



INTERAÇÃO ENTRE VO₂ MÁX, ÍNDICE DE MASSA CORPORAL E FLEXIBILIDADE

Marcelo Conte (Depto. Ciências da Saúde)

Sérgio Paulo de Tarso Domingues (Esp. Fisiologia do Exercício)

Vladimir Juliano de Godoi (Esp. Fisiologia do Exercício)

Élio Fernandes Más (Depto. Ciências da Saúde)

Roberto Vazatta (Esp. em Natação e Atividades Aquáticas)

Luís Felipe Milano Teixeira (Graduado em Educação Física)

Núcleo de Estudos e Pesquisas em Ciências do Esporte

Faculdade de Educação Física/Instituto Superior de Educação Uirapuru

Resumo: Os estudos epidemiológicos têm justificado a necessidade do aumento da prática de atividade física nas populações para promoção da saúde e prevenção de doenças. Entre os tipos de atividade física, a caminhada, parece ser a mais acessível. O objetivo deste estudo foi verificar as relações entre VO₂ máx, IMC e flexibilidade em praticantes de caminhada. Foram coletados de 99 pessoas, de ambos os sexos com idades entre 30 e 64 anos, a aptidão aeróbia, o IMC e a flexibilidade. Como procedimento estatístico foi calculado o Odds Ratio. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Informado. Os principais resultados revelaram que, independentemente do sexo, pessoas com VO₂ máx elevado apresentaram maiores chances de possuírem IMC e flexibilidade dentro dos padrões considerados adequados.

Palavras-chave: Caminhada; Consumo máximo de oxigênio; Índice de massa corporal; Flexibilidade.

INTERACTION BETWEEN VO₂ MAX, BODY MASS INDEX AND FLEXIBILITY

Abstract: The epidemiological studies have been justified the need of the increase of the physical activity practice at the populations to promote healthiness and sickness prevention, among the physical activity types, the walking seems to be the most available. The objective of this study was to verify the relations between VO₂ max, BDI and flexibility at walking participants. There were collected the VO₂ max, BDI and flexibility data from 99 persons, of both sexes and age between 30 and 64 years. As a statistical procedure, the Odds Ratio was calculated. The Human Being Research Ethical Committee approved this research. The mainly results revealed that, independently of the sex, persons with elevated VO₂ max presented larger chances of having BDI and flexibility within the patterns considerate as adequate.

Keywords: Walking; Maximal oxygen uptake; Body mass index; Flexibility.

I. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os estudos epidemiológicos (por ex., STERNFELD et al., 1999; PEREIRA et al., 1999; PAFFENBARGER et al., 1994) têm justificado a necessidade do aumento da prática de atividade física para promoção da saúde e prevenção de doenças. Entre os tipos de atividade física, a caminhada parece ser a mais acessível, pois pode ser realizada nos espaços públicos, não demanda equipamentos sofisticados e não solicita níveis elevados de aptidão física.

Em relação a essa atividade, Lacroix et al. (1996) apontam que a prática de quatro horas/semanais pode diminuir o risco de hospitalização por acidentes cardiovasculares, atuando como fator de redução do risco de morte por acidentes cardiovasculares. Por outro lado, Keisor e Jette (2001) afirmam que a caminhada promove aumento da força e flexibilidade (fatores de proteção contra lesões e agravos do sistema músculo-esquelético) e ainda melhora a capacidade aeróbia, resultando no aumento da resistência à fadiga muscular e orgânica.

De forma geral, os programas de exercícios que visam à promoção da saúde devem ser específicos para desenvolver e/ou manter a composição corporal, capacidade aeróbia, flexibilidade, força e resistência muscular. Contudo, aponta-se que a quantidade e a qualidade necessárias de atividades para promover efeitos positivos à saúde podem ser diferentes daquelas destinadas para melhorar a aptidão. Existem evidências de que não são necessários níveis muito elevados de atividade física (particularmente em relação à intensidade) para redução do risco de aparecimento de certas doenças crônicas degenerativas (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS AND MEDICINE, 1998). Nesse sentido, a caminhada, por ser uma atividade de baixa intensidade, pode promover benefícios à saúde, sem, no entanto, alterar significativamente o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), o índice de massa corporal (IMC) e/ou outras variáveis da aptidão física.

Sobretudo, considerando que o sedentarismo é um importante problema de Saúde Pública (BAUMAN, 2002), as políticas de saúde devem investir para diminuição da prevalência de inatividade física nas populações, uma vez que a participação regular, moderada ou vigorosa reduz significativamente o risco para todas as causas de mortalidade, além de conferir outros benefícios à saúde (BOOTH, 1997). Contudo, embora seja reconhecido o impacto positivo da vida ativa na saúde das pessoas, revela-se necessário identificar as especificidades locais, para assim evitar a construção de ideologias decorrentes de “visão recortada, descontextualizada e re-elaborada” de estudos norte-americanos (GONÇALVES e PIRES, 1999).

