

Comparação da frequência cardíaca máxima por meio de provas com perfil aeróbico e anaeróbico

Artigo Original

João Carlos Bouzas Marins

Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Educação Física - Laboratório de Performance Humana
jcbouzas@ufv.br

Manuel Delgado Fernandez

Universidad de Granada – INEF – Granada - Espanha
manueldf@ugr.es

MARINS, J.C.B., FERNANDEZ, M.D. Comparação da frequência cardíaca máxima por meio de provas com perfil aeróbico e anaeróbico. *Fitness & Performance Journal*, v.3, n.3, p. 166-174, 2004.

Resumo: O controle de alguns parâmetros ao longo da periodização representa um importante procedimento do preparador físico com objetivo de estabelecer a intensidade do treinamento de maneira correta. A frequência cardíaca máxima representa uma variável importante no controle do treinamento. O objetivo deste estudo foi comparar a resposta da FCM obtida em provas de VO_{2max} de campo, junto a uma prova de perfil anaeróbico em jovens praticantes de atividade física regular. Fizeram parte deste estudo um grupo de 34 sujeitos (25 homens e 9 mulheres), em uma faixa etária entre 20 e 29 anos. Todos realizavam uma atividade física regular nos últimos 5 meses. Foram realizadas um total de quatro provas de corrida em uma pista de atletismo de 400 metros. Uma das provas foi de perfil anaeróbico (T-C_{600mts} = Teste de corrida de 600 metros); e outras três com características aeróbicas, para se determinar o VO_{2max} (T-C_{12min} = Teste de Cooper de 12 minutos; T-C_{2400mts} = Teste de Cooper de 2.400 metros; T-C_{3200mts} = Teste de corrida de 3.200 metros). Os próprios avaliados selecionavam a ordem de suas provas, sendo no mínimo duas, de acordo com seu nível de interesse, formando assim grupos diferentes. Desta forma, foram constituídos os seguintes grupos: (T-C_{12min} vs T-C_{600mts}); (T-C_{2400mts} vs T-C_{600mts}); (T-C_{12min} vs T-C_{2400mts}) e (T-C_{12min} vs T-C_{3200mts}). O tratamento estatístico utilizado foi de uma análise descritiva junto ao teste “t” de Student para dados pareados, com um nível de significância de $P < 0,05$. Os resultados obtidos junto aos homens indicaram, em todos os grupos, não haver diferença significativa entre a resposta da FCM. Já entre as mulheres, os resultados foram semelhantes, com exceção do grupo (T-C_{2400mts} vs T-C_{600mts}) onde se registraram diferenças significativas ($P < 0,05$), obtendo-se uma FCM de $197 \pm 4,6$ bpm (T-C_{2400mts}), frente a $190 \pm 5,5$ bpm (T-C_{600mts}). Como conclusão deste trabalho, é possível tomar como referência, para estimar a FCM, provas de campo para determinar o VO_{2max} aplicadas neste estudo, assim como uma prova de perfil anaeróbico, como a de 600 metros com máxima velocidade.

Palavras-chave: Frequência cardíaca máxima – Avaliação Física – Corrida.

Endereço para correspondência:

Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Educação Física LAPEH – Viçosa – Minas Gerais – CEP 36571-000

Data de Recebimento: novembro / 2003

Data de Aprovação: dezembro / 2003

Copyright© 2004 por Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte.

ABSTRACT

Comparison of the maximum cardiac frequency through aerobic and anaerobic profile tests

The control of some parameters along the periods is an important procedure of physical preparation in order to establish the intensity of the correct training. The maximum heart rate is an important variable in the control of the training. The objective of this study was to compare the response of the FCM evidence obtained in the VO_{2max} of field, with a proof of anaerobic profile in young practitioners of regular physical activity. They made part of the study of a group of 34 subjects (25 men and 9 women), with an age range between 20 and 29 years. All regular physical activity is done in the last 5 months. There were a total of four racing proofs in a 400 meters athletic track. One of the tests had an anaerobic profile (T-C_{600mts} = Test race of 600 meters), and three other with aerobic characteristics, to determine the VO_{2max} (TC-C_{12min} = Cooper Test, 12 minutes; TC-C_{2400mts} = Cooper Test, 2,400 meters; TC-C_{3200mts} = Test run of 3,200 meters). The own evaluated selected the order of their tests, and at least two, according to their level of interest, forming this way, different groups. This way, were formed the following groups: (TC-C_{12min} vs. TC-C_{600mts}) (TC-C_{2400mts} vs. TC-C_{600mts}) (TC-C_{12min} vs. TC-C_{2400mts}) and (TC-C_{12min} vs. TC-C_{3200mts}). The statistical processing used in a descriptive analysis was next to the Student "t" test for paired data, with a significance level of $P < 0.05$. The results obtained from men, indicated in all groups, no significant difference between the responses of the FCM. Even among women, the results were similar, except the group (TC-C_{2400mts} vs. TC-C_{600mts}) where he recorded significant differences ($P < 0.05$), compared to a FCM of 197 ± 4.6 bpm (TC-C_{2400mts}), facing the 190 ± 5.5 bpm (TC-C_{600mts}). As a completion of this work, it is possible to take as a reference, to estimate the FCM, the field tests to determine VO_{2max} applied in this study, as well as a proof of anaerobic profile, such as the 600 meters with maximum speed.

Keywords: Maximum cardiac frequency, Physical Evaluation, Running.

INTRODUÇÃO

Para obter sucesso durante um treinamento, é necessário estabelecer controles freqüentes sobre os mais variados fatores. São exemplos de controles estudar a ação nutricional do atleta, realizar exames de sangue, avaliar os resultados nas competições e aplicar provas físicas. Estes controles são necessários para fazer um acompanhamento do atleta ao longo da temporada, tendo em vista que a periodização faz com que ocorram alterações no rendimento físico, o que provoca a necessidade de um constante ajuste no treinamento, para evitar uma carga física forte ou fraca, proporcionando assim um treinamento inadequado.

O preparador físico é responsável por uma parte importante neste processo. Deve ser de sua responsabilidade fazer o acompanhamento sobre as provas físicas, já que, tomando por base seus resultados, terá condições de estabelecer uma carga física correta de treinamento.

Para os desportos onde a capacidade de transporte de oxigênio é determinante, torna-se fundamental fazer um acompanhamento do VO_{2max} , limiar anaeróbico, resistência de lactato e a resposta da freqüência cardíaca máxima (FCM). Este último fator oferece uma importante gama de informações, de forma que seu acompanhamento deverá ser contínuo. O uso mais freqüente desta variável se observa na equação [$FC_{ENT} = FC_{REP} + \% (FCM - FC_{REP})$], proposta por Karvonen et al. (1957), onde se pode

RESUMEN

Comparación de la FCM por meio de pruebas com perfil aeróbico y anaeróbico

El control de algunos parámetros a lo largo de la periodización representa una importante acción del preparador físico en el intento de establecer la intensidad del entrenamiento de manera correcta. La frecuencia cardíaca máxima representa una variable importante de control del entrenamiento. El objetivo de este estudio fue comparar la respuesta de la FCM obtenida en pruebas de VO_{2max} de campo, junto a una prueba de perfil anaeróbico en jóvenes practicantes de actividad física regular. Hicieron parte de este estudio un colectivo de 34 sujetos (25 hombres y 9 mujeres) con un rango de edad entre 20 y 29 años. Todos realizaban una actividad física regular en los últimos 5 meses. Se realizaron un total de cuatro pruebas de carrera en una pista de atletismo de 400 metros. Una prueba fue de perfil anaeróbico (T-C_{600mts} = Test de carrera de 600 metros); y otras tres con características aeróbicas para determinar la VO_{2max} (TC-C_{12min} = Test de Cooper de 12 minutos; TC-C_{2400mts} = Test de Cooper de 2.400 metros; TC-C_{3200mts} = Test de carrera de 3.200 metros). Los evaluados seleccionaron por lo menos dos pruebas que tenían interés de participar estableciendo así grupos distintos. De esta forma, se constituyeron los siguientes grupos: (TC-C_{12min} vs TC-C_{600mts}); (TC-C_{2400mts} vs TC-C_{600mts}); (TC-C_{12min} vs TC-C_{2400mts}) y (TC-C_{12min} vs TC-C_{3200mts}). El tratamiento estadístico utilizado fue un análisis descriptivo y el test t de "Student" para datos pareados, con un nivel de significancia de $P < 0,05$. Los resultados obtenidos en los hombres indicaron en todos los grupos no haber diferencia significativa entre la respuesta de la FCM. Entre las mujeres los resultados fueron semejantes, con excepción del grupo (TC-C_{2400mts} vs TC-C_{600mts}) donde se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$), al obtener una FCM de $197 \pm 4,6$ lpm (TC-C_{2400mts}) frente a $190 \pm 5,5$ lpm (TC-C_{600mts}). Como conclusión de este trabajo, es posible tomar como referencia para estimar la FCM, pruebas de campo para determinar la VO_{2max} desarrolladas en este estudio, así como una prueba de perfil anaeróbico como la de 600 metros a máxima velocidad.

Palabras clave: Frecuencia cardíaca máxima – Evaluación Física Carrera

estabelecer a intensidade de trabalho do atleta, de acordo com os limiares metabólicos que se deseja trabalhar.

Para estimar a FCM, é possível agir de duas formas, ou por meio de equações que estimam a FCM, ou por meio de um exercício de característica máxima. A primeira estratégia impõe importantes considerações ao selecionar uma equação. Marins (2003) recentemente identificou 54 equações propostas por diversos autores, levando em consideração o fator gênero, a condição física, certas doenças, tipo de exercício, além da idade, fator este presente em todas as equações.

Entretanto, essas equações estão baseadas em modelos matemáticos que podem ajudar na prescrição de exercício, desde que não se obtenha a FCM real do avaliado (MARINS, 2003). Quando se deseja o máximo de precisão durante um treinamento, é fundamental obter a FCM do atleta, sendo possível de duas formas: a) durante a realização de uma prova para avaliar o VO_{2max} , onde a FC obtida ao final da prova se considera como FCM (HOWLEY et al., 1995); b) durante uma prova de característica anaeróbica, com um tempo suficiente para que o coração venha adaptar-se ao estímulo chegando ao máximo de sua capacidade de contração (DINARDI e MARINS, 2003; FREITAS et al., 2003; SILVA-JÚNIOR et al., 2003).

Além do emprego da FCM para calcular a intensidade do exercício, existem ainda outros fatores que são importantes no constante controle da FCM. Zavorsky (2000) afirma que o efeito positivo do treinamento pode ser responsável por uma redução da FCM, caracterizando uma maior força de contração, ou seja, um maior volume sistólico. Por outro lado, uma redução de 5 bpm pode também indicar um possível estado de sobre-treinamento (SNYDER et al., 1995). Desta forma, o preparador físico deverá avaliar se esta resposta é positiva ou negativa.

No campo da cardiologia, o Colégio Americano de Cardiologia, junto à Associação Americana do Coração (ACC / AHA, 2002), considera que o fato de que não se atinja 80 – 85% da FCM, prevista durante uma prova ergométrica, como um indicador claro da existência de coronopatia. Também se considera importante, após obter a FCM, observar a resposta da recuperação. É necessário uma diminuição da FC da ordem de 12 bpm após 2 minutos de recuperação; caso não ocorra esta redução, é possível diagnosticar a existência de algum problema cardíaco.

Por último, Howley et al. (1995) indicam que durante a fase final de uma prova ergométrica, registros de FC compreendidos entre ± 10 bpm para a FCM calculada representam um fator determinante para caracterizar válida uma prova de VO_{2max} .

Normalmente, um preparador físico, em seu planejamento a longo prazo da temporada, deve realizar uma prova de VO_{2max} em intervalos de dois meses. Intervalos menores nem sempre são possíveis por questões financeiras de laboratórios, competições e motivação dos atletas. Desta forma, empregar entre as provas de VO_{2max} , que também podem servir de parâmetro para o controle da FCM, provas de perfil anaeróbico, resulta ser interessante por sua rápida e fácil forma de execução.

Considerando estas proposições teóricas apresentadas até aqui, se estabeleceu como objetivo deste estudo comparar a resposta da FCM obtida em provas de VO_{2max} de campo, junto a uma prova de perfil anaeróbico em jovens praticantes de atividade física regular.

METODOLOGIA

Todos os indivíduos que participaram do estudo foram submetidos a uma avaliação dividida em três etapas protocolizadas e diferenciadas, durante um período de tempo máximo de 15 dias. Para cada etapa, aplicou-se o seguinte protocolo:

- **1ª Etapa:** Preenchimento de dois questionários para identificar fatores de risco coronário, determinar o nível de atividade física e detectar possíveis fatores que pudessem excluir o sujeito da prova física.

- **2ª Etapa:** Realização das medidas antropométricas, tomadas seguindo as orientações do grupo espanhol de Cineantropometria (ESPARZA, 1993).
- **3ª Etapa:** Realização das provas experimentais para obter o registro da FCM.

