



ARTIGO ORIGINAL

EFEITO DE MASSA ADICIONAL NO DESEMPENHO DO TESTE DE OBSTÁCULO HEXAGONAL

David L. Montgomery
Maria de Fátima S. Duarte
Maria Regina F. Brandão
Douglas Roque Andrade
Rosa M. Yazawa
Nanci Maria de França
Victor Keihan Rodrigues Matsudo
Universidade de McGill-Depto. Ed. Física - Montreal-Canadá
CELAFISCS

RESUMO

MONTGOMERY, D.L.; DUARTE, M.F.S.; BRANDÃO, M.R.F.; ANDRADE, D.R.; YAZAWA, R.H.; FRANÇA, N.M. e MATSUDO, V.K.R. Efeito de massa adicional no desempenho do teste de obstáculo hexagonal. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, vol. 3, nº 3, pp 07 - 12, 1989.

O excesso de massa corporal é prejudicial no desempenho de atividades de longa duração, nas quais o praticante tem que carregar sua massa corporal (por exemplo correndo). O efeito do excesso de massa é desconhecido na performance em muitas atividades de curta duração. O objetivo deste estudo foi o de examinar o efeito da sobrecarga na performance no teste de obstáculo hexagonal (Hex.). Os sujeitos foram 16 homens (idade = 20,7 anos) e 8 mulheres (idade = 20,0 anos). Os avaliados realizaram 4 tentativas do teste de salto hexagonal carregando uma massa correspondente a 0%, 3%, 6% ou 9% de sua massa corporal. A sobrecarga foi colocada num cinto e presa à cintura dos avaliados. Os resultados para as quatro tentativas Hex foram:

GRUPO	0%	3%	6%	9%
Homens	27,8	28,7	28,1	29,0
Mulheres	34,8	36,3	35,0	36,7

Os dados foram analisados por sexo usando a Análise de Variância "One way" para repetidas medidas. Para ambos os grupos não houve diferenças significantes na performance do teste Hex, com adição da sobrecarga.

Unitermos: Teste de salto, sobrecarga de peso, adiposidade.

Submetido para publicação em 10.04.89
Aprovado em : 26.05.89

INTRODUÇÃO

Testes de campo são freqüentemente utilizados para avaliar indivíduos, fazendo parte de um processo de seleção ou da avaliação de um programa de treinamento. Os "pesquisadores" que interpretam os resultados dos testes precisam "estar engajados" nas características dos testes. Enquanto, validade, reprodutibilidade e objetividade são características importantes (2), o pesquisador também necessita estar consciente da influência de outras variáveis na performance, tais como temperatura ambiental, idade, peso, altura, "exercício prévio", experiência e excesso de massa adiposa. Uma vez que as características do teste são conhecidas, o pesquisador pode usar estas informações quando interpretar os resultados do avaliado.

O efeito do excesso de massa na forma de tecido adiposo é prejudicial no desempenho em atividades de longa duração, as quais requeiram que o praticante carregue sua massa corporal. Por exemplo, Cureton et al (6) mostraram que o acréscimo de 5% de sobrecarga resulta num prejuízo de 89 metros no desempenho do teste de corrida de 12 minutos. O desempenho diminui com o acréscimo de 5% de massa corporal porque o $\dot{V}O_{2max}$ diminui 2,4 ml/kg.min⁻¹. Este decréscimo é uma consequência direta no aumento do custo energético na corrida em velocidades submáximas.



O efeito do excesso de massa é desconhecido no desempenho de muitas atividades de curta duração. Quando testes tais como 50m de corrida, "shuttle-run", teste de 40 seg., teste de caixa alta e teste de obstáculo hexagonal são desempenhados, o esforço máximo é requerido. Muitos indivíduos desempenham estes testes carregando um excesso de massa na forma de tecido adiposo. Os bons "atletas" podem estar "mascarados" ou escondidos sob a influência dessa variável.