2. OBJETIVO

O objetivo do estudo foi verificar as relações entre o VO_2 máx, o IMC e a flexibilidade em praticantes de caminhada da cidade de Sorocaba/SP.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Tratou-se de estudo transversal observacional, considerando-se como variável independente o VO_2 máx e como dependentes o IMC e a flexibilidade. A população de estudo foi constituída por 99 pessoas (60 do sexo feminino e 39 do masculino), com idades entre 30 e 64 anos. Os dados de interesse foram coletados na Pista de Caminhada do Parque Campolim, de Sorocaba/SP, no período de abril a julho de 2002.

Foram realizados os seguintes testes de aptidão física: i) teste de Kline de 1600 metros para estimar o VO_2 máx, expresso em ml/kg/min, utilizando monitor de frequência cardíaca da marca Polar® (POWERS e HOWLEY, 2000); ii) peso e estatura para calcular o IMC em kg/m², utilizando balança com régua da marca Filizola® (WHO, 1995), e iii) teste de sentar-e-alcançar, utilizando banco de Well's, para considerar a flexibilidade em centímetros (COSTA, 1996). Vale mencionar que todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Informado e que a pesquisa foi submetida à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências Médicas e Biológicas (CCMB) de Sorocaba–PUC/SP.

No plano analítico, comparações entre as proporções de VO_2 máx com sexo foram processadas pela estatística qui-quadrado e interpretadas no nível de 5%. Também foram calculados por relação de distribuição diferencial o Odds Ratio e os respectivos intervalos de confiança foram processados pelo recurso computacional EPI-INFO (US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2001) e apresentados sob forma tabular, de acordo com o preconizado pelas normas vigentes, considerando o VO_2 máx médio/baixo como exposição e o IMC e a flexibilidade como efeito.

Finalmente, deve-se mencionar que foram adotados os seguintes padrões comparativos para classificar os indivíduos nas seguintes categorias: i) VO_2 máx (Tabela 1) em médio/baixo e alto (POWERS e HOWLEY, 2000); ii) IMC (Tabela 2) médio/baixo e elevado (WHO, 1995) e iii) flexibilidade (Tabela 3) baixa e média/alta (COSTA, 1996). Esse procedimento foi empregado para possibilitar a categorização dos dados disponíveis, permitindo a construção das tabelas-padrão para apresentação de dados epidemiológicos (PEREIRA, 1995), e também para gerar uma análise qualitativa das variáveis de interesse. Destaca-se, quanto ao IMC, que, embora a classificação da Organização Mundial da Saúde seja em cinco níveis, nesse estudo estratificaram-se os indivíduos em obesos ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$) e não obesos ($IMC \leq 29 \text{ kg/m}^2$), incluindo, assim, pessoas com sobrepeso e com peso adequado no mesmo grupo (não obesos).

Neste estudo, optou-se por classificar o IMC em apenas dois grupos, devido às evidências apontadas na literatura de que o aumento de peso corporal realmente se torna um potencial risco à saúde quando está acima de 30 kg/m^2 ; justifica-se tal afirmação por duas importantes considerações: i) os estudos populacionais bem controlados mostraram risco significativamente maior de aparecimento de doenças cardiovasculares, diabetes, alguns tipos de câncer, hipertensão e diminuição da longevidade somente no indivíduos com IMC superior a 30 kg/m^2 (GAESSER, 1999); ii) o sobrepeso pode ser, na maioria dos casos, um efeito do sedentarismo e de baixos níveis de aptidão física, os quais constituem os verdadeiros fatores de risco para morte prematura (SIMOES et al., 1995).

Tabela 1

Valores adotados para classificação dos indivíduos segundo VO_2 máx em ml/kg/min obtidos no Teste de Kline

Idade	Sexo			
	Masculino		Feminino	
	Médio/Baixo	Alto	Médio/Baixo	Alto
30-39	$\leq 44,9$	≥ 45	$\leq 35,6$	$\geq 35,7$
40-49	$\leq 43,7$	$\geq 43,8$	$\leq 32,8$	$\geq 32,9$
50-59	$\leq 40,9$	≥ 41	$\leq 31,4$	$\geq 31,5$
Acima de 60	$\leq 36,4$	$\geq 36,5$	$\leq 24,4$	$\geq 24,5$

Tabela 2

Valores adotados para classificação dos indivíduos segundo IMC em kg/m^2

Idade	Sexo			
	Masculino		Feminino	
	Médio/Baixo	Elevado	Médio/Baixo	Elevado
30-64	$\leq 29,9$	≥ 30	$\leq 29,9$	≥ 30

Obs.: valores acima de 30 kg/m^2 são considerados, segundo a Organização Mundial da Saúde, como obesidade.