As duas primeiras etapas de avaliação foram realizadas no Laboratório de Performance Humana (LAPEH), localizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Minas Gerais – Brasil. A última etapa foi realizada na pista de Atletismo de 400 metros da UFV.

AMOSTRA

Descrição da amostra

Participaram da amostra 34 sujeitos, homens e mulheres, com faixa etária compreendida entre 20 e 29 anos. Não foram incluídas pessoas com faixa etária avançada, devido ao fator envelhecimento, que limita a resposta cardíaca. Também foram excluídas do estudo as pessoas com mais de 30 anos, devido as questões éticas que poderiam ocorrer pela alta intensidade da prova. Os sujeitos que participaram desta investigação deviam estar realizando um período mínimo de atividade física regular nos últimos 5 meses.

As características antropométricas de peso, estatura, porcentagem de gordura foram de $70,1 \pm 7,4$ Kg; $176,5 \pm 6,6$ cm; $9,6 \pm 4,9$ % de gordura nos 25 homens. Entre as 9 mulheres, os valores obtidos foram $58,9, \pm 6,8$ Kg; $164,8 \pm 6$ cm; $13,8 \pm 5,1$ % de gordura.

A participação dos sujeitos nas quatro provas não foi programada. Cada um foi submetido, pelo menos, a duas provas: uma de perfil aeróbico, onde o avaliado selecionava a prova que desejava participar, além da prova de 600 metros de perfil típico anaeróbico. Estas ações permitiram estabelecer quatro grupos de provas entre os homens e três entre as mulheres. Na tabela 1, é apresentada a distribuição dos grupos de acordo com o conjunto de grupos de provas selecionados, com respectiva idade média e desvio padrão dos avaliados.

Crítérios de seleção

Foi selecionado um grupo de jovens ativos, considerando que estes se encontravam adaptados ao trabalho físico, além de que apresentavam normalmente um alto grau de motivação para participar de uma pesquisa desta natureza.

Os sujeitos não eram fumantes, nem consumiam qualquer tipo de droga ou medicamento que pudesse interferir na FCM. Tampouco

Tabela 1.: Idade média e desvio padrão e número de sujeitos que participaram do cruzamento das provas para avaliar a reprodutividade da FCM

CRUZAMENTOS	HOMENS	MULHERES
(TC-C _{12min}) VS (T-C _{600mts})	22,7 \pm 2,1 (n = 20)	23,5 \pm 0,8 (n = 4)
(TC-C _{2400mts}) VS (T-C _{600mts})	22,5 \pm 2,1 (n = 19)	22,8 \pm 1,2 (n = 6)
(TC-C _{12min}) VS (TC-C _{2400mts})	22,6 \pm 2,2 (n = 25)	22,4 \pm 1,5 (n = 9)
(TC-C _{12min}) VS (TC-C _{3200mts})	23 \pm 1,4 (n = 9)	-----

TC-C_{12min} = Teste de Cooper de 12 minutos; T-C_{600mts} = Teste de corrida de 600 metros; TC-C_{2400mts} = Teste de Cooper de 2.400 metros; TC-C_{3200mts} = Teste de corrida de 3.200 metros

deviam apresentar alguma doença metabólica ou cardíaca, sendo aparentemente saudáveis. Visando garantir que os avaliados não apresentavam nenhum tipo de problema coronário, foi aplicado um questionário proposto por Heyward (1996), para determinar a existência de algum fator de risco. No caso de que fosse detectado algum fator de risco, se excluía imediatamente o sujeito. Este procedimento foi adotado como medida de segurança, tendo em vista que a intensidade do exercício máximo exige uma perfeita capacidade cardíaca. Os avaliados deviam estar realizando um programa de atividade física nos últimos cinco meses, com uma frequência semanal mínima de três dias. Todos os sujeitos da amostra participaram do estudo de forma voluntária, preenchendo um termo de consentimento para participar da investigação.

Critérios éticos

Por último, levando-se em consideração que esta investigação seria desenvolvida de forma experimental com seres humanos, foram adotadas todas as medidas de segurança, protegendo assim a integridade física e psicológica do avaliado. Estas medidas foram adotadas considerando as normativas do governo brasileiro para estudos com seres humanos.

PROCEDIMENTOS PARA AQUISIÇÃO DOS DADOS

Para a coleta dos dados, os avaliados deviam seguir um cronograma de atividades que se desenvolvia em quatro fases:

- Apresentação como voluntário na pesquisa e cumprimento com os critérios de inclusão do estudo;
- Estar de acordo com as condições do estudo;
- Realização de provas antropométricas;
- Para o cálculo do percentual de gordura corporal em homens, a fórmula adotada foi a proposta por Carter (Villegas, 1999), que utiliza o somatório dos seis pregues cutâneos tripectral, subescapular, abdominal, suprailíaco, coxa e perna.

$$\% \text{ Gordura} = (\sum \text{ de seis pregas cutâneas} * 0,1051) + 2,585$$

Para o cálculo do percentual de gordura corporal nas mulheres, a fórmula adotada foi a proposta por Jackson e Pollock (1986 apud ACSM, 1999), que utiliza o somatório de três pregas cutâneas tripectral, abdominal e suprailíaco.

$$\% \text{ GORDURA} = 0,41563 (\sum \text{ TR+AB+SI}) - 0,0012 (\sum \text{ TR+AB+SI})^2 + 0,03661 (\text{Idade}) + 4,03653$$

T = tripectral; AB = abdominal; SI = suprailíaco

d) Realização da prova para o registro da FCM.

- Material empregado para o registro da FCM

Para o desenvolvimento desta investigação, foi necessário um conjunto de equipamentos ou instalações que pertence ao Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais – Brasil.

Para o registro da FC, foi utilizado o sistema Polar®, através dos modelos Beat®, A1®, além dos modelos Acurex Plus® e Sport Test®. Os dois últimos modelos permitem registros contínuos com

intervalos de 5 segundos, utilizando, para a leitura dos registros, softwares específicos da Polar® do tipo Advantage® e Advisor®.

- Métodos empregados para o registro de dados da FCM

Para uma adaptação progressiva ao esforço, foi aplicado um aquecimento específico antes da realização das provas de teste máximo. Este procedimento permitiu uma melhor adaptação da FC em repouso, até obter a FCM. Para minimizar o efeito da alimentação, antes de cada prova se estabeleceu um período mínimo de 3 horas depois de uma refeição principal. Com estas medidas, segue-se assim as orientações de Edwards (1994) na aplicação de um teste para identificar a FCM. Como a FCM não sofre influência devido ao horário ao longo do dia (MARINS e PEREZ, 1999; TRINE e MORGAN, 1995; FOX et al., 1991), não foi necessário estabelecer horários rígidos para a realização das provas.

