

# Efeitos do treinamento físico específico nas respostas cardiorrespiratórias e metabólicas em repouso e no exercício máximo em jogadores de futebol profissional

Paulo Roberto Santos Silva\*  
Angela Romano\*  
Paulo Yazbek Jr.\*\*  
Linamara Rizzo Battistella\*\*\*

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar as alterações provocadas pelo treinamento físico específico (TFE) nas respostas cardiorrespiratórias e metabólicas de 16 jogadores de futebol profissional, com média de idade de  $24,2 \pm 3,6$  anos. Todos os atletas foram avaliados antes e depois de quinze semanas de um programa de TFE, durante período competitivo. Os futebolistas foram submetidos a teste máximo em esteira rolante, utilizando-se o protocolo de *Ellestad*. A resposta de frequência cardíaca (FC) foi registrada por meio de um eletrocardiógrafo de 3 derivações simultâneas e a pressão arterial (PA), por meio de método auscultatório. A ventilação pulmonar ( $V_E$ ), o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), a produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) e a razão de troca respiratória (RER) foram calculados a partir de valores medidos por um sistema espirométrico computadorizado (*BECKMAN*) e a capacidade anaeróbia máxima, por meio da concentração sanguínea de ácido láctico, utilizando-se analisador automático. O TFE não modificou significativamente a FC máxima ( $192 \pm 8$  versus  $186 \pm 6$  bpm) e a PA sistólica máxima ( $196 \pm 10$  versus  $198 \pm 8$  mmHg). A resposta ventilatória máxima foi significativamente aumentada ( $129 \pm 19$  versus  $140 \pm 16$  L  $\cdot$  min<sup>-1</sup> [ $p < 0,05$ ]), enquanto a capacidade aeróbia máxima não foi significativamente modificada ( $50,0 \pm 6,0$  vs  $53,0 \pm 5,0$  mL  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  min<sup>-1</sup>) por esse treinamento. Ao contrário, a capacidade anaeróbia máxima aumentou significativamente ( $8,3 \pm 0,2$  versus  $9,8 \pm 2,4$  mmol  $\cdot$  L<sup>-1</sup> [ $p < 0,05$ ]). Concluiu-se: 1) O TFE não modificou as respostas de FC e PA no repouso e no exercício máximo; 2) A maior  $V_E$  no exercício máximo associada a elevada concentração sanguínea de ácido láctico demonstraram que o TFE utilizado nesse estudo foi caracterizado por exercícios predominantemente intensos e 3) O TFE não representou estímulo adequado para aumentar a capacidade aeróbia máxima dos futebolistas.

## UNITERMOS

Treinamento físico. Capacidade aeróbia. Capacidade anaeróbia. Frequência cardíaca. Pressão arterial. Jogador de futebol.

## SUMMARY

The purpose of this investigation was to study the effect of the specific training on the cardiorespiratory and metabolic responses in sixteen male professional soccer players, aged  $24.2 \pm 3.6$  years. They were evaluated before and after fifteen weeks of specific training. All subjects were submitted to an exercise test on treadmill, using the *Ellestad*'s protocol. The heart rate was recorded by means of ECG, and the arterial blood pressure by auscultatory measurement. Oxygen uptake, carbon dioxide production and

**Divisão de Medicina de Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo**

\* Fisiologista do exercício

\*\* Cardiologista-chefe do laboratório de fisiologia

\*\*\* Fisiatra e diretora da instituição

**Endereço para correspondência:**

Rua Diderot, nº 43 - Vila Mariana - CEP 04116-030 - São Paulo - SP, Brasil

pulmonary ventilation were measured by a Measurement Metabolic Cart (Beckman). The maximum anaerobic capacity was evaluated by blood lactate concentration, using an automated analyser. The specific training did not modify the maximum heart rate ( $192 \pm 8$  versus  $186 \pm 6$  beats.min<sup>-1</sup>) and the maximum systolic blood pressure ( $196 \pm 10$  versus  $198 \pm 8$  mmHg). The maximum respiratory ventilation was significantly increased by specific training ( $129 \pm 19$  versus  $140 \pm 16$  L.min<sup>-1</sup>), whereas the maximum aerobic capacity was not significantly increased ( $50 \pm 6$  versus  $53 \pm 5$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> of O<sub>2</sub>). On the other hand, the maximum anaerobic capacity improved significantly ( $8.3 \pm 0.2$  vs  $9.8 \pm 2.4$  mmol.L<sup>-1</sup>). **In conclusion**: 1) the specific training used in the present study did not modify the heart rate and arterial blood pressure responses at rest and during maximum exercise; 2) the improvement of maximum pulmonary ventilation and the higher lactic acid concentration during maximum exercise demonstrated that the exercise training used in this study was characterized by predominantly intense exercise and 3) the specific training was not an adequate stimuli to improve the maximum aerobic capacity of the soccer players.

