



6º Simposio de Ensino de Graduação

ESTUDO COMPARATIVO DA CAPACIDADE FUNCIONAL AERÓBIA A PARTIR DE PROTOCOLO EM ESTEIRA ROLANTE E CICLOERGÔMETRO: RELATO DE CASO

Autor(es)

ALINE GHILARDI

Co-Autor(es)

ANA GABRIELA DE OLIVEIRA
SÉRGIO HENRIQUE BORIN

Orientador(es)

MARLENE APARECIDA MORENO

1. Introdução

O teste ergométrico é um dos principais métodos de avaliação e consiste na aplicação do exercício físico com a utilização de ergômetros. São utilizados protocolos contínuos, com variações na velocidade e na inclinação do ergômetro, em estágios de 2 ou 3 minutos de duração, sendo as cargas progressivas cuja finalidade é elevar a taxa metabólica corporal e, com ela, o trabalho do coração, sendo analisadas as respostas clínicas, metabólicas, hemodinâmicas e eletrocardiográficas (HESPANHA, 2004).

O protocolo em esteira rolante de Ellestad apresenta estágios de grande incremento de trabalho (aproximadamente 3 MET por estágio). Para manter o trabalho vertical em duas posições (10 e 15%), uma velocidade maior é imposta para compensar o trabalho final. Em relação à duração de cada estágio, apenas o primeiro e o quarto são de 3 minutos originalmente, os demais são de 2 minutos cada, um tempo bastante razoável para o equilíbrio entre a oferta e a demanda (HESPANHA, 2004).

O protocolo de bicicleta ergométrica de Balke inicia-se com uma carga de 25 watts e com velocidade de 50 rpm, a cada 2 minutos aumenta-se mais 25 watts, sucessivamente, até ser atingida a frequência cardíaca (FC) máxima do indivíduo ou outros critérios de interrupção. Esse protocolo permite uma adaptação fisiológica adequada, pois a carga é aumentada em pequenos incrementos, retardando o início da ativação do metabolismo aeróbio. O resultado depende, entretanto da motivação do indivíduo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2002).

Na maioria das vezes, os testes são realizados em esteira, no entanto, a literatura refere que o cicloergômetro pode ser uma alternativa à esteira quando se realiza exame em paciente com limitações ortopédicas, neurológicas ou vasculares periféricas. Além disto, a qualidade do traçado eletrocardiográfico e a da medida da pressão arterial tendem a ser melhores do que na esteira. Devemos ressaltar que as respostas fisiológicas ao exercício em cicloergômetro diferem daquelas ao exercício em esteira, o que

deverá ser levado em conta na interpretação do exame. Por exemplo, o consumo máximo de oxigênio é cerca de 5 a 20% mais baixo, e a resposta pressórica por carga de trabalho é proporcionalmente maior do que na esteira (GALVÃO, 2003).

2. Objetivos

O presente estudo teve como objetivo analisar comparativamente as respostas das variáveis hemodinâmicas, ventilatórias e metabólicas de um sedentário a partir do teste ergométrico em cicloergômetro e esteira.

3. Desenvolvimento

Respeitando as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos, este estudo foi desenvolvido seguindo as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O voluntário foi informado e esclarecido a respeito dos objetivos e da metodologia experimental as quais seria submetido, explicitando o caráter não-invasivo dos procedimentos e assinou um termo de consentimento livre e esclarecido.

Participou do estudo um voluntário do sexo masculino, 22 anos, não praticante de atividade física regular, não fumante e sem antecedentes de doenças músculo-esqueléticas, cardiovasculares e respiratórias.

Na sala onde foram realizados os testes, as condições ambientais foram controladas artificialmente, de forma que a temperatura e umidade relativa do ar variassem de 22 a 24°C e de 40 a 60%, respectivamente. Antes do início de cada teste, o voluntário permaneceu em repouso na posição supina por 10 min para estabilização e controle da FC e pressão arterial (PA) e registro do eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações.

Para a monitorização cardíaca do voluntário durante os testes foi utilizada a derivação MC5.

Os testes foram realizados com intervalo mínimo de três dias entre um e outro para possibilitar a recuperação do voluntário. Também sendo realizados no mesmo período do dia, evitando assim a influência do ciclo circadiano sobre as variáveis estudadas.

Para a realização do teste ergométrico em esteira rolante, o protocolo utilizado foi o de Ellestad modificado, e no cicloergômetro foi de Balke modificado, e foram conduzidos até que o voluntário não conseguisse mais manter o esforço solicitado.

As variáveis FC, PA, saturação de O₂, escala de Borg e ECG foram registradas antes do início do teste, antes do incremento de cada carga, bem como após o término do mesmo e no período de recuperação.