Em cada protocolo de avaliação foram adotadas as seguintes etapas: período de aquecimento, seguido de uma parte principal e, para segurança do avaliado, um período de recuperação até que a FC atingisse os 120 bpm.

As condições ambientais básicas estabelecidas para a realização do estudo foram de uma temperatura compreendida entre os 22°C - 30°C, e a umidade relativa do ar entre 40 – 70 %. Estas condições permitiram aos avaliados a realização das provas com um certo nível de conforto.

Segundo Pollock e Wilmore (1993), existem quatro procedimentos para determinar a FCM de um indivíduo, sendo dois deles diretos e outros dois indiretos. Na forma direta se considera a FCM como: a) a registrada ao final de uma prova máxima, e b) a obtida depois de uma atividade de alta intensidade de perfil anaeróbico. Por outro lado, pode-se determinar de forma indireta a FCM mediante o cálculo de uma equação, ou por meio de uma tabela de percentil. Para esta investigação, foi adotado como forma de registro da FCM a realização de uma atividade de alta intensidade. Para o exercício de corrida, optou-se por quatro procedimentos, um de perfil anaeróbico (corrida a velocidade máxima em 600 metros), descrito anteriormente por Freitas et al., 2003 & Scolfaro et al., 1998, e outros três de características aeróbicas (Teste de Cooper de 12 minutos, Teste de Cooper de 2.400 metros e teste de corrida de 3.200 metros), descrito por Marins e Giannichi (2003). A inclusão dos três protocolos que determinam o VO_{2max} foi feita pelo fato de serem provas de campo usualmente empregadas para determiná-lo.

Para a realização da prova máxima, foram seguidos todos os critérios indicativos prévios a este exame, seguindo as orientações do ACSM (2003). A seguir, se apresentam com mais detalhes os procedimentos adotados para registro da FCM, em cada uma das provas de corrida.

- Teste de corrida máxima de 600 metros ($T-C_{600mts}$).

A metodologia adotada para a realização deste protocolo foi baseada nas orientações feitas por Edwards (1994), assim como Scolfaro et al. (1998), e, mais recentemente, por Freitas et al. (2003, 2002). A fase de aquecimento consistiu em uma volta e meia (600 metros) com um ritmo de trote, orientando o avaliado para que não superasse os 145 bpm. Em seguida, o corredor percorria novamente 600 metros a uma velocidade submáxima

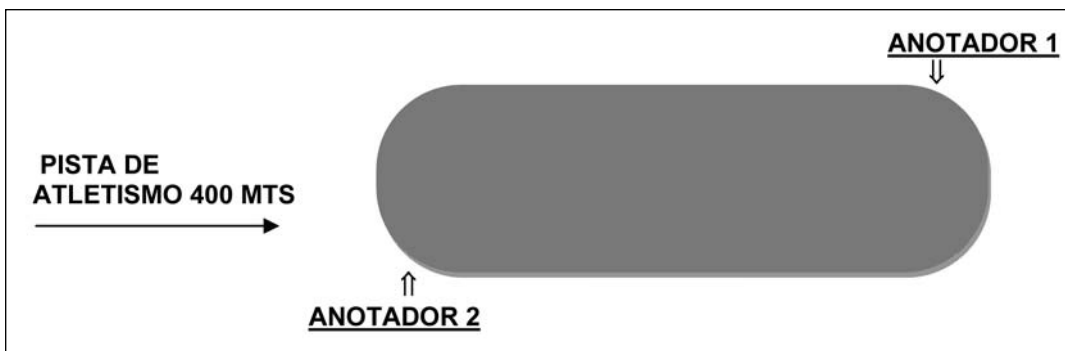


Figura 1: Posição dos anotadores durante o teste de corrida máxima de 600 metros (T-C_{600mts}).

superior à etapa anterior, mas impondo, preferentemente, uma FC entre os 145 e 170 bpm, totalizando assim 1.200 metros. Ao finalizar as três voltas de aquecimento, o avaliado percorria, o mais rápido possível, uma distância de 600 metros, ou uma volta e meia, na pista de atletismo.

Para o registro da FC, utilizou-se o sistema de registro manual dos dados indicados no visor do relógio (Polar® Beat® e A1®). Os aparelhos Acurex Plus® e Sport Test® fazem o registro da FC automaticamente.

Para o registro dos dados, foram tomados três pontos de referência considerando a distância realizada pelo corredor. Foram registrados os dados de FC nas distâncias de 200, 400 e 600 metros. O corredor lia o registro indicado pelo relógio aos dois anotadores, situados a uma distância de 200 metros na pista. A figura 1 indica a posição dos anotadores.

- Teste de Cooper de 12 minutos (TC-C_{12min}).

Nesta prova, o avaliado corria, sem descanso, durante 12 minutos, a maior velocidade possível, sendo registrada a distância total realizada. Este teste permite estabelecer uma medida indireta do VO_{2max} , sendo de fácil aplicação. O período de aquecimento foi semelhante ao estabelecido na prova anterior, três voltas, controlando a FC durante toda a distância percorrida.

Para o registro da FC, todos os avaliados utilizaram o registro manual, empregando os monitores cardíacos Polar® Beat® e A1®. Os dados eram anotados a cada volta do avaliado por

um anotador situado em uma das partes da pista de atletismo, indicando o número de voltas e a FC, que era lida pelo corredor. Os dados eram registrados em uma folha específica, permitindo observar a FC ao longo da prova.

- Teste de Cooper de 2.400 metros (TC-C2400mts).

Esta prova permite também o cálculo do VO_{2max} , entretanto, nesta ocasião, a distância que se percorre está determinada. O corredor corre o mais rápido possível a distância programada (2.400 metros), sendo registrado o tempo total da prova.

Os procedimentos metodológicos para a realização desta prova foram semelhantes aos empregados na prova anterior (Teste de Cooper de 12 minutos).

- Teste de 3.200 metros (TC-C3200mts).

Nesta prova, os avaliados tiveram que percorrer na maior velocidade possível uma distância fixa de 3.200 metros, sendo necessário considerar como variáveis na equação, para o cálculo do VO_{2max} , o tempo total em segundos, a idade e o peso corporal do avaliado. O procedimento para o registro da FC foi o mesmo aplicado no Teste de Cooper.

