

Perfil de limiares ventilatórios durante o exercício e o consumo de oxigênio de pico verificado em jogadoras de futebol

Paulo Roberto Santos Silva¹, Adilson Andrade², Wilson Oliveira Riça³, Ana Maria Visconti⁴,
Fernando Miele da Ponte⁵, Albertina Fontana Rosa⁶, Solange Basílio da Costa⁶,
Carla Dal Maso Nunes Roxo⁷, Gilberto Silva Machado⁷ e Jorge Mendes de Sousa⁸

Seção de Fisiologia do Centro de Medicina Integrada da Associação Portuguesa de Desportos, SP, Brasil

RESUMO

Foram avaliadas 37 jogadoras de futebol, com média de idade de $21,5 \pm 5,9$ anos, peso de $57,0 \pm 8,3$ kg, estatura de 161 ± 7 cm e índice de massa corpórea de $21,8 \pm 2,1$ kg/m². Todas as atletas foram submetidas à avaliação espirométrica e metabólica, por meio de um sistema computadorizado de análise de gases expirados (modelo Vmax 29c, SensorMedics, EUA). A resposta cardiovascular foi verificada por meio de um eletrocardiograma computadorizado (modelo 6.4, HeartWare, BRA). A capacidade física máxima foi avaliada por meio de teste de esforço realizado em esteira rolante (modelo ATL-10.100, Inbramed, BRA) utilizando-se protocolo escalonado contínuo. Os seguintes parâmetros e os resultados encontrados foram: no limiar ventilatório 1 (LV₁): $VO_2 = 30,5 \pm 3,7$ ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹; % $VO_2 = 64 \pm 7\%$; velocidade de corrida = $8,1 \pm 0,3$ km.h⁻¹; FC = 154 ± 9 bpm. No limiar ventilatório 2 (LV₂): $VO_2 = 40,9 \pm 4,5$ ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹; % $VO_2 = 85,7 \pm 4,9\%$; velocidade de corrida = $11,4 \pm 1,1$ km.h⁻¹; FC = 179 ± 7 bpm. O VO_2 de pico foi de $47,4 \pm 4,1$ ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹. **Conclusão:** a verificação de limiares ventilatórios e a potência aeróbia em jogadoras de futebol são parâmetros fisiológicos de grande importância, pois permitem ampliar suas aplicações práticas,

qualificando, controlando e desenvolvendo de modo mais adequado e objetivo o treinamento físico dessas atletas.

Palavras-chave: Limiares ventilatórios. Consumo de oxigênio de pico. Futebolistas femininas. Medicina esportiva.

ABSTRACT

Ventilatory threshold profile during exercise and peak oxygen uptake verified in female soccer players

Thirty-seven female soccer players aged 21.5 ± 5.9 , weight 57.0 ± 8.3 kg, height 161 ± 7 cm and body mass index 21.8 ± 2.1 kg/m² were submitted to spirometric and metabolic evaluation by a computerized analysis system of expired gases (model Vmax 29c, SensorMedics, EUA). Cardiovascular response was recorded by means of a computerized ECG (model 6.4, HeartWare, BRA). Maximum physical capacity was evaluated by a treadmill test (model ATL 10.100, Inbramed, BRA), using incremental continuous protocol. The parameters and results were: in ventilatory threshold 1 (VT₁): $VO_2 = 30.5 \pm 3.7$ ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹; % $VO_2 = 64 \pm 7\%$; running velocity = 8.1 ± 0.3 km.h⁻¹; HR = 154 ± 9 bpm; in ventilatory threshold 2 (VT₂): $VO_2 = 40.9 \pm 4.5$ ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹; % $VO_2 = 85.7 \pm 4.9\%$; running velocity = 11.4 ± 1.1 km.h⁻¹; HR = 179 ± 7 bpm. The peak VO_2 was 47.4 ± 4.1 ml O₂. kg⁻¹.min⁻¹. In conclusion, the ventilatory thresholds and the aerobic power verified in female soccer players are physiological parameters of great importance, as they make it possible to enlarge their practical application, qualifying, controlling and developing the physical training of such athletes in a more practical and objective manner.

Key words: Ventilatory thresholds. Peak oxygen uptake. Female soccer players. Sports medicine.

