la; the max pulse correlated positively with body mass, height and BMI; and HR rep correlated negatively with age. The higher the body mass and the BMI lower cardiorespiratory capacity (VO_2 max, VO_2 la, max pulse). As the age increases, there is a decrease in VO_2 max and resting HR. And higher the height the higher is the max heart rate.

Key-words: anthropometry, physical activity, obesity, oxygen consumption, professional performance evaluation

Introdução

A prevalência da obesidade tem aumentado nos países de alta e baixa renda e em todas as faixas etárias. Nos países desenvolvidos atinge a população menos privilegiada, nos em desenvolvimento ocorre na de alta renda e no Brasil a população mais atingida é a de menor renda [1,2].

Atualmente a obesidade deixou de ser um problema particular para se tornar um importante problema de saúde pública, pois o excesso de gordura em adultos tem-se associado à maior ocorrência de diabetes mellitus, hipertensão, aumento do triglicérido e do colesterol. Vários fatores podem estar associados a este problema, mesmo sendo resultado do desequilíbrio entre a oferta e o gasto energético, o peso corporal elevado pode ser determinado também por fatores demográficos, socioeconômicos, genéticos, psicológicos, ambientais e individuais [3].

Indivíduos com IMC mais elevado apresentam uma probabilidade maior de serem menos ativos na atividade física, por isso é necessário o incentivo da prática de atividade física como uma maneira de prevenção ao excesso de peso e a instalação da obesidade [4].

A execução de uma atividade física impõe ao organismo adaptações cardiovasculares e respiratórias através de mecanismos fisiológicos e metabólicos, permitindo assim uma melhor distribuição de oxigênio pelos tecidos em atividade [5].

O débito cardíaco (DC) aumenta até seu valor máximo, e está relacionado com o VO_2 (portanto, à carga de trabalho) nas variações desde o repouso até o valor máximo. Os grandes aumentos durante o exercício são induzidos através de aumentos no volume de ejeção e na frequência cardíaca [6].

Durante o exercício, a pressão sistólica aumenta em resultado do aumento do DC e da resistência vascular entre os tecidos metabolicamente menos ativos. Embora o aumento na pressão sistólica possa ser bem alto, ocorre um aumento apenas moderado na pressão média ($P_{média}$) e uma modificação pequena, ou nula, na pressão diastólica. Isso se deve a queda na resistência periférica que se manifesta em virtude da vasodilatação das arteríolas que fornecem sangue aos músculos esqueléticos ativos, assim drenando mais sangue das artérias e através das arteríolas para os capilares musculares, minimizando as alterações da pressão diastólica [6].

Em relação à função cardiorrespiratória, a melhor medida global é representada pela capacidade do corpo em transportar e utilizar o O_2 . Utilizando como exemplo os indivíduos destreinados do estudo de Foss [6], o O_2 consumido durante o exercício máximo é dez vezes maior que aquele encontrado durante o repouso. Esse aumento é conseguido por uma elevação no débito cardíaco, induzido por um aumento no volume de ejeção e na frequência cardíaca, além de ser observado também um aumento na difusão de O_2 arterial e venoso misto.

A prática de exercícios físicos associados a outros fatores como uma boa alimentação é essencial para a manutenção de uma vida saudável. A atividade física impõe adaptações fisiológicas ao organismo, e como o índice de obesidade tem aumentado, surge o interesse em ter conhecimento se os fatores antropométricos, e a idade, exercem influência na aptidão física dos indivíduos sedentários.

Este estudo teve como objetivo correlacionar o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), o consumo de oxigênio no limiar anaeróbico (VO_{2la}), o pulso máximo de oxigênio e a frequência cardíaca em repouso de indivíduos com as variáveis antropométricas e a idade.

Material e métodos

Trata-se de um estudo transversal, submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, aprovado sob o número 1156/2000 e de acordo com a Resolução 196/96 do Ministério da Saúde que estabelece normas para pesquisa envolvendo seres humanos.

Participaram deste estudo 90 voluntários, não praticantes de atividade física, do gênero masculino, moradores de São Paulo, com idade entre 19-61 anos.

Procedimentos

Antes de iniciar os testes, os avaliados foram submetidos ao interrogatório de anamnese e como critério de inclusão os sujeitos deveriam ser sedentários, não possuir nenhuma doença cardiopulmonar e não apresentar nenhum problema articular que impedisse ou dificultasse a realização dos testes.