Tabela 3

Valores adotados para classificação dos indivíduos segundo nível de flexibilidade em cm

Idade	Sexo			
	Masculino		Feminino	
	Baixa	Média/Alta	Baixa	Média/Alta
30-39	≤ 27	≥ 28	≤ 31	≥ 32
40-49	≤ 23	≥ 24	≤ 29	≥ 30
50-59	≤ 23	≥ 24	≤ 29	≥ 30
60-64	≤ 19	≥ 20	≤ 14	≥ 15

4. RESULTADOS

Primeiramente, vale ressaltar que não houve associação entre nível de consumo máximo de oxigênio e sexo (Tabela 4); nesse sentido os resultados principais revelaram: i) as mulheres com o VO₂ máx reduzido e/ou dentro da média apresentaram risco 9,84 vezes maior de obesidade do que as com VO₂ máx elevado (Tabela 5) e em relação ao sexo masculino o risco foi 9 para a mesma situação (Tabela 6) e ii) as pessoas do sexo feminino com baixo e/ou médio VO₂ máx apresentaram risco 1,08 vezes maior de terem flexibilidade reduzida quando comparadas com as que possuíam VO₂ máx acima da média (Tabela 7) e em relação aos homens o risco foi 3,14 maior para a mesma situação (Tabela 8).

Tabela 4

Qui-quadrado da distribuição entre VO₂ máx e sexo

Sexo	VO ₂ máx						χ ²
	Elevado		Médio/Baixo		Total		
	N	%	N	%	N	%	
Feminino	50	50,50	10	10,10	60	60,60	χ ² _(1, 0,05) = 3,68 n.s.
Masculino	26	26,26	13	13,14	39	39,40	
Total	76	76,76	23	23,24	99	100	

n.s. = não significativo.

Tabela 5

Odds Ratio (OR) com respectivos intervalos de confiança (IC), de estimativa de VO₂ máx segundo IMC, para o sexo feminino

VO ₂ máx	IMC			OR (IC)
	Elevado	Médio/Baixo	Total	
Médio/Baixo	04	05	09	9,84*
Alto	04	47	51	(2,86 < IC < 30,93) c/ 95%
Total	08	52	60	

* = valor significativo.

Tabela 6

Odds Ratio (OR) com respectivos intervalos de confiança (IC), de estimativa de VO_2 máx segundo IMC, para o sexo masculino

VO_2 máx	IMC			OR (IC)
	Elevado	Médio/Baixo	Total	
Médio/Baixo	04	06	10	9*
Alto	02	27	29	(1,93 < IC < 41,89) c/ 95%
Total	06	33	39	

* = valor significativo.

Tabela 7

Odds Ratio (OR) com respectivos intervalos de confiança (IC), de estimativa de VO_2 máx segundo nível de flexibilidade, para o sexo feminino

VO_2 máx	Flexibilidade			OR (IC)
	Baixa	Média/Alta	Total	
Médio/Baixo	06	04	10	1,08
Alto	29	21	50	(0,62 < IC < 1,90) c/ 95%
Total	35	25	60	

Tabela 8

Odds Ratio (OR) com respectivos intervalos de confiança (IC), de estimativa de VO_2 máx segundo nível de flexibilidade, para o sexo masculino

VO_2 máx	Flexibilidade			OR (IC)
	Baixa	Média/Alta	Total	
Médio/Baixo	10	03	13	3,14*
Alto	09	17	26	(1,64 < IC < 6,03) c/ 95%
Total	19	20	39	

* = valor significativo.

5. DISCUSSÃO

Primeiramente, cabe ressaltar que, em ambos os sexos, o risco de as pessoas com VO_2 máx abaixo ou dentro da média apresentarem IMC elevado foi maior do que para as pessoas com consumo de oxigênio elevado. Esses dados se revelaram muito interessantes, pois, em que pesem os questionamentos a respeito da ausência da real definição da relação entre o IMC e o aumento dos riscos à saúde, do vago conceito de obesidade (LYONS e MILLER, 1999), bem como da consideração de que, em algumas situações, o nível de atividade física é mais significativo para contribuir para as condições de saúde do que propriamente a composição corporal, como observado por Bom e Conte (2001), constatou-se que não havia diferença significativa entre o IMC de mulheres idosas ativas com o de sedentárias, porém os níveis plasmáticos de glicemia, HDL-colesterol e triglicérides eram significativamente menores nas ativas. O presente resultado remete à fundamental

importância do controle da composição corporal para a saúde e qualidade de vida, como fator de prevenção de doenças do sistema cardiovascular. E concorda com o fato de que a diminuição da gordura corporal pode ser promovida pela realização de exercícios com baixa intensidade, como a caminhada (MAYO et al., 2003).

