

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PROTOCOLOS DE BANCO E EQUAÇÃO PREDITIVA PARA AVALIAÇÃO INDIRETA DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO (VO₂MÁX), E SUAS APLICAÇÕES PRÁTICAS

Raphael Benassi^{1,2}

Carlos Augusto Silva Fontes³

Luis Carlos Oliveira Gonçalves¹

Artur Luis Bessa de Oliveira⁴

Alexandre Herculano Borges de Araujo¹

RESUMO

Introdução: O consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) representa a maior quantidade de ATP que um indivíduo pode ressintetizar de forma aeróbica, definido como a velocidade em que o oxigênio é consumido. **Objetivos:** Apresentar a correlação existente entre dois modelos de avaliação do consumo máximo de oxigênio. **Materiais e Métodos:** Foram avaliadas 22 mulheres voluntárias, ativas e saudáveis, através do teste de banco (Katch e McArdle, 1996) e pela equação preditiva de Jackson e colaboradores (1990). As mesmas apresentaram média de 31,4 + 4,2 anos de idade, 21 + 10,4 meses de tempo de prática, com 66,2 + 5,9kg de massa corporal e estatura de 162,3 + 5,3cm. **Resultados:** Os resultados de Vo₂máx apresentados em nosso estudo para cada protocolo, 36,55 + 2,15 ml/kg;min⁻¹ (teste de banco) e 37 + 1,95 ml/kg;min⁻¹ (equação preditiva). **Conclusão:** Concluímos que a equação preditiva pode ser utilizada como substituta do protocolo de banco, em mulheres, moderadamente ativas, com percentual de gordura corporal entre 21% e 34%, visto a significativa correlação apresentada entre os protocolos (R²=0,88).

Palavras-chave: Aptidão Física, Teste de esforço cardiopulmonar, Exercício Aeróbico.

1-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Grupo de Pesquisa em Fisiologia e Metabolismo.

2-Benassi & Salvador Fisiologia do Exercício e Consultoria.

3-Universidade Castelo Branco (UCB). Programa de Pós-Graduação em Treinamento Desportivo e Fisiologia do Exercício.

4-Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Instituto de Genética e Bioquímica.

ABSTRACT

Comparative analysis between the step test and predictive equation for indirect assessment of maximal oxygen uptake (VO₂max), and its practical applications

Introduction: The maximal oxygen uptake (VO₂max) represents the largest amount of ATP that an individual can resynthesize aerobically, defined as the rate at which oxygen is consumed. **Objectives:** We aimed to present the correlation between two models of assessment of maximal oxygen. **Materials and Methods:** We evaluated 22 women volunteers, active and healthy through the test bench (Katch e McArdle, 1996) and the predictive equation of Jackson et al (1990). The same had a mean age of 31.4 + 4.2; 21 + 10.4 months of practice time, with 66.2 + 5.9 kg body weight, and height 162.3 + 5.3 cm. **Results:** The results presented in our study VO₂max for each protocol, 36.55 + 2.15 ml/kg/min⁻¹ (step test) and 37 + 1.95 ml/kg min⁻¹ (prediction equation). **Conclusion:** We conclude that the predictive equation can be used as a substitute for database protocol in women, moderately active, with a body fat percentage between 21% and 34%, given the significant correlation shown between protocols (R² = 0,88).

Key words: Physical Fitness, Cardiopulmonary Exercise Test, Aerobic Exercise.

E-mail:
benassi.salvador@yahoo.com.br

Endereço para correspondência:
Estrada da Cachamorra, 465, casa 06, Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ.
CEP: 23040-150

INTRODUÇÃO

No Brasil, as academias, estúdios de treinamento personalizado e clubes esportivos tornaram-se grandes centros de treinamento, saúde e qualidade de vida, atendendo, em média, 3,4 milhões de usuários em 20 mil academias. Entretanto, os Estados Unidos que conta com um número menor de espaços destinados a atividades físicas (cerca de 18,2 mil academias), abrangem 33,2 milhões de usuários que buscam uma rotina de vida mais saudável nestes estabelecimentos (Costa, 2005).

Para participarem de treinamentos ou outras atividades desenvolvidas nestes ambientes, os sujeitos necessitam passar por uma bateria de avaliações funcionais periódicas, que abrangem, comumente, os componentes funcionais de flexibilidade, força, resistência aeróbia, resistência muscular localizada e composição corporal, a fim de apresentar aos seus treinadores parâmetros físicos reais para a elaboração de um programa ótimo de treinamento (Nahas, 2003; Nieman, 1999).

A aptidão cardiorrespiratória é considerada um dos componentes da aptidão física diretamente relacionada à saúde, tendo em vista que a mesma descreve o estado que o sistema cardiovascular e respiratório se apresenta quanto a capacidade de fornecer oxigênio durante a realização de uma atividade física contínua (Caspersen e colaboradores, 1985; ACSM, 2000).