INTRODUÇÃO

O futebol feminino para o mundo ainda não é uma realidade. Tradicionalmente, ele tem sido praticado por homens, o que de certo modo tem inibido a coragem de muitas mulhe-

1. Fisiologista.
2. Fisicultor.
3. Técnico de Futebol Feminino.
4. Clínico.
5. Ortopedista.
6. Odontologista.
7. Fisioterapeuta.
8. Vice-Presidente de Medicina da Associação Portuguesa de Desportos.

Endereço para correspondência:

Paulo Roberto Santos Silva
Centro de Medicina Integrada – Seção de Fisiologia
Rua Comendador Nestor Pereira, 33 – Canindé
03034-070 – São Paulo, SP
Tel. (011) 3315-0400 – R. 228
Fax (011) 228-2001

res, pois ainda há um clima de hostilidade por muitos, principalmente do sexo masculino.

Apesar das dificuldades, a história relata que, desde 1900, as mulheres já jogavam futebol na Inglaterra. Em 1993, a Liga Nacional Inglesa tinha 11.000 jogadoras registradas com mais de 24 equipes.

Em 1988, no Japão, 9.647 futebolistas foram inscritas na Associação Japonesa de Futebol, com um total de 470 equipes¹.

Para promover o *status* dessa modalidade praticada por mulheres, a *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA), órgão máximo e organizador desse esporte, realizou o primeiro campeonato mundial em 1991, nos Estados Unidos da América.

No Brasil o futebol feminino vem crescendo em importância, número de praticantes e desenvolvimento científico. Entretanto, há ainda escassez muito grande de publicações sobre parâmetros fisiológicos verificados em jogadoras de futebol no exterior e, principalmente, em nosso país.

Sabe-se que limiares ventilatórios e a potência aeróbia são parâmetros fisiológicos considerados importantes preditores para definir a aptidão de um indivíduo para tolerar exercício de intensidade submáxima e de longa duração, como é o futebol.

Portanto, a verificação periódica desses índices funcionais, além de controlar melhor a intensidade do treinamento, permite desenvolver de maneira mais precisa o objetivo-alvo a ser atingido pelos atletas.

O propósito do presente estudo foi mostrar o perfil dos limiares ventilatórios e o consumo de oxigênio de pico, verificados em jogadoras de futebol, participantes de equipes que disputam os campeonatos oficiais em nosso país.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 37 jogadoras de futebol, com média de idade de $21,5 \pm 5,9$ anos (14-34), peso de $57,0 \pm 8,3$ kg (45-79), estatura de 161 ± 7 cm (146-179), índice de massa corpórea (IMC) de $21,8 \pm 2,1$ kg.m² (18,8-27,3). Suas características cardiovasculares em repouso estão listadas na tabela 1. As condições meteorológicas durante as realizações dos testes foram as seguintes: temperatura ambiente de $19,2 \pm 1,6$ °C (16-22), pressão barométrica de $706,7 \pm 2,7$ mmHg (703-710) e umidade relativa percentual do ar de $66,6 \pm 10,5\%$ (45-76) [tabela 1].

Previamente à avaliação ergométrica, todas as atletas foram submetidas a eletrocardiograma (ECG), (modelo 6.4, *Heart-Ware*, BRA) em repouso e durante teste de esforço por meio da monitoração de 12 derivações, segundo posição preconizada por Mason & Likar, com modificação da derivação (D₁ para MC₃) e registradas por impressora a jato de tinta (modelo 680c, *HP DeskJet*). A pressão arterial (PA) foi medida por método auscultatório indireto, utilizando-se esfigmomanômetro aneróide (*Tycos*, EUA).

A ventilação pulmonar ($V_{E\text{ BTSP}}$), o consumo de oxigênio ($VO_{2\text{ STPD}}$), a produção de dióxido de carbono ($VCO_{2\text{ STPD}}$) e a razão de troca respiratória (RER) foram calculados a partir de valores medidos por um sistema computadorizado de análise de troca gasosa (respiração-a-respiração) (modelo Vmax 29c, *SensorMedics*, EUA). O volume ventilatório foi medido por um sensor de fluxo de massa (*SensorMedics*, EUA).

A calibração foi feita antes da realização de cada teste com uma seringa de três litros, para ser empregado fator de correção que determinará o volume respiratório. As frações expiradas de oxigênio ($F_{E\text{ O}_2}$) foram medidas por um sensor paramagnético de resposta rápida e elevada precisão (*SensorMedics*, EUA) e as frações expiradas de dióxido de carbono ($F_{E\text{ CO}_2}$) pelo princípio do infravermelho.

A calibração dos analisadores do equipamento foi feita antes e imediatamente após a realização de cada teste com mistura gasosa conhecida de O₂ (12% e 26%), CO₂ (4%) e balanceada com nitrogênio (N₂). As variáveis ventilatórias foram registradas instantaneamente e posteriormente calculadas para o tempo médio de 10 segundos.

A determinação da capacidade física máxima foi verificada realizando-se um teste de esforço em esteira rolante (modelo ATL-10.100, *Inbramed*, BRA) de velocidade (km.h⁻¹) e inclinação (%) variáveis, utilizando-se protocolo escalonado contínuo e inclinação fixa de 3%.

Nesse protocolo, a atleta ficou dois minutos em repouso, foi aquecida por quatro minutos nas velocidades de 4, 5, 6 e 7km.h⁻¹ durante um minuto em cada velocidade. Posteriormente, iniciou-se o teste com 8km.h⁻¹ e incrementos de 1km.h⁻¹ a cada dois minutos até a exaustão da atleta. A fase de recuperação durou quatro minutos e foi realizada com velocidades controladas a 60, 50, 40 e 30% da velocidade máxima atingida pela atleta no teste. A percepção subjetiva ao esforço foi verificada em cada estágio do teste pela escala linear gradual de 15 pontos (6 a 20) de Borg².

Os limiares ventilatórios 1 (LV₁) e 2 (LV₂) foram determinados, utilizando-se os seguintes critérios: LV₁ – 1º) menor valor do equivalente ventilatório de oxigênio ($V_{E\text{ VO}_2^{-1}}$) e 2º) menor valor da fração expirada de oxigênio ($F_{E\text{ O}_2}$), ambos seguidos de inflexão e crescimento ao longo do teste. LV₂ – 1º) menor valor do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ($V_{E\text{ VCO}_2^{-1}}$) seguido de inflexão e incremento posterior e 2º) maior valor da fração expirada de dióxido de carbono ($F_{E\text{ CO}_2}$) seguido de diminuição até o final do teste. Ambos os limiares foram verificados em exercício de intensidade progressiva³.

A análise dos dados foi realizada calculando-se a média, o desvio-padrão e as variações mínima e máxima dos parâmetros avaliados⁴.

RESULTADOS

Os resultados deste estudo estão listados nas tabelas 1, 2 e 3.

TABELA 1
Valores médios, mínimos e máximos das características físicas das jogadoras (n = 37) de futebol e as condições meteorológicas durante a realização dos testes de esforço

Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m ²)	Temperatura ambiente (°C)	Pressão barométrica (mmHg)	Umidade relativa do ar (%)
21,5 ± 5,9 (14-34)	57,0 ± 8,3 (45-79)	161 ± 7 (146-179)	21,8 ± 2,1 (18,8-27,3)	19,2 ± 1,6 (16-22)	706,7 ± 2,7 (703-710)	66,6 ± 10,5 (45-76)

TABELA 2
Valores médios, mínimos e máximos de VO₂ (ml.kg⁻¹.min⁻¹ e %VO₂pico), velocidade de corrida (km.h⁻¹) e frequência cardíaca (bpm) no limiar ventilatório 1 (LV₁), determinado em teste de esforço incremental na esteira, em jogadoras (n = 37) de futebol

VO ₂ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	VO ₂ (%)	Veloc. corrida (km.h ⁻¹)	FC (bpm)
30,5 ± 3,7 (24,1-37,8)	64 ± 7 (52-77)	8,1 ± 0,3 (8,0-9,0)	154 ± 9 (131-169)

TABELA 3
Valores médios, mínimos e máximos de VO₂ (ml.kg⁻¹.min⁻¹ e %VO₂pico), velocidade de corrida (km.h⁻¹), frequência cardíaca (bpm) no limiar ventilatório 2 (LV₂) e o VO₂pico (ml.kg⁻¹.min⁻¹) determinado em teste de esforço incremental na esteira, em jogadoras (n = 37) de futebol