#### KEY-WORDS

Exercise training. Aerobic capacity. Anaerobic capacity. Soccer player. Heart rate. Blood pressure.

## Introdução

O futebol é um jogo de demanda energética multifatorial e sua variação é muito grande durante as partidas (Ekblom, 1986; Bangsbo, 1994). É uma modalidade esportiva extremamente popular e muito difundida em vários países. Entretanto, pouco se conhece a respeito das características fisiológicas de jogadores profissionais em nosso país. Além disso, as informações disponíveis são de jogadores amadores e profissionais de outros países (Caru e cols., 1970; Bell & Rhodes, 1975; Raven e cols., 1976; Berg e cols., 1985; Ramadan & Bird, 1987; Nowacki e cols., 1987; Chin e cols., 1994) o que torna o jogador profissional brasileiro ainda menos conhecido (Williams & Reid, 1973; Raven e cols., 1976; Thomas & Reilly, 1979; Ekblom, 1986; Bunc e cols., 1992).

Alguns pesquisadores têm concentrado seus estudos nas respostas fisiológicas agudas de frequência cardíaca (FC), concentração sanguínea de ácido láctico e capacidade aeróbia máxima (VO<sub>2</sub>max.), sendo esta última considerada uma das mais importantes características para o sucesso nesse esporte. Por outro lado, é reconhecido que a importância de cada um desses parâmetros fisiológicos parece depender, em grande parte, da posição e das funções táticas durante o transcorrer do jogo, da motivação, nível de qualidade técnica, carga genética e do grau de aptidão física do jogador (Klissouras, 1971 e 1976; Rochcongar e cols., 1981; Bouchard e Lortie, 1984; Bouchard e cols., 1986; Apor, 1988; Puga e cols., 1993). Estudos longitudinais que demonstraram

a evolução comparativa de respostas fisiológicas do treinamento físico específico (TFE), em meio à competição em futebolistas profissionais são escassos (Ekblom, 1986; Bangsbo, 1994).

Este estudo teve por objetivo analisar o comportamento cardiorrespiratório e metabólico, em repouso e no exercício máximo, de um grupo de jogadores de futebol profissional, pertencentes à primeira divisão do Estado de São Paulo, antes do início do campeonato (pré-temporada) e após quinze semanas de um programa de TFE e competição.

## Material e métodos

Dezesseis jogadores de futebol profissional do sexo masculino, com média de idade de  $24,2 \pm 3,6$  anos, peso de  $75,0 \pm 8,0$  kg e estatura de  $179 \pm 5$  cm, pertencentes à primeira divisão do Estado de São Paulo, foram avaliados em período de pré-temporada e quinze semanas após o início do campeonato paulista, isto é, no período intermediário da competição (tabela 1).

TABELA 1  
Características físicas dos 16 jogadores de futebol profissional avaliados antes e após treinamento físico específico (TFE)

Fase	Idade	Peso	Estatura
Pré-TFE	$24,2 \pm 3,6$	$75,0 \pm 8,0$	$179 \pm 5$
Pós-TFE	$24,6 \pm 3,6$	$74,0 \pm 7,0$	$179 \pm 5$

Resultados representam a média e o desvio padrão.

Previamente à avaliação em esforço, cada jogador foi submetido a eletrocardiograma em repouso, com 12 derivações, registradas em eletrocardiógrafo da marca *Hewlett-Packard*, modelo 7826-B, para diagnosticar possíveis alterações eletrocardiográficas. Além dessa medida, a pressão arterial foi avaliada por meio de método indireto auscultatório, utilizando-se esfigmomanômetro aneróide.

Antecedendo ao período de TFE, os atletas foram submetidos a um teste máximo, em esteira rolante da marca *Quinton* modelo 18-54, utilizando-se o protocolo de *Ellestad* (Ellestad e cols., 1969).

A frequência cardíaca (FC) foi monitorada continuamente em repouso, durante o teste de esforço e na fase de recuperação, por meio de um eletrocardiógrafo da marca (Dixtal) modelo (DX2500) com 3 derivações simultâneas nas posições (MC<sub>3</sub>, AVF e V2) e registrada a cada minuto. As pressões arteriais sistólica (PAS) e

diastólica (PAD) em repouso e a PAS no final de cada estágio do teste de esforço foram medidas por meio de um esfigmomanômetro aneróide.