Para avaliação desta capacidade, ou seja, analisar a aptidão cardiorrespiratória, muitos protocolos de avaliação estão disponíveis no campo da ergometria, sejam eles aplicados na forma de avaliações diretas (ergoespirometria) ou avaliações indiretas (testes de banco, cicloergômetro, esteira rolante e equações preditivas). Nos protocolos indiretos, além de ter como grande vantagem não contar com altos custos para sua realização, a mensuração do consumo máximo de oxigênio ($Vo_2máx$) é classificada com base nos estágios atingidos durante a prova de esforço, com valores que permitem classificar um indivíduo de acordo com sua aptidão (Tebexreni e colaboradores, 2000; Kawamura, 2001).

No método de avaliação direto, comumente utilizado no esporte de alto-rendimento (atletas) ou no diagnóstico de

alterações coronarianas (cardiopatias), as análises são focadas diretamente nos gases expirados, buscando maior acurácia na mensuração do $Vo_2máx$, requerendo altos investimentos na capacitação de pessoal para realização deste tipo de teste além e equipamentos específicos, o que onera seus custos, dificultando sua utilização em academias ou locais destinados à prática de atividades físicas (Ghorayeb e colaboradores, 2005).

Outra forma de mensuração do $Vo_2máx$ se dá através da utilização de equações preditivas que proporcionam uma maneira mais simples de realizar a mensuração desta capacidade funcional sem testes de esforço. Entre estes, o protocolo proposto por Jackson e colaboradores (1990) merece atenção especial, pois estes autores propuseram a utilização de modelos de estimativa do consumo máximo de oxigênio através de uma equação tendo como base dados antropométricos e o nível de atividade física cotidiana de um indivíduo, o que permite que o mesmo seja aplicado em uma grande maioria de sujeitos independente de seus estados físico-funcionais, e também por seus resultados confirmaram a tese defendida por Shephard e colaboradores (1971) de que modelos equacionais sem a necessidade de esforços físicos poderiam ter respostas mais significantes do que testes físicos submáximos.

Sendo assim o objetivo deste estudo é analisar, primariamente, a correlação entre dois protocolos indiretos de avaliação cardiorrespiratória (Protocolo de Banco proposto por Katch e McArdle, 1996), que necessita da realização de esforços físicos e o Protocolo de Predição de $Vo_2máx$ por Equação, proposto por Jackson e colaboradores (1990), que se utiliza somente de dados antropométricos e nível de atividade física, a fim de poder afirmar que tais protocolos possuem respostas semelhantes, ou seja, podem ser aplicados com a mesma acuidade de resultados.

Secundariamente objetivamos analisar se o método de predição de $Vo_2máx$ por equação pode ser utilizado como instrumento prático de avaliação em academias ou clubes que utilizam o protocolo de banco para análise de $Vo_2máx$, pelo seu baixo custo, facilidade de utilização e por abranger sujeitos que se encontram impossibilitados de realizar

qualquer teste de esforço, devido a restrições físicas ou funcionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo apresenta uma abordagem metodológica que objetiva apresentar a correlação existente entre os dois modelos de avaliação indireta do consumo máximo de oxigênio ($Vo_2máx$).

A amostra foi composta por vinte e duas ($n=22$) praticantes de treinamento de força pertencentes à academia Corpus 50, do sexo feminino, ativas e saudáveis, com idades entre vinte e quatro e quarenta e quatro anos e residentes no município de Seropédica (RJ).

Como critério de inclusão neste estudo, as participantes deveriam contar com experiência mínima de 12 meses na prática de treinamento de força, apresentarem scores de percentual de gordura corporal entre 21% e 34% (equalização do grupo), não estarem em uso de esteroides anabólicos ou recursos ergogênicos que possam aumentar o desempenho físico, não ter interrompido suas rotinas de treinamento por mais de uma semana durante os três últimos meses e não apresentar nenhum tipo de patologia clínica ou lesão óssea / articular que impossibilitasse a prática de atividades físicas.

Vale ressaltar que para participarem das atividades na academia em questão, todos os clientes devem apresentar atestado clínico informando sobre sua plena saúde física e mental, minimizando possíveis riscos à saúde do participante, sendo este procedimento utilizado como um dos fatores de segurança para este estudo.

As coletas foram realizadas às segundas-feiras e sextas-feiras, pela manhã, em um espaço destinado às avaliações funcionais da Academia Corpus 50. Os horários determinados para as coletas objetivaram alcançar o período em que os sujeitos apresentavam quadro de completo repouso e encontravam-se alimentados adequadamente, solicitando que os mesmos estivessem sem treinar pelas últimas 72 horas.

De acordo com as normas que regulamentam a pesquisa com seres humanos, explicitadas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, todas as participantes foram voluntárias, sendo esclarecidas sobre todo o procedimento deste estudo, assim como seus objetivos, assinando

um termo de consentimento livre e esclarecido.