Com os dados obtidos nas quatro provas de corrida, foi possível estabelecer tratamentos estatísticos específicos. Deve-se destacar que um determinado grupo de voluntários participou de mais de uma prova de corrida, permitindo assim estabelecer reprodutibilidade entre a FCM obtida em uma prova anaeróbica, com a registrada em uma prova máxima de perfil aeróbico, ou inclusive entre as provas de

Tabela 1: Características da amostra (n=337)

Variáveis	Média	s	Mediana	CV	Erro padrão	α_3	α_4
Idade	66,33	4,69	66,0	7,07%	0,30	0,81	1,13
IMC	26,01	4,42	25,54	16,98%	0,28	0,44	-0,05

s = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; α_3 = assimetria; α_4 = curtose; IMC = índice de massa corporal.

Tabela 2. FCM de homens submetidos a dois protocolos de corrida

Provas	N	Media	DP	Valor Máximo	Valor Mínimo	P	Resultado
T-C _{600mts}	20	194,2	5	204	184	0,89	Iguais
TC-C _{12min}		194,3	4,3	203	186		
T-C _{600mts}	19	194,3	5,1	204	184	0,85	Iguais
TC-C _{2400mts}		194,5	4,7	205	186		
TC-C _{12min}	25	194,9	6,2	215	184	0,89	Iguais
TC-C _{2400mts}		194,8	5,9	210	182		
TC-C _{12min}	9	197,1	8,7	212	182	0,45	Iguais
TC-C _{3200mts}		198,6	9,7	218	190		

DT- Desvio Padrão

perfil aeróbico. Estes desenhos permitiram realizar diferentes cruzamentos de dados, comparando os resultados entre as provas, sempre com o mesmo grupo amostral. Na tabela 1 se apresentam os cruzamentos de dados, indicando o número de participantes.

Considerando-se que alguns avaliados participaram de mais de uma prova, cabe destacar que se adotou uma ordem totalmente aleatória, onde os próprios avaliados, por conta de sua disponibilidade de tempo, decidiam a prova que iriam realizar.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Na primeira etapa, utilizou-se uma estatística descritiva, mostrando os valores médios, desvio padrão e valor máximo e mínimo obtidos na FCM registrada.

Para comparar a FCM obtida em cada um dos grupos, foi adotado o teste "t" Student para dados pareados, considerando-se que os mesmos sujeitos realizavam sempre duas provas, comparou-se sua própria FCM através de dois estímulos diferentes. Em todas as provas estatísticas, foi considerado um nível de significância de $P < 0,05$.

Tabela 3. FCM de mulheres submetidas a dois protocolos de corrida

Provas	N	Media	DP	Valor Máximo	Valor Mínimo	P	Resultado
T-C _{600mts}	4	188,5	5,1	201	194	0,27	Iguais
TC-C _{12min}		194,25	5,8	188	182		
T-C _{600mts}	6	190	5,5	198	182	0,02	Diferente
TC-C _{2400mts}		197	4,6	203	190		
TC-C _{12min}	9	198,6	7,5	213	188	0,14	Iguais
TC-C _{2400mts}		200,7	7,03	216	191		

DT – Desvio padrão.

Tabela 4. Reprodutividade da FCM (bpm) obtida por um coletivo de autores.

Estudo	n	G	Protocolo	1ª Prova	2ª Prova	D FC 1º e 2º Provas
Millet et al. (2002)	8	H	Pista 400 mts	189 ± 10	189 ± 11	0
	8	H		190 ± 5	189 ± 5	- 1bpm
Mcoole et al. (2001)	6	H	Esteira	182 ± 5	182 ± 6	0
	3	M				
Crouter et al. (2001)	10	H	Pista	188 ± 5	189 ± 7	1
	5	M	Esteira			
Demarie et al (2000)	15	M	Contínuo Intervalado	183 ± 8	185 ± 9	2
Pérez et al. (2000)	10	M	Esteira	192,7 ± 6	191,5 ± 7,4	1,2
Moreau et al. (1999)	33	M	Esteira	194,9 ± 8,6	193,2 ± 8,5	1,7
Lynch e Nimmo (1998)		M	Esteira	181 ± 10	183 ± 3,4	2
Heil et al. (1995)	64	H	Esteira	193 ± 9	197 ± 7	4
	16	M				
Kiss et al. (1996)	5	H	Esteira	200 ± 9	198 ± 8	- 2
Lima et al. (1996)	6	H	Esteira	200 ± 9	201 ± 8	1
			Campo			
Maia-Filho et al. (1996)	14	H		181,9 ± 2,8	184,4 ± 2,5	2,5
Olson et al. (1995)	40	M		198,2 ± 7,4	192,2 ± 8,9	6
	20					
Boone e Gilmore (1995)		M	Esteira	190,2 ± 5	190,09 ± 4,9	- 0,18

G = gênero; H= homens; M= mulheres

RESULTADOS

As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados da FCM dos homens e mulheres obtidos nas provas de corrida. O estudo foi sempre realizado com duas provas contendo o mesmo grupo de avaliados, visando determinar a reprodutividade entre os valores da FCM registrados em cada uma delas.

Os resultados anteriormente apresentados, tanto em homens como em mulheres, indicaram que ocorre uma elevada reprodutividade da FCM, independentemente da prova realizada. A única exceção ocorreu nos valores obtidos nas provas de T-C_{600mts} vs TC-C_{2400mts} realizadas por mulheres, ao registrar um $P < 0,05$.

DISCUSSÃO

A discussão irá concentrar-se nas combinações entre as provas para o registro da FCM. No primeiro momento, se discutirá a relação entre a prova de 600 metros, junto às provas que determinam o VO_{2max}. Posteriormente, se discutirá o comportamento da FCM frente às diferentes provas de campo que determinam o VO_{2max}.

- Teste de corrida máxima de 600 metros vs Teste de Cooper de 12 minutos

Participaram desta etapa do experimento 20 homens, com uma idade média de $22,7 \pm 2,1$ anos, e 4 mulheres com uma idade média de $23,5 \pm 0,8$ anos. Os resultados indicados nas tabelas 2 e 3, além da figura 2, não indicam haver diferenças significativas entre a FCM obtida nas duas provas, tanto em homens ($P = 0,89$) como em mulheres ($P = 0,27$).

As diferenças absolutas entre os valores médios de ambas provas foram de 0,1 bpm entre os homens, e 6,2 bpm, entre as mulheres. Estes resultados indicam que os valores obtidos de FCM estão dentro da faixa proposta por Robergs e Landwehr (2002) de ± 8 bpm para a prescrição de exercício.

