

EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO, BASEADO EM AVALIAÇÃO ERGOESPIROMÉTRICA, NA CAPACIDADE AERÓBIA DE ATLETAS DE VOLEIBOL - TREINAMENTO FÍSICO EM VOLEIBOLISTAS

EFFECTS OF THE PHYSICAL TRAINING, BASED IN ERGOSPIROMETRIC EVALUATION, IN THE AEROBIC CAPACITY OF VOLLEY PLAYERS – PHYSICAL TRAINING IN VOLLEY PLAYERS

Newton Nunes ^{**}, Roberto Kalozdi,
Sandra L. do Amaral, José E. de Proença,
Ana Maria W. Braga [#], Maria J.N.N. Alves ^{*},
Carlos E. Negrão ^{**}, Cláudia L.M. Forjaz ^{*}

RESUMO

A prescrição de treinamento físico (TF), baseada nos limiares ventilatórios determinados por avaliações ergoespirométricas, tem sido muito útil para atletas. O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de um curto período de TF, baseado nos limiares ventilatórios na capacidade física de jogadores de voleibol. Seis jogadores de voleibol (25±4 anos) do sexo masculino foram estudados durante a fase competitiva do Campeonato Estadual. Os jogadores foram submetidos a duas avaliações ergoespirométricas máximas em esteira, com um intervalo de três meses. Nesse período, o treinamento aeróbio foi desenvolvido numa intensidade entre o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratória, e o treinamento anaeróbio foi realizado em uma intensidade acima do ponto de compensação respiratória. O TF causou um aumento significativo no consumo máximo de oxigênio ($48,0 \pm 2,9$ vs. $51,0 \pm 3,1$ ml.kg.⁻¹.min⁻¹, $p < 0,05$), mas sem alteração significativa na potência máxima, frequência cardíaca máxima e ventilação máxima. Os valores de consumo de oxigênio e frequência cardíaca, nos quais os limiares ventilatórios foram atingidos, tenderam a ser mais elevados após o TF. Concluindo, um curto período de três meses de TF, baseado nos limiares ventilatórios, parece ser efetivo para elevar o consumo máximo de oxigênio em jogadores de voleibol e, além disso, tende a elevar os limiares ventilatórios.

Palavras-chave: treinamento físico, voleibol, limiares ventilatórios.

INTRODUÇÃO

A evolução técnica e tática do voleibol tem tornado cada vez mais necessária a elaboração de planos adequados de treinamento. A preparação física tem assumido um papel de fundamental importância para a obtenção de bons resultados. As exigências específicas dos jogos e treinamentos de voleibol desgastam física e mentalmente os jogadores, prejudicando-lhes a performance (Viitasalo et al., 1994) tornando, dessa forma, evidente a necessidade de uma racionalização do programa de preparação física com base em conhecimentos científicos.

Devido ao princípio da especificidade do treinamento, diversