

Freqüência cardíaca e pressão arterial em diferentes cargas no ergômetro Banco de Cirilo em mulheres ativas

Cardiac frequency and blood pressure in different loads in the Cirilo's ergometer step test in active women

Frecuencia cardiaca y presión arterial en diferentes cargas en el ergómetro banco de cirilo en mujeres activas

Artigo Original

Maria do Socorro Cirilo de Sousa (CREF 00100-G/PB)^{1,2,3,4}

helpcirilo@yahoo.com.br

Anderson Carlos Lourenço de Lima^{4,5}

andcarlos.lima@ig.com.br

João Agnaldo da Silva⁶

jagnaldo@hotmail.com

Gigliola Cibele Cunha da Silva⁷

gigli@gmail.com

Luciano Meireles de Pontes (CREF 1035-G/PB)^{3,8,9}

lupontes@yahoo.com.br

Fábio Alexandre dos Santos Lira (CREF 0076-G/PB)³

alex_lira@yahoo.com.br

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB, D.E.F., João Pessoa – PB – Brasil

²Laboratório de Cineantropometria (LABOCINE) UFPB-PB

³Grupo de Pesquisa em Cineantropometria, Atividade Física e Saúde, Desenvolvimento e Desempenho Humano (GPCASD) / CNPq / UFPB

⁴Laboratório de Atividades Físicas Professora Socorro Cirilo (LAAFISC), João Pessoa

⁵Faculdade ASPER

⁶Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Departamento de Estatística, João Pessoa

⁷UFPB, DEF, Bolsista PIBIC/CNPq/UFPB

⁸Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Saúde da Criança e do Adolescente – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife – PE

⁹Bolsista Capes/DS/UFPE

Sousa MSC, Lima ACL, Silva JA, Silva GCC, Pontes LM, Lira FAS. Freqüência cardíaca e pressão arterial em diferentes cargas no ergômetro Banco de Cirilo em mulheres ativas. *Fit Perf J.* 2007;6(3):156-61..

RESUMO: Introdução: Freqüência Cardíaca (FC) e Pressão Arterial (PA) têm sido estudadas na predição do desempenho físico. O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento da FC e PA em diferentes cargas, no teste de banco Protocolo Cirilo. **Metodologia:** Trata-se de pesquisa aplicada, transversal, com 30 mulheres ativas, segundo normas do ACSM, com média de idade $22,8 \pm 2,8$ anos, submetidas aos testes antropométricos, cardiorrespiratório em Banco Eletrônico de Cirilo e hemodinâmicos. Utilizou-se programa estatístico SPSS 13.0 para cálculos de média, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de correlação “r” de Pearson, “t” de Student, Qui-quadrado de Friedman, com nível de significância de 5%. **Resultados:** A FC final definiu o teste como sub-máximo. Os valores na carga de 4 minutos: $FC_{\text{máx}} 179,40 \pm 6,58$ bpm; PAS, $132,00 \pm 13,04$ mmHg; PAD, $61,00 \pm 11,40$ mmHg. A PA sistólica (PAS) da carga do 3º min, $136,00 \pm 11,40$ mmHg, e a PA diastólica (PAD) da carga de 1º min, $62,00 \pm 4,47$ mmHg, foram maiores. O teste de Friedman teve $p=0,05$ para as cargas de FC, PAS e PAD do 1º ao 4º min e o “t” de Student entre a FC do 1º e 4º min. ($p=0,003$). **Conclusões:** O comportamento da FC e PA em diferentes cargas em teste de banco sob o Protocolo de Cirilo de forma progressiva com intervalos diários, apresentam-se diferentes de acordo com o tempo de execução do teste indicando que há alterações das variáveis hemodinâmicas, e a FC aumenta linearmente conforme a carga e a PAS e PAD variam entre o 1º e 4º min.

Palavras-chave: Desempenho humano, hemodinâmica do sangue, Teste de esforço.

Endereço para correspondência:

Maria do Socorro Cirilo de Sousa - Rua Silvino Chaves, 1510 - Bairro Manaíra - CEP: 58038-040 - João Pessoa - PB - Brasil

Data de Recebimento: Outubro / 2006

Data de Aprovação: Janeiro / 2007

Copyright© 2007 por Colégio Brasileiro de Atividade Física Saúde e Esporte.