Primeiramente foram coletados dados cadastrais e antropométricos de massa corporal, estatura, Índice de Massa Corporal (IMC) e medidas das dobras cutâneas além da frequência cardíaca de repouso.

Para avaliação antropométrica, foi mensurando a estatura, a massa corporal e o índice de massa corporal, de acordo com os procedimentos descritos por Fernandes Filho (2003). Para análise da massa corporal e estatura foi utilizada uma balança clínica (FILIZOLA®) com precisão de 10 gramas e capacidade máxima de 150 Kg e estadiômetro embutido (FILIZOLA®) com precisão de 0,5cm e alcance máximo de 2,0m. Para análise de IMC, foi utilizada a equação de massa corporal dividida pela estatura elevada ao quadrado (MC/EST²).

Para análise das dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro científico (CESCORF®), com precisão de 0,1mm, devidamente aferido, utilizando para cálculo do percentual de gordura corporal o protocolo de 7 dobras cutâneas (7DC) de Jackson e Pollock (1980), analisando as dobras: Subescapular, Triçiptal, Axilar Média, Peitoral, Suprailíaca, Abdominal e Coxa.

Para avaliação indireta do consumo máximo de oxigênio foi utilizado o protocolo de banco proposto por (Katch e Mcardle, 1990, 1996, 2003; Pollock e Wilmore, 1993), sendo este utilizado como protocolo-base neste estudo, tendo em vista que tal procedimento é utilizado pela academia em questão como instrumento de avaliação cardiorrespiratória. Neste teste, o avaliado deveria realizar movimentos alternados de subidas e descidas no banco durante um período de 3 minutos, sem intervalos durante este. Em indivíduos do sexo masculino a cadência adotada é de 24 passos/minuto e para indivíduos do sexo feminino de 22 passos/minuto que quando convertido em cadência de batidas por minuto (BPM) apresentam valores de 96 e 88 BPM respectivamente, marcadas através de um metrônomo (QUICK TIME®).

Ao término do teste, a frequência cardíaca (FC) do avaliado é aferida em posição ortostática, em artéria radial, iniciando-se 5 segundos após a interrupção até o 20º segundo, totalizando 15 segundos de análise que resultará em um valor de FC que

será multiplicado por 4, onde a FC final será aplicada na seguinte equação:

$$\text{Homens: } \text{Vo}_2\text{máx} = 111,33 - (0,42 \times \text{FC})$$

$$\text{Mulheres: } \text{Vo}_2\text{máx} = 65,81 \times (0,1847 \times \text{FC})$$

O protocolo utilizado para análise comparativa foi o proposto por Jackson e colaboradores (1990), onde o consumo máximo de oxigênio é analisado sem a solicitação de esforços físicos, utilizando-se de dados antropométricos, percentual de gordura corporal e Índice de atividade física auto-referida (IAF), que apresenta scores de 0 a 7 pontos conforme tabela abaixo, inseridos na equação proposta pelos autores para análise de Vo₂máx.

Para aferição da Frequência Cardíaca de Repouso e análise final do teste, foi utilizado monitor de frequência cardíaca (POLAR®, modelo RS300x G1) e cinta torácica (POLAR®, modelo WEARLINK®).

Todos os dados coletados foram organizados em planilhas (Microsoft Excel®) e, posteriormente, tratados estatisticamente em software específico (SPSS Statistics

17.0®), onde foram analisados e apresentados de forma descritiva (média, desvio padrão, erro padrão da massa corporal, estatura, IMC e faixa-etária das avaliadas). Foi aplicado teste T-Student e de Pearson entre os dois protocolos de avaliação cardiorrespiratória utilizados neste estudo objetivando analisar os níveis de correlações entre os mesmos, com nível de significância menor ou igual a 0,05 ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores de média, desvio-padrão (DP), mínimo e máximo das variáveis antropométricas da amostra utilizada neste estudo.

O tempo de prática de treinamento de força do grupo avaliado ($n=22$) apresentou média de $21 \pm 10,4$ meses. A faixa etária média foi de $31,4 \pm 4,2$ anos, com massa corporal apresentando valores de $66,2 \pm 5,9$ kg e estatura de $162,3 \pm 5,3$ cm. O índice de massa corporal apresentado pelo grupo avaliado ficou em $24,7 \pm 1,93$ Kg/m².

I – Indivíduo não participa regularmente de programas de atividade física ou esportes recreacionalmente

- 0- Evita caminhar ou esforço (sempre usa elevador ou carro ao invés de caminhar);
- 1- Caminha por prazer, usa escadas, ocasionalmente se exercita suficientemente para ficar ofegante e suado.

II – Participa regularmente de atividades recreacionais ou trabalhos que requeiram atividade física leve, como golf, equitação, calistenia, ginástica, tênis de mesa...

- 2- 10 a 60 minutos por semana;
- 3- Mais de 1 hora por semana.

III – Participa regularmente de exercícios físicos pesados (como tênis, basquetebol, handebol) ou de atividades aeróbias vigorosas (corrida, natação, ciclismo, remo, etc)

- 4- Corre menos de 1 milha por semana ou menos de 30 min. em atividades comparáveis;
- 5- Corre menos de 1 a 5 milhas por semana ou 30 a 60 min. em atividades comparáveis;
- 6- Corre menos de 5 a 10 milhas por semana ou 1 a 3 horas em atividades comparáveis;
- 7- Corre mais de 10 milhas por semana ou mais de 3 horas em atividades comparáveis.

Nota: Adaptado de Jackson e colaboradores (1990).

Tabela 1 - Descrição antropométrica da amostra

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Variância
	Score	Score	Score	Score	Erro Padrão	Score
Idade (anos)		24	44	31,4	0,9	17,872
Tempo de Treinamento (meses)		12	48	21,0	2,2	109,093
Massa (Kg)	22	53,0	78,0	66,2	1,3	34,660
Estatura (cm)		153,0	172,0	162,3	1,1	28,017
I.M.C		22,0	29,0	24,7	0,41	3,732

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

Tabela 2 - Descrição da composição corporal e dos níveis de Vo_2 máx em cada protocolo da amostra

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Variância
	Score	Score	Score	Score	Erro Padrão	Score
%G (Jackson e Pollock 7DC)		21,00	34,00	29,95	0,65	3,05
Vo_2 máx Banco - Katch e McArdle (ml/kg/min ⁻¹)	22	34,00	41,00	36,55	0,46	2,15
Vo_2 máx Equação - Jackson e colaboradores (ml/kg/min ⁻¹)		34,00	41,00	37,00	0,42	1,95

Tabela 3 - Descrição dos scores de vo_2 máx (Média, DP e EP) obtidos nos protocolos analisados

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão médio
Vo_2 Banco (Katch e McArdle)	22	36,55	2,15	0,46
Vo_2 Jackson e colaboradores		37,00	1,95	0,42

Tabela 4 - Valor de correlação (Pearson) encontrado entre os métodos de Banco e de Equação Preditiva analisados

Protocolo	N	Correlação (R ²)
Banco (Katch e McArdle) Equação (Jackson e colaboradores)	22	0,88

Tabela 5 - Scores alcançados em teste-t student aplicado em ambos os protocolos

Protocolo	Banco (Katch e McArdle) Equação (Jackson e colaboradores)	Scores					t	df	(p)
		Média	DP	EP	Mín.	Máx			
		0,45	1,01	0,22	0,01	0,90	2,11	21,00	0,05

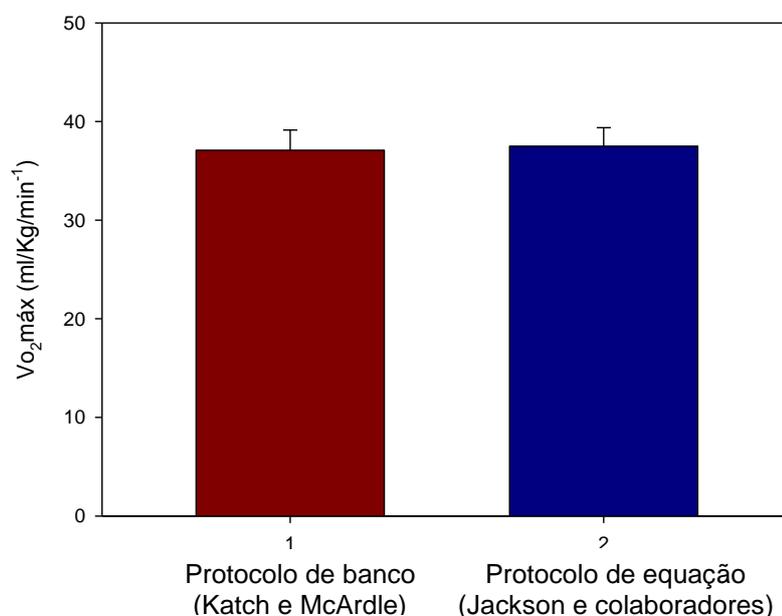


Figura 1 - Apresentação gráfica dos scores e desvio padrão obtidos nos protocolos avaliados

Em relação ao percentual de gordura corporal, o grupo avaliado apresentou média de $29,95 \pm 3,05$.

Nos níveis de aptidão cardiorrespiratória, o grupo avaliado apresentou valores médios de $36,55 \pm 2,15$ ml/kg/min⁻¹ no protocolo de Banco proposto por Katch e McArdle e valores médios de $37 \pm 1,95$ ml/kg/min⁻¹ no protocolo proposto por Jackson e colaboradores (1990).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Não foram encontrados na literatura estudos relevantes abordando a utilização dos métodos de avaliação utilizados neste abordando mulheres treinadas praticantes de treinamento de força, com idades similares às utilizadas neste estudo.

O consumo máximo de oxigênio, classificado também como potência aeróbia máxima (VO₂máx), representa a maior quantidade de ATP que um indivíduo pode ressintetizar de forma aeróbica, definido como a velocidade em que o oxigênio é consumido (Dantas, 2003), sendo esta medida comumente utilizada como o fator mais significativa da adequação cardiorrespiratória (Pollock e Wilmore, 2003).

O débito cardíaco (DC) e a diferença arteriovenosa de oxigênio (AVO₂) são fatores que estão diretamente relacionados com o Vo₂máx. O DC representa a demanda sanguínea ejetada pelo coração a cada minuto, podendo ser mensurado matematicamente multiplicando-se a frequência cardíaca (FC) pelo volume sistólico (VS) que representa o fluxo sanguíneo que é expelido pelo coração a cada batimento. A diferença "AVO₂" representa o volume de oxigênio que as células utilizam do sangue arterial (Pollock e Wilmore, 2003).

Segundo McArdle e colaboradores (2003), para se obter um alto valor de Vo₂máx é necessária a integração de altos níveis das funções neuromusculares, cardiovasculares e pulmonares. Tal fato transforma o Vo₂máx em uma medida essencial relacionada à capacidade funcional fisiológica para a realização de exercícios.

Os valores de Vo₂máx são normalmente apresentados de forma absoluta, expressos em litros por minuto (L.O₂.min⁻¹), ou de forma relativa, expressos como mililitros de oxigênio utilizados por quilograma de massa

corporal por minuto (ml.Kg.min⁻¹). Quando o Vo₂máx é expresso de forma relativa (ml.Kg.min⁻¹), os indivíduos apresentam-se restritamente dentro de uma escala relativa a sua massa corporal, fazendo com que, desta forma, possam ser realizadas comparações dos níveis de aptidão entre indivíduos com massas diferentes (Fleck e Kraemer, 2006), onde o valor mínimo de 40ml.Kg.min⁻¹ é considerado como score mais baixo relacionado à esta aptidão física, considerando-se um indivíduo como "treinado" somente o que apresenta valores acima deste (Leite, 2000).

Carpenter (2002) defende que os níveis de Vo₂máx apresentam-se mais elevados em indivíduos que estão no período de treinamento que compreendem entre 8 e 18 meses, sendo também influenciados por fatores genéticos, idade, sexo e nível de treinamento.

Os níveis de Vo₂máx tendem a ser elevados com a prática de treinamentos aeróbicos. Fox e Mathews (1981, apud Hernandez Jr, 2002, p. 387) relatam que o treinamento aeróbico produz elevados ganhos de Vo₂máx, sendo antagonista ao treinamento anaeróbico, onde não foram encontradas tais alterações significativas, o que é contradito por Gettman e Pollock (apud Fleck e Kraemer, 2006) que relatam em seu estudo que o treinamento de força, ou seja, o treinamento anaeróbico promoveu ganhos nos níveis de Vo₂máx. Já Wilmore e Costill (2001) afirmam que melhoras na função cardiorrespiratória podem ocorrer com a prática do treinamento anaeróbico, mas essas alterações no Vo₂máx apresentam-se em níveis baixos.

O teste de banco proposto por Katch e McArdle (1993) é um teste de aptidão cardiorrespiratória que apresenta valores de Vo₂máx expressos em ml/kg/min⁻¹ de forma submáxima e indireta, onde sua função básica assemelha-se ao teste de cicloergômetro (Cirilo, 1997).

Katch e McArdle (1993), utilizaram o protocolo de banco para avaliar mil homens e mulheres estudantes do Queens College de Nova Iorque, permitindo com que apenas um teste de subida um grande número de sujeitos fossem avaliados. Na utilização inicial deste protocolo foi utilizada a arquibancada do ginásio desta instituição, o que permitiu que um grande número de sujeitos fosse abordado. Os testes foram realizados através

do mesmo protocolo utilizado no primeiro estudo (Katch e McArdle, 1990) através da utilização da equação proposta por Katch e McArdle (1993), também utilizada por Pollock (1996).

Nos modelos equacionais propostos por Jackson e colaboradores (1990), um deles utilizava o índice de massa corporal (IMC) como indicador de composição corporal e o outro o percentual de gordura corporal (G%) predito pela avaliação das dobras cutâneas (3 ou 7dc – Protocolo de Jackson e Pollock). Estes modelos foram aplicados em 1.393 homens e 150 mulheres, com idades entre 20 e 70 anos, apresentando satisfatório score de correlação de Pearson (R^2), quando comparados à ergoespirometria (0,66 para o protocolo de %G e 0,62 para o protocolo de IMC), tendo sua acurácia confirmada quando se aplicou as mesmas em 423 homens e 43 mulheres saudáveis e hipertensos, obtendo R^2 de 0,82 para G% e 0,79 para IMC, ressaltando que apenas em sujeitos que apresentam altos valores de $Vo_{2máx}$ (acima de 55 ml/kg/min⁻¹) estes modelos equacionais apresentam uma tendência a subestimar os níveis de aptidão física (Jackson e colaboradores, 1990). Essas equações apresentaram maior acurácia do que o modelo preditivo utilizando esteira, proposto por Astrand e Ryhming (1954) que fizeram uso da FC mensurada durante um exercício submáximo aplicado em esteira rolante.

No ano de 1996, Williford e colaboradores (1996) verificaram em estudo a validação cruzada dos modelos preditivos propostos por Jackson e colaboradores (1990), utilizando como amostra 165 mulheres que, mesmo sendo razoável, estava de acordo com a amostra utilizada no estudo original (Jackson e colaboradores, 1990) (n=43). Neste estudo os valores de R^2 para IMC foi de 0,81 e para G% de 0,86, que ratificaram a acurácia dessas equações quando utilizadas em mulheres entre 18 e 45 anos, onde a aptidão física foi predita em 87% das mulheres que apresentaram $Vo_{2máx}$ menores que 32 ml/kg/min⁻¹, valor este que representaria grande associação com riscos de morte, sugerindo a utilização dessas equações também em investigações de saúde pública (Blair e colaboradores, 1989).

A faixa etária abordada no presente estudo (31,4 ± 4,2 anos) mostrou-se pouco elevada quando comparada ao estudo

apresentado por Moreira e Oliveira (2009) que avaliaram 42 universitários, com idades compreendendo entre 20 e 28 anos, sendo 19 do sexo feminino, através do protocolo de banco, que apresentaram idade média de 23 ± 2,08 anos. Os resultados de $Vo_{2máx}$ médio apresentado por estes autores (36,39ml/kg/min⁻¹) foram similares aos apresentados em nosso estudo (36,55 ± 2,15 ml/kg;min⁻¹ no protocolo de banco Katch e McArdle), considerando o desvio-padrão e a utilização do mesmo instrumento de avaliação cardiorrespiratória para ambos os estudos, o protocolo de banco de Katch e McArdle, pela sua facilidade, baixo custo e acuidade.

Como justificativa para a implantação de treinamentos aeróbicos junto ao treinamento de força, o American College of Sports Medicine (1998) elaborou e apresentou uma série de propostas para a manutenção e desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória e da composição corporal para indivíduos adultos e saudáveis, que engloba entre 3 e 5 sessões de atividades aeróbicas por semana, que possam agrupar grandes grupos musculares, de forma contínua. Em relação à composição corporal, se o objetivo for a redução de massa corporal através da lipólise, é sugerido a utilização de treinamentos prolongados com intensidades baixas ou moderadas, a intensidade de cerca de 40% do $Vo_{2máx}$, com durações acima de 30 minutos, justificando a escolha da amostra utilizada neste estudo, que compreende mulheres praticantes de treinamento de força, mas que realizam treinamentos aeróbicos frequentes, com intensidade moderada.

Alguns autores defendem a prática do treinamento de força objetivando também o incremento das capacidades cardiorrespiratórias, outros afirmam que existem ganhos no $Vo_{2máx}$ mesmo sem a utilização de treinamentos aeróbicos, mas utilizando treinamentos anaeróbicos, tendo em vista as alterações fisiológicas que tal tipo de treinamento acarreta.

De acordo com Leite (2000), uma musculatura treinada tende a utilizar maiores quantidades de oxigênio, tendo em vista sua maior quantidade de mioglobina, ao seu maior número e medida das mitocôndrias, sua maior atividade e concentração de enzimas participantes no ciclo de Krebs, sua maior capacidade de lipólise, maior concentração de glicogênio e à elevação na sua densidade

capilar. Tais adaptações provenientes do treinamento de força, que pode ser classificado como treinamento anaeróbico, estão diretamente interligadas aos fatores intervenientes no aumento da capacidade aeróbica, ou seja, no aumento do $Vo_2máx$.

Tanto Fleck e Kraemer (2006) quanto Leite (2000) afirmam que a prática do treinamento de força ocasiona um aumento na massa cardíaca ventricular esquerda (cavidade e espessura da parede), que influenciam, durante o exercício, no aumento da frequência cardíaca (FC) e no volume sistólico (VS), gerando, em repouso, a estabilização do VS e diminuição da FC, fatores estes que também influenciam diretamente no aumento do $Vo_2máx$ de um indivíduo.

Neumann e Olivoto (2005) concluíram que, após avaliarem o $Vo_2máx$ de praticantes de treinamento de força, do sexo masculino, através de método preditivo indireto (Polar Owindex), que a prática de treinamentos anaeróbicos podem ser utilizados como forma de aprimoramento também das capacidades cardiorrespiratórias, em um programa de condicionamento físico, devido aos benefícios e os impactos fisiológicos que proporcionam.

Os resultados de $Vo_2máx$ apresentados em nosso estudo para cada protocolo, $36,55 \pm 2,15$ ml/kg;min⁻¹ e $37 \pm 1,95$ ml/kg;min⁻¹, nos protocolos de banco (Katch e McArdle) e Equação Preditiva (Jackson e colaboradores, 1990), respectivamente, mostram que em ambos os casos os valores apresentados sugerem que a amostra utilizada se mostra abaixo dos padrões de aptidão cardiorrespiratória apresentados por Leite (2000), que afirma que somente indivíduos que apresentam valores de $Vo_2máx$ de 40ml/kg/min⁻¹ podem ser classificados como treinados. Tal fato pode ser explicado pela amostra utilizada, já que indivíduos do sexo masculino tendem a apresentar níveis de $Vo_2máx$ mais elevados do que indivíduos do sexo feminino, em mesmo estado de aptidão física (Santos, 2006).

Os modelos de equação propostos por Jackson foram utilizados em dois estudos que objetivaram verificar a acurácia destas equações em amostras com características variadas.

Kolhorst e Dolgener (1994) utilizaram como amostra 69 estudantes universitários, fisicamente saudáveis e ativos, onde os

mesmos passaram por uma coleta de dados que foram utilizados para a aplicação dos protocolos propostos por Jackson. Este estudo contou com 28 indivíduos do sexo masculino e 41 indivíduos do sexo feminino, com faixa-etária média de 21 ± 2 anos. Após a aplicação dos testes, os resultados da aptidão cardiorrespiratória medida e predita foram comparados através de teste de correlação de Pearson. Após esta análise, os autores obtiveram um resultado de correlação baixo ($R = 0,72$), ratificando a conclusão do estudo original que afirmou que tal protocolo teria maior aplicabilidade em pessoas com alta aptidão física, o que não foi comprovado em nosso estudo que utilizou uma amostra de indivíduos do sexo feminino, praticantes de treinamento de força moderado e médio-alto grau de percentual de gordura corporal, ou seja, indivíduos considerados "dentro da média" quanto aos referenciais de aptidão física protocolados na literatura.

CONCLUSÃO

Neste estudo procuramos analisar a aplicabilidade do método de predição de aptidão cardiorrespiratória por equação proposto por Jackson, tendo em vista que tal método poderia ser uma grande ferramenta para profissionais que atuam na área de fitness que costumam atender indivíduos que se encontram em baixíssimos graus de aptidão física, o que impossibilita estes de passarem por testes que necessitam de alto grau de esforços físicos.

Analisando este protocolo e comparando-o com um dos testes mais utilizados em campo, o teste de banco (Katch e McArdle), podemos afirmar, através de todos os testes estatísticos utilizados neste estudo, que o protocolo de predição por equação pode ser utilizado como método de avaliação cardiorrespiratória, como substituto do protocolo de banco, em indivíduos do sexo feminino, moderadamente ativos, com percentual de gordura corporal entre 21% e 34%, tendo em vista a boa correlação apresentada entre os protocolos analisados ($R=0,88$).

Tal conclusão ainda explicita a relevância deste método que, por sua vez, poderá ter uma aplicação prática no cotidiano do profissional de fisiologia do exercício e treinamento, o que proporcionará uma maior

gama de informações que poderão ser utilizadas na correta e segura prescrição do treinamento aeróbio de um indivíduo e também como dados-base para comparativos em avaliações futuras.

Ressaltamos que seria de suma importância à realização de estudos que abordassem indivíduos com faixas-etárias mais amplas, diferentes níveis de composição corporal, níveis diferentes de aptidão física, assim como indivíduos do sexo masculino.

Recomenda-se também a avaliação deste método (Equação), comparando-o com um protocolo direto (ergoespirometria), especificamente em uma grande amostra, o que acarretaria em uma real avaliação de sua aplicabilidade em uma ampla faixa populacional.