A ventilação pulmonar ( $V_E$ ), o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), a produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) e a razão de troca respiratória ( $RER[VCO_2/VO_2]$ ) foram calculadas a partir de valores medidos por meio de um analisador de gases computadorizado da marca *BECKMAN* modelo MMC, que possui um sensor polarográfico (OM-11) e um sistema infra-vermelho (LB-2) para avaliação das frações expiradas de oxigênio ( $FEO_2$ ) e de dióxido de carbono ( $FECO_2$ ), respectivamente (Yazbek Jr. e cols., 1985).

A capacidade anaeróbia láctica máxima foi determinada pela concentração sanguínea de ácido láctico, por meio de amostras de 60ul de sangue arterializado, colhidas da polpa do dedo médio, seguido de análise em sistema automático da marca *YSI L-Lactate* modelo 23 L. As determinações de ácido láctico sanguíneo foram realizadas em repouso e no segundo minuto de recuperação.

Os dados foram analisados por meio do teste t de Student, fixando-se o nível de significância de  $p < 0,05$ , para dados pareados (Glantz, 1992).

## Resultados

**Respostas cardiovasculares:** a FC e as PAS e PAD em repouso não foram modificadas significativamente pelo TFE (tabela 2). Resultados semelhantes foram observados no exercício máximo, ou seja, o TFE não modificou a PAS na intensidade máxima de exercício (tabela 2).

**Respostas respiratórias e metabólicas no exercício máximo:** a  $V_E$  na intensidade máxima de exercício, foi significativamente aumentada após o TFE. Isso representou um aumento de 11  $L \cdot min^{-1}$  ou um ganho de 9%, em consequência do TFE utilizado (tabela 3).

Resultados semelhantes foram verificados em relação à concentração sanguínea máxima de ácido láctico que, após o TFE, apresentou aumento

de 18% (tabela 3). Ao contrário, o  $VO_2$  max foi modificado em apenas 6% após o TFE (tabela 3).

**TABELA 3**  
Resultados de ventilação pulmonar ( $V_E$ ), consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max) e ácido láctico sanguíneo (AL) no exercício máximo antes e após treinamento físico específico (TFE).

Fase	$V_E$ BTSPS ( $L \cdot min^{-1}$ )	$VO_2$ max STPD ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	AL ( $mmol \cdot L^{-1}$ )
Pré-TFE	129 ± 19	50,0 ± 6,0	8,3 ± 0,2
Pós-TFE	140 ± 16 *	53,0 ± 5,0	9,8 ± 2,4 *

Resultados representam a média e o desvio-padrão.

\* = Diferença significativa  $p < 0,05$  entre as fases pré e pós-TFE.

## Comentários e discussão

O principal objetivo desse estudo foi verificar as alterações cardiorrespiratórias e metabólicas provocadas pelo TFE, comumente realizado por jogadores de futebol em período competitivo.

Apesar de o treinamento físico provocar bradicardia de repouso, tanto no homem (Raab e cols., 1960; Lin & Horvath, 1972; Katona e cols., 1982) como no animal (Tipton & Taylor, 1965; Tipton; Tipton, 1965; Tipton e cols., 1969; Sigvardsson e cols., 1977), na presente investigação esse fenômeno não foi verificado. Essa distinção evidencia que o TFE realizado pelos futebolistas não foi direcionado para exercícios de intensidade predominantemente moderada e de longa duração, pois é a partir do exercício realizado com essas características que se verifica diminuição da FC de repouso. A resposta cronotrópica máxima de exercício também não foi modificada significativamente pelo TFE.

O efeito do treinamento físico na PA de repouso é contraditório (Seals & Hagberg, 1984). Embora alguns autores sugiram que o treinamento físico diminui a PA de repouso, estes resultados não foram verificados no presente estudo.

A resposta ventilatória máxima verificada após o TFE foi significativamente aumentada. Resultados semelhantes foram encontrados por Raven e cols. (1976), em jogadores de futebol profissional. Esse aumento na  $V_E$  pode ter sido determinado pela elevada intensidade do TFE utilizado. Tem sido demonstrado que o treinamento físico intenso aumenta a capacidade ventilatória de exercício, como um mecanismo de compensação da acidose metabólica

**TABELA 2**  
Resultados de frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) sistólica (PAS) e diastólica (PAD) em repouso e no exercício físico máximo antes e após treinamento físico específico (TFE)

Fase	Repouso		Exercício Máximo		
	FC (bpm)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)	PAS (mmHg)
Pré-TFE	66 ± 8	119 ± 12	78 ± 6	192 ± 8	96 ± 10
Pós-TFE	63 ± 11	118 ± 13	76 ± 11	186 ± 6	198 ± 8

Resultados representam a média e o desvio-padrão.

(Astrand e cols., 1960; Wasserman e cols., 1973). A concentração sanguínea de ácido láctico é, freqüentemente, utilizada como um indicador da produção de energia anaeróbia láctica em futebolistas. A sua detecção tem sido realizada como rotina em laboratórios de fisiologia ou, mais especificamente, entre os períodos intermediário e final das partidas, o que demonstra de maneira mais real a participação desse metabólito como produtor de energia durante o transcorrer de um jogo de futebol.

Gerisch e cols. (1987) medindo ácido láctico em futebolistas amadores ao final das duas etapas do jogo, verificaram no transcorrer de quatro jogos **competitivos valores de 5,58 e 4,68 mmol.L<sup>-1</sup>**, taxas consideradas baixas, quando comparadas a atletas que solicitam eficientemente essa via metabólica. Entretanto, esses resultados devem ser analisados com cuidado, pois os jogadores eram amadores e jovens. Resultados semelhantes foram encontrados por Rhode & Espersen (1988) e Smith e cols. (1993), em jogadores dinamarqueses e colegiais ingleses.

Ekblom (1986), num estudo de grande profundidade, estudou várias divisões de categoria em jogadores de futebol da liga sueca adulta, e constatou que a capacidade anaeróbia máxima foi verificada nas divisões mais altas. Essa constatação feita por Ekblom (1986), veio confirmar os resultados de Nowacki e cols. (1987) que, testando os jogadores da seleção alemã de futebol que disputou a Copa do Mundo em 1982, verificaram valor médio de ácido láctico de 12,3 mmol.L<sup>-1</sup>, sendo que um futebolista atingiu 16,2 mmol.L<sup>-1</sup>.

Em nosso estudo, a maior concentração sanguínea de ácido láctico (18%), no exercício máximo, demonstrou que o TFE representou um estímulo eficiente para o aumento da capacidade anaeróbia dos jogadores. No entanto, há de se ressaltar uma possível predisposição dos futebolistas em assimilar esse tipo de treinamento, conforme demonstraram Jacobs e cols. (1982) em estudo sobre a distribuição de fibras musculares esqueléticas em futebolistas. Os jogadores de futebol profissional apresentaram, proporcionalmente, um maior número de fibras de contração rápida do tipo II (anaeróbias) em relação às fibras de contração lenta do tipo I (aeróbias), o que representa uma importante característica fisiológica para a assimilação de um treinamento físico anaeróbio. Entretanto, mais recentemente, Kuzon e cols. (1990), estudando futebolistas de alto nível por meio de biópsia músculo-esquelética, verificaram hipertrofia das fibras musculares dos tipos I e II, indicando simultaneamente a capacidade de adaptação em ambas as fibras, durante os treinamentos aeróbio e anaeróbio, respectivamente. Contudo, ainda não está claro

se essas diferenças são motivadas por estímulos, que podem estar relacionadas a fatores como: comportamento do jogador durante a partida, característica dos jogos, motivação, morfologia muscular e estratégia tática.

Entretanto, a produção de energia anaeróbia láctica é considerada um fator importante, pois o jogador com elevada capacidade anaeróbia estará melhor preparado para realizar exercício de alta intensidade, durante períodos da partida (Gerisch e cols., 1987).

Por outro lado, o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max.) não foi significativamente alterado pelo TFE. Esses resultados reforçam a interpretação anterior de que o TFE empregado no presente estudo representou, por si só, pouco estímulo para aumentar a capacidade oxidativa máxima. Nessa investigação, o VO<sub>2</sub>max. aumentou apenas 6% (não significativo), após quinze semanas de TFE, o que contrasta com o aumento significativo de 15% verificado por Fardy (1969) em jogadores amadores, após cinco semanas de treinamento.

