

PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS AERÓBIOS: TESTE PARA IDENTIFICAÇÃO DAS INTENSIDADES AERÓBIAS (TIIA), UMA FERRAMENTA PRÁTICA

Douglas Henrique Alves¹, Vanessa Macêdo de Oliveira¹, Newton Nunes¹

RESUMO

O Primeiro Limiar Ventilatório (LV1) e o Segundo Limiar Ventilatório (LV2), que podem ser determinados a partir da Ventilometria, têm sido propostos como marcadores de capacidade e como referência para prescrição de treinamento em exercícios de resistência aeróbia. O objetivo deste estudo foi comparar os valores das cargas de trabalho relativos às intensidades destes limiares encontradas na Ventilometria com as do TIIA de indivíduos pertencentes aos grupos especiais de três academias da grande Natal. Métodos: 20 sujeitos, sendo 11 do gênero feminino e 9 do masculino. Estes indivíduos foram submetidos a um teste de esforço máximo, na Ventilometria para a determinação da FC_{máx}, do LV1, e LV2. E ao submáximo, no Teste de Identificação das Intensidades Aeróbias (TIIA), para determinar a Intensidade1 (I1) e Intensidade2 (I2). Na ventilometria o LV1 foi estabelecido pelo próprio software e o LV2 foi identificado na intensidade de esforço físico em que a ventilometria antecedeu aumentos progressivos na segunda curva exponencial. O valor da FC_{máx} foi considerado o maior obtido no teste. No TIIA a I1 e a I2 foram identificadas pela estabilização da FC_{treino} (equação de Karvonen) respectivamente no limite inferior e superior. O LV1 e a I1; o LV2 e a I2 foram correlacionados em um gráfico em função da carga de trabalho. Resultados: Não houve diferenças significativas para as médias das cargas de trabalho: o LV1 (média 5,4km/h) e I1 (média 6,2km/h), e para o LV2 (média 7,3km/h) e o I2 (média 7,4km/h) entre os testados. Concluiu-se que mais estudos são necessários a fim de que o TIIA seja validado, pois uma maior amostra favoreceria esta validação.

Palavras - chave: Limiares, intensidades aeróbias, frequência cardíaca, carga de trabalho.

1- Programa de Pós Graduação Lato Sensu em Exercício Físico Aplicado à Reabilitação Cardíaca e a Grupos Especiais da Universidade Gama Filho - UGF

ABSTRACT

Physical exercises aerobic prescription: TIIA, a practical tool

The first ventilatory threshold (LV1) and the second ventilatory threshold (LV2), which can be derived from the Ventilometrics, have been proposed as markers of ability and as a reference for prescription of resistance training in aerobic exercises. The purpose of this study was to compare the values of the loads of work on the intensities of these thresholds found in Ventilometrics with the TIIA of individuals belonging to panels of three academies of the great Natal. Methods: 20 subjects with 11 females and 9 males. These individuals were subjected to a test of maximum effort in order to determine the Ventilometrics FC_{max}, the LV1, and LV2. And the sub in the Test Identification of intensities Aerobics (TIIA) to determine Intensidade1 (I1) and Intensidade2 (I2). In ventilometrics the LV1 was established by the software and LV2 was identified in the intensity of physical effort in which the VE predecessor progressive increases in the second exponential curve. The value of FC_{max} was considered the largest obtained in the test. TIIA in the I1 and I2 have been identified by stabilizing the FC_{train} (equation of Karvonen) respectively in the upper and lower limit. The LV1 and I1, I2 and the LV2 were correlated in a chart depending on the workload. Results: There were no significant differences in the means of loads of work: the LV1 (average 5.4 km / h) and I1 (average 6.2 km / h), and the LV2 (average 7.3 km / h) and I2 (average 7.4 km / h) among the tested. It was concluded that more studies are needed to ensure that the TIIA is validated, because a larger sample would this validation.

Key words: thresholds, aerobic intensity, heart rate, loads of work.

Endereço para correspondência:
Rua Candelária, no 16. Parque dos Eucaliptos.
Parnamirim/RN - CEP.: 59152-725
E-Mail: douglas_alves10@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Como prescrever exercícios físicos aeróbios? A partir do que estes exercícios são colocados para a sociedade? Será que as intensidades empregadas de uma forma geral estão sendo suficientes para que haja uma resposta fisiológica satisfatória e segura? É comum alunos de academia perguntarem se a velocidade que eles realizam o exercício aeróbio é boa, ou qual a velocidade ideal para a prática de tais exercícios. O que é respondido? Em que os profissionais de Educação Física se baseiam?

A área da saúde é baseada cientificamente e é nessa fundamentação que se deve construir, desenvolver e aplicar a prescrição dos exercícios físicos, evitando o empirismo que acomete muitos profissionais desta área.

Em teste de esforço físico com aumento progressivo da carga de trabalho, a produção de energia, em intensidades até aproximadamente 50 a 60% do pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}), provém predominantemente do metabolismo aeróbio (Brunetto e colaboradores 2005, Negrão e Barreto, 2006, Simão 2006). Tendo a oxidação dos Ácidos Graxos em seu ápice. Com o aumento da demanda metabólica, mediante elevação da intensidade do esforço físico, há maior oxidação dos carboidratos, assim como o metabolismo anaeróbio passa a complementar a produção aeróbia de energia.

A determinação dessa intensidade de esforço físico tem grande importância no campo da fisiologia do exercício, sendo amplamente utilizada para a avaliação da aptidão física direcionada aos trabalhos prolongados, à prescrição de intensidades dos exercícios aeróbios e à monitoração de modificações em indicadores aeróbios induzidos por programas de treinamento. Este ponto é identificado através de testes de esforço e tem a sua nomenclatura variada de acordo com a linha científica que o estuda, sendo chamado de Primeiro Limiar. Acredita-se que exercícios físicos, onde as intensidades sejam inferiores a este limiar não trazem respostas fisiológicas significativas.

No mesmo teste de esforço físico em aproximadamente 80% do VO_{2pico} há a produção energética proveniente, ainda

predominantemente, do metabolismo aeróbio. Porém, o substrato oxidado é o carboidrato enfaticamente. Este ponto também é identificado e se chama Segundo Limiar (Simão, 2006). Neste, ocorre a produção máxima de Ácido Lático (suplementação anaeróbia), concomitante com a sua remoção, através do tamponamento do bicarbonato em nível plasmático. O Segundo Limiar é o ponto em que o organismo está na eminência de entrar predominantemente no sistema anaeróbio, pois acima deste limiar a produção de Ácido Lático supera a sua remoção levando à acidose metabólica. Pode-se afirmar que até se atingir o Segundo Limiar as intensidades empregadas são aeróbias, graduando de maneira progressiva e diretamente proporcional à necessidade do consumo de oxigênio.

Os métodos tradicionalmente empregados para identificar estas transições no metabolismo são as análises da concentração sanguínea de lactato e das trocas gasosas respiratórias que permitem identificar os limiares. No entanto, recentemente, outros métodos não-invasivos e mais acessíveis têm sido propostos para identificar as intensidades de esforço físico (Brunetto e colaboradores 2005).

A partir dessa nova perspectiva, através deste trabalho, se sugere o Teste para Identificação das Intensidades Aeróbias (TIIA), um teste de esforço submáximo, que traz consigo uma série de atrativos que facilitam a sua execução, tais como: baixo custo, simplicidade operacional, comodidade ao testado, etc. Tornando o TIIA uma ferramenta prática para a prescrição do exercício físico.

Sabe-se que para exercícios físicos aeróbios, dentre as várias formas de prescrições existentes, se tem nas intensidades dos limiares os pontos mais precisos. Estas intensidades quando relacionadas ao teste realizado na esteira rolante têm nas cargas de trabalho (velocidade e inclinação nos pontos identificados) os números que norteiam a prescrição (Porpino e Colaboradores, 2008)

Desta forma o presente estudo procura comparar as cargas de trabalho relativas às intensidades dos limiares identificadas na Ventilometria com as do Teste de Identificação da Intensidade Aeróbias (TIIA).

MÉTODOS

Sujeitos

Os testes foram aplicados nos meses de Agosto, Setembro e Outubro/2008, nas academias de ginástica Corpo e Água, Aero Fitness e Performance situadas na grande Natal/RN. A amostra foi escolhida a partir do seguinte critério: indivíduos pertencentes aos Grupos Especiais (Idosos, Diabéticos, Hipertensos, Cardiopatas e Coronariopatas).