VO ₂ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	VO ₂ (%)	Veloc. corrida (km.h ⁻¹)	FC (bpm)	VO ₂ pico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)
40,9 ± 4,5 (31,8-46,3)	85,7 ± 4,9 (78-91)	11,4 ± 1,1 (9,0-14,0)	179 ± 7 (166-191)	47,4 ± 4,1 (40,7-57,6)

DISCUSSÃO

Desde o aparecimento na literatura especializada do termo limiar anaeróbio, verificado por técnica não-invasiva (análise de gases expirados) em 1964 e que foi nomeado por Wasserman & McIlroy⁵, ele sofreu uma série de modificações.

Contudo, ele tem sido aceito e considerado por diversos pesquisadores como um dos parâmetros-chave para definir a capacidade de um indivíduo tolerar exercício de intensidade submáxima. Entretanto, ele também tem sido motivo de controvérsia em vários aspectos, como: origem, conceito, terminologia e critérios de detecção.

A tendência mais recente da literatura fisiológica norte-americana é a utilização do termo limiar anaeróbio. Além disso, a grande maioria das publicações refere-se apenas a um limiar, ou seja, o primeiro limiar ou limiar ventilatório 1 (LV₁), chamado pelos norte-americanos de limiar anaeróbio⁶. Ao contrário, os europeus geralmente preocupam-se com o segundo limiar, ou seja, o limiar ventilatório 2 (LV₂).

Contudo, a orientação de Hughes *et al.*, citados por Gomes⁷, sugere que, quando o limiar anaeróbio for determinado por medidas de gases expirados, o termo limiar ventilatório deve ser o preferido. Portanto, optamos pela denominação de LV₁ e LV₂, terminologia utilizada por Bhambhani & Singh, do Canadá³.

É importante lembrar que, em atletas, o mais importante deles para o desenvolvimento mais acentuado de sua aptidão

aeróbia é treinar próximo do LV₂, pois a eficiência metabólica neste ponto é maior.

A determinação dos limiares ventilatórios tem importante aplicação prática no controle da intensidade e na avaliação dos efeitos do treinamento. O consenso atual demonstra que um determinado parâmetro fisiológico isolado não contribui adequadamente para a compreensão dos mecanismos que interferem no rendimento físico do atleta.

Acredita-se que a detecção de fases metabólicas distintas ocorridas nos limiares ventilatórios pode identificar alterações fisiológicas que expliquem a capacidade para tolerar o exercício submáximo prolongado.

Portanto, a detecção desses momentos metabólicos é importante em qualquer atividade de longa duração, como é o futebol. Além disso, o referencial e a divisão dos limiares possibilitam o conhecimento de fases metabólicas distintas e com elas a possibilidade de determinar a intensidade de trabalho físico mais adequada para o objetivo pretendido.

Assim, as características metabólicas verificadas no LV₁ são provenientes basicamente de atividade física realizada em baixa intensidade. Em nosso estudo, as futebolistas atingiram esse instante metabólico numa intensidade média de 64% do consumo de oxigênio de pico (VO₂pico) e com uma percepção subjetiva de cansaço, segundo escala de Borg, atingindo valor 9 (fácil). A média de resposta da frequência cardíaca (FC) atingida no LV₁ foi de 156bpm, o que correspondeu a 81% da FC máxima atingida no final do teste.

O LV_1 ocorre numa intensidade de exercício na qual o nível de ácido láctico no sangue aumenta acima dos valores de repouso. Entretanto, nessa intensidade não se verifica diminuição significativa do pH sanguíneo^{8,9}.

Para eventos fisiológicos ocorridos nessa intensidade de exercício, a percentagem do consumo de oxigênio de pico verificada no LV_1 ficou levemente acima da faixa de variação do modelo hipotético proposto por Skinner & McLellan¹⁰.

Exercício realizado nessa intensidade estimula pouco a produção e o acúmulo de ácido láctico no músculo, pois tem participação predominante das fibras musculares do tipo I (oxidativas) ou de contração lenta (vermelhas) e que têm grande afinidade pelo oxigênio, pois são cercadas por maior número de capilares¹¹.