ABSTRACT

Cardiac frequency and blood pressure in different loads in the Cirilo's ergometer step test in active women

Introduction: FC and BP have been studied in the prediction of the physical performance. The objective of this work is to analyze the behavior of FC and BP in different loads in the step test Cirilo Protocol. **Methodology:** It is about an applied research, transversal, with 30 active women, according to norms of the ACSM, with age average 22.8 ± 2.8 years, submitted to the anthropometrics tests, cardiorespiratory in Electronic Step Test Cirilo's and hemodynamics. The statistical program SPSS 13.0 for average, deviation standard, minimum, maximum, correlation "r" of Pearson, "t" of Student, Qui-square of Friedman, level of significance of 5% was used. **Results:** The FC final defined the test as sub-maximum. The values in the load for 4 minutes: $FC_{max} 179.40 \pm 6.58$ bpm, the SBP 132.00 ± 13.04 mmHg, the DBP 61.00 ± 11.40 mmHg. The SBP of the load for 3rd min. 136.00 ± 11.40 mmHg and the DBP for the load 1st min 62.00 ± 4.47 mmHg was bigger. The Friedman's test found $p=0.05$ for FC loads, SBP and DBP from the 1st to 4th min. and the "t" of Student between the FC of 1st to 4th min. ($p=0.003$). **Conclusion:** The behavior of the FC and the PA in different loads in step test under the Protocol of Cirilo of gradual form with daily intervals, in accordance with presents different the time of execution of the test indicating that it has alterations of the hemodynamics variables, and the FC increases in agreement the load linearly and SBP and DBP vary between 1st and 4th min.

Keywords: Human performance, blood hemodynamic, effort test.

INTRODUÇÃO

As variáveis hemodinâmicas e a eficiência no teste em degrau podem ser influenciadas pelos estágios de carga progressiva durante as subidas e descidas. Durante o exercício, a musculatura ativa recebe um fluxo sanguíneo maior e o coração recebe uma maior estimulação, comparativamente com o estado de repouso. Os parâmetros fisiológicos mais comuns para aferições acerca da saúde do sistema cardiorespiratório durante o esforço físico são a pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC). Em testes com utilização do ergômetro banco, há uma grande participação da musculatura e das articulações dos membros inferiores, percebendo-se o envolvimento de diferentes ângulos capazes de provocar alterações na resposta destas variáveis durante o esforço. Sousa¹, em estudos com indivíduos destreinados ativos e treinados em testes de subida e descida com ergômetro banco, encontrou valores de FC em esforço na faixa de 80-85% da FC máxima (FCM), caracterizando um teste submáximo, o que, provavelmente, não eleva a PA em níveis que representem danos ao sistema. Sabe-se que um dos problemas na execução desses tipos de testes é a aferição da PA, devido ao movimento de subida e descida.

Pesquisas em mulheres normotensas e destreinadas, em testes com cargas contínuas e progressivas^{2,3}, não encontraram níveis de PA que caracterizassem hipertensão reativa em testes desta natureza. Observa-se ainda que os primeiros estágios em testes no banco, com incrementos de natureza contínua, iniciam-se com alturas adequadas para qualquer indivíduo, mesmo sendo considerada baixa, o que implica em menores ângulos da articulação do joelho envolvidos durante o esforço. Isto causa conforto e acomodação nos segmentos posturais durante o teste.

Os testes com utilização de banco, apesar de serem os mais antigos quando se reporta à ergometria, não quer dizer que sejam os menos utilizados. O que restou precisa ser revisado, reestruturado, como tudo na ciência. São as novas técnicas de

RESUMEN

Frecuencia cardiaca y presión arterial en diferentes cargas en el ergómetro banco de cirilo en mujeres activas

Introducción: FC Y PA están siendo estudiadas en la predicción del desempeño físico. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de la FC y PA en diferentes cargas en el test de banco Protocolo Cirilo. **Metodología:** Se trata de investigación aplicada, transversal, con 30 mujeres activas, según normas del ACSM, con media de edad $22,8 + 2,8$ años, sometidas a los tests antropométricos, cardiorespiratorio en Banco Electrónico de Cirilo y hemodinámicos. Se utilizó programa estadístico SPSS 13.0 para media, desvío patrón, mínimo, máximo, coeficiente de correlación "r" de Pearson, "t" de Student, Jue-cuadrado de Friedman, nivel de aceptación de 5%. **Resultados:** La FC final definió el test como submáximo. Los valores en la carga de 4 minutos: $FC_{max} 179,40 + 6,58$ bpm, la PAS $132,00 + 13,04$ mmHg la PAD $61,00 + 11,40$ mmHg. Siendo que la PAS de la carga del 3^o min. $136,00 + 11,40$ mmHg y la PAD de la carga 1^o min $62,00 + 4,47$ mmHg fueron mayores. El test de Friedman encontró $p=0,000$ para las cargas de FC y PAS y PAD del 1^o al 4^o min. y el "t" de Student entre la FC del 1^o y 4^o min. ($p=0,003$). **Conclusiones:** El comportamiento de la FC y PA en diferentes cargas en test de banco bajo el Protocolo de Cirilo de forma progresiva con intervalos diarios, se presentan diferentes de acuerdo con el tiempo de ejecución del test indicando que hay alteraciones de las variables hemodinámicas, y la FC aumenta linealmente conforme la carga y la PAS y PAD varían entre el 1^o y 4^o min.