O teste de obstáculo hexagonal é um teste de campo popular, que é barato e fácil de ser administrado. Enquanto algumas características do teste são conhecidas (1,15,19,22), a influência da sobrecarga na massa corporal não está clara. O objetivo deste estudo foi examinar o efeito do acréscimo de massa na performance de teste de obstáculo hexagonal. A adição de peso externo ao corpo foi usado como uma forma de se investigar as consequências na mudança da adiposidade corporal na performance do teste hexagonal.

MÉTODOS

Vinte e quatro estudantes da Escola Superior de Educação Física de São Caetano do Sul serviram como voluntários neste estudo, sendo dezesseis homens e oito mulheres, tendo 20,7 e 20,0 anos de idade, respectivamente. Na primeira visita ao laboratório foram registrados o peso corporal, altura total e a composição corporal. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado como:

$$IMC = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Altura (m)}^2}$$

A composição corporal foi registrada usando-se o compasso de dobras cutâneas Harpenden. Sete locais foram medidos usando os procedimentos descritos por França e Vívolo (8). As sete dobras cutâneas foram: bicipital, tricipital, subescapular, supra-ilíaca, axilar média, abdominal e panturrilha medial. A composição corporal foi considerada como a soma das sete dobras.

Antes da coleta dos dados, os avaliados foram familiarizados com o protocolo dos testes e aparelhos. Para as

segurar que os avaliados tinham adquirido habilidade para o teste hexagonal, uma curva de aprendizagem foi construída, usando sete tentativas máximas no teste. Essas tentativas foram intervaladas num período de 3 dias e foram descritas por Montgomery et al (22). Os sujeitos chegaram a um platô em suas performances depois de 05 tentativas.

Para este estudo os sujeitos completaram 4 tentativas do teste hexagonal carregando 0%, 3%, 6% ou 9% de sua massa corporal. Os sujeitos não sabiam qual a quantidade de peso (sobrecarga) que estavam carregando. As quatro tentativas foram administradas em uma sequência randomizada, para minimizar algum efeito sequencial no teste. Os sujeitos tinham um período de recuperação de 1 hora entre cada tentativa. Todas as tentativas foram feitas num único dia. A sobrecarga foi fixada na cintura dos sujeitos através de 1 cinto de cargas. Cuidou-se para estar assegurada uma fixação firme e confortável da carga e que não interferisse no movimento dos saltos.

O teste hexagonal foi inicialmente desenvolvido por Kornexl (19) e subsequentemente modificado por McGinnis et al (20). O aparato do teste consiste de 6 pequenas barreiras colocadas uma em seguida a outra, com alturas variadas formando a figura de um hexágono. As seis barreiras têm a seguinte distribuição em termos de altura: 32, 20, 25, 20, 35 e 20 cm. O diagrama do teste pode ser encontrado em artigo de Montgomery et al (22). Os obstáculos foram montados com sarrafos de madeira sobrepostos a fim de que caíssem, se acidentalmente o avaliado batesse neles durante o teste.

O teste teve início com o sujeito estando em pé no centro do hexágono, de frente para a barreira nº 6. Concomitantemente após o comando "vai" acionava-se o cronômetro e o sujeito saltava com os pés unidos sobre o obstáculo nº 1 e então retornava para o centro do hexágono, saltando de costas sobre o mesmo obstáculo. O sujeito então continuamente saltava sobre os demais obstáculos obedecendo uma direção horária. Cada salto era feito



com os pés unidos e o corpo sempre de frente para o obstáculo nº 6. Seguidamente os avaliados fizeram 2 voltas no sentido horário e depois 2 voltas no sentido anti-horário. O cronômetro foi parado quando os pés do avaliado faziam contato com a parte interna do hexágono, após ter completado a 4ª volta. Tendo-se registrado o tempo de cada volta ao redor do hexágono, pode-se calcular a % de fadiga, usando-se a fórmula:

$$\% \text{ de fadiga} = \frac{\text{volta 4} - \text{volta 1}}{\text{volta 1}} \times 100$$

A análise de variância "one-way" para repetidas medidas (sujeitos) foi utilizada para determinar se existiam diferenças médias significantes através das 4 condições de sobrecarga. Para este estudo selecionou-se o nível de 0,05 como nível de significância.

RESULTADOS

As características físicas dos avaliados estão na tabela 1. Eles representam uma população ativa com treinamento de esporte específico. Quando comparados a uma grande amostra (4), de idade semelhante, quanto aos resultados de índice de massa corporal, os estudantes de Educação Física se encontram entre o percentil 50 para os homens e percentil 35 para as mulheres. França et al (9) publicaram valores médios de dobras cutâneas em escolares de 7 a 18 anos. Comparados aos estudantes brasileiros (idade=18 anos), os estudantes de Educação Física tinham resultados semelhantes à média para a sonatória de dobras (homens=53,3 mm e mulheres = 85,0 mm).

TABELA 1 - Características físicas dos sujeitos (média e desvio padrão).

VARIÁVEL	HOMENS (n=16)	MULHERES (n=8)
idade (anos)	20,7 ± 3,8	20,0 ± 4,1
massa (kg)	68,0 ± 8,2	62,4 ± 10,3
altura (cm)	176,1 ± 5,5	163,6 ± 7,7
IMC	21,9 ± 2,2	23,5 ± 4,8
soma 7 dobras cutâneas(mm)	57,4 ± 19,3	92,4 ± 52,7

O desempenho no teste de obstáculo hexagonal sem sobrecarga (0%) e na condição de sobrecarga (3%, 6%, 9%) pode ser observado na tabela 2. Para o grupo masculino, a massa adicional (sobrecarga) foi de 2, 4 e 6kg.; para o grupo feminino foi de 1,9; 3,7 e 5,6kg.

Tabela 2 - Efeito da adição de massa no desempenho do teste de obstáculo hexagonal (x e D.P.).

CONDIÇÃO	HOMENS MULHERES	
	(n=16)	(n=8)
sem sobrecarga - 0%(seg.)	27,8 ± 4,7	34,8 ± 9,1
adição carga - 3%(seg.)	28,7 ± 6,1	36,8 ± 8,9
adição carga - 6%(seg.)	28,2 ± 4,8	35,1 ± 7,3
adição carga - 9%(seg.)	29,1 ± 5,7	36,7 ± 9,5
Valor de F	0,21	0,08

O efeito da sobrecarga foi examinado através da análise de variância "one-way" para repetidas medidas. Para ambos os sexos não houve diferença significativa no desempenho do teste hexagonal com sobrecarga.

Para examinar a fadiga, os tempos para cada volta de 1 a 4 do teste hexagonal foram comparados com as condições de sobrecarga de 0%, 3%, 6% e 9%. (tabela 3). Ocorreu uma queda para a condição de 0% de 0,6 segundos ou 9,4% para o grupo masculino e 2,2 segundos ou 28,9% para o feminino. Os tempos de queda para as condições de 3%, 6% e 9% foram semelhantes, indicando que um excesso de massa não cria uma fadiga adicional. Os resultados das quedas foram maiores para as mulheres do que para os homens.

Tabela 3 - Tempos de queda para o teste hexagonal (x e D.P.).

	VOLTA		DIFERENÇA	% DE
	1(seg.)	4(seg.)	(seg.)	FADIGA
HOMENS				
0%	6,4 ± 0,7	7,0 ± 1,6	0,6	9,4
3%	6,7 ± 1,0	7,5 ± 2,0	0,8	11,9
6%	6,5 ± 0,8	7,4 ± 1,7	0,9	13,8
9%	6,7 ± 1,0	7,5 ± 2,0	0,8	11,9



Tabela 3 - continuação

	VOLTA 1(seg.)	VOLTA 4(seg.)	DIFERENÇA (seg.)	% DE FADIGA
MULHERES				
0%	7,6 ± 1,5	9,8 ± 3,6	2,2	28,9
3%	7,9 ± 1,6	10,3 ± 3,1	2,4	30,4
6%	7,7 ± 1,3	9,2 ± 2,2	1,5	19,4
9%	7,9 ± 1,7	10,2 ± 3,1	2,3	29,1

O coeficiente de correlação de Pearson entre o teste hexagonal na condição sem sobrecarga e a soma das sete dobras cutâneas foi de $r=0,61$, sendo significativa a nível de 0,01. Isto sugere uma relação entre a adiposidade de nossos avaliados e seus tempos no teste hexagonal, no entanto a sobrecarga não foi prejudicial.