Entretanto, resultados semelhantes aos nossos foram observados por Bangsbo (1994) em jogadores de futebol dinamarqueses. Ele verificou um aumento de apenas 3% no VO<sub>2</sub>max. após cinco semanas de treinamento. Ao contrário, o tempo de tolerância a esforços de alta intensidade aumentou 10%, demonstrando que nesse período o treinamento físico aplicado desenvolveu-se através de exercícios predominantemente intensos. Além disso, é importante ressaltar que os resultados de VO<sub>2</sub>max., obtidos em nosso laboratório, são consistentemente inferiores aos de jogadores amadores e profissionais verificados por outros autores (Ekblom, 1986; Rhodes e cols., 1986; Nowacki e cols., 1987; Apor, 1988; Chin e cols. 1992 e 1994; Bangsbo, 1994).

A capacidade aeróbia máxima é considerada um fator importante para o sucesso de jogadores de futebol, pois alguns relatos (Astrand, 1960; Saltin & Hermansen, 1966) demonstraram que futebolistas de alto nível solicitam o metabolismo aeróbio em mais de 80% do máximo durante o jogo. Além disso, quando o jogo é realizado em condições normais de temperatura, há uma diminuição do peso corpóreo de aproximadamente 2 kg, o que mais uma vez sugere elevada demanda de energia proveniente desse sistema metabólico (Bangsbo, 1994).

Níveis elevados de VO<sub>2</sub>max. exercem também papel secundário importante na recuperação mais rápida da energia proveniente do sistema alático (ATP-CP), responsável por considerável fornecimento de energia durante períodos de alta intensidade como também na remoção mais eficiente do ácido láctico nos momentos de repouso

ativo e/ou diminuição da intensidade do exercício durante o jogo (Donovan & Brooks, 1983; Donovan & Pagliassotti, 1989 e 1990; Mac Rae e cols., 1992).

Ekblom (1986), estudando esse parâmetro há mais de 20 anos, tem observado a sua crescente evolução em futebolistas. Entretanto, na literatura especializada não encontramos um padrão de referência absoluto para valores de  $VO_2$ max. em futebolistas; ao contrário, verifica-se uma grande variação em sua detecção (Eclache e cols., 1981; e Nowacki citado por Losada, 1980). Além disso, tem sido discutido se essa variação está relacionada a aspectos como nível de qualidade técnica, motivação, estratégia tática com funções e/ou posições ocupadas em campo pelos jogadores, efeito de treinamento, carga genética ou até mesmo todos juntos (Klissouras, 1971 e 1976; Rochongar e cols., 1981; Bouchard & Lortie, 1984; Bouchard e cols., 1986; Apor, 1988; Van Gool, 1987; Gerisch e cols., 1987).

Segundo Ekblom (1986) e Rost & Hollmann (1983), valores de  $VO_2$ max. entre 65 e 67 ml. kg.<sup>-1</sup> min.<sup>-1</sup> parecem ser ideais para o futebolista correr eficientemente durante os 90 minutos de jogo. Entretanto, Nowacki (1971) concorda que desenvolver a capacidade aeróbia máxima em jogadores de futebol é de grande importância, mas em sua opinião, valores acima de 70 ml.kg.<sup>-1</sup>min.<sup>-1</sup> ou em níveis extremos 85 ml.kg.<sup>-1</sup>min.<sup>-1</sup> tornam-se perigosos, pois podem comprometer a velocidade e a técnica (especificidade), qualidades muito importantes para o futebolista.

Há um consenso geral de que o futebol atual mudou suas características, quando comparado a décadas passadas. Na atualidade, verifica-se um maior grau de intensidade e volume de esforço realizado pelos jogadores ao final das partidas, o que seguramente tem modificado o padrão de solicitação física sobre os atletas. Portanto, é plenamente justificável a preocupação com o desenvolvimento adequado de uma elevada capacidade aeróbia máxima em futebolistas.

Os resultados de  $VO_2$ max. verificados no presente estudo foram inferiores aos de jogadores juniores (Berg e cols., 1985; Chin e cols., 1992; Jones & Helmes, 1992; Nowacki e cols., 1987), e profissionais (Williams & Reid, 1973; Raven e cols., 1976; Eclache e cols., 1981; Ekblom, 1986; Apor, 1988; Bangsbo, 1994; Nowacki e cols., 1987) de diversos países, o que nos faz pensar que, no período, o TFE não se direcionou para o aumento da eficiência do sistema transportador de oxigênio dos jogadores.

