

AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIO-RESPIRATÓRIA ATRAVÉS DO TESTE DE CAMINHADA EM ESFORÇO CONTROLADO (TCEC)

Carlos Aparecido Zamai
Alan Alessandro Rodrigues
Marcelo Filocomo
Luiz Ernani S. Braga
José Fernando de Oliveira
Cláudio Zago Junior

Resumo

O consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.) é considerado como um índice determinante da aptidão cardiorespiratória. Atualmente, as avaliações deste parâmetro ficam restritas a poucos pelos altos custos operacionais e/ou pela necessidade de boa aptidão física por parte do avaliado. O objetivo deste trabalho é avaliar a proposta de teste para avaliação da capacidade cardio-respiratória (TCEC). Para este estudo foram analisadas 37 sujeitos, sendo $n=09$ obesos (03 homens e 06 mulheres), $n=10$ mulheres na pós-menopausa e 18 estudantes universitários (15 homens e 03 mulheres), idade entre 13 a 72 anos, moradores da cidade de Campinas, realizaram testes e retestes, de acordo com o TCEC, para avaliação da reprodutibilidade deste teste. Este estudo mostra um alto nível de reprodutibilidade do teste proposto, visto que quando este é aplicado e reaplicado num curto período de tempo, independentemente do avaliador, os resultados são muito similares. Assim, os resultados obtidos nos motivam a estudos mais aprofundados, com ênfase na validação do TCEC.

Palavras-Chave

Aptidão cardiorespiratória; VO_2 máx.; Avaliação física; Testes.

EVALUATION OF CARDIORESPIRATORY FITNESS THROUGH THE CONTROLLED EFFORT WALK TEST (CEWT)

Carlos Aparecido Zamai
Alan Alessandro Rodrigues
Marcelo Filocomo
Luiz Ernani S. Braga
José Fernando de Oliveira;
Cláudio Zago Junior

Abstract

The maximum oxygen uptakes (VO_2 máx.) is considered as a determinant index of cardio-respiratory fitness. Nowadays, the evaluation this parameter is restricted by the high operation cost and/or by the need of a good physical aptitude of the evaluated individual. The aim of this study is to evaluate a new cardio-respiratory fitness test (CEWT). In this study 37 individual, being $n=09$ obese (03 male and 06 female), $n=10$ women in post-menopausa and $n=18$ college students (15 male and 03 female), age between 13 to 72 year old, dwelling of Campinas city, performed test and retest according to the CEWT, for the evaluation of the reproducibility

test. This study reveals a high level of reproducibility of the CEWT due to the fact that when it is applied and reapplied in a short period of time, independent of the evaluator, the results are very similar. Thus, the results of this study motivate us to deeper study, with emphasis in the validation of the CEWT.

Key-Words

Cardio respiratory fitness; VO₂ max.; Physical evaluation; Tests.

INTRODUÇÃO

O consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.) representa a mais alta captação de oxigênio que um indivíduo pode alcançar. Mais especificamente trata-se de uma medida da quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio por uma determinada unidade de tempo, ou seja, da potência aeróbia (POLLOCK, WILMORE, 1993; MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998; FOSS, KETEVIAN, 1998; GUORAYEB; BARROS NETO, 1999; DENADAI, 2000).

Atualmente os resultados referentes aos testes de VO_2 máx. são considerados índices determinantes da aptidão cardio-respiratória dos indivíduos, isto é, das condições dos aparelhos respiratório e cardiovascular, do sistema muscular esquelético, dos componentes sanguíneos adequados (número de hemáceas, hemoglobina, hematócitos e volume sanguíneo) e dos componentes celulares específicos que auxiliam o corpo a utilizar oxigênio durante o exercício (FOX et al., 1991; POWERS, HOWLEY, 2000; NAHAS, 2001).

É difícil estabelecer um padrão para o nível ideal de aptidão cardio-respiratória, uma vez que o nível específico de VO_2 máx. para uma saúde ideal ainda não foi determinado (POLLOCK, WILMORE, 1993). Estudos demonstram claramente que quanto maior a aptidão cardio-respiratória menor a incidência de doenças cardíacas e menor o risco de morte, já que indivíduos com baixa aptidão cardio-respiratória estão mais propensos a sofrer de doenças cardiovasculares e de virem a óbito (KURL et al.; 2003; CHURCH et al., 2001). A baixa aptidão cardio-respiratória é associada ainda à baixa capacidade de trabalho e à fadiga prematura nas atividades profissionais e no lazer (NAHAS, 2001).

O VO_2 máx. diminui após os 20 anos de idade (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2002). Porém, este declínio é significativamente mais lento em indivíduos que adotam um estilo de vida ativo, com treinamento aeróbico, e que conseguem manter o peso corporal isento de gordura. (MATSUDO et al, 2000). Portanto, através de uma vida fisicamente ativa, com exercícios físicos, há a possibilidade de manutenção de maiores valores de aptidão cardio-respiratória, e assim melhores condições de saúde, trabalho e lazer.

A mensuração do VO_2 máx. é de grande importância para avaliar a capacidade cardio-respiratória atual do indivíduo, de utilizar deste como base para prescrição de um programa de exercícios adequados e de avaliar os progressos do participante, servindo também como um instrumento de motivação pessoal. (POLLOCK, WILMORE, 1993; GUEDES, GUEDES, 1995; NAHAS, 2001).

Weineck (2000) relata que importantes fatores a serem observados na escolha de um teste físico são a validade

e a praticabilidade (demanda organizacional, custos eventuais, etc.). O avaliador deve escolher testes com níveis consideráveis de parâmetros científicos, que são dados pela:

- Validade - "proporção que o teste realmente mede e o que se propõe a medir";
- Fidedignidade - "grau de exatidão com o qual o correspondente valor é medido (exatidão de medida)";
- Objetividade - "grau de independência do resultado do teste em relação à pessoa que realiza, que julga, e aquela que é testada".

Para a medida do VO_2 máx. tem-se utilizado como instrumentos de avaliação: bicicletas ergométricas e esteiras, bancos de madeira e testes de corrida ou caminhada em pista de atletismo (DUARTE, DUARTE, 2001).

A única maneira de se determinar com precisão o VO_2 máx. de um indivíduo é através de testes diretos (FOX, BOWERS, FOSS, 1991; POLLOCK, WILMORE, 1993; POWERS, HOWLEY, 2000). A limitação destes testes fica pela utilização da espirometria de circuito aberto, que analisa e mede a troca gasosa pulmonar. Este equipamento é de alta sofisticação e apresenta um custo muito elevado (POLLOCK, WILMORE, 1993, DENADAI, 2000; LEITE, 2000).

Outro procedimento de teste que se restringe pelo alto custo operacional, são os testes indiretos realizados através de esteiras ou bicicletas ergométricas, visto que estes equipamentos necessitam de um bom nível de adequação e possuem, também, altos custos (POWERS, HOWLEY, 2000; POLLOCK, WILMORE, 1993, DENADAI, 2000).

Assim, os testes de campo aparecem como a maneira mais acessível, prática e barata de realizar avaliações e medidas (estimativas) do VO_2 máx. Podendo ser de esforço máximo ou sub-máximo.

Os testes máximos de campo estimam o VO_2 máx. através do comportamento da Frequência Cardíaca (FC) do avaliado e/ou de indicadores de tempo ou distância percorrida (POWERS, HOWLEY, 2000; NAHAS 2001). As restrições a este método de avaliação ficam pela dificuldade de monitoração das respostas fisiológicas, o fator da motivação para realização de um esforço máximo exercer grande influência no resultado do teste (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998; POWERS, HOWLEY, 2000; WEINECK, 2000), e o fato de produzir exaustão e, com frequência, trazer alguns riscos (FOX et al., 1991). São indicados apenas para indivíduos jovens, saudáveis e habituados a esforços dessa natureza (NAHAS, 2001).

Os testes sub-máximos de campo são realizados através de subidas e descidas de degraus ou bancos. A problemática deste teste fica por não respeitar o princípio da especificidade do movimento, que determina que a avaliação seja realizada com movimentos específicos ao avaliado (DENADAI, 2000). Isso acaba por influenciar negativamente a realização do teste por: dificuldade individual na execução dos movimentos, freqüente medo de queda pelo avaliado, não ser aconselhável á indivíduos com limitações ortopédicas e por muitas vezes, provocar grandes desgastes físicos. Existe ainda o fator da motivação exercer grande influência no teste (GOLÇALVES, 1970; NEDER, NERY, 2003). Este método de avaliação não deve ser aplicado para qualquer população, sobretudo pelo considerável nível de força dos membros inferiores que é exigido.

Estudando os testes existentes para avaliação da capacidade cardio-respiratória, observamos a necessidade de testes especiais a pessoas de baixa aptidão física, bem como que sejam de baixo custo, que assim respeitem a realidade econômica dos profissionais ligados a área de atividade física e saúde, que num contexto geral, não possuem acesso a equipamento de alta sofisticação e de custos elevados; por fim, que respeitem o princípio da especificidade do movimento.

Os professores do Curso de Educação Física – Unip-Campinas estão desenvolvendo experimentalmente um teste alternativo, ou seja, o “Teste de Caminhada em Esforço Controlado (TCEC)”. Neste teste, os avaliados são orientados a ajustarem sua velocidade de caminhada a uma Frequência Cardíaca Alvo (FCA) anteriormente calculada, e monitorada durante o teste por um freqüencímetro.

Admitindo a possibilidade do TCEC suprir a necessidade de um método para avaliação cardio-respiratória apropriado às pessoas de baixa aptidão física, que respeite o princípio da especificidade de movimento e que de baixo custo, iniciamos um estudo prévio sobre os parâmetros científicos deste teste.

A princípio, estudamos os critérios de reprodutibilidade (fidedignidade e objetividade) do TCEC, que são apresentados nesse estudo.

MATERIAL E MÉTODO

População

Este estudo contou com a participação de 37 voluntários, sendo 09 sujeitos obesos (03 homens e 06 mulheres), 10 mulheres na pós-menopausa e 18 estudantes universitários (15 homens e 03 mulheres). Sujeitos de idade entre 13 a 72 anos, todos moradores da cidade de Campinas-SP.

METODOLOGIA

Os voluntários foram levados até a pista de atletismo para realização de testes e retestes do TCEC, respeitando o intervalo de três a sete dias entre teste e reteste.

Para realização dos testes, os avaliados foram orientados a adotarem as recomendações do American College of Sports and Medicine (ACMS) (2000) para a realização de testes físicos como:

- 1) Usar roupas leves e confortáveis durante o teste;
- 2) Ingerir bastante líquido para manutenção de um estado normal de hidratação durante o teste;
- 3) Evitar comer, fumar e consumir bebidas alcoólicas e cafeína nas 3 horas que antecedem o teste;
- 4) Não praticar exercícios ou atividades físicas extenuantes no dia do teste;
- 5) Dormir de 6 a 8 horas na noite anterior ao teste.

Com o intuito de padronização dos testes e retestes, estes foram realizados sempre num mesmo horário, com precauções a quaisquer variáveis que poderiam afetar a FC sub-máxima, e assim interferir no resultado do teste.

A seguir, apresenta-se a metodologia utilizada para realização do TCEC:

Etapa 1 - No Freqüencímetro da marca Polar modelo Vantage NV, foi ajustada na função “Limites de Freqüência Cardíaca”, uma Freqüência Cardíaca Alvo (FCA) que representou 70% da Freqüência Cardíaca Máxima (FCM) do sujeito avaliado, com variação de 3 bpm superior a FCA e 3 bpm inferior a FCA, através da fórmula de Karvonen ($FCM = 220 - \text{idade}$).

Etapa 2 - O avaliado, utilizando o freqüencímetro, foi colocado na pista de atletismo seguindo o ritmo da caminhada e/ou corrida a que o avaliador, que o acompanhava recomendou. O avaliador ficou de posse do monitor (relógio do freqüencímetro) e controlou a intensidade de esforço físico (ritmo da caminhada e/ou corrida). A intensidade de esforço foi então gradualmente aumentada até que o monitor sinalizou que a FCA do avaliado foi atingida.

Etapa 3 - Atingido o ritmo ideal de caminhada para manutenção da FCA, o avaliador marcou o tempo (segundos) que o avaliado demorou para completar o percurso de 800 metros, nesta intensidade de esforço.