Palabras clave: desempeño humano, hemodinámica de la sangre, test de esfuerzo.

aplicação e elaboração de instrumentos que se compatibilizam com as novas propostas de avaliação no campo dos testes.

Pesquisas que deram origem a novos modelos de instrumentos e protocolos foram desenvolvidas no sentido de ampliar a utilização destes ergômetros^{1,3,4,5}. É sabido que no Brasil, assim como nos Estados Unidos da América, estes testes são amplamente divulgados e utilizados. Portanto, a proposta aqui apresentada trata de uma nova leitura na área de testes, especificamente os de banco em que se empregam subidas e descidas por ciclos de quatro tempos, demarcados por metrônomo ou outra forma de cadenciar o ritmo. Estes podem ser capazes de quantificar os exercícios estimando o grau de aptidão física, normalmente submáximos, que realizam predição máxima, geralmente por meio do índice de volume de oxigênio (VO_2).

No que se refere ao controle de variáveis hemodinâmicas, no caso a PA e a FC, no ergômetro banco, a forma de verificação manual pode ser impossibilitada ou inviabilizada, principalmente nos protocolos de carga progressiva e contínua. Entretanto, recursos como freqüencímetro e outros podem ser aplicáveis para diminuir os erros de aferição. Quanto à PA, os testes de banco normalmente duram, em média, entre três e seis minutos, o que pode representar muito pouco para a elevação dos níveis de pressão. A tomada desta variável ao final do teste, até trinta segundos, pode nos fornecer parâmetros dos valores de PA atingidos ao longo do teste.

A segurança na aplicação destes testes é bem maior em função do tempo em esforço e de sua característica submáxima. Estudos demonstram que, em trinta mil testes aplicados, não se obteve nenhum óbito quando da utilização de subidas e descidas de um degrau ou banco por um ritmo demarcado¹. Nesta perspectiva, a questão norteadora deste trabalho é: será que os comportamentos da FC e da PA sofrem alterações dos níveis quando analisados sob diferentes cargas em teste de subida e descida de banco, utilizando o Protocolo de Banco

Eletrônico de Cirilo. Sendo assim, o objetivo geral do trabalho foi analisar o comportamento da FC e da PA em diferentes cargas no teste de subida e descida de banco Protocolo Cirilo^{6,7}.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do estudo

O presente estudo apresenta corte transversal com a realização de ensaio de campo e uma abordagem predominantemente quantitativa.

População e amostra

A população deste estudo foi constituída de mulheres praticantes de programa físico em academias de ginástica. A amostra constou de 30 mulheres ativas, segundo as normas do American College of Sports Medicine⁸, média de idade $22,8 \pm 2,8$ anos, selecionadas pelo método probabilístico aleatório simples, praticantes de ginástica aeróbica, localizada e musculação, sistematicamente. Os critérios para participação no estudo foram: estar fisicamente ativa pelo menos seis meses; exercitar-se por, pelo menos, quatro vezes semanais; não ter ingerido bebida alcoólica; não ter fumado; ter dormido oito horas; não estar em processo de tratamento medicamentoso; não estar acometida de infecção; e ser normotensa.

INSTRUMENTOS PARA COLETA DOS DADOS E VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA O ESTUDO

- Estadiômetro portátil, marca Sanny, precisão 0,1 cm, estatura em cm;
- Balança digital, marca Filizola, precisão 100g, massa corporal em kg;
- Banco Eletrônico de Cirilo e processador de dados: esforço em subida e descida de degraus para estimar o volume de oxigênio (Figura 01);
- Freqüencímetro Cardíaco, marca Polar, modelo S210, FC em batimentos por minuto (bpm), tempo em esforço, altura do ergômetro;
- Esfigmomanômetro de coluna de mercúrio, níveis de PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD) em mmHg;
- Estetoscópio BD, para ausculta cardíaca; e
- Painel com Tabela de Borg⁹, para níveis de percepção de esforço subjetivo (PES)