Contudo, esses resultados não devem ser extrapolados para outras situações ou equipes, pois algumas limitações metodológicas não puderam ser eliminadas do estudo. A falta de um

grupo controle e, portanto, de um planejamento experimental, o desconhecimento da intensidade dos exercícios físicos realizado nesse período, a característica dos jogos e dos jogadores, são fatores que não permitem uma interpretação mais objetiva dos resultados. Entretanto, é importante enfatizar que os resultados observados devem servir de alerta e até mesmo de reflexão para os preparadores físicos sobre a importância de um planejamento adequado, procurando desenvolver harmonicamente as qualidades físicas necessárias aos futebolistas, nas suas diversas fases de treinamento e competições.

É importante ressaltar que a supercompensação é o objetivo em qualquer programa de treinamento físico, pois é através dessa resposta que se verifica o aumento da aptidão física. Entretanto, ela depende de como cada processo orgânico se relaciona uns com os outros e como essa inter-relação é afetada pelo treinamento. Deve ser lembrado que temos um limite biológico para a sua manifestação, pois sempre atingimos um ponto em que a intensidade não pode ser mais aumentada; e se ocorrer, o desequilíbrio homeostático é desenvolvido. As conseqüências geradas são drásticas e se manifestam de várias formas, entre elas: lesões musculares, alterações do humor, falta de apetite, alterações fisiológicas, etc. Apesar das limitações citadas anteriormente e de esse estudo ter se restringido a avaliações padronizadas no período pré-temporada e após quinze semanas de TFE e jogos competitivos, os resultados permitem sugerir que: 1) o programa de TFE e competições realizadas nesse período não modificaram as respostas de FC e PA em repouso e no exercício máximo; 2) a maior ventilação pulmonar no exercício máximo e a elevada concentração sanguínea de ácido láctico demonstraram que as atividades físicas desenvolvidas foram caracterizadas por exercícios de alta intensidade e 3) o TFE e os jogos não apresentaram um estímulo adequado para aumentar a capacidade aeróbia máxima dos jogadores.

## Referências bibliográficas

1. APOR, P. Successful formulae for fitness training. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVIS, K.; MURPHY, W. J., eds. **Science and football**. London/ New York, E. & F. N. Spon, 1988. p. 95-107.
2. ASTRAND, I.; ASTRAND, P.O.; CHRISTENSE, E. H.; HEDMAN, R. Intermittent muscular work. *Acta Physiol. Scand.*, **48**: 448-53, 1960.
3. BANGSBO, J. The physiology of soccer - with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol. Scand.*, **151**(Supl.): 619, 1994.
4. BELL, E.; RHODES, G. The morphological characteristics of the association football player. *Brit. J. Sports Med.*, **9**: 196-200, 1975.
5. BERG, K. E.; LA VOIE, J. C.; LATIN, R. W. Physiological training effects of playing youth soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **17**(6): 656-60, 1985.
6. BOUCHARD, C.; LORTIE, G. Heredity and endurance performance. *Sports Med.*, **1**: 38-64, 1984.