REFERÊNCIAS

- 1-American College Sports Medicine. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults; Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 30. Núm. 6. p.975-991. 1998.
- 2-American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Baltimore: Williams and Wilkins. 2000.
- 3-Astrand, P. O.; Ryhming, L. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. J Appl Physiol. Núm. 7. p.218-221. 1954.
- 4-Blair, S. N.; Kannel, W. B.; Kohl, H. W.; Goodyear, N.; Wilson, P. W. F. Surrogate measures of physical activity and physical fitness. Am J Epidemiol. Núm. 129. p.1145-1156. 1989.
- 5-Carpenter, C. S. Treinamento Cardiorrespiratório. 1ed. Rio de Janeiro. Ed. Sprint. 168p. 2002.
- 6-Caspersen, C. J.; Powell, K. E.; Christensen, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. Vol. 100. p.126-131.1985.
- 7-Cirilo, M.S. Teste de banco: adequação da altura do ergômetro à estatura, para indivíduos a partir de 09 anos de idade, de ambos os sexos, praticantes e não praticantes de atividade física. 1997. Dissertação de Mestrado. Curso de Ciências do Esporte, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 1997.
- 8-Costa, L. P. da (Org.). Atlas do esporte no Brasil: atlas do esporte, educação física e atividades físicas de saúde e lazer no Brasil. Rio de Janeiro: Shape. 2005.
- 9-Dantas, E. H. M. A Prática da Preparação Física. 5ª edição. Rio de Janeiro: Shape. 2003.
- 10-Fernandes Filho, J. A. Prática da Avaliação Física. Rio de Janeiro: Shape. 2003.
- 11-Fleck, S. J.; Kraemer, W. J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. 3ed. Porto Alegre. Ed Artmed. 247p. 2006.
- 12-Fox, E.; Mathews, D. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. 3ª edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. p.488. 1981.
- 13-Ghorayeb, N.; Dioguardi, G. S.; Daher, D. J.; Jardim, C. A.; Baptista, C. A.; Batlouni, M. Avaliação Cardiológica Pré-Participação do atleta. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo. Vol. 15. p.97-104. 2005.
- 14-Jackson, A. S.; Blair, S. N.; Mahar, M. T.; Wier, L. T.; Ross, R. M., Stuteville, J.E. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. Med Sci Sports Exerc. Vol. 22. p.863-870. 1990.
- 15-Jackson, A. S.; Pollock, M. L. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc. Vol. 12. Núm. 3. p.175-182. 1980.
- 16-Katch, F.; McArdle, W. Nutrição, Exercício e Saúde. 4a Ed. Copyright 1996. Rio de Janeiro, RJ: MEDSI, 658p. 1996.
- 17-Katch, F.; McArdle, W. Nutrição Controle de Peso Exercício. 3ª edição. Rio de Janeiro, RJ. MEDSI. 372 p. 1990.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

18-Kawamura, T. Avaliação da Capacidade Física e Teste Ergométrico. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo. Vol. 3. p.659-672. 2001.

19-Kolkhorst F. W.; Dolgener F. A. Nonexercise model fails to predict aerobic capacity in college students with high aerobic VO₂peak. Res. Q. Exerc. Sport. Núm. .65. p.78-83. 1994

20-Leite, P. F. Fisiologia do Exercício: ergometria e condicionamento físico, cardiologia desportiva. 4ª edição. São Paulo. Ed. Robe Editorial. 300p. 2000.

21-McArdle, W.; Katch, F. I.; Katch, V. L. Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Performance Humana. 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 2003, 1175p.

22-Moreira, L. D. P.; Oliveira, M. B. Avaliação do Consumo Máximo de Oxigênio em acadêmicos da Universidade do Vale do Sapucaí, utilizando duas metodologias do protocolo de banco proposto por Katch & McArdle (1984). Revista Enaf Science. Vol. 4. Núm. 2. p.82-85. 2009.

23-Nahas, M.V. Atividade Física, Saúde e Qualidade de Vida. Londrina: Midiograf; 2003.

24-Neumann, A. G. R.; Olivoto, R. Análise comparativa e classificatória do Vo₂máx de indivíduos praticantes de musculação. Lecturas, Educación Física y Deportes. Buenos Aires. Ano 10. Núm. 85. p.1-11. 2005.

25-Nieman, D. C. Exercício Físico e Saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento. São Paulo: Manole; 1999.

26-Pollock, M. I.; Wilmore, J. H. Exercícios na Saúde e na Doença. 2ª edição. Rio de Janeiro-São Paulo. Editora Guanabara Koogan. 718p. 1993.

27-Santos, P. J. M. Bioenergética. Portal da Educação Física. Ano II, ed.59, 2006. Disponível em: <http://www.educacaofisica.com.br/mostra_biblioteca.asp?id=665> Acesso em: 03 de janeiro de 2013.

28-Shephard, R.J., Weese, C.H., Merriman, J.E. Prediction of maximal oxygen intake from anthropometric data. Int Z Angew Physiol. Vol. 29. p.119-130. 1971.

29-Tebexreni, A. S.; Lima, E. V.; Tambeiro, V. L.; Barros Neto, T. L. Protocolos Tradicionais em Ergometria, suas Aplicações Práticas "versus" Protocolo de Rampa. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo. Vol. 11. p.519-528. 2000.

30-Williford, H. N.; Scharff-Olson, M.; Wang, N.; Blessing, D. L.; Smith, F. H.; Duey, W. J. Cross-validation of non-exercise predictions of VO₂peak in women. Med Sci Sports Exerc. Núm. 28. p.926-930. 1996.

31-Wilmore, J. H.; Costill, D. L. Fisiologia do Esporte e do Exercício. São Paulo. Manole. 709p. 2001.

Recebido para publicação 23/06/2013
Aceito em 21/07/2013