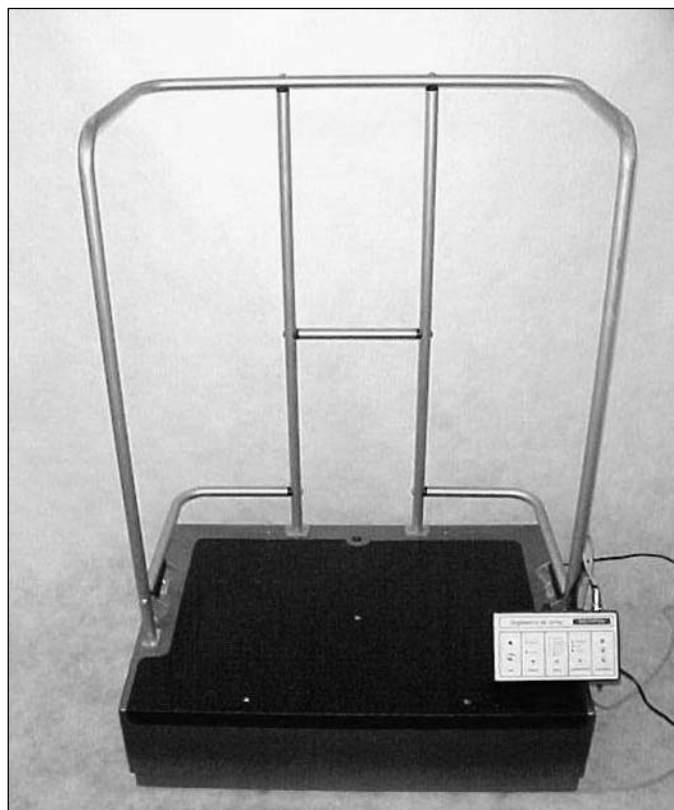
Independentes: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg), ausculta cardíaca;

Dependentes: tempo de esforço (s), altura do ergômetro (cm), PA (mmHg) em repouso e pós-esforço, FC em repouso e esforço (bpm), volume de oxigênio predito em máximo ($VO_{2\text{máx.}}$), esforço em subida e descida de degraus, níveis de percepção de esforço subjetivo (PES)

PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Inicialmente, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde e aprovada sob o número de registro 118/01-B de 2005. Os sujeitos da amostra assinaram uma autorização para a coleta dos dados, bem como o Termo de

Figura 01 - Banco Eletrônico de Cirilo e processador de dados



Consentimento para Pesquisas com Seres Humanos, conforme a Lei 196/96 do Conselho Nacional da Saúde¹⁰. Em seguida, foram aferidas as variáveis antropométricas de estatura e massa corporal, com o estadiômetro e a balança, respectivamente. Além disso, as hemodinâmicas, de FC, PA de repouso e controle subjetivo do esforço. Só então, foi realizado o teste de subida e descida do ergômetro banco, segundo o protocolo de Cirilo^{6,7}

Tabela 1 - Número de estágios de sobrecargas (alturas) em cm. Fonte: Sousa (2001)

estaturas (cm)	1º estágio (cm)	2º estágio (cm)	3º estágio (cm)
até 151,9	20	26	32
152,0 a 161,9	20	27	34
162,0 a 171,9	20	29	38
172,0 a 181,9	20	30	40
182,0 a 191,9	20	31	42
192,0 e acima	20	32,5	45

Tabela 2 - Número de toques por minuto (tpm) correspondente ao grau de aptidão física de destreinados (DTR), ativos (ATV) e treinados (TR), por gênero. Fonte: Sousa (2001)

gênero	DTR	ATV	TR
feminino	116 tpm	132 tpm	152 tpm
masculino	120 tpm	144 tpm	160 tpm

Tabela 3 - Tempo de aplicação de incrementos e execução de esforço em destreinados (DTR), ativos (ATV) e treinados (TR). Fonte: Sousa (2001)

classificação da aptidão física	tempo em execução inicial (s)	tempo de ação do 1º incremento (s)	tempo em execução do 1º incremento (min)	tempo de ação do 2º incremento (s)	tempo em execução do 2º incremento (min)
DTR	0 a 50s	10	1 a 1min50	10	2 a 3
ATV	0 a 50s	10	1 a 1min50	10	2 a 4
TR	0 a 50s	10	1 a 2min50	10	3 a 6

O teste consistiu em realizar subidas e descidas contínuas no ergômetro banco. A altura do ergômetro foi contínua e progressiva, sendo os incrementos adequados à estatura do indivíduo, como mostrado na tabela 1. O teste também foi ajustado ao grau de aptidão física e ao gênero, como mostrado na tabela 2. O ritmo utilizado foi de 132 toques por minuto, equivalendo a 33 passadas/ minuto. O teste completo consiste de quatro minutos, composto por três estágios, com dois incrementos na altura do banco, como mostrado na tabela 3. O mesmo foi dividido em quatro etapas para cada dia, com esforço progressivo. No 1º dia o esforço foi de 1 min, no 2º de 2 min, no 3º de 3 min e no 4º dia, 4 min. Aferiu-se a FC e PA antes do teste, FC no esforço e PA pós-esforço (até 30s após o final do teste) pela técnica de Koroktoff. Antes do esforço, realizou-se aquecimento com alongamentos específicos e marcha estacionária no ritmo do metrônomo. A angulação de flexão do joelho variou de 45º a 90º, do 1º para o 3º estágio.