De fato, de acordo com a posição oficial do American College of Sports Medicine e do American Dietetic Association, a contribuição das reservas de gordura para a produção de energia, durante a realização do exercício, é maior quando a atividade física é moderada, aproximadamente 50% do consumo máximo de oxigênio (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000). Outros estudos, como de Warrington et al. (2001), também mostram que, quando comparados homens obesos com magros, se exercitando a 50% do VO_2 máx, durante 60 minutos, os obesos utilizaram significativamente mais ácidos graxos para prover suas demandas energéticas.

Embora seja reconhecido que não existe uma relação biológica linear entre a flexibilidade e a capacidade aeróbia, a presente investigação procurou identificar os possíveis riscos de os indivíduos com baixo VO_2 máx apresentarem flexibilidade reduzida, ou seja, quantificar as evidências fisiológicas de que o simples fato de caminhar o suficiente para melhorar o consumo máximo de oxigênio pode promover benefícios adicionais ao sistema locomotor. Isso se explica devido ao fato de a flexibilidade ser uma estrutura dinâmica e condicionada à capacidade do sistema bioenergético, possibilitando o aumento da capacidade mecânica dos músculos, permitindo economia de energia durante esforços em diferentes intensidades (AZENHA, 2002). Ademais, Jones (2002), estudando atletas corredores, também encontrou correlação positiva significativa entre o consumo máximo de oxigênio e a flexibilidade (avaliada pelo teste de sentar-e-alcançar), mostrando coeficiente de correlação igual a 0,68 ($p < 0,0001$) entre essas duas variáveis. Esses dados são relevantes, mesmo considerando a especificidade da flexibilidade, ou seja, a quantidade ou grau de amplitude de movimento (AM) é específica para cada articulação, entretanto a AM do ombro não está correlacionada com a do quadril (ALTER, 1999).

Especificamente em relação ao sexo feminino observou-se que não houve risco significativo de as mulheres com baixo consumo de oxigênio apresentarem baixa flexibilidade. Contudo, no sexo masculino, os indivíduos com VO_2 máx reduzido apresentaram chance aproximadamente 3,14 vezes maior de mostrar menor amplitude articular, evidenciando que a melhora do metabolismo energético, decorrente do aumento do VO_2 máx, altera a plasticidade muscular, ou seja, nessa situação específica, o aumento da flexibilidade é decorrente de modificações musculares, e não articulares (WEINECK, 1999). Por outro lado, o fato de essa variável apresentar resultado diferencial entre os sexos pode ser justificado devido às evidências apontadas na literatura de que as mulheres, independentemente da aptidão física, são mais flexíveis do que os homens (MOFFATT, 1994). Além disso, CONTE et al. (2000) referem ausência de associação entre o nível de aptidão física e a referida qualidade física em adolescentes do sexo feminino.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados obtidos leva às seguintes considerações: i) o risco de obesidade entre pessoas com médio/baixo consumo máximo de oxigênio é muito elevado (OR de 9,84 para o sexo feminino e OR de 9 para o masculino), comparado ao de indivíduos com níveis elevados de capacidade aeróbia; ii) quanto à chance de menor flexibilidade entre pessoas com VO_2 máx reduzido comparada à de indivíduos com VO_2 máx alto, os dados revelaram que somente no sexo masculino essa situação ocorreu (OR 3,14). Também pode ser observado que, por meio da estimativa do VO_2 máx, podem-se obter informações importantes a respeito de outras variáveis da aptidão física.