Foram recrutadas para o estudo 20 pessoas, das quais 9 eram pertencentes do gênero masculino e 11 do gênero feminino, com as idades entre 21 e 76 anos.

Todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento para a participação do estudo.

Testes de Esforço Físico

Para a realização dos testes, foram entregues recomendações sobre alimentação (não ingerir alimentos à base de cafeína, estimulantes em geral), traje (roupa folgada e confortável consistente com teste físico), repouso (não realizar qualquer tipo de atividade física no dia do teste, assim como no dia em que anteceder-lo evitar atividades físicas extenuantes; Dormir por um período suficiente, de 6 a 8 horas, na noite antes do teste), hidratação e consumo de substâncias nocivas ao organismo (no dia do teste e no dia que anteceder-lo, evitar fumo e álcool). As medicações que os sujeitos vinham tomando permaneceram as mesmas.

Os testes de esforço utilizados no trabalho foram a Ventilometria e o Teste para a Identificação das Intensidades Aeróbias (TIIA). Foram realizados entre às 7:00h e 12:00h, nas academias de ginástica citadas anteriormente.

Ventilometria

Os protocolos executados na Ventilometria (Ventilômetro VLA SG6 – Cefise Biotecnologia Esportiva) foi de rampa, realizados em esteira ergométrica elétrica (Moviment LX160) com os estágios de 1 minuto de duração e inclinação de 0%. De acordo com o perfil do testado, a velocidade inicial variou entre 2,0km/h a 7,0km/h, e o incremento foi de 0,2km/h a 0,5km/h a cada

minuto. Incentivo verbal foi empregado na tentativa de obter um esforço físico próximo do máximo. O teste foi interrompido mediante exaustão voluntária.

Em repouso foi registrada a Pressão Arterial (PA) e a Frequência Cardíaca (FC). Durante o teste foi registrada a Ventilação Pulmonar (VE), a Taxação de Esforço Percebido (TEP) a cada 60seg, e a FC a cada 30seg.

O Primeiro Limiar Ventilatório (LV1) foi estabelecido pelo próprio software e o Segundo Limiar Ventilatório (LV2) foi identificado na intensidade de esforço físico em que a VE atingiu seu valor mínimo antes de apresentar aumentos progressivos na segunda curva exponencial. Tanto o LV1 quanto o LV2 foram determinados independentemente por um avaliador.

Testes de Identificação de Intensidades Aeróbias (TIIA)

O protocolo definido para o TIIA consistiu em ser escalonado, composto de cinco estágios, sendo: o primeiro estágio destinado ao repouso, que teve duração de 1 minuto nele se verificou a FC de repouso. O segundo estágio se destinou ao aquecimento e teve duração de 5 minutos, classificando as velocidades da seguinte forma: grupos especiais de 2,0 a 3,9km/h; sedentários de 4,0 a 4,9km/h; treinados de 5,0 a 7,9km/h e atletas de 8,0 a 10,0km/h. O terceiro estágio teve duração de 5 minutos, onde os 2 primeiros se graduou a velocidade para que o testado atingisse o limite inferior da frequência cardíaca e, os 3 minutos subsequentes observou-se uma manutenção desta FC. O quarto estágio teve duração de 5 minutos, onde os 2 primeiros se graduou a velocidade para que o testado atingisse o limite superior da frequência cardíaca e, os 3 minutos subsequentes observou-se uma manutenção desta FC. O quinto estágio foi recuperativo e teve duração de 3 minutos, onde se reduziu em 50% a velocidade do terceiro estágio.

Em repouso foi registrada a PA e a FC. Durante o TIIA foi registrada a FC a cada 15 segundos, e a taxa de esforço percebido ao fim de cada estágio (do segundo ao quinto).

A Intesidade 1 (I1) foi estabelecida pela média da FC referente ao limite inferior da FC de treino calculado através da equação de Karvonen ($FC_{treino} = FC_{reserva} \times \% +$

FCrepouso). A Intensidade 2 (I2) foi estabelecida pela média da FC referente ao limite superior da FC de treino calculado através da equação anteriormente citada.

A FC foi registrada através do frequencímetro (Polar Electro – Modelo S810i), tal aparelho foi importante, pois forneceu a média da FC para cada estágio.

Tratamento Estatístico

As análises foram realizadas utilizando-se de software comercial (Excel). O LV1 e a I1, o LV2 e a I2 foram comparados por intermédio de recursos de análise de variância (Anova) fator único. O coeficiente de correlação de Pearson foi empregado para associações estatísticas entre os testes (Ventilometria versus TIIA).

RESULTADOS

As características antropométricas e funcionais dos sujeitos envolvidos no estudo estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 Valores médios e desvios padrão das características antropométricas e funcionais dos sujeitos avaliados

Idade (anos):	49 ± 18
Massa Corporal Total (kg):	76 ± 15
Estatura (m):	1,65 ± 0,1
IMC (kg/m ²):	28 ± 4
FC _{repouso} (bpm):	74 ± 11
FC _{máx} (bpm) - Ventilometria:	157 ± 23
Tempo de Teste (min) - Ventilometria:	11 ± 2
Tempo de Teste (min) - TIIA:	19 ± 0

Na tabela 2 segue dispostos os 20 sujeitos e suas cargas de trabalho referentes ao primeiro limiar tanto da Ventilometria, quanto do TIIA.

Tabela 2 Cargas de trabalho referentes ao Primeiro Limiar

	Cargas de Trabalho (km/h_0%)	
	Avaliados	LV ₁ I ₁
1	8,5	8,5
2	3,6	4,0
3	6,0	7,0
4	5,0	6,5
5	7,0	7,5
6	7,5	8,2
7	3,0	4,0
8	5,2	5,7
9	4,0	5,5
10	5,9	6,4
11	6,0	6,6
12	6,5	7,0
13	4,4	6,0
14	6,5	8,0
15	4,0	5,8
16	3,0	3,3
17	8,0	9,5
18	5,4	5,5
19	6,0	6,3
20	3,2	3,2

Na figura 1 foi construído um gráfico a partir das informações dispostas na tabela 2, neste gráfico podemos visualizar a disposição das cargas de trabalho dos avaliados em ambos os testes.

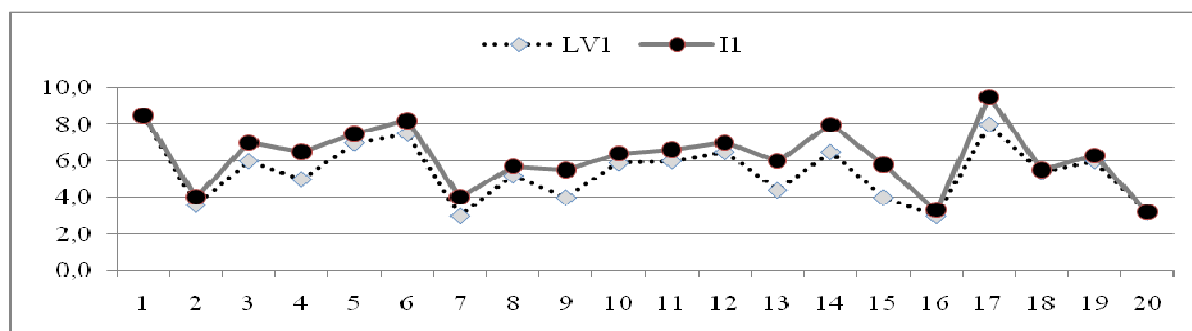


Figura 1 - Comparativo no Primeiro Limiar: Ventilometria x TIIA

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

A tabela 3 traz o resultado da Anova fator único. Pode-se observar que o valor de F é inferior ao do F crítico. H0 não rejeitada, ou seja, afirmar-se que para os sujeitos avaliados

não há diferença estatística entre os primeiros limiares identificados tanto na Ventilometria, quanto no TIIA com relação às cargas de trabalho.

Tabela 3 Anova: Fator único LV1 versus I1
RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Coluna 1	20	108,7	5,44	2,73
Coluna 2	20	124,5	6,23	2,91

ANOVA

Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	6,24	1	6,24	2,22	0,14	4,10
Dentro dos grupos	106,98	38	2,82			
Total	113,22	39				

A correlação (r) entre os testes, referente ao primeiro limiar, está presente na tabela 4. Uma correlação muito forte é considerada quando o r compreende 0,9 à 1,0, e a correlação perfeita corresponde à $r^2 = 1,0$. Referente ao primeiro limiar foi calculado um $r = 0,94$ e um $r^2 = 0,88$.

A figura 2 nos traz o gráfico da correlação, linear, ascendente positiva.

Tabela 4 Correlação entre Ventilometria e TIIA

	Primeiro Limiar	
	Coluna 1	Coluna 2
Coluna 01	1	
Coluna 02	0,94	1
r^2	0,88	

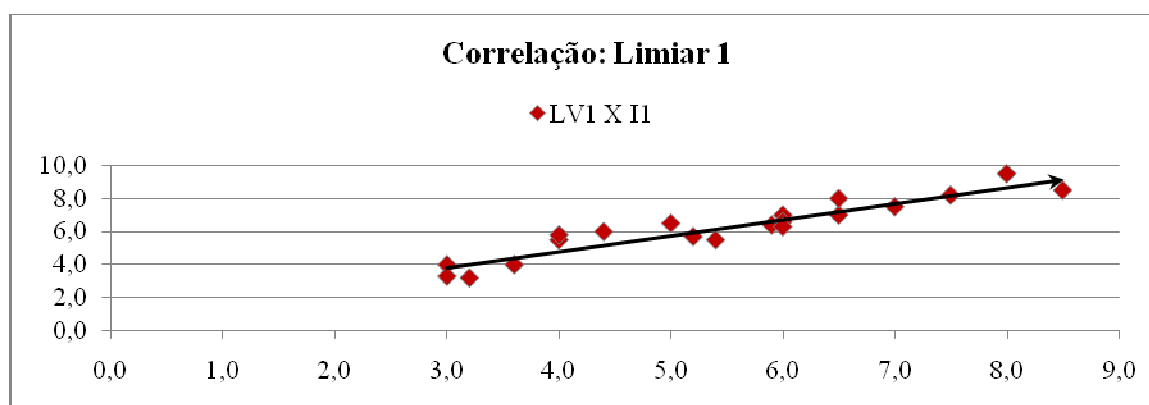


Figura 2 - Correlação do Primeiro Limiar: Ventilometria x TIIA

Na tabela 5 segue dispostos os 20 sujeitos e suas cargas de trabalho referentes ao segundo limiar tanto da Ventilometria, quanto do TIIA.

Na figura 3 foi construído um gráfico a partir das informações dispostas na tabela 5. Neste gráfico podemos visualizar a disposição das cargas de trabalho dos avaliados em ambos os testes.

Tabela 5 Cargas de trabalho referentes ao Segundo Limiar

Avaliados	Cargas de Trabalho (km/h_0%)	
	LV ₂	I ₂
1	11,0	11,5
2	5,1	5,2
3	8,0	8,0
4	7,0	6,8
5	9,0	8,8
6	10,5	10,6
7	4,5	5,0
8	6,1	6,2
9	6,5	6,5
10	7,1	7,0
11	8,0	8,5
12	8,0	8,0

13	6,4	6,4
14	8,5	10,0
15	6,5	5,8
16	4,5	4,2
17	11,0	12,0
18	6,6	6,0
19	7,0	7,0
20	5,6	5,1

A tabela 6 traz consigo o resultado da Anova fator único, podemos observar que o valor de F é inferior ao do F crítico. H₀ não rejeitada, ou seja, pode-se afirmar que para os sujeitos avaliados não há diferença estatística entre os segundos limiares identificados tanto na Ventilometria quanto no TIIA com relação às cargas de trabalho.

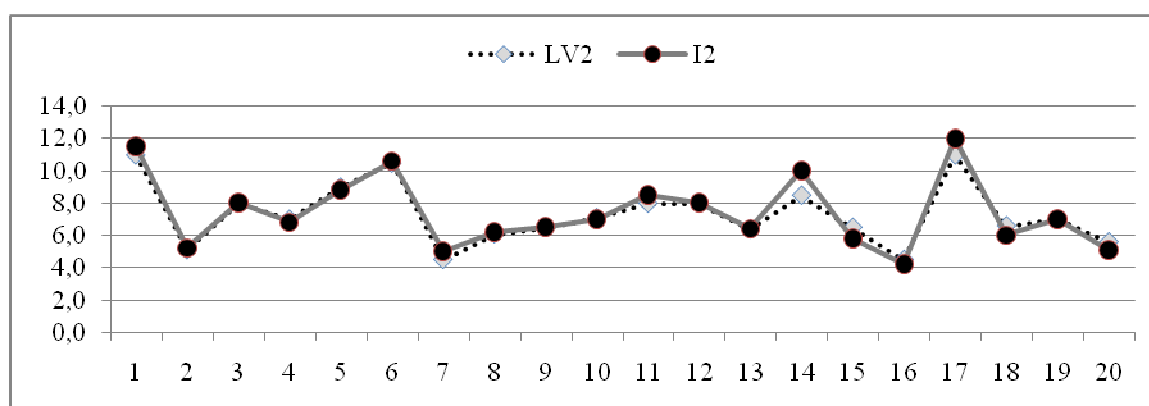


Figura 3 - Comparativo no Segundo Limiar: Ventilometria versus TIIA

Tabela 6 Anova de fator único LV2 versus I2

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Coluna 1	20	146,9	7,35	3,74
Coluna 2	20	148,6	7,43	4,92

ANOVA

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,07	1	0,07	0,02	0,90	4,10
Dentro dos grupos	164,45	38	4,33			
Total	164,52	39				

A correlação (r) entre os testes, referente ao segundo limiar, está presente na tabela 7. Uma correlação muito forte é considerada quando o r compreende 0,9 à 1,0, e a correlação perfeita corresponde à $r^2 = 1,0$. Referente ao segundo limiar foi calculado um $r = 0,98$ e um $r^2 = 0,96$.

A figura 4 nos traz o gráfico da correlação, linear, ascendente positiva.

Tabela 7 Correlação entre Ventilometria versus TIIA

	Segundo Limiar	
	Coluna 1	Coluna 2
Coluna 01	1	
Coluna 02	0,98	1
r^2	0,96	

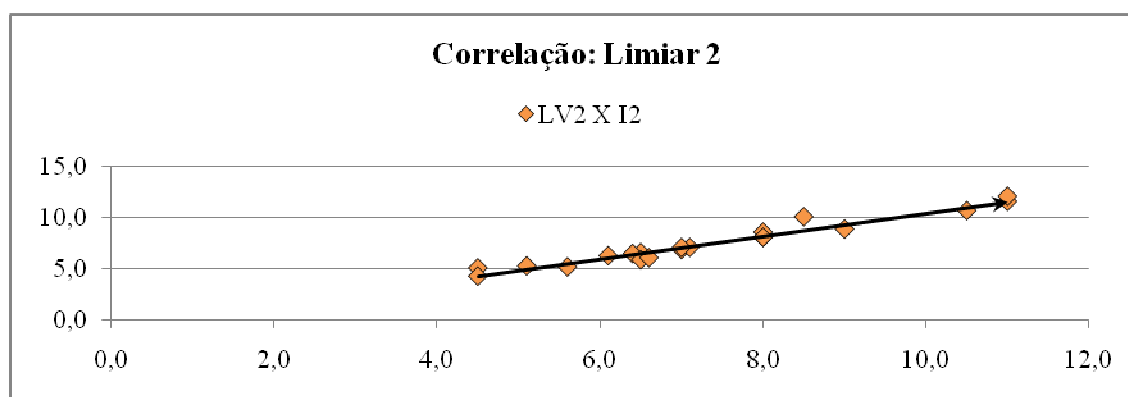


Figura 4 - Correlação do Segundo Limiar: Ventilometria versus TIIA

DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a possibilidade de identificar as cargas de trabalho referentes aos limiares através do TIIA. Nossos resultados evidenciaram que as cargas de trabalho encontradas no TIIA, referentes às médias das FCtreino (limite inferior e limite superior) calculadas a partir da equação de Karvonen (1957), associaram-se estatisticamente quando comparados aos valores da Ventilometria (cargas de trabalho em que ocorreram o LV1 e o LV2 respectivamente), protocolos que foram aplicados em esteira rolante elétrica.

De acordo com Nakamura e colaboradores (2007) os limiares metabólicos são tradicionalmente considerados indicadores da capacidade aeróbia, por se correlacionarem com o desempenho de longa duração. Para cada limiar haverá uma carga de trabalho, onde estas juntamente com outros fatores adjacentes resultarão em intensidades, as quais geram um estímulo tendo como consequência uma resposta fisiológica.

Um teste de nível de esforço progressivo, em que são medidas as trocas gasosas, permite a medição dos fenômenos associados à acidose metabólica em

desenvolvimento. Segundo Yazbek Jr. e colaboradores (1998). O LV1 é considerado como sendo o ponto em que há quebra da linearidade do VE/VO_2 , tendência de ascensão abrupta da razão de troca respiratória (RER) em menor pressão expirada final de oxigênio ($PETO_2$) ou fração expirada de O_2 (FEO_2). O LV2 é considerado como em que há quebra da linearidade VE/VCO_2 e maior expressão expirada final de CO_2 ($PETCO_2$) ou fração expirada de CO_2 ($FECO_2$), precedendo a sua queda abrupta. O LV2 é também denominado ponto de descompensação ácido-metabólico.

Comumente as FCtreino são utilizadas para a prescrição de exercícios aeróbios, porém verificamos na prática que como a frequência cardíaca é muito lábil e necessita-se de um tempo indeterminado para alcançá-las (quando não as supera), as margens (limite inferior e superior) tornam-se números longe do ideal para a prescrição de exercício físico, aumentando em muito a possibilidade de pouca efetividade desta forma de prescrição.

A prescrição de exercícios aeróbios utilizando as cargas de trabalho é ao mesmo tempo segura e efetiva, para tanto se faz necessário o conhecimento das mesmas e estas são identificadas em testes de esforço. Tradicionalmente são empregados testes que envolvem trocas gasosas respiratórias ou

coleta sanguínea de lactato, estes são precisos, mas são possuidores de uma série de entraves. Para simplificar o processo, mas mantendo um bom nível de precisão estão sendo estudados métodos não-invasivos e mais acessíveis. Nessa ótica foi desenvolvido o Teste para Identificação das Intensidades Aeróbias (TIIA), que a partir da FC e do teste de esforço percebido propõe-se em identificar as cargas de trabalho referentes aos limiares, tornando-se uma ferramenta prática para a prescrição do exercício físico.

CONCLUSÃO

Mediante os resultados encontrados no presente estudo, verificou-se que o TIIA parece ter sido suficiente para a identificação das cargas de trabalho referentes tanto ao Primeiro quanto ao Segundo Limiar. Mais estudos tornam-se necessários para que o Teste para Identificação das Intensidades Aeróbias venha a ser validado, pois para que tal processo se consolide é preciso uma amostragem de ordem epidêmica.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos às academias de ginástica que contribuíram na realização deste estudo: Academia Corpo e Água; Performance Academia; Aero Fitness.

Agradecemos também à Proximus Tecnologia que forneceu gratuitamente dois frequencímetros Polar Electro – Modelo S810i, sendo de grande importância para a coleta de dados.

REFERÊNCIAS

- 1- Brunetto, Antônio F.; Moreira, Bruno S.; Tesini, Bruno R; Muller, Daniel H. e Guedes, Dartagnan P. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes Rev Bras Med Esporte _ Vol. 11, Nº 1 – Jan/Fev, 2005.
- 2- Karvonem, M.J.; Kentala, E.; Mustala, O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. Ann Med Exper Fenn. Vol. 35. Num. 3. 1957. p. 307 – 315.
- 3- Nakamura, F.Y.; Muller, D.H.; Borges, T.O.; Okano, A.H.; Oliveira, F.R.; Brunetto, A.F. Relação entre indicadores fisiológicos obtidos

em teste ergoespirométrico em cicloergômetro de membros superiores e desempenho na canoagem. Rev Bras Med Esporte _ Vol. 13, Nº 5 – Set /Out, 2007.

4- Negrão, C.E.; Barreto, A.C.P. Cardiologia do Exercício: do atleta ao cardiopata. 2 ed. Ver. e ampl. Barueri – S.P.: Manole, 2006.

5- Porpino, S.K.P.; Brito, A.F.; Almeida, D.L.; Santos, M.A.P. Comparação das respostas ao exercício de caminhada pelo método de zona alvo e escala de Borg. Universidade Federal da Paraíba. Joao Pessoa, Paraíba 2008.

6- Simão, Roberto. Fisiologia e Prescrição de exercícios para grupos especiais. 2 ed. São Paulo - Phorte Editora, 2006.

7- Yazbek, P.Jr.; Tavares, R. C.; Sabbag, L.M.S.; Rizzo, L.B. Ergoespirometria. Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. São Paulo, SP Arq Bras Cardiologia _ Vol 71, Nº 5, 1998.

Recebido para publicação em 20/03/2009
Aceito em 30/04/2009