7. BOUCHARD, C.; LESAGE, R.; LORTIE, G. Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. **Med. Sci. Sports Exerc.**, **18**: 639-46, 1986.
8. BUNC, V.; HELLER, J.; PROCHAZKA, L. Physiological characteristics of elite Czechoslovakia footballers. **J. Sports Sci.** **10**: 139-205, 1992. [Communication to the 2. World Congress on Science and Football, Eindhoven, Netherlands, 22-25 maio 1991]. p. 149.
9. CARU, B.; Le COULTRE, L.; AGHEMO, P.; PINERA-LIMAS, F. Maximal aerobic and anaerobic muscular power in football players. **J. Sports Med.**, **10**: 100-3, 1970.
10. CHIN, M. K.; LO, Y. S.; LI, C. T.; SO, C. H. Physiological profiles of Hong-Kong elite soccer players. **Br. J. Sports Med.**, **26**: 262-66, 1992.
11. CHIN, M. K.; SO, R. C. H.; YUAN, Y. W. Y.; LI, R. C. T.; WONG, A. S. K. Cardiorespiratory fitness and isokinetic muscle strength of elite Asian junior soccer players. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, **34**: 250-7, 1994.
12. DAVIS, J. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Med. Sci. Sports Exerc.**, **17**(1): 6-18, 1985.
13. DAVIS, J. A.; VODAK, P.; WILMORE, J. H.; VODAK, J.; KURTZ, P. Anaerobic threshold alteration caused by endurance training in middle-aged men. **J. Appl. Physiol.**, **46**: 1039-46, 1976.
14. DONOVAN, C. M.; BROOKS, G. A. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **Am. J. Physiol.**, **244**: E83-E92, 1983.
15. DONOVAN, C. M.; PAGLIASSOTTI, M. J. Endurance training enhances lactate clearance during hyperlactatemia. **Am. J. Physiol.**, **257**: E782-E9, 1989.
16. DONOVAN, C. M.; PAGLIASSOTTI, M. J. Enhanced efficiency of lactate removal after endurance training. **J. Appl. Physiol.**, **68**: 1053-8, 1990.
17. ECLACHE, J. P.; VIRET, R.; QUARD, P.; FERRET, J. M. Analyse de quelques données biométriques et énergétiques de footballeurs professionnels Lyonnais. **Cinesiologie**, **20**: 64-99, 1981.
18. EKBLOM, B. Applied physiology of soccer. **Sports Med.**, **3**: 50-60, 1986.
19. ELLESTAD, M. H. Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. **Circulation**, **39**: 517-22, 1969.
20. FARDY, P. S. Effects of soccer training and detraining upon selected cardiac and metabolic measures. **Res. Q.**, **40**(3): 503-8, 1969.
21. GALLO, Jr., L.; MACIEL, B. C.; MARIN-NETO, J. A.; MARTINS, L. E. B. Sympathetic changes in heart rate control during dynamic exercise induced by endurance training in man. **J. Med. Biol. Res.**, **22**: 631-43, 1989.
22. GERISCH, G.; RUTEMOLLER, E.; WEBER, K. Sports medical measurements of performance in soccer. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVIS, K.; MURPHY, W. J., eds. **Science and Football**. Proceedings of the First World Congress of Science and Football, Liverpool, 13-17 abr. 1987.
23. GLANTZ, S. A. **Primer of Biostatistics**. 3. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1992.
24. HARTLEY, L. H. et al. Physical training in sedentary middle-aged and older man. III. Cardiac output and gas exchange at submaximal and maximal exercise. **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**, **24**: 334-5, 1969.
25. JACOBS, I.; WESTLIN, N.; KARLSSON, J.; RASMUSSEN, M.; HOUGHTON, B. Muscle glycogen and diet in elite soccer players. **Eur. J. Appl. Physiol.**, **48**: 297-302, 1982.
26. JONES, A.; HELMS, P. Cardiorespiratory fitness in young British soccer players. **J. Sports Sci.**, **10**: 156-60, 1992.
27. KATONA, P. G.; Mc LEAN, M.; DIGHTON, D. H.; GUZ, A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. **J. Appl. Physiol.**, **52**: 1652-7, 1982.
28. KLISSOURAS, V. Heritability of adaptive variation. **J. Appl. Physiol.**, **31**: 338-44, 1971.
29. KLISSOURAS, V. Prediction of athletic performance: genetic considerations. **Can. J. Appl. Sport Sci.**, **1**: 195-200, 1976.
30. KUZON JR, W. M.; ROSENBLATT, J. D.; HUEBEL, S. C. ETAL. Skeletal muscle fiber type, fiber size, and capillary supply in elite soccer players. **Int. J. Sports Med.**, **11**(2): 99-102, 1990.
31. LEATT, P.; SHEPHARD, R. J.; PLYLEY, M. J. Specific muscular development in under-18 soccer players. **J. Sports Sci.**, **5**: 165-75, 1987.
32. LIN, Y.; HORVATH, S. M. Autonomic nervous control of cardiac frequency in the exercise-training rat. **J. Appl. Physiol.**, **33**: 796-9, 1972.
33. LOSADA, A. Clinical and instrumental profile of the cardiocirculatory system of a football player. In: VECCHIET, L., ed. **First Congress on Sports Medicine applied to Football. Proceedings I e II**, Roma, 1980. p. 103-12.