Jorfeldt¹² sugere que as fibras do tipo I, acionadas em exercício de baixa intensidade, continuamente extraem e oxidam o ácido láctico do sangue proveniente das fibras do tipo IIB (brancas) que possuem elevado teor glicolítico anaeróbio.

Atividade física realizada utilizando-se a intensidade do exercício no LV_1 é de grande utilidade no desenvolvimento da capilarização muscular após exercícios intensos, como em jogos e/ou treinamentos, em indivíduos que estão retornando de lesões musculares e que foram afastados de suas atividades por um longo período de tempo e/ou em indivíduos sedentários que querem iniciar um programa de treinamento físico.

Dessa forma, a resposta metabólica e ventilatória ao exercício em intensidade até o LV_1 , medida pela concentração de ácido láctico sanguíneo, varia pouco em relação ao repouso, enquanto a ventilação se mantém estável¹³⁻¹⁵.

Portanto, em futebolistas, o referencial de intensidade do exercício realizado no LV_1 é de grande valor prático para o fisicultor, que pode utilizá-lo de várias maneiras.

Ao contrário, as respostas metabólicas e ventilatórias verificadas em intensidade acima do LV_2 são mais exacerbadas do que as verificadas no LV_1 . Ao atingir e ultrapassar essa fase, o exercício físico é considerado de intensidade moderada e intensa, pois ocorre aumento na concentração de ácido láctico significativamente acima dos valores verificados no LV_1 . As fibras musculares do tipo I aeróbias e a participação das fibras do tipo IIa e IIb de padrão glicolítico misto e anaeróbio, respectivamente, estimulam o aumento de ácido láctico sanguíneo.

Nesse segundo instante metabólico, a resposta ventilatória é aumentada progressivamente, como tentativa de compensar a acidose metabólica. Além deste momento, a capacidade tampão do músculo é excedida e ocorre maior produção e acúmulo de ácido láctico sanguíneo. A partir daí, se o exercício for mantido nessa condição fisiológica, por um longo período de tempo, o atleta será acometido de fadiga muscular intensa.

Portanto, o LV_2 representa a intensidade de esforço acima da qual, durante um exercício de carga crescente, ocorre acúmulo de ácido láctico no sangue e fadiga precoce.

No presente estudo, as atletas atingiram o LV_2 a 86% do VO_{2pico} , com média de velocidade de 11,4km.h⁻¹. A média de resposta da FC verificada foi de 179bpm, o que correspondeu a 93% da FC máxima atingida ao final do teste e a percepção subjetiva de cansaço, medida pela escala de Borg, atingiu o valor médio de 13 (ligeiramente cansativo).

Um LV_2 elevado, ou seja, uma fração elevada do VO_{2pico} sem que haja acúmulo progressivo de ácido láctico no sangue, tem importantes implicações funcionais. Basicamente, o atleta está melhor preparado para realizar atividades energéticas de maior intensidade por períodos de tempo mais prolongados. Conseqüentemente, é, sem dúvida, uma vantagem utilizar uma percentagem alta de seu VO_{2pico} sem entrar em acidose metabólica precoce.

É importante salientar que, em atletas, o LV_2 é fundamental quando se objetiva potencializar sua condição aeróbia, pois o exercício realizado nessa intensidade apresenta maior eficiência metabólica.

Os resultados demonstraram que a variabilidade dos limiares ventilatórios pode ocorrer em diferentes percentagens do VO_{2pico} para atletas com valor semelhante dessa variável^{16,17}. Portanto, o exercício realizado a uma determinada intensidade pode representar graus variados de acidose metabólica em atletas com níveis de aptidão diferentes.

Essa condição pode ser uma fonte de variação importante em determinar a capacidade de um indivíduo tolerar exercício de longa duração.

Outro aspecto que valoriza esse índice fisiológico em atletas é que eles se exercitam mais próximos do LV_2 do que no LV_1 , assemelhando-se ao esforço realizado durante as competições.

Outra importante qualidade física e o seu desenvolvimento é a potência aeróbia em futebolistas. Sabidamente, a solicitação física desse esporte é caracterizada por exercícios intermitentes e de longa duração.

Tradicionalmente, a potência aeróbia é conhecida como VO_{2max} . ou VO_{2pico} e tem sido aceita como um dos parâmetros fisiológicos, junto com LV_2 e a economia de corrida, como os melhores indicadores da capacidade para o exercício prolongado¹⁸⁻²⁰. Entretanto, alguns estudos²¹⁻²³ demonstraram que em indivíduos saudáveis as diferenças genéticas contribuem, significativamente, para sua variabilidade.