O VO₂ predito em máximo foi obtido mediante conversão de valores em equação de regressão:

$$VO_{2,m\acute{a}x} = -93,402 - [0,0548 \times (\text{idade})] - [0,152 \times (\text{estatura})] - [0,0874 \times (\text{peso})] - [0,568 \times (\text{g\^e}n\text{e}r\text{o})] + [0,05996 \times (\text{tempo})] + [0,0118 \times (\text{FC final})] + [0,798 \times (\text{altura banco})] - [16,221 \times (\text{grau de aptid\~{a}o})] + [1,095 \times (\text{n}^\circ \text{ de toques})]$$

onde: idade, em anos; estatura, em cm; peso, em kg; gênero, feminino = 0 e masculino = 1; Tempo, tempo total de execução do teste; FC final, FC no final do teste; altura banco, altura final alcançada no banco; grau de aptidão: destreinado = 1; ativo = 2 e treinado = 3; número de toques: feminino destreinado = 116; feminino ativo = 132; feminino treinado = 152; masculino destreinado = 120; masculino ativo = 144; masculino treinado = 160.

Plano analítico

O plano analítico utilizou o pacote computadorizado SPSS versão 13.0 para estatística descritiva inferencial de média, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de correlação "r" de Pearson, "t" de Student e Qui-quadrado de Friedman. O nível de significância foi de 5%. O cálculo do VO₂ para estimar o máximo foi realizado conforme a equação proposta neste estudo,

Tabela 4 - Classificação do VO₂máx. em ml.kg-1.min-1

CLASSIFICAÇÃO	FEMININO	MASCULINO
Muito Fraco	menor que 19,31	menor que 26,52
Fraco	de 19,31 a 23,99	de 26,52 a 30,95
Regular	de 24,00 a 27,34	de 30,96 a 35,59
Bom	de 27,35 a 30,51	de 35,60 a 47,77
Muito Bom	de 30,52 a 43,04	de 47,78 a 56,20
Excelente	acima de 43,04	acima de 56,20

a partir da regressão realizada em Sousa¹ e o VO₂ classificado pela tabela 4.

RESULTADOS

Neste estudo, analisou-se as variáveis de FC de repouso (FCR), FC de esforço nos 1º, 2º, 3º e 4º minutos (FCE1, FCE2, FCE3 e FCE4), PAS de repouso (PASR) e pós-esforço nos 1º, 2º, 3º e 4º minutos (PASPE1, PASPE2, PASPE3 e PASPE4), PAD de repouso (PADR) e no pós-esforço, nos 1º, 2º, 3º e 4º minutos (PADPE1, PADPE2, PADPE3 e PADPE4), como dispostos na tabela 5.

Tabela 5 - estatística descritiva de média, desvio padrão, mínimo e máximo das variáveis FCR, FCE1, FCE2, FCE3, FCE4, PASR, PASPE1, PASPE2, PASPE3, PASPE4, PADR, PADPE1, PADPE2, PADPE3 e PADPE4. (n=5)

variáveis	média e dp	mínimo	máximo
FCR	82,80 ± 17,88	66	107
FCE1	144,00 ± 9,95	135	159
FCE2	163,20 ± 5,07	157	170
FCE3	171,80 ± 8,29	161	183
FCE4	179,40 ± 6,58	172	189
PASR	93,60 ± 10,29	84	111
PASPE1	115,00 ± 15,00	100	140
PASPE2	129,00 ± 15,97	105	150
PASPE3	136,00 ± 11,40	120	150
PASPE4	132,00 ± 13,04	120	150
PADR	59,40 ± 5,86	53	69
PADPE1	62,00 ± 4,47	60	70
PADPE2	59,00 ± 4,18	55	65
PADPE3	56,00 ± 4,18	50	60
PADPE4	61,00 ± 11,40	50	80

Tabela 6 - Valores de "r" na correlação de Pearson e significância

Variáveis	correlação "r" de Pearson	significância
FCE1 & FCE4	0,034	0,956**
PASPE1 & PASPE4	0,383	0,524**
PADPE1 & PADPE4	0,932	0,021*

(n=30) *p < 0,05 significante; **p > 0,05 não-significante

Quando se analisou as associações entre as variáveis FC e PA, observou-se correlação elevada para a PADE1 e PADE4 (1min e 4min de esforço). A tabela 6 apresenta os valores de "r" na correlação de Pearson e significância destas associações. O teste de Friedman encontrou diferenças significantes para as FC e PA

da 1ª e 4ª carga (1min e 4min de esforço) ($p=0,05$) bem como entre os níveis de repouso da PA e FC e os de esforço ($p= 0,05$), conforme tabela 7.

Tabela 7 - estatística inferencial do teste "t" de Student para as variáveis FC, PAS e PAD (n=30)

variáveis	significância
FCE1 & FCE4	0,003*
PASPE1 & PASPE4	0,072**
PADPE1 & PADPE4	0,778**

* $p < 0,05$ significativa; ** $p > 0,05$ não-significante

DISCUSSÃO

A FC atingida no final do teste, de acordo com a média de idade pela equação de Karvonen de 220-idade, não obteve 85% da FC máxima estimada, caracterizando-o como submáximo. Os valores encontrados na carga de 4 minutos, foram: $FC_{máx}$ 179,40 \pm 6,58 bpm, PAS 132,00 \pm 13,04 mmHg e PAD 61,00 \pm 11,40mmHg. Sendo que a PAS da carga do 3º minuto foi maior (136,00 \pm 11,40mmHg) e a PAD da carga do 1º minuto também se apresentou maior (62,00 \pm 4,47 mmHg). Atribuiu-se isto aos ajustes cardiorrespiratórios realizados entre o 1º e 3º minutos de teste, provocando uma relaxação das artérias após este tempo em exercícios submáximos⁴.

O teste de banco com incremento permite maior tempo de execução do esforço, Quando se relaciona a eficiência mecânica e angulação de membros inferiores para subidas e descidas, favorecendo, conseqüentemente, melhores respostas fisiológicas, algumas pesquisas^{1,3,11} encontraram que em mulheres ativas o esforço aplicado em diferentes protocolos de testes de banco provoca diferenças significativas entre as FC de recuperação aferidas. Estes estudos explicam que os testes de carga única provocam percepção de esforço maior, com menor possibilidade de conclusão do tempo do teste. Porém, o teste de trabalho contínuo e cargas múltiplas e progressivas, no ritmo de 132 toques por minuto, diminuem os níveis de percepção de esforço e FC.

Lim *et al.*⁶ em um experimento com sujeitos normotensos e hipertensos também sugeriram um protocolo de ergômetro banco em teste de três minutos. De acordo com os autores do trabalho, o teste de banco demonstrou boa reprodutibilidade e boa correlação com o ciclo-ergômetro em uma carga de trabalho equivalente ($r=0,930$), podendo ser utilizado na relação entre exercício físico e as medidas hemodinâmicas.

Em estudo com mulheres destreinadas no ergômetro banco encontraram valores de FC final de 165 bpm para os testes de 3 min com ritmo de 120 toques por minuto¹². E, nesse estudo, quando se elevou a intensidade para 144 toques por minuto, a FC também se elevou, indicando que, mesmo em mulheres treinadas, o aumento da intensidade está associado a maiores níveis das variáveis hemodinâmicas, em testes caracterizados como submáximos¹². Em pesquisa, analisando pessoas treinadas, ativas e destreinadas de ambos os sexos, encontrou-se que é possível a utilização do ergômetro banco como método indireto de predição do $VO_{2máx}$ por equação, quando se considera a altura adequada

à estatura, a idade, a FC, a massa corporal e altura do banco³. Observou-se que o consumo de oxigênio mínimo aparece em um ritmo de 20 a 25 subidas e descidas por minuto. Outros pesquisadores optaram pela utilização do ergômetro banco em estudo com amostra representativa de homens e mulheres para estimar parâmetros da função aeróbica¹³. Sabe-se que a praticidade e viabilidade do uso deste tipo de ergômetro facilita a realização em estudos de corte transversal.

Esse ritmo de esforço surge quando o indivíduo realiza a tarefa nos bancos entre 40 e 50 cm, uma altura na qual se produz um ângulo de flexão na articulação do joelho de 47-60º (da coxa a parte inferior da perna)^{13,14}. Ressalta-se que ultrapassar o ângulo de 90º na flexão do joelho em movimento de subida e descida, além de dificultar a ação biomecânica, expõe o indivíduo a maiores riscos de lesões. Estudos foram baseados em ajustes da altura do banco para melhor angulação do joelho no movimento de subir e descer, indicando que estes ergômetros devem ser ajustados às dimensões corporais do indivíduo mais próximas^{14,15,16}. A eficiência biomecânica e o trabalho realizado requerem uma compensação para as diferenças anatômicas existentes entre as estaturas dos indivíduos¹³.

Os níveis de PAS neste estudo aumentaram e a PAD diminuiu linearmente com o tempo de esforço. Em pesquisa similar encontrou-se, em indivíduos de ambos os sexos, em ergometria com esteira rolante, que a magnitude da hipotensão pós-exercício é bastante variável, mas é normal². Em outro estudo com utilização de cicloergometria e esteira rolante, observaram a ausência de queda da PAD pós-exercício e apenas estabilização¹⁶. Em pesquisas verificando reduções de PA, encontrou-se até 40 mmHg e decréscimo oscilante da PAS de 0-20 mmHg e da PAD 2,5 a 12 mmHg, em ergômetro de esteira rolante^{16,17}.