Todos os participantes que aceitaram participar da pesquisa assinaram um termo de consentimento para realizar os procedimentos no qual foram obtidos os dados referentes a este estudo.

No início do teste foram registradas as variáveis antropométricas: estatura (cm) no estadiômetro a massa corpórea (kg), auferido em balança mecânica, com os voluntários trajando shorts e descalços. O (IMC) foi calculado pela equação = massa corporal /altura² (kg/m²). Os voluntários apresentaram uma distribuição de IMC entre eutróficos ($20 \leq \text{IMC} < 25 \text{ kg/m}^2$), sobrepesados ($25 \leq \text{IMC} < 30$) e indivíduos obesos ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$).

Todos avaliados passaram por testes cardiorrespiratórios realizados em uma esteira rolante computadorizada Lifestride – modelo 7500-USA, anteriormente foi feito um eletrocardiograma de repouso em aparelho EP3 Dixtal/Brasil. Os registros eletrocardiográficos foram auferidos, continuamente, em três derivações, CM5, AVF e V2 através do sistema computadorizado de ergometria ERGO-S, Dixtal-Brasil, com registro de frequência cardíaca e traçado eletrocardiográfico ao final de cada estágio, anotando-se a frequência. Os avaliados foram submetidos a um interrogatório e anamnese prévios, com subsequente mensuração de dados antropométricos (massa corporal, estatura e índice de massa corporal).

Foram realizados em todos os indivíduos testes cardiorrespiratórios em esteira rolante com subsequente execução de eletrocardiograma de repouso. Após, os pacientes foram monitorados com sistema eletrocardiográfico digital, continuamente, em três derivações, CM5, AVF e V2 por sistema computadorizado de ergometria, com registro automático de frequência cardíaca e traçado eletrocardiográfico ao final de cada estágio, tomando o cuidado de se anotar a frequência cardíaca a cada minuto durante o teste, desde a fase pré-exercício até seis minutos após a sua interrupção.

Simultaneamente foi determinado o consumo de oxigênio (VO₂), por medida direta, utilizando uma válvula respiratória de oxigênio e gás carbônico interligados a um sistema metabólico. O protocolo utilizado na realização do teste iniciou com o avaliado em repouso por 2 minutos e após esse tempo o incremento de carga foi dado a cada minuto, quilômetro a quilômetro, com exceção da primeira carga, em que o avaliado permaneceu por 3 minutos. Com variação da carga inicial de exercício entre 3 a 5 km/h. Ao final dos 2 minutos de repouso e os 3 de carga inicial a velocidade foi aumentada, de 1 em 1 km/h, a cada minuto até o exercício ser interrompido por exaustão ou pelos critérios da American Heart Association.

Análise estatística

Os dados coletados foram armazenados no programa SPSS20. Em seguida foi feito o teste de normalidade Komorov-Smirnov e, como os dados não apresentaram distribuição normal, foi utilizado o teste de correlação de Spearman e adotado um nível de significância de 0,05 ($\alpha = 5\%$).

Resultados

As características dos 90 indivíduos participantes da pesquisa estão descritas na Tabela I (mínimo, máximo, mediana e média).

As seguintes variáveis se correlacionaram de forma negativa com o VO₂máx: idade, massa corpórea e IMC. A massa corpórea e o IMC também se correlacionaram negativamente com o consumo de oxigênio anaeróbico. O pulso máximo de oxigênio correlacionou-se positivamente com a massa corpórea a estatura e o IMC e a frequência cardíaca de repouso se correlacionou negativamente com a idade.

Os coeficientes de correlação das variáveis antropométricas e idade em relação à capacidade cardiorrespiratória estão descritos na tabela II.

Tabela I - Caracterização das variáveis quantitativas do estudo no grupo.

Variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Média
Idade (anos)	19	61	41	40,03
Estatura (cm)	1,58	1,96	1,77	1,77
Massa (kg)	58,00	170,00	86,50	88,36
IMC (kg/m ²)	20,55	50,76	27,57	28,25
VO ₂ máx (ml/kg/min)	24,40	48,96	37,62	37,59
VO ₂ la (l/min)	13,80	32,42	22,65	22,93
Pulso máx (ml/bpm)	11,75	30,12	17,76	18,62
FC rep (bpm)	50,00	100,00	76,50	76,47

IMC = Índice de Massa Corporal; VO₂máx = consumo máximo de oxigênio; VO₂la = consumo de oxigênio no limiar anaeróbico; bpm-batimentos por minuto; FC = frequência cardíaca em repouso.

Tabela II - Correlação entre as variáveis antropométricas, idade e capacidade cardiorrespiratória.

Variáveis	VO ₂ máx		VO ₂ la		Pulso máximo		FC repouso	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Idade (anos)	-,285*	,006	-,195	,065	-,184	,083	-,335*	,001
Massa Corpórea (kg)	-,321*	,002	-,291*	,005	,787*	,000	,125	,242
Estatura (cm)	,009	,933	,034	,748	,427*	,000	,030	,782
IMC (kg/m ²)	-,390*	,000	-,345*	,001	,670*	,000	,106	,321

r = Correlação de Spearman p ≥ 0,05; IMC = Índice de Massa Corporal; VO₂máx = consumo máximo de oxigênio; VO₂la = consumo de oxigênio no limiar anaeróbico; FC = frequência cardíaca.

Discussão

O VO₂máx é o índice que melhor representa quantitativa e qualitativamente a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório durante a atividade física. E o VO₂la tem sido amplamente utilizado tanto no diagnóstico de aptidão física como na prescrição de treinamento de indivíduos sedentários e atletas. Na prática esses são dois dos índices de limitação funcional, obtidos por meio do teste de ergoespirometria, que são mais utilizados na determinação da capacidade funcional [7,8].

Assim a correlação dessas capacidades cardiorrespiratórias com variáveis antropométricas e idade torna-se interessante para ter conhecimento da real capacidade funcional de um indivíduo de acordo com suas características físicas.

Em relação à idade, o resultado mostrou que quanto maior a idade menor o VO₂máx e FC rep. Segundo Nóbrega *et al.* [9], essa diminuição no VO₂máx ocorre devido a alterações cardiovasculares decorrentes do aumento da idade fisiológica (diminuição da do volume sistólico máximo e diminuição do débito cardíaco máximo) e corresponde FCmáx,a 0,4 a 0,5ml.kg⁻¹.min⁻¹.ano⁻¹ (i.e., 1% por ano no adulto).

Segundo Wiebe *et al.* [10], também houve o declínio do pico de VO₂máx relacionado a idade em seu trabalho, chegando a um valor de 0,51 ml/kg⁻¹.min⁻¹.ano⁻¹. E ainda de acordo com Paterson [10], a idade explicou 8 a 37% da variação deste parâmetro fisiológico em um estudo realizado com 289 homens e mulheres de 55 a 86 anos de idade, e ainda estabeleceu um valor mínimo do VO₂máx compatível com uma vida independente aos 85 anos, de 18 ml.kg⁻¹.min⁻¹ para homens e 15 ml.kg⁻¹.min⁻¹ para mulheres.

Esses resultados são importantes, devido ao percentual de aumento de idosos em cerca de 200% entre 1996 e 2025 nos países em desenvolvimento, e o Brasil seguir essa tendência mundial de aumento da população idosa, podendo chegar em 2025 com uma estimativa de aumento de mais de 33 milhões de idosos, tornando-se o sexto país com maior percentual populacional de idosos no mundo [11].

Outro percentual que vem aumentando muito nos últimos tempos é o da obesidade, que, segundo Terres *et al.* [3], deixou de ser um problema particular, para se tornar um importante problema de saúde pública da atualidade. As consequências da obesidade têm sido relatadas em diversos trabalhos, sendo citada no resultado deste, nas alterações cardiorrespiratórias relacionadas ao IMC e à massa corpórea. A massa corpórea e o IMC por estarem diretamente relacionados apresentaram os mesmos resultados, quanto maior a massa e o IMC, menor é o VO₂máx e o VO₂la, e maior o pulso máx.