4. Resultado e Discussão

Os resultados obtidos durante os testes em esteira rolante e cicloergômetro estão apresentados na tabela 1. Os efeitos fisiológicos do exercício físico envolvem desde respostas agudas imediatas como aumento da FC e PA sistólica (PAS), respostas agudas tardias, como redução dos níveis tensionais até adaptações crônicas como hipertrofia muscular (COUTO, et al, 2005).

A magnitude dessas respostas ao exercício está na dependência de um grande número de fatores, tais como: idade, sexo, características antropométricas (peso e altura), fatores genéticos e psicológicos, doenças (tipo e gravidade), hábitos alimentares, condições ambientais (temperatura, umidade e pressão barométrica), nível de condicionamento físico e condições relacionadas ao próprio exercício (tipo de exercício – dinâmico e/ou estático; intensidade, forma e duração; quantidade de massa muscular envolvida e posição corporal) (GALLO-Jr et al., 1995).

Como observado em nosso estudo, a FC máxima atingida em esteira foi 191 bpm e no cicloergômetro foi de 178 bpm, podendo este resultado ser justificado segundo Flores apud McArdle, Katch e Katch (2002), que explicam esta diferença devido ao fato de que em esteira existe maior movimentação de massa muscular, sustentação do peso corporal e movimentação dos braços. No cicloergômetro, o indivíduo se mantém sentado, com os braços apoiados e realizando somente trabalho com os membros inferiores, atenuando o trabalho em comparação com a esteira.

Já, sobre a PA, isoladamente, a PAS e a PA diastólica (PAD) exibem comportamentos diferenciados durante o exercício. Em atividades contínuas de intensidade progressiva, a PAS aumenta em proporção direta à intensidade do exercício, em função da elevação do débito cardíaco (POLITO apud AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000). Assim, durante os testes, a PAS se comportou normalmente, aumentando a cada incremento de carga, porém, seu aumento foi maior no cicloergômetro, onde alcançou 200 mmHg, enquanto na esteira rolante atingiu 170 mmHg. A justificativa para este comportamento talvez seja devido a maior facilidade de realizar o teste em esteira rolante e também em função da maior estabilidade da posição do braço do avaliado no cicloergômetro durante a aferição da PA, dando maior precisão aos resultados (ARAÚJO e PINTO, 2005). Podemos ainda levar em consideração a relação entre a Manobra de Valsalva e o aumento da PAS que pode ter ocorrido como forma de recurso para o voluntário prolongar mais o teste (POLITO apud McCARTNEY, 1999).

Na variável consumo de oxigênio (VO₂) durante o teste em esteira rolante, o valor obtido foi de 40,73 ml/Kg/min enquanto que no cicloergômetro foi de 24,17 ml/Kg/min. Uma das hipóteses para tal resultado é que o teste realizado em esteira, está mais próximo das atividades de vida diária, como a marcha, o que possibilitou ao voluntário um melhor desempenho.

Sobre o déficit aeróbio funcional (FAI) que indica em termos percentuais o quanto o indivíduo está acima ou abaixo do VO₂ esperado. De acordo com os resultados obtidos no teste em esteira rolante, o voluntário se apresentou com somente 15% do esperado enquanto que no teste realizado em cicloergômetro, apresentou alteração de 40% abaixo do esperado. Isso provavelmente deve-se ao fato de o avaliado ser sedentário, o que implica em um maior cansaço periférico e maior grau de esforço para realizar o exercício de pedalar.

No que se refere ao equivalente metabólico (MET), segundo Castañeda e De Lucio (2004), o MET é a quantidade mínima necessária de oxigênio para as funções metabólicas do organismo. Os resultados obtidos em nosso estudo mostraram que em esteira rolante, foi utilizado 11,63 ml/kg/min enquanto que em cicloergômetro, 6,90 ml/kg/min. Assim, pode-se observar que foi necessário uma fração maior de oxigênio para realizar o exercício em esteira em comparação com o cicloergômetro. Talvez este fato possa ser explicado pela movimentação de uma maior massa muscular durante a caminhada do que na realização de pedaladas em cicloergômetro.

O gasto calórico, segundo Silva apud Caspersen (1985) é aumentado por qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos. Em relação aos resultados obtidos no teste ergométrico, na esteira rolante o valor obtido foi de 13,95 cal/min e no cicloergômetro de 8,28 cal/min, sugerindo que houve maior gasto energético na esteira rolante provavelmente devido à maior massa muscular envolvido no movimento.