É importante reparar que os valores registrados entre os homens foram similares, inclusive os valores máximos e mínimos (203 bpm vs 204 bpm; 186 bpm vs 184 bpm). Entre as mulheres, os resultados em valores absolutos não foram tão semelhantes como os dos homens. Entre os valores mais baixos (188 bpm vs 182 bpm), se observou uma diferença de 6 bpm. De forma semelhante, entre os valores mais altos se determinou uma diferença de 7 bpm (201 bpm vs 194 bpm).

Heil et al. (1995) determinaram a similaridade entre os registros de FCM obtidos, após avaliar 374 pessoas, através de uma técnica de "cross validation" (15%). Uma parte do grupo foi novamente avaliado, dividido em 6 subgrupos. Os resultados indicaram diferenças de até 6 bpm, não sendo consideradas como significativas. Estes resultados são similares aos dados observados neste trabalho.

Os resultados obtidos neste estudo, que indicam que os valores de FCM apresentam um elevado nível de similaridade, são coincidentes com diversos trabalhos que obtiveram resultados semelhantes durante exercícios de corrida. São exemplos os trabalhos de Millet et al. (2002), Mccolle et al. (2001), Crouter et al. (2001), Heil et al. (1995), Kiss et al. (1996), Lima et al. (1996), Maia-Filho et al. (1996), Olson et al. (1995), além de Boone e Gilmore (1995) (tabela 4.).

Os resultados obtidos, que refletem este nível de similaridade na FCM, principalmente entre os homens, coincidem com os dados obtidos por outros investigadores, como se evidencia na próxima tabela. Isto permite afirmar que a FCM é um parâmetro que se

pode reproduzir com grande facilidade, o que permite que seja uma variável confiável para o controle do esforço.

Por último, é interessante destacar que os valores médios de FCM obtidos pelos homens na prova de $T-C_{12min}$ ($195,7 \pm 6$ bpm) realizada neste estudo, são praticamente idênticos aos dados de FCM apresentados por Okano et al. (2000), com registro de $195,4 \pm 10$ bpm, durante uma prova de $T-C_{12min}$, desenvolvida em uma população com perfil semelhante ($23,6 \pm 2$ anos).

Após comparar o total de resultados obtidos no teste de Cooper de 12 minutos aos obtidos com a prova máxima de corrida de 600 metros, pode-se concluir que estes dois procedimentos são igualmente válidos para o registro da FCM. Esta equivalência permite, na prática, que o preparador físico, que necessita manter um controle rígido sobre a FCM, alterne mensalmente uma prova de VO_{2max} , e uma prova de 600 metros com velocidade máxima, para o registro da FCM do atleta.

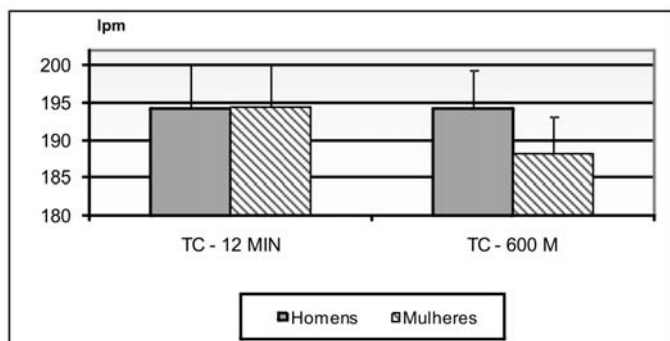
- Teste de corrida máxima de 600 metros vs Teste de Cooper de 2.400 metros

Participaram desta etapa do experimento 19 homens, com uma média de idade de $22,5 \pm 2,1$ anos, e 6 mulheres, com uma média de idade de $22,8 \pm 1,2$ anos. Os resultados, expostos nas tabelas 2 e 3, além da figura 3, indicaram que não existem diferenças significativas entre os valores da FCM obtidos para os homens, nas duas provas ($P = 0,85$). Entre as mulheres, os resultados indicaram que as diferenças são significativas ($P = 0,02$).

As diferenças absolutas entre as médias de ambas as provas foram de 0,2 bpm para os homens, e de 7 bpm para as mulheres. Estes resultados são ligeiramente superiores aos obtidos quando se comparou o Teste de Cooper de 12 minutos com a prova de 600 metros máxima. Entretanto, tanto para os homens como para as mulheres os valores estão dentro da faixa proposta por Robergs e Landwehr (2002), que consideram que a diferença não deve ser superior a ± 8 bpm.

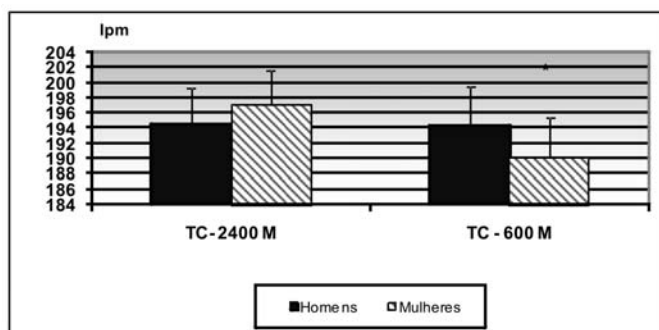
O resultado dos homens concorda com os dados obtidos na comparação anterior, assim como os dados registrados por diversos autores. Porém, cabe destacar que os resultados estatísticos consideraram como significativa a diferença de 7 bpm entre as mulheres. Este registro está 1 bpm acima dos registros de Olson et al. (1995) e Heil et al. (1995), que obtiveram uma diferença de 6 bpm.

Figura 2.: FCM obtida de homens e mulheres nas provas de Cooper de 12 minutos e corrida máxima de 600 metros



TC - 12 min = Teste de corrida de 12 minutos; TC - 600 m = Teste de corrida de 600 metros

Figura 3.: FCM obtida de homens e mulheres nas provas de Cooper de 2.400 metros e corrida máxima de 600 metros.



TC - 2400 m = Teste de corrida de 2400 metros; TC - 600 m = Teste de corrida de 600 metros

Deve-se considerar com cautela os resultados obtidos entre as mulheres, já que foi o único registro entre as sete avaliadas em que não se observou reprodutividade nos valores de FCM. As razões que podem explicar este comportamento são: a) reduzido número de avaliadas ($n = 6$) que pode ter influenciado no resultado final; b) é possível que a FCM durante a prova de 600 metros tenha sido alcançada entre os intervalos de registro, que ocorreram a cada 200 metros; c) pelo fato da prova T-C_{600-mts} ser extremamente difícil, é possível que as avaliadas não tenham apresentado uma motivação adequada.