Portanto, a modificação dessa variável metabólica, pelo treinamento, tem um limite biológico.

São poucos os estudos que relatam valores de VO_{2max} . ou VO_{2pico} em jogadoras de futebol. Recentemente, nosso laboratório de fisiologia do exercício publicou um estudo relatando valor médio de 47,3 ± 4,5ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹, encontrado em um grupo de jogadoras que se sagraram campeãs do II Campeonato Paulista de Futebol, em 1998²⁴. Entretanto, há escassez significativa de estudos no futebol feminino, enfocando esse e outros parâmetros fisiológicos.

Rhodes & Mosher²⁵ verificaram, em 12 jogadoras universitárias canadenses de elite, valor médio de 47,1ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹. Resultado semelhante foi encontrado por Evangelista *et al.*²⁶, que verificaram em futebolistas italianas valor de 49,75ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹.

Contudo, Jensen & Larsson²⁷ avaliaram jogadoras da seleção dinamarquesa e verificaram valor inicial levemente superior ao dos estudos acima citados, com valor médio de 53,3ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹. Após 15 semanas de treinamento, as mesmas atletas foram reavaliadas e o valor aumentou para 57,6ml O₂.kg⁻¹.min⁻¹, um ganho de 8%.

A importância de elevada potência aeróbia está relacionada com vários aspectos. Alguns estudos²⁸⁻³¹ verificaram que níveis elevados de consumo de oxigênio exercem papel importante na recuperação mais rápida da energia proveniente do sistema fosfagênio (ATP-CP), responsável por considerável fornecimento de energia durante períodos de alta intensidade, como também atua na remoção mais eficiente do lactato em momentos de repouso ativo e/ou diminuição da intensidade do exercício.

Jacobs *et al.*³² afirmam que futebolistas masculinos, com potência aeróbia bem desenvolvida, produzem menos lactato em qualquer intensidade de exercício. O mesmo pensamento

pode ser direcionado para as jogadoras de futebol, pois o que determina essa resposta fisiológica é o metabolismo aeróbio.

É importante salientar que a média de distância atingida ao final de uma partida, por jogadoras de futebol, é por volta de 8.500m³³. Além disso, elas realizam mais de 100 movimentos de *sprint* e sustentam uma resposta de frequência cardíaca (FC) superior a 85% da FC máxima predita para a idade, por aproximadamente dois terços do jogo e mantendo intensidade relativa ao redor de 70% do consumo máximo de oxigênio.

Portanto, a potência aeróbia é uma das qualidade mais importantes a serem desenvolvidas em futebolistas femininas com o objetivo de suportar a longa duração das partidas.

Concluindo, a verificação de limiares ventilatórios e a potência aeróbia em jogadoras de futebol são parâmetros fisiológicos de grande importância, pois permitem expandir suas aplicações práticas, qualificando, controlando e desenvolvendo de modo mais adequado e objetivo o treinamento físico dessas atletas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor de língua inglesa Humberto Blancato pela correção gramatical do *Abstract*.