DISCUSSÃO

A adição de massa externa ao corpo usando um cinto com pesos, uma vestimenta pesada ou uma mochila, é uma proposta prática para avaliar as consequências da gordura corporal no desempenho. Pesquisas anteriores no andar (12,13) e correr (6) com acréscimo de peso no tronco, demonstraram que exercícios submáximos não são afetados significativamente pelo acréscimo de massa. Neste estudo, nossos sujeitos não apresentaram nenhum problema mecânico, quando saltaram com acréscimo de massa.

O efeito adicional de massa tem sido estudado principalmente em atividades aeróbicas. Dados transversais indicam que há uma relação inversa entre a porcentagem de gordura e $\dot{V}O_2\text{máx.}$ (ml/kg.min) (3,5,10,11,16,25) e desempenho físico de trabalho (5,7,10,11,16,17,18,26). Quando o $\dot{V}O_2\text{máx.}$ é expresso em relação ao peso livre de gordura, as correlações com o desempenho na corrida de distância são mais baixas (5,11,16), o que sugere que parte da "alta" relação entre $\dot{V}O_2$ (ml/kg.min) e a performance na corrida de distância é devida à influência da adiposidade corporal no $\dot{V}O_2\text{máx.}$ (ml/kg.min). A adição de massa em indivíduos magros decresce o $\dot{V}O_2\text{máx.}$ expresso com relação à carga carregada, sem afetar significativamente

te a capacidade cardíaco-respiratória absoluta (6,23).

Dados longitudinais suportam esses achados. Sprynarova e Parizkova (24) verificaram que a redução na gordura corporal, em meninos de 10 a 12 anos de idade, estava associada com o aumento no $\dot{V}O_2\text{máx.}$ (ml/kg.min). Dempsey (7) utilizou o teste de capacidade física de trabalho (PWC₁₈₀) para examinar os efeitos de um programa de treinamento. Partindo da relação da porcentagem de gordura com a PWC₁₈₀, determinada num grupo grande de sujeitos, Dempsey foi capaz de prever precisamente aumentou a PWC₁₈₀ associado com a perda de peso, resultante do programa de atividade física. Estes achados sugerem que, os aumentos na PWC, foram mais devidos à redução dos efeitos metabólicos e cardíaco-respiratórios prejudiciais da adiposidade corporal, do que da melhora na capacidade cardíaco-respiratória.

Cureton et al (6) verificaram que foi substancial o efeito do acréscimo de peso na corrida de distância. A magnitude do excesso de massa ou gordura no teste de corrida de 12 minutos foi grande o suficiente para garantir sua inclusão na interpretação de resultados de testes quanto às variações individuais na composição corporal e para explicar as diferenças sexuais na habilidade em corridas de distância. Eles recomendam que, na interpretação dos resultados de corrida de 12 minutos, tanto a gordura corporal como também a aptidão cardiovascular, podem certamente serem consideradas como verdadeiras determinantes biológicas.

Em um outro estudo (21) examinando os efeitos do acréscimo de massa na performance em teste de campo de curta duração foi demonstrado que a adição de massa prejudicou a velocidade de patinação, nos índices de endurance anaeróbica, em repetidos testes de patinação de velocidade. Jasmin et al (15) encontraram correlações baixas entre o teste hexagonal e dois testes de endurance anaeróbica (Potência média no teste de 30 seg. do Wingate e teste de corrida em esteira rolante com 20% de inclinação e velocidade de 215 m/min). Desde que o teste hexagonal é um teste de saltar de curta duração ($\bar{x} = 27,8$ seg. pa



ra homens e 34,8 seg. para mulheres), ele não mede endurance anaeróbica, isto pode parcialmente explicar porque a adição de massa não prejudica o desempenho.