Em estudos analisando a resposta da PA e duplo produto (DP) em teste físico submáximo no ergômetro banco regulável eletrônico de Cirilo^{6,7}, encontrou-se que a resposta da PA pós-esforço em hipertensas, em testes de rotina no ergômetro banco, permitem variações e reduções dos níveis de PAD, controle dos níveis de PAS e DP, sugerindo que este tipo de exercício dinâmico e aeróbico seja preconizado para pessoas hipertensas^{18,19}.

Em estudo realizado com coronariopatas em diferentes ergômetros, esteira rolante e um cicloergômetro de membros inferiores, foi possível observar que os mesmos apresentaram menores valores para $FC_{máx}$ em ambos os ergômetros ($p=0,125$), o que provavelmente se deve, tanto à utilização regular de medicações de ação cronotrópica negativa, como também à presença de doenças cardiovasculares, as quais tenderiam a comprometer a resposta cronotrópica ao exercício²⁰.

Existem diferentes protocolos e procedimentos para a realização de um teste de exercício (TE). Contudo, há sempre uma dificuldade prática e real em se determinar quando um indivíduo efetivamente alcançou o seu máximo. Provavelmente, por sua facilidade de mensuração, a FC tem sido uma das variáveis clínicas mais freqüentemente empregadas para caracterizar a obtenção de um esforço máximo no TE convencional (sem medida de gases expirados), a partir da comparação com valores máximos previstos em função da idade, quando é então denominada de FC máxima (FCM)²⁰.

O estudo aqui realizado aplica-se para populações de coronariopatas, pela capacidade submáxima preconizada em seu protocolo, além de permitir uma execução mais tranqüila para o avaliado. Pesquisas com o objetivo de derivar equações generalizadas para predição da carga máxima para homens e mulheres jovens, sob o método da ergoespirometria direta para determinar o $VO_{2máx}$ e a carga máxima ($W_{máx}$), no cicloergômetro, em 30 homens e 30 mulheres (26 ± 5 anos), encontrou que, no ajuste linear múltiplo, a carga máxima foi explicada pela idade e massa corporal²¹. As equações propostas passaram pela validação cruzada, empregando-se outra amostra com características similares de idade e $VO_{2máx}$ composta por 15 homens e 15 mulheres. Os autores concluíram que as equações generalizadas eram válidas para determinação da carga máxima no cicloergômetro para homens e mulheres.

Estas pesquisas corroboram o estudo aqui realizado, no sentido de que equações generalizadas para predição do $VO_{2máx}$ foram desenvolvidas para o teste de banco com o uso da ergoespirometria¹, indicando serem tão práticas e efetivas quanto sua aplicação objetivando quantificação de programas de exercício por grau de aptidão.

Entretanto, há sinais de que a teoria estatística informa que, pelo menos, 50% dos indivíduos saudáveis deverão alcançar valores iguais ou superiores aos previstos por uma equação de regressão, tornando esse critério bastante limitado e, provavelmente, inválido em muitas das situações clínicas cotidianas²⁰. Porém, no ambiente da prática da Educação Física, especificamente de testes, é perfeitamente aceitável, desde que aplicado com fins de verificação de aptidão física e não clínicos, em função de diagnósticos de disfunções cardiorrespiratórias. Se um indivíduo não se encontra capaz de subir um degrau de até 20cm, superando seu próprio peso corporal, está, provavelmente, com suas funções motoras e orgânicas limitadas ou debilitadas, exigindo uma intervenção de ordem médica ou de um profissional de Educação Física.

Estudiosos afirmam que, para um melhor resultado clínico, um TE deverá ser preferencialmente máximo, permitindo assim obter a maior quantidade de informações relevantes²¹. Porém, a decisão de utilizar o teste de esforço máximo ou submáximo depende, em grande parte, das razões para a execução do teste, do tipo de indivíduo a ser testado e da disponibilidade de equipamento e de recursos humanos apropriados.

CONCLUSÕES

O comportamento da FC e da PA, em diferentes cargas em teste de subida e descida de banco Protocolo Cirilo, de forma progressiva, com intervalos diários, apresentam-se diferentes de acordo com o tempo de execução do teste. Isto indica que há alterações das variáveis hemodinâmicas, sendo que a FC aumenta linearmente, conforme o tempo de carga, e as PAS e PAD indicam variabilidade do 1º ao 4º minuto. Os testes em diferentes ergômetros devem ser aplicados exacerbadamente, possibilitando aos pesquisadores e avaliadores em geral, parâmetros para diferentes variáveis, principalmente hemodinâmicas e graus de aptidão física.