O caráter altamente anaeróbico da prova (T-C_{600-mts}) que produz um grande mal estar físico, pode ser responsável pelo fato de as mulheres “economizarem” seu esforço por não apresentarem uma motivação suficiente para suportar a acidose metabólica. A falta de motivação, como fator que interfere na FCM, já foi descrita por Sheffield et al. (1978).

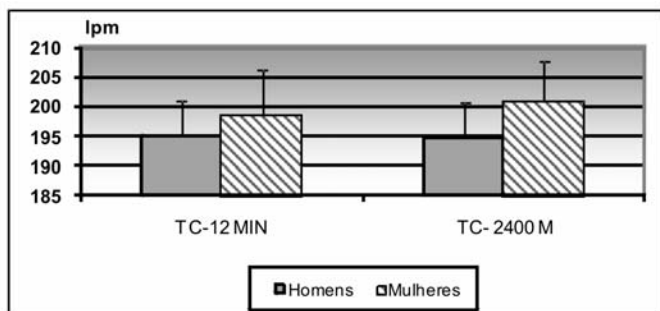
A motivação é um fator importante que influi na realização de uma prova física. Um bom exemplo foi o trabalho de Greenless et al. (1999), em que se observou que a FCM obtida, quando o protocolo era realizado em grupo, era significativamente superior ao registrado individualmente, quando a prova se realizava de forma isolada. Estas considerações tornam necessário ampliar o número de provas semelhantes em mulheres, para uma conclusão mais definitiva.

- Teste de Cooper de 12 minutos vs Teste de Cooper de 2.400 metros

Realizaram estas duas provas máximas um total de 25 homens (22,6 + 2,2 anos) e 9 mulheres (22,4 + 1,5 anos). Os resultados (tabelas 2 e 3) indicaram que não houve diferenças significativas entre a FCM obtida nas duas provas, tanto em homens como em mulheres (Figura 4.).

Os resultados estatísticos indicaram que não houve diferenças significativas no registro da FCM entre os dois tipos de provas, tanto para os homens ($P = 0,89$) como para as mulheres ($P = 0,14$). A diferença absoluta correspondeu a 0,1 bpm nos homens e 2,1 bpm nas mulheres. Estes dados são coincidentes com os obtidos nos trabalhos anteriormente descritos (tabela 4). Cabe destacar que, para uma avaliação do VO₂max, Robergs e Landwehr (2002) estabelecem uma faixa de variação de + 3 bpm, fato observável neste estudo, tanto em homens como em mulheres.

Figura 4.: FCM obtida de homens e mulheres nas provas de Cooper de 12 minutos e Cooper de 2.400 metros.



TC – 12 min = Teste de corrida de 12 minutos;
TC – 2400 m = Teste de corrida de 2400 metros

Outro indicador interessante foi o nível de reprodutividade dos valores extremos máximos. Nos homens, foram de 5 bpm para os valores mais elevados e 2 bpm, para os inferiores. Entre as mulheres, as diferenças foram de 3 bpm para os dois valores extremos.

Estes resultados indicam um alto nível de reprodutividade nos registros de FCM, independente do protocolo de corrida empregado. Isto permite ao preparador optar por um ou outro teste, segundo suas necessidades de trabalho.

- Teste de Cooper de 12 minutos vs Teste de corrida de 3.200 metros

Nesta prova, foram avaliados somente 9 homens (23 + 1,4 anos). Os resultados estatísticos (tabela 2.) indicaram que não houve diferenças significativas entre as duas provas de campo para avaliar a FCM, com um registro de $P = 0,45$. A diferença de FCM entre a primeira e a segunda prova foi de 1,5 bpm, mantendo-se assim a tendência de resultados obtidos até aqui. Estes resultados reafirmam os dados obtidos por outros autores já comentados anteriormente.

A ausência de diferença entre as duas provas não chega a ser surpreendente, levando-se em consideração as indicações de Perez et al. (1998), que afirmam que em provas ergoespiométricas realizadas em homens saudáveis se observa um elevado nível de reprodutividade em todas as suas variáveis, inclusive a FCM.

O trabalho de Moreau et al. (1999) mostra claramente o alto nível de reprodutividade entre os registros de FCM obtidos em duas provas diferentes de esforço máximo. Os autores compararam a FCM registrada por 33 sujeitos (25 + 3 anos), que realizaram dois protocolos máximos em esteira (Bruce vs Balke), não observando diferenças significativas entre os valores de FCM: 194,9 + 8,6 bpm (Bruce) e 193,2 + 8,5 bpm (Balke).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos ao comparar a prova de corrida de 600 metros com perfil predominantemente anaeróbico, frente às provas de campo com perfil mais aeróbico (VO₂max), permitiu obter um elevado nível de reprodutividade dos resultados, para o registro da FCM. Isto possibilita ao preparador selecionar uma ou outra forma para obter o registro deste dado em jovens praticantes de atividade física regular. As provas de campo com perfil aeróbico também apresentam similaridade entre si, na hora de obter o registro da FCM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE SPORT MEDICINE – ACSM. **Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio**. Barcelona: Paidotribo, 1999.
- AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY (ACC) / AMERICAN HEART ASSOCIATION (AHA). ACC/AHA 2002 Guideline update for exercise testing: summary article. *Circulation*, v. 106, p. 1883 – 1892, 2002.
- AMERICAN COLLEGE SPORT MEDICINE – ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- BOONE, T. & GILMORE, S. Effects of sexual intercourse on maximal aerobic power, oxygen pulse, and double product in male sedentary subjects. *Sports Medicine Physical Fitness*, v. 35, p. 214 – 217, 1995.