Para precisamente interpretar os resultados no teste hexagonal, é importante estabelecer que determinantes biológicos estão contribuindo na performance. Montgomery et al (22) encontraram que a potência da perna, velocidade e agilidade relacionadas ao salto, são fatores importantes associados com uma boa performance no teste hexagonal. Esses fatores provavelmente explicam as diferenças nos tempos do teste hexagonal entre homens e mulheres. Neste estudo, no teste hexagonal (condição sem sobrecarga) os homens obtiveram média de 27,8 seg, e as mulheres 34,8 seg. Houve diferenças significantes entre os sexos no IMC (21,9 versus 23,5) e na somatória das 7 dobras cutâneas (57,4 versus 92,4 mm). Mesmo quando foi adicionada 3%, 6% e 9% de sobrecarga na massa corporal, não houve prejuízo na performance do teste hexagonal. Os tempos de queda entre as volta 1 e 4 foram baixos e semelhantes para as condições de 0%, 3%, 6% e 9%. Estudos anteriores (1,15,22) também mostraram resultados de queda baixos no teste hexagonal. Nós podemos especular que, a potência de pernas dos nossos avaliados estava adequada, para responder a um trabalho adicional requerido, ao carregar um excesso de massa sem produzir fadiga.

Em resumo, este estudo examinou a influência da adição de massa na performance do teste de obstáculo hexagonal. Os tempos no teste com sobrecarga de 3%, 6% e 9% da massa corporal foram semelhantes ao da condição 0% (sem sobrecarga). Para ambos os sexos, não houve prejuízos significantes na performance do teste hexagonal com o acréscimo de massa.

ABSTRACT

MONTGOMERY, D.L.; DUARTE, M.F.S.; BRANDÃO, M.R.F.; ANDRADE, D.R.; YAZAWA, R.H.; FRANÇA, N.M. e MATSUO, V.K.R. The effect of added mass on performance of the hexagonal obstacle test. Brazilian Journal of Science and Movement, vol.3 nº 3, pp07-12, 1989.

Excess body mass is detrimental to performance in endurance activities which require the participant

to carry their body mass (e.g. running). The effect of excess mass on performance is unknown in many short duration activities. The purpose of this study was to examine the effect of added mass on performance of the hexagonal obstacle test (Hex.). The subjects were 16 males (age = 20,7 years) and 8 females (age=20,0 years). The subjects performed four trials of the hexagonal jumping test carrying 0%, 3%, 6% or 9% of their body mass. The added mass was securely attached to the waist of the subject using a weighted belt. Results for the four trials of the Hex test were:

GROUP	0%	3%	6%	9%
Males	27,8	28,7	28,1	29,0
Females	34,8	36,3	35,0	36,7

Data were analyzed using a repeated measures, one-way ANOVA for each sex. For both the males and females, there was no significant impairment in performance of the Hex test with the addition of mass.

Uniterms: Jumping test, added weight, adiposity.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R.E.; MONTGOMERY, D.L. and TURCOTTE, R.A. An on site test battery to evaluate giant slalom skiing performance. Journal of Sport Medicine and Physical Fitness, Submitted 1988.
- BAUMGARTNER, T. and JACKSON, A. Measurement for evaluation in Physical Education. Houghton Mifflin Company, Boston, 1975.
- BUSKIRK, E.R. and TAYLOR, H.L. Maximal oxygen intake and its relation to body composition with special reference to chronic physical activity and obesity. Journal of Applied Physiology, 11:72-78, 1957.
- Canadian Standardized Test of Fitness, Operations Manual, 3rd edition. National Health and Welfare, Ottawa, 1987.
- CURETON, K.J.; BOILEAU, R.A.; LOHMAN, T.C. and MISNER, J.E. Determinants of distance running performance in children: analysis of a path model. Research Quarterly, 48: 270-279, 1977.
- CURETON, K.J.; SPARLING, P.B.; EVANS, B.W.; JOHNSON, S.M.; KONG, U.D. and PURVIS, J.W. Effect of experimental alteration in excess weight on aerobic capacity and distance running performance. Medicine and Science in Sports, 10(3):194-199, 1978.
- DEMPSEY, J.A. Relationship between obesity and treadmill performance in sedentary and active