O percentual de 70% da FCM foi escolhido para este estudo pela possibilidade de valores superiores de FCA extrapolarem o limiar de lactato (LL), e assim representarem exigências de esforço físico muito altas para alguns sujeitos. Estudo com indivíduos adultos obesos sedentários revelou que a intensidade de exercício correspondente ao LL para essa população é em média de 78% da FCM, considerando a proposta de Karvonen ($FCM = 220 - idade$). Porém, essa relação entre %FCM e LL é bastante individualizada e apresenta grande variação de pessoa para pessoa (BYRNE, HILLS, 2002).

RESULTADOS

Para melhor entendimento do teste proposto neste trabalho, são apresentados a seguir as Figuras 01 e 02, que são exemplos de teste e reteste, respectivamente, realizados por diferentes avaliadores (A e B) em um mesmo sujeito. A FCA para este sujeito é de 119 bpm, assim, os limites de FC para realização dos testes foram: Frequência Cardíaca Superior (FCS) = 122 bpm e Frequência Cardíaca Inferior (FCI) = 116 bpm.

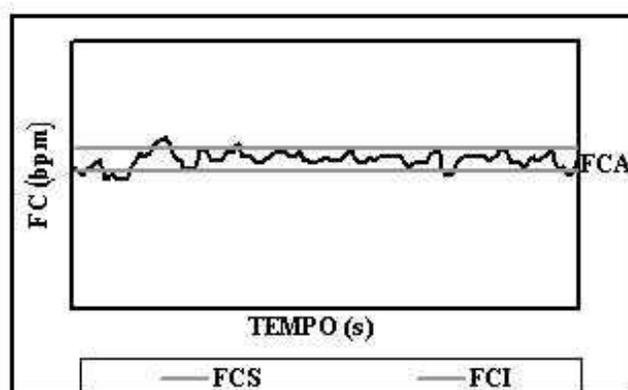


Figura 1 - Teste realizado no sujeito 01, aplicado pelo avaliador A. Tempo total do teste: 570 segundos.

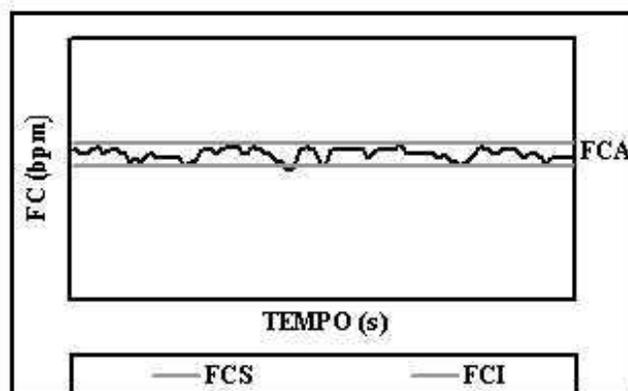


Figura 2 - Teste realizado no sujeito 01, aplicado pelo avaliador B. Tempo total do teste: 561 segundos.

Para análise da objetividade do *TCEC*, 27 sujeitos realizaram um teste, e após três a sete dias o reteste, sob as mesmas condições, mas com diferentes avaliadores.

Para estudo da fidedignidade, os sujeitos (19) realizaram o mesmo procedimento (teste e reteste), com um mesmo avaliador.

Alguns sujeitos (07) realizaram o teste por três vezes, sendo duas vezes consecutivas por um mesmo avaliador, e uma outra vez com outro avaliador. Para avaliação da fidedignidade, foram analisados os testes feitos pelo mesmo avaliador; sendo a objetividade estudada a partir dos testes realizados por diferentes avaliadores.

Os dados coletados, referentes ao tempo (segundos) que cada indivíduo levou na realização dos testes e retestes, foram tratados mediante recursos da estatística descritiva, através do cálculo do coeficiente de correlação intraclassas (ZAR, 1999).

O coeficiente de correlação intraclassas deve ser utilizado para análise de correlação entre variáveis, em situações onde não é possível designar que uma variável é *X* e outra *Y*, já que ambas apresentam uma mesma natureza (ZAR, 1999).

A seguir, são apresentadas as Tabelas 1 e 2, referentes à idade, FCA (bpm) e tempo (segundos) que cada indivíduo levou na realização dos testes e retestes.

Tabela 1 - Estudo de Objetividade - Resultados de Idade, FCA e Tempo (Segundos) para Realização de Teste e Reteste, com Diferentes Avaliadores

Sujeito	Idade	FCA(bpm)	Teste(s)	Reteste(s)
01	49	119	570	561
02	13	145	598	614
03	15	143	506	520
04	21	139	793	728
05	63	109	906	882
06	65	108	741	640
07	56	114	490	495
08	53	117	480	484
09	21	139	430	436
10	24	137	359	382
11	24	137	268	271
12	23	138	426	428
13	21	139	322	324
14	23	138	398	376
15	24	137	423	391
16	25	136	375	364
17	22	138	396	379
18	23	138	393	404
19	26	135	448	426
20	50	119	531	528
21	72	103	559	610
22	53	117	462	458
23	60	112	451	431
24	61	111	521	516
25	58	113	509	529
26	53	117	495	482
27	48	120	658	631

$r = -0,91$

Tabela 2 - Estudo de Fidedignidade - Resultados de Idade, FCA e Tempo (Segundos) para Realização de Teste e Reteste, Com um Mesmo Avaliador

Sujeito	Idade	FCA(bpm)	Teste(s)	Reteste(s)
01	49	119	561	566
02	26	135	392	400
03	22	138	309	320
04	23	138	382	400
05	23	138	428	407
06	24	137	250	248
07	21	139	424	407
08	25	136	390	366
09	22	138	327	321
10	32	131	349	356
11	23	138	282	275
12	23	138	356	351
13	27	135	421	408
14	50	119	528	524
15	72	103	563	559
16	60	112	431	424
17	61	111	516	509
18	57	114	589	566
19	53	117	482	482

$r = -0,96$

Antes de analisarmos os valores encontrados, é importante que se explique que os valores negativos de r acontecem quando existe uma maior variabilidade dentro do grupo do que entre os grupos. Porém, são igualmente relevantes valores próximos de 1 ou -1 para análise do índice de correlação (ZAR, 1999).

Os resultados negativos encontrados neste estudo: objetividade = $-0,96$ e fidedignidade = $-0,91$, são devidos a grande variabilidade de resultados que aconteceram dentro de um mesmo grupo (teste ou reteste).

Mathews (1980) considera que coeficientes de correlação (r) iguais ou superiores a 0,9, como “excelentes” quanto a classificação de objetividade e fidedignidade de testes físicos. Assim, os resultados deste estudo indicam que o TCEC apresenta excelente reprodutibilidade.

Resumidamente, estes resultados mostram que quando o TCEC é aplicado e reaplicado num curto período de tempo, independentemente do avaliador, os resultados são muito similares.

DISCUSSÃO

Estudando os testes existentes para avaliação da capacidade cardio-respiratória, observamos a necessidade do desenvolvimento de novos testes para melhor atender pessoas de baixa aptidão física, bem como que seja de baixo custo e assim acessível aos profissionais ligados a área de atividade física e saúde, que num contexto geral, não possuem acesso a equipamento de custos elevados; por fim, que respeite o princípio da especificidade do movimento.

Constatamos que o TCEC apresenta excelente reprodutibilidade (fidedignidade e objetividade), o que nos motiva a estudar mais profundamente, com ênfase na validação deste teste. A princípio, estes estudos devem concentrar-se em indivíduos obesos, visto à carência desta população a métodos e práticas mais adequadas as suas condições físicas.

Leibetseder et al. (2002) estudaram e validaram, para uma população de indivíduos adultos saudáveis, um teste bastante similar ao proposto neste trabalho. A diferença restringe-se pela utilização de uma FCA consideravelmente mais alta, o que leva a uma avaliação física realizada através de corrida; e por um percurso também superior. O parâmetro de avaliação deste teste é a velocidade da corrida durante o percurso, aliado aos valores de idade, peso corporal (Kg) e Frequência Cardíaca de Repouso (FR) do avaliado. Este método de avaliação apresenta índices bastante aceitáveis para estimativa do VO_2 máx. e hoje se apresenta como mais uma possibilidade de teste para avaliação da capacidade cardio-respiratória.

Esperamos, em breve, apresentar este teste alternativo, ou qualquer adaptação que se utilize como base à caminhada em FCA, como um competente instrumento de avaliação física, com as vantagens de respeitar a baixa aptidão física de populações, de apresentar baixo custo e pela exigência de movimentos simples e costumeiros.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN College of Sports Medicine. *Guidelines for exercise testing and prescription*. 6th. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- BYRNE, N. M.; HILLS, A. P. Relationships between HR and VO_2 in the obese. *Med Sci Sports Exerc*, v. 34, n. 9, p. 1419-27, 2002.
- CHURCH, T. S. et al. Usefulness of cardiorespiratory fitness as a predictor of all-cause and cardiovascular disease mortality in men with systemic hipertension. *Am J Cardiol*, v. 88, n. 6, p. 651-656, 2001.

- DENADAI, B.S. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. *Motriz*, Rio Claro, p. 3-24; 2000.
- DUARTE, M. F. S.; DUARTE, C. R. Validade do teste aeróbico de corrida de vai-e-vem de 20 metros. *Rev Bras Cien Mov*, v. 9, n. 3, p. 07-14, 2001.
- FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. *Fox's physiological basis for exercise and sport*. 6th ed. New York: McGraw-Hill Company; 1998.
- FOX, E. L.; BOWERS, R.W., FOSS, M. L. *Bases fisiológicas da Educação Física e dos desportos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1991.
- GONÇALVES, J. A. P. *Condição física*. 2. ed. Brasília: EBRASA, 1970.
- GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. *Exercício físico na promoção da saúde*. Londrina: Midiograf, 1995.
- GUORAYEB, N.; LEITE BARROS, T. *O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos*. São Paulo: Atheneu; 1999.
- KURL, S. et al. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med*, v. 163, p.1682-1688, 2003.
- LEITE, P. F. *Aptidão física, esporte e saúde*. 3. ed. São Paulo: Robe Editorial; 2000.
- LEIBETSEDER V. J.; EKMEKCIOUGLU, C.; HABER, P. A simple running test to estimate cardiorespiratory fitness. *J Exerc Physiol*, v. 3, n. 5, 06-13, 2002.
- MCARDLE, W. D; KATCH, F. I.; KACTH, V. L. *Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- MCARDLE, W. D; KATCH, F. I.; KACTH, V. L. *Fundamentos de fisiologia do exercício*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuro-motoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Cienc Mov*, v. 8, n. 4, p. 21-32, 2000.
- MATWEUS, D. K. *Medida e avaliação em Educação Física*. Rio de Janeiro: Interamericana; 1980.
- NAHAS, M. V. *Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo*. Londrina: Midiograf, 2001.
- NEDER, J. A.; NERY, L. E. *Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática*. São Paulo: Artes Médicas, 2003.
- POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. *Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação*. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.
- POWERS, S. K; HOWLEY, E. T. *Fisiologia do exercício, teoria e aplicação ao condicionamento e ao*

desempenho. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000.

ZAR, J. *Biostatistical analyses*. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

WEINECK, J. *Futebol total: o treinamento físico no futebol*. São Paulo: Phorte, 2000.

CARLOS APARECIDO ZAMAI

Universidade Paulista – Campinas

ALAN ALESSANDRO RODRIGUES

Universidade Paulista – Campinas/Limeira

MARCELO FILOCOMO

Universidade Paulista – Campinas/Limeira

LUIZ ERNANI S. BRAGA

Universidade Paulista – Campinas/Limeira

JOSÉ FERNANDO DE OLIVEIRA

Universidade Paulista – Campinas/Limeira

CLÁUDIO ZAGO JUNIOR

Universidade Paulista – Campinas/Limeira

Referência do artigo**ABNT**

ZAMAI, C. A. Avaliação da aptidão cardio-respiratória através do teste de caminhada em esforço controlado (TCEC). *Conexões*, v. 8, n. 2, p. 146-158, 2010.

APA

Zamai, C. A., Rodrigues, A. A., Filocomo, M., Oliveira, J. F., Zago Jr., C. (2010). Avaliação da aptidão cardio-respiratória através do teste de caminhada em esforço controlado (TCEC). *Conexões*, 8(2), 146-158.

VANCOUVER

Zamai CA, Rodrigues AA, Filocomo M, Oliveira JF, Zago Jr C. Avaliação da aptidão cardio-respiratória através do teste de caminhada em esforço controlado (TCEC). *Conexões*, 2010; 8 (2): 146-158.

Recebido em: dez./2009

Aceito para publicação em: jun./2010.