REFERÊNCIAS

- ALTER, M. J. *Ciência da flexibilidade*. Porto Alegre: Artemed, 1999.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS AND MEDICINE. Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 32, n. 12, p. 2.130-2.145, 2000.
- _____. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 30, n. 6, p. 975-991, 1998.
- AZENHA, A. Flexibilidade na prevenção e pós-lesão no desporto. *Jornal de Reabilitação e Traumatologia no Desporto*, n. 8, p. 28-34, 2002.
- BAUMAN, A. Environment and policy approaches to promoting physical activity: what kinds of strategies are likely to work? *Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*, 25, São Paulo, 10 a 12 de outubro de 2002.
- BOM, R. M.; CONTE, M. Efeitos da atividade física sobre os perfis hematológicos de mulheres na terceira idade: estudo comparativo entre ativas e sedentárias de Pilar do Sul/SP. *XXIV Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*, São Paulo, 11 a 13 de outubro, 2001.
- BOOTH, M. L. Physical activity preferences, preferred sources of assistance, and perceived barriers to increased activity among physically inactive australians. *Preventive Medicine*, v. 26, p. 131-137, 1997.
- CONTE, M.; GONÇALVES, A.; PADOVANI, C. R. Influência da massa corporal sobre a aptidão física em adolescentes: estudo a partir de escolares do ensino fundamental e médio de Sorocaba/SP. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 6, n. 2, p. 44-49, 2000.
- COSTA, R. F. *Avaliação física*. São Paulo: Artcolor, 1996.
- GAESSER, G. A. Thinness and weight loss: beneficial or detrimental to longevity? *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 31, n. 8, p. 1.118-1.128, 1999.
- GONÇALVES, A.; PIRES, G. D. L. Educação Física e Saúde. *Motriz*, v. 5, n. 1, p. 15-17, 1999.
- JONES, A. M. Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners. *International Journal Sports Medicine*, v. 23, n. 1, p. 40-43, 2002.
- KEYSOR, J. J.; JETTE, A. M. Have we oversold the benefit of late-life exercise? *Journal Gerontology Association Biological Science*, v. 56, n. 7, p. 412-423, 2001.
- LACROIX, A. Z.; LEVEILLE, S. G.; HECHT, J. A.; GROTHAUS, L. C.; WAGNER, E. H. Does walking decrease the risk of cardiovascular disease hospitalizations and death in older adults? *Journal American Geriatric Social*, v. 44, n. 2, p. 113-120, 1996.
- LYONS, P.; MILLER, W. C. Effective health promotion and clinical care for large people. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 31, n. 8, p. 1.141-1.146, 1999.
- MAYO, M. J.; GRANTHAM J. R.; BALASEKARAN, G. Exercise-induced weight loss preferentially reduces abdominal fat. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 35, n. 2, p. 207-312, 2003.
- MOFFATT, R. J. Considerações para a prescrição de exercícios. In: AMERICAN COLLEGE OF SPORTS AND MEDICINE. *Prova de esforço e prescrição de exercício*. Rio de Janeiro: Revinter, 1994.
- PAFFENBARGER, R. S.; KAMPERT, J. B.; LEE, I. M.; HYDE, R. T.; LEUNG, R. W.; WING, A. L. Changes in physical activity and other lifeway patterns influencing longevity. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 26, n. 7, p. 857-865, 1994.
- PEREIRA, M. A.; FOLSOM, A. R.; MCGOVERN, P. G.; CARPENTER, M.; ARNETT, D. K.; LIAO, D.; SZKLO, M.; HUTCHINSON, R. G. Physical activity and incident hypertension in black and white adults: the atherosclerosis risk in communities study. *Preventive Medicine*, v. 28, p. 304-312, 1999.
- PEREIRA, M. G. *Epidemiologia: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.
- POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. São Paulo: Manole, 2000.

SIMÕES, E. J.; BYERS, T.; COATES, R. J.; SERDULA, M. K.; MOKDAD, A. H.; HEATH, G. W. The association between leisure-time physical activity and dietary fat in American adults. *American Journal Public Health*, v. 85, p. 240-244, 1995.

STERNFELD, B.; AINSWORTH, B. E.; QUESENBERRY, C. P. Physical activity patterns in a diverse population of women. *Preventive Medicine*, v. 28, p. 313-323, 1999.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *Epi-Info*: um sistema de processamento de texto, banco de dados e estatística para Epidemiologia em microcomputadores. Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, 2001.

WARRINGTON, G.; RYAN, C.; MURRAY, F.; DUFFY, P.; KIRWAN, J. P. Physiological and metabolic characteristics of elite tug of war athletes. *British Journal Sports Medicine*, v. 35, n. 6, p. 396-401, 2001.

WEINECK, J. *Treinamento ideal*. São Paulo: Manole, 1999.

WHO Expert Committee. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. *WHO Technical Report Series*. Geneva, n. 854, 1995.

Contato

Instituto Superior de Educação Uirapuru
Faculdade de Educação Física
Av. Bento Mascarenhas Jequitinhonha, 633
Jardim Panorama – Sorocaba/SP
18030-320
conte@uirapuru.edu.br

Tramitação

Recebido em agosto/2003
Aprovado em outubro/2003