O estudo de Orsi *et al.* [13] confirma o resultado obtido neste trabalho, que o VO₂máx e o VO₂ la é menor em indivíduos com IMC e massa corpórea maior. Concluiu-se após avaliar 90

mulheres com idade entre 40 e 60 anos, selecionadas de acordo com o IMC (30 eutróficas, 30 sobrepeso e 30 obesas) que as mulheres obesas apresentaram valores VO_2 máx ($25,8 \pm 5,0$ ml/kg/min) significativamente menores ($p < 0,001$) do que os grupos eutróficas ($33,8 \pm 4,1$ ml/kg/min) e sobrepeso ($29,9 \pm 6,1$ ml/kg/min).

As mulheres obesas apresentaram valores de VO_2 máx significativamente menores que os outros grupos, indicando que não possuem uma boa aptidão física. A medida de VO_2 máx é a variável que melhor expressa o desempenho físico. E para elas obterem valores elevados de consumo de oxigênio é necessária uma perfeita integração dos sistemas neuromuscular, esquelético, cardiovascular e respiratório [13].

Uma das explicações para o aumento do pulso máx com o aumento da massa corpórea e o IMC é que de acordo com Capitão e Tello [14] a obesidade causa aumento do volume sistólico (VS) e Barros Neto *et al.* [15] relataram que o pulso máx só fica reduzido se houver uma condição negativa no volume sistólico, sendo assim diretamente proporcional, se houve aumento do VS, em consequência o pulso máx também aumenta.

E em relação à estatura, quanto maior o indivíduo, maior o pulso máx. Para o resultado obtido com essa variável antropométrica, não foram encontrados dados científicos que explicassem tal resultado.

Conclusão

Quanto maior a massa corpórea e o IMC menor a capacidade cardiorrespiratória (VO_2 máx, VO_2 la, pulso máx). Com o aumento da idade há uma queda no VO_2 máx e na FC de repouso. E quanto maior a estatura maior o pulso máx.

Referências

1. Alonso AC, Ribeiro TC, Ferreira RB, Duarte R, Brech GC, Silva LX et al. Men and women do not have the same relation between body composition and bone mineral density in Brazilian people. *J Morphol Sci* 2017;34(4):218-22.
2. Gigante DP, Moura EC, Sardinha, LMV. Prevalência de excesso de peso e obesidade e fatores associados, Brasil. 2006. *Rev Saúde Pública* 2009;43(2):83-9.
3. Terres NG, Pinheiro RT, Horta BL, Pinheiro KAT, Horta LL. Prevalência e fatores associados ao sobrepeso e a obesidade em adolescentes. *Rev Saúde Pública* 2006;40(4):627-33.
4. Camões M, Lopes C. Fatores associados à atividade física na população portuguesa. *Rev Saúde Pública* 2008;42(2):208-16.
5. Paunksnis MR, Evangelista AL, Teixeira CVS, João GA, Pitta RM, Alonso AC et al. Metabolic and hormonal responses to different resistance training systems in elderly men. *The Aging Male* 2017. doi: 10.1080/13685538.2017.1379489
6. Foss ML, Keteyian SJ. Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte. Ed 6ª. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
7. Barros-Neto TL, Tebexreni, AS, Tambeiro VL. Aplicações práticas da esgopespirometria no atleta. *Rev Soc Cardiol* 2001;11(3):695-705.
8. Machado FA, Guglielmo LGA, Denadai BS. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. *Rev Bras Med Esporte* 2002;8(1):1-6.
9. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Rev Bras Med Esporte* 1999; 5(6): 207-211.
10. Wiebe CG, Gledhill N, Jamnik VK, Ferguson S. Exercise cardiac function in young through elderly endurance trained women. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:684-91.
11. Paterson DH, Cunningham DA, Koval JJ, Croix CM. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:1813-20.
12. Castoldi RC, Gomes I, Moret DG, Castoldi C. Influência da adiposidade corporal sobre a aptidão cardiorrespiratória em mulheres idosas. *Rev Bras Cienc Mov* 2010;18(4):34-8.
13. Orsi JVA, Nahas FX, Gomes HC, Andrade CHV, Veiga DF, Novo NF. Impacto da obesidade na capacidade funcional de mulheres. *Rev Assoc Med Bras* 2008;54(2):106-9.

14. Capitão CG, Tello RR. Traço e estado de ansiedade em mulheres obesas. *Psicol Hosp São Paulo* 2004;2(2).
15. Barros Neto TL, Tebexreni AS, Tambeiro VL. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2001;11(3):695-705.