34. Mac RAE, H. S. H.; DENNIS, S. C.; BOSCH, A. N.; NOAKE, T. D. Effects of training in lactate production and removal during progressive exercise in humans. **J. Appl. Physiol.**, **72**: 1649-56, 1992.
35. NOWACKI, P. E. Die spiroergometrie in neun untersuchungssystem für den spitzensport. **Leistungssport**, **2**: 37-51, 1971.
36. NOWACKI, P. E.; CAI, D. Y.; BUHL, C.; KRUMMELBEIN, U. Biological performance of German soccer players (professionals and juniors) tested by special ergometry and treadmill methods. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVIS, K.; MURPHY, W. J., eds. **Science and Football**. PROCEEDINGS of the First World Congress of Science and Football, Liverpool 13-17 abr. 1987.
37. PUGA, N.; RAMOS, J.; AGOSTINHO, J.; LOMBA, I.; COSTA, O. Physiological profile of a 1st division Portuguese football team. In: REILLY et al. (eds) **Science and Football II**, E & F. N. Spon London 40-42, 1993.
38. RAAB, W.; SILVA, P. P.; MARCHET, H.; KIMURA, E.; STARCHESKA, Y. K. Cardiac adrenergic preponderance due to lack of physical exercise and its pathogenic implications. **Am. J. Cardiol.**, **5**: 300-20, 1960.
39. RAMADAN, J.; BIRD, R. Physical characteristics of elite soccer players. **J. Sports Med.**, **27**: 424-8, 1987.
40. RAVEN, P. B.; GETTMAN, L. R.; POLLOCK, M. L.; COPER, K. H. A physiological evaluation of professional soccer players. **Brit. J. Sports Med.**, **10**: 209-16, 1976.
41. RHODE, H. C.; ESPERSEN, T. Work intensity during soccer training and match-play. In: **Science and Football** (Edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davis and W. J. Murphy) London: E & F. N. Spon 68-75, 1988.
42. RHODE, E. C.; MOSHER, R. E.; MC KENZIE, D. C.; FRANKS, I. M.; POTTS, J. E.; WENGER, H. A. Physiological profiles of the Canadian olympic soccer team. **Can. J. Appl. Sports Sci.**, **11**: 31-6, 1986.
43. ROCHCONGAR, P.; DASSONVILLE, J.; LESSARDY, Y. Consommation maximale d'oxygène, lactacidémie et football. **Med. Sport.**, **55**(3): 5-8, 1981.
44. ROST, R.; HOLLMANN, W. Athlete's heart, a review of its historical assessments and new aspects. **Int. J. Sports Med.**, **147**-165, 1983.
45. SALTIN, B.; HERMANSEN, L. Esophageal, rectal and muscle temperature during exercise. **J. Appl. Physiol.**, **21**: 1757-62, 1966.
46. SEALS, D. R.; HAGBERG, J. M. The effect of exercise training on human hypertension: a review. **Med. Sci. Sports Exerc.**, **16**(3): 207-15, 1984.
47. SIGVARDSSON, K.; SVANFELDT, E.; KILBOM, A. Role of the adrenergic nervous system in development of training-induced bradycardia. **Acta Physiol. Scand.**, **101**: 481-8, 1977.
48. SMITH, M.; CLARKE, G.; HALE, T.; Mc MORRIS, T. Blood lactate levels in college soccer players during match-play. In: **Science and Football II** (edited by T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe) London: E & F. N. Spon 129-134, 1993.
49. THOMAS, V.; REILLY, T. Fitness assessment of English league soccer players through the competitive season. **Brit. J. Sports Med.**, **13**: 103-9, 1979.
50. TIPTON, C. M.; TAYLOR, B. Influence of atropine on the heart rates of rats. **Am. J. Physiol.**, **208**: 480-4, 1965.
51. TIPTON, C. M. Resting heart rate investigations with trained and nontrained hypophysectomized rats. **J. Appl. Physiol.** **26**: 585-588, 1969.
52. TIPTON, C. M. Training and bradycardia in rats. **Am. J. Physiol.**, **209**: 1089-94, 1965.
53. Van GOOL, D. **De fysieke belasting tijdens een voetbalwedstrijd: Studie van afgelege afstand, hartfrequentie, energieverbruik en lactaatbepalingen**. Leuven, Nederland, 1987. Thesis - University of Leuven.
54. VERMA, S. K.; MOHINDROO, S. R.; KANSAL, D. K. The maximal anaerobic power of different categories of players. **J. Sports Med.**, **19**: 55-61, 1979.
55. WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; KOYAL, S. N.; BEAVER, W. L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J. Appl. Physiol.**, **35**: 236-43, 1973.
56. WHITERS, R. T.; ROBERTS, R. G. D.; DAVIES, G. J. The maximum aerobic power, anaerobic power and body composition of South Australian male representatives in athletics, basketball, field hockey and soccer. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, **17**: 391-400, 1977.
57. WILLIAMS, C.; REID, R. M. Observation on the aerobic power of University rugby players and professional soccer players. **Brit. J. Sports Med.**, **7**: 390-1, 1973.
58. YAZBEK Jr., P.; CAMARGO Jr., P. A.; KEDOR, H. H.; SARAIVA, J. F.; SERRO-AZUL, L. G. Aspectos propedéuticos no uso da ergoespirometria. **Arq. Bras. Cardiol.**, **44**(4): 291-5, 1985.