- men. Research Quarterly, 35:288-297, 1964.
08. FRANÇA, N.M. e VIVOLLO, M.A. Medidas antropométricas. In: Matsudo, V.K.R. Testes em Ciências do Esporte. CELAFISCS, 4ª ed. São Caetano do Sul, 1987.
09. FRANÇA, N.M.; MATSUDO, V.K.R. e SESSA, M. Dobras cutâneas em escolares de 7 a 18 anos. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 2(4):7-16, 1988.
10. GETCHELL, L.H.; KIRKENDALL, D. and ROBBINS, G. Prediction of maximal oxygen uptake in young adult women joggers. Research Quarterly, 48:61-67, 1977.
11. GITIN, E.L.; OLERUD, J.E. and CARROLL, H.W. Maximal oxygen uptake on lean body mass a meaningful measure of physical fitness. Journal of Applied Physiology, 36:757-760, 1974.
12. GOLDMAN, R.F. and LAMPIETRO, P.F. Energy cost of load carriage. Journal of Applied Physiology, 17:657-676, 1962.
13. HANSON, J.S. Exercise responses following production of experimental obesity. Journal of Applied Physiology, 35:587-591, 1973.
14. JACKSON, A.S. and COLEMAN, A.E. Validation of distance run tests for elementary school children. Research Quarterly, 47:86-94, 1976.
15. JASMIN, B.J.; MONTGOMERY, D.L. and HOSHIZAKI, T.B. Applicability of the hexagonal obstacle test as a measure of anaerobic endurance for alpine skiers. Sports Training, Medicine and Rehabilitation, 1:157-165, 1988.
16. KATCH, K.I., PECHAR, G.S.; McARDLE, W.D. and WELTMAN, A.L. Relationship between individual differences in a steady pace endurance running performance and maximal oxygen intake. Research Quarterly, 44:207-215, 1973.
17. KATCH, F.I.; McARDLE, W.D.; CZULA, R. and PECHAR, G.S. Maximal oxygen intake, endurance running performance, and body composition in college women. Research Quarterly, 44:301-312, 1973.
18. KIREILIS, R.W. and CURETON, T.K. The relationship of external fat to physical education activities and fitness tests. Research Quarterly, 18:123-133, 1947.
19. KORNEXL, E. Das sportmotorische ergenschaftsniveau des alpinen schirennlaufers. Unpublished doctoral dissertation. University of Innsbruck, Austria, 1977.
20. MCGINNIS, P.M.; PIPER, F.C. and DILLMAN, C.J. Skills tests for discrimination of Alpine skiing ability. Biomechanics Research Laboratory, Urbana, Illinois, 1981.
21. MONTGOMERY, D.L. The effect of added weight on ice hockey performance. The Physical and Sports Medicine, 10(11):91-99, 1982.
22. MONTGOMERY, D.L.; FIGUEIRA, A.J.; SOUZA, M.T.; OLIVEIRA, R.; DUARTE, C.R. e MATSUDO, V.K.R. Comparação do teste de obstáculo hexagonal com a corrida de 50m, corrida de 40 seg. shuttle run e teste da caixa alta. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 3(3). Submitted, 1989.
23. SKINNER, J.S.; HUTSLER, R.; BERGSTEINOVA, V. and BUSKIRK, E.R. Perception of effort during different types of exercise and under different environmental conditions. Medicine and Science in Sports, 5:110-115, 1973.
24. SPRYNAROVA, S. and PARIZKOVA, J. Changes in aerobic capacity and body composition in obese boy after reduction. Journal of Applied Physiology, 20:934-937, 1965.
25. WELCH, B.E.; REINDEAU, R.P.; CRISP, C.E. and ISENSTEIN, R. Relationship of maximal oxygen consumption to various components of body composition. Journal of Applied Physiology, 12:395-398, 1958.
26. WILMORE, J.H.; ROYCE, J.; GIRANDOLA, R.N.; KATCH, F.I. and KATCH, V.L. Body composition changes with a 10 week program of jogging. Medicine and Science in Sports, 2:113-117, 1970.

Endereço do Autor/Author Address

David. L. Montgomery
Dept. of Physical Education-McGill Univ.
475 Pine Avenue West.
Montreal, Quebec, H2W1S4
Canadá.