O débito cardíaco (DC) se caracteriza por ser cerca de 90% do valor máximo de esforço a ser alcançado por indivíduos, cujo objetivo principal é suprir a demanda de oxigênio exigida pelos músculos ativos (MAIOR, 2003). Segundo Maior apud Costill e Willmore (1994), o DC máximo de indivíduos sedentários é de 20 a 25 l/min. Neste estudo, o resultado do DC obtido no teste ergométrico em esteira rolante foi de 19,55 l/min e no cicloergômetro 13,72 l/min, estando entre os valores estipulados para indivíduos sedentários. O que nos leva a concluir que na esteira rolante a demanda de oxigênio é maior que no cicloergômetro, devido à maior massa muscular exigida em questão.

5. Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos foi possível observar que existem diferenças de comportamento nas variáveis fisiológicas num mesmo voluntário durante teste ergométrico realizado em ergômetros diferentes, sugerindo que o cicloergômetro pode subestimar a capacidade funcional aeróbia por fadiga periférica.

Desta forma, à partir deste trabalho, sugerimos novos estudos com um número maior de voluntários e com amostras diferentes, como atletas, cardiopatas, pneumopatas, entre outros, já que o teste ergométrico tem como um dos seus objetivos ser referência para indicação de atividade física, e a escolha do ergômetro para cada tipo de amostra, pode ser fator diferencial nos resultados.

Referências Bibliográficas

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and**

Prescription. 6ª ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

ARAÚJO, C.G.S., PINTO, V.L.M., **Freqüência Cardíaca Máxima em Testes de Exercício em Esteira Rolante e em Cicloergômetro de Membros Inferiores.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, vol. 85, nº 1, julho, 2005.

CASTAÑEDA, P. E. G., De LUCIO, V. **Entrenamiento aeróbico: control del gasto calórico através de la frecuencia cardiaca.** Revista Digital, Buenos Aires, ano 10, nº 69, fevereiro/2004.

COUTO, L. R., OLIVEIRA, P. T. C., BASTOS, A. L., et al. **Dispositivos mecânicos que oferecem resistência cardiovascular.** Revista Saúde.com, 2005.

GALLO-JR, L.; MACIEL, B.C.; MARIN-NETO, J.A.; MARTINS, L.E.; LIMA-FILHO, E.C.; GOLFETTI, R.; CHACON, M.P.; FORTI, V.A. **Control of heart rate during exercise in health and disease.** Braz J Med Biol Res, v. 28, n. 11-12, p. 1179-84, 1995.

GALVÃO, F., NÓBREGA, A.C.L., CASTRO., R,R,T., HERDY, A.H., et al., **Normatização de Técnicas e Equipamentos para a Realização de exames em Ergometria e Ergoespirometria.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, São Paulo, vol. 80, 2003.

HESPANHA, R., **Ergometria – bases fisiológicas e metodologias para prescrição do exercício.** Rio de Janeiro: Rubio, 2004.

MAIOR, A.S., **Alterações e adaptações no sistema cardiovascular em idosos submetidos ao treinamento de força.** Revista Digital, Buenos Aires, ano 9, nº 64, setembro, 2003.

POLITO, M.D., FARINATTI, P.T.V., **Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura.** Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, vol. 3, nº 1, 2003.

SILVA, S. F.; ROCHA, C. C. D.; COLLADO, P. S.; PAZ, J. A., **Respostas dos treinamentos aeróbico e de força no VO2máx.** Jornal Brasileiro de Biometricidade, vol. 1, nº 4, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia para Teste Ergométrico.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, vol. 78, 2002.

Anexos

Tabela 1: Resultados obtidos a partir de teste ergométrico em esteira rolante e cicloergômetro dos variáveis hemodinâmicas, ventilatórias e metabólicas.

	ESTEIRA ROLANTE			CICLOERGÔMETRO			Diferença
	Valor máximo previsto	Val. do máximo previsto	Valor obtido	Valor máximo previsto	Val. do máximo previsto	Valor obtido	
FC (b/min)	128	169	171	128	128	148	20,00
FAS (mmHg)	-----	-----	172	-----	-----	180	8,00
PO2 (ml/min)	40,04	40,0	40,72	40,04	40,0	34,17	10,22
FAL (%)	-----	-----	73	-----	-----	69	7%
MET	-----	-----	4,62	-----	-----	4,00	1,52
Consumo calórico (kcal/min)	-----	-----	18,96	-----	-----	8,28	6,67
DC (l/min)	21,04	15,47	15,22	22,02	12,8	12,72	9,88

FC: frequência cardíaca; FAS: pressão arterial sistólica; PO2: consumo de oxigênio; FAL: eficiência ventilatória funcional; MET: equivalente metabólico; DC: débito cardíaco