Isto favorece a aplicabilidade de novas técnicas em instrumentos de fácil acesso, portabilidade, reprodutibilidade e capazes de

quantificar o exercício para prescrição de programas de forma mais efetiva, como é o caso do teste de banco, especificamente o protocolo de Cirilo, que faz uma nova elaboração dos testes desta natureza. É fundamental ressaltar que equipamentos para testes em ergometria devem ser empregados nas mais variadas opções e especificidades. Contudo, devem ser controlados o procedimento e o tipo de protocolo aplicado, considerando o escopo e o produto final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sousa MSC. Teste de banco pra avaliação da potência aeróbia em pessoas destreinadas (DTR), ativas (ATV) e treinadas (TRD) a partir de 13 anos de ambos os sexos: proposta de validação. Campinas (SP): Universitária; 2001.
2. Rebelo FPV, Beneti M, Lemos LS, Carvalho T. Magnitude da hipotensão pós-exercício. *Rev bras ativ fis saúde*. 2001;6(2):28-38.
3. Sousa MSC, Pellegrinotti IL. Teste de banco com carga contínua para análise do volume de oxigênio (VO_2) predito e analisado por tempo de esforço em pessoas treinadas (TRD), ativas (ATV) e destreinadas (DTR) a partir dos 13 anos: proposta de validação. In: III Simpósio Internacional em Treinamento Desportivo; 2002 nov 13-17; Centro de Convenções do Espaço Cultura. João Pessoa; Idéia; 2002. p.184.
4. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2000.
5. Lim P, Shiels P, Anderson J, MacDonald T. Dundee step test: a simple method of measuring the blood pressure response to exercise. *J Hum Hypertens*. 1999;13(8):521-6.
6. Fernandes Filho J. A prática da avaliação física. Rio de Janeiro: Shape; 1999.
7. Pitanga JG. Teste, medidas e avaliação em Educação Física e Esportes. São Paulo: Phorte; 2004.
8. American College of Sports Medicine. ACMS's guidelines for exercise testing and prescription. 6ª ed. USA: Willians & Wilkins; 2000.
9. Borg G. Escala de Borg para a dor e o esforço percebido. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2000.
10. Brasil, Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Manual operacional para comitês de ética em pesquisa. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2002.
11. Sousa MSC, Silva JMFL, Gomes ERM, Sousa SJG, Pinheiro SS, Ceriani RB, et al. Resposta da PA e duplo produto em teste físico submáximo no ergômetro banco regulável eletrônico de Cirilo (Sousa, 2001) em mulheres hipertensas e destreinadas. In: Anais XII Congresso Norte-riograndense de Cardiologia, III Simpósio de Nutrição em Cardiologia, III Jornada de Fisioterapia Cardiorrespiratório, VI Jornada de Enfermagem em Cardiologia e I Jornada de Atividade Física e Saúde; 2004 mai 27-29; Natal (RN).
12. Sousa MSC, Silva JMFL, Gomes ERM, Reis EES, Cirilo JB, Ceriani RB, et al. Resposta da frequência cardíaca de recuperação em ergômetro banco eletrônico de Cirilo (Sousa, 2001), em mulheres normotensas destreinadas de diferentes faixas etárias. In: Anais do IX Congresso Paraibano de Cardiologia, III Simpósio de Nutrição em Cardiologia, III Simpósio de Psicologia em Cardiologia; 2004 ago 19-21; João Pessoa (PB).
13. Paterson DH, Cunningham DA, Koval JJ, St Croix CM. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(12):1813-20.
14. Francis K, Brasher J. A height-adjusted step test for predicting maximal oxygen consumption in males. *J Sports Med Phys Fitness*. 1992;32(3):282-7.
15. Francis K, Culpepper M. Validation of a three minute hight-adjusted step test. *J Sports Med Phys Fitness*. 1988;2(3):229-33.
16. Shapiro A, Shapiro Y, Magazanik A. A simple step test to predict aerobic capacity. *J Sports Med Phys Fitness*. 1976;16:209-13.
17. Cléroux J, Kouamé N, Nadeau A, Coulombe D, Lacourcière Y. After effects of exercise on regional and systemic hemodynamics in hypertension. *Hypertension*. 1992;19:183-91.
18. Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, McDonald IA. Reductions up to 40 mmHg and rocking decrease of the blood pressure. *Br Med J*. 1982;285:767-9.
19. Sousa MSC, Pellegrinotti IL. Respostas metabólicas pela ergoespirometria em teste de banco com incremento em homens destreinados faixa etária ate 69 anos: proposta de equação de regressão na estimativa de volume máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). In: Anais do II Simpósio Internacional em Treinamento Desportivo; 2000 nov 16-19; Centro de Convenções do Espaço Cultural. João Pessoa: Universitária; 2000. p. 70.
20. Araújo CGS, Pinto VLM. Frequência cardíaca máxima em testes de exercício em esteira rolante e em cicloergômetro de membros inferiores. *Arq bras cardiol*. 2005 jul;85(1):45-50.
21. Nogueira FS, Pompeu FAMS. Modelos para predição da carga máxima no teste clínico de esforço cardiopulmonar. *Arq bras cardiol*. 2006 ago;87(2):137-45.