REFERÊNCIAS

1. Kohno T, O'Hata N, Shirahata T, Hisatomi N, Endo Y. Physical characteristics of Japan women's national team soccer players. Abstract PJ11. FIMS Proceedings of World Congress of Sports Medicine. Amsterdam, May, 27-June 1, 1990:195.
2. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scan J Rehab Med* 1970;2:92-6.
3. Bhambhani Y, Singh M. Ventilatory thresholds during a graded exercise test. *Respiration* 1985;47:120-8.
4. Glantz SA. *Primer of biostatistics*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1992.
5. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism. *Am J Cardiol* 1964;14:844-52.
6. Ribeiro JP. Simpósio ABC – Cardiologia do Esporte. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício. Aspectos fisiológicos e metodológicos. *Arq Bras Cardiol* 1995;64:171-81.
7. Gomes PSC. Effects of continuous and intermittent training on body composition and selected physiological parameters. A thesis for the degree of doctor of philosophy. Edmonton, Alberta, 1989.
8. Hagberg JM, Coyle EF, Carroll JE, Miller JM, Martin WH, Brooke MH. Exercise hyperventilation in patients with McArdle's disease. *J Appl Physiol* 1982;52:991-4.
9. Reinhard U, Muller PH, Schmulling RM. Determination of anaerobic threshold by the ventilation equivalent in normal individuals. *Respiration* 1979;38:36-42.
10. Skinner JS, McLellan TM. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res Q Exerc Sport* 1980;51:234-48.
11. Saltin B, Gollnick P. Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance. In: Peache LD, Adrian R, Geiger SR, editors. *Handbook of physiology – Skeletal muscle*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1983:555-631.
12. Jorfeldt L. Metabolism of L (+) lactate in human skeletal muscle during exercise. *Acta Physiol Scand* 1970:Suppl 338.
13. Mader A, Liesen H, Heck H. Zur Berteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in labor. *Sportarzt Sportmedizin* 1976;27:80-6.
14. Rusko H, Luhtanen P, Rahkila P, Viitasalo J, Rehunen S, Harkonen M. Muscle metabolism, blood lactate and oxygen uptake in steady state exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *Eur J Appl Physiol* 1986;55:181-6.
15. Casaburi R, Barstow TJ, Robinson T, Wasserman K. Dynamic and steady-state ventilatory and gas exchange responses to arm exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:1365-74.
16. Davis JA, Frank MH, Whipp BJ, Wasserman K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1979;46:1039-46.
17. McLellan TM, Skinner JS. Blood lactate removal during active recovery related to the aerobic threshold. *Int J Sports Med* 1982;3:224-9.
18. Conley DL, Krahenbuhl GS. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12:357-60.
19. Joyner MJ. Physiological limiting factors and distance running: influence of gender and age on record performance. *Exerc Sports Sci Rev* 1993;21:103-29.
20. Holmer I. Maximum oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol* 1967;23:353-8.
21. Klissouras V. Prediction of athletic performance: genetic considerations. *Can J Appl Sport Sci* 1976;1:195-200.

-
22. Bouchard C, Lortier G. Heredity and endurance performance. *Sports Med* 1984;1:38-64.
 23. Bouchard C, Lortier G, Lesage R. Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. *Med Sci Sports Exerc* 1986;18:639-46.
 24. Silva PRS, Romano A, Andrade A, Riça WO, Cordeiro JR, et al. Características fisiológicas músculo-esqueléticas, antropométricas e oftalmológicas em jogadoras de futebol feminino consideradas de elite. *Acta Fisiátrica* 1997;5:18-26.
 25. Rhodes EC, Mosher RE. Aerobic and anaerobic characteristics of elite female university soccer players. Communications to the Second World Congress of Science and Football. Eindhoven, Netherlands 22-25, May, 1991. *J Sports Sci* (abstract) 1992;10:143.
 26. Evangelista M, Pandolfi O, Fanton F, Faina M. A functional model of female soccer players: Analysis of functional characteristics. Communications to the Second World Congress of Science and Football. Eindhoven, Netherlands 22-25, May, 1991. *J Sports Sci* (abstract) 1992;10:165.
 27. Jensen K, Larsson B. Variations in physical capacity among the Danish national soccer team for women during a period of supplemental training. Communications to the Second World Congress of Science and Football. Eindhoven, Netherlands 22-25, May, 1991. *J Sports Sci* (abstract) 1992;10:145.
 28. Donovan CM, Brooks GA. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *Am J Physiol* 1983;244:E83-E92.
 29. Donovan CM, Pagliassotti MJ. Endurance training enhances lactate clearance during hyperlactatemia. *Am J Physiol* 1989;257:E782-E89.
 30. Donovan CM, Pagliassotti MJ. Enhance efficiency of lactate removal after endurance training. *J Appl Physiol* 1990;68:1053-8.
 31. MacRae HSH, Denis SC, Bosh NA, Noakes TD. Effects of training in lactate production and removal during progressive exercise in humans. *J Appl Physiol* 1992;72:1649-56.
 32. Jacobs I, Westlin N, Karlsson J, Rasmousson M, Houghton B. Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *Eur J Appl Physiol* 1982;48:297-302.
 33. Brewer J. Nutritional aspects of women's soccer. *J Sports Sci* 1994;12:S35-S8.