- CROUTER, S.; FOSTER, C.; ESTEN, P.; BRICE, G.; PORCARI, J. Comparison of incremental treadmill exercise and free range running. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 33, n. 4, p. 644 – 647, 2001.
- DEMARIE, S.; KORALSZTEIN, J.; BILLAT, V. Time limit and time at VO_{2max} during a continuous and an intermittent run. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, v. 40, p. 96 – 102, 2000.
- DINARDI, L. & MARINS, J. Identificação da distância ideal de provas de natação para determinar a frequência cardíaca máxima. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 11, n. 1, p. 182 – 190, 2003
- EDWARDS, S. **O livro do monitor cardíaco de frequência cardíaca**. Rio de Janeiro: Heart View – Polar, 1994.
- ESPARZA, F. **Manual de cineantropometria**. Ed. Monografias FEMEDE n.3, 1993.
- FOX, E; BOWERS, R.; FOSS, M. **Bases fisiológicas da Educação Física e dos desportos**. Rio de Janeiro: Guanabara Keogam, 1991
- FREITAS, G.; XAVIER, W.; SILVA, A.; MARINS, J. Identificação do tempo necessário para determinar a frequência cardíaca máxima durante um exercício de corrida em homens. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 10, n.1, p. 287., 2002.
- FREITAS, G.; XAVIER, W.; SILVA, A.; MARINS, J. Comparação da frequência cardíaca máxima (FCM) calculada por 21 equações e FCM obtida em exercício de corrida em homens e mulheres. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 11, n.1, p. 149 - 158., 2003.
- GREENLESS, I.; GRAYDON, J.; MAYNARD, I. The impact of collective efficacy beliefs on effort and persistence in a group task. **Journal Sports Science**, v. 17, n. 2, p. 151 – 158, 1999.
- HEIL, D.; FREEDSON, P.; AHLQIST, L.; PRICE, J.; RIPPE, J. Nonexercise regression models to estimate peak oxygen consumption. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 27, n. 4, p. 599 – 606, 1995
- HEYWARD, V. **Evaluación y prescripción del ejercicio físico**. Barcelona: Paidotribo., 1996.
- HOWLEY, E.; BASSET, D.; WELCH, H. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 27, p. 1292 – 1301, 1995.
- KARVONEN, M.; KENTALA, E.; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. **Ann Medicine Exper Fenn**, v.35, n.3, p. 307-315, 1957.
- KISS, M.; UGRINOWITSCH, C.; RAZUCK, C.; LIMA, J. FC e [LA] em teste progressivo com corrida intermitente, antes e após treinamento de força. **Anais do XX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**. São Paulo: p. 87, 1996.
- LIMA, J.; UGRINOWITSCH, C.; KISS, M. Teste progressivo por estágios com corrida intermitente. **Anais do XX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**. São Paulo: p. 130, 1996.
- LYNCH, N. & NIMMO, M. Effects of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on intermittent exercise. **European Journal Applied Physiology**, v. 78, n. 6, p. 565 – 572, 1998.
- MAIA-FILHO, R.; GIUSTI, G.; GOMES, M.; CÉSAR, M.; TEBEXRENI, A.; FREIRE, E.; LOTUFO, R.; BARROS, T. Comparação da avaliação da aptidão física cardio-respiratória em diferentes protocolos de ergometria. **Anais do XX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**. São Paulo: p. 131, 1996.
- MARINS, J. & PEREZ E. Estudio sobre la variabilidad en la frecuencia cardíaca y rendimiento físico en natación relacionado al ritmo diario. **Comunicaciones Técnicas Real Federación Española de Natación**, v. 4, p. 3 – 16, 1999.
- MARINS, J. & GIANNICHI, R. **Avaliação e prescrição de atividade física**. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- MARINS, J. Comparación de la frecuencia cardíaca máxima y fórmulas para su predicción. Tese (Doutorado em Ciências de la Actividad Física). **INEF Universidad de Granada**, 2003.
- MCCOLE, S.; DAVIS, A; FUEGER, P. Is there a disassociation of maximal oxygen consumption and maximal cardiac output? **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 33, n. 8, p. 1265 – 1269, 2001.
- MILLET, G.; JAQUEN, B.; BORRANI, F.; CANDAU, R. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO_2 kinetics. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v.34, n.8, p. 1351 – 1359, 2002.
- MOREAU, K.; WHALEY, M.; ROSS, J.; KAMINSKY, L. The effects of blood lactate concentration on perception of effort during graded and steady state treadmill exercise. **International Journal Sport Medicine**, v. 20, p. 269 – 274, 1999
- OKANO, A; ALTIMARI, L.; GASSI, E.; SILVA, K.; COELHO, C.; DODERO, S.; CYRINO, E. Comportamento da frequência cardíaca após o teste de corrida caminhada de 12 minutos em adultos jovens. **Anais do XXIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**. São Paulo. p.103., 2000.
- OLSON, M.; WILLIFORD, H.; BLESSING, D.; WILSON, G.; HALPIN, G. A test to estimate VO_{2max} in female using aerobic dance, heart rate, BMI, and age. **Sports Medicine Physical Fitness**, v. 35, p. 159 – 168., 1995.
- PEREZ, A.; VENTURI, G.; LIMA, E. Medidas de reprodutibilidade na ergoespirometria de adultos jovens saudáveis. **Anais do XXI Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**. São Paulo: P. 93, 1998.
- PÉREZ, R.; BUSTAMANTE, M.; GONZÁLEZ-LAMUÑO, D. La influencia del uso del protector bucal sobre el VO_{2max} y la frecuencia cardíaca en jugadores de hockey sobre hierba. **Archivos de Medicina del Deporte**, v. xvii, n.78, p. 327 – 330, 2000
- POLLOCK, M. & WILMORE, J. **Exercício na saúde e na doença**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993.
- ROBERGS, R. & LANDWEHR, R. The surprising history of the “ $Hr_{max} = 220 - age$ ” equation. **Journal of Exercise Physiologyonline**, v. 5, n.2., dez 2002. Disponível em <<http://www.css.edu/users/tboone2/asep/JEPonline.html>>. Acesso em: 30 dez.2002.
- SCOLFARO, L.; MARINS, J.; REGAZZI, A. Estudo comparativo da FCM em três modalidades cíclicas. **Revista da APEF**, v. 13, n.1, p. 44 - 54., 1998.
- SHEFFIELD, L.; MALOOF, J.; SAWYER, J.; ROITMAN, D. Maximal heart rate and treadmill performance of healthy women in relation to age. **Circulation**, v. 57, n. 1, p. 79 – 84, 1978.
- SILVA-JÚNIOR, A; XAVIER, W.; MARINS, J. Comparação da frequência cardíaca máxima obtida com a FCM calculada por diversas fórmulas em exercício de cicloergômetro. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 11, n.1, p. 159 – 167, 2003
- SNYDER, A; KUIPERS, H.; CHENG, B.; SERVAIS, R.; FRANSEN, E. Overtraining following intensified training with normal muscle glycogen. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 27, n.7, p. 1063 – 1070, 1995.
- TRINE, M. & MORGAN, W. Influence of time of day on psychological responses to exercise. **Sport Medicine**, v.20, n.5, p. 328 – 337., 1995.
- VILLEGAS J. **La alimentación en la actividad física y el deporte**. Murcia: Universidad Católica de Murcia., 1999.
- ZAVORSKY, G. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. **Sport Medicine**, v. 29, n.1, p. 13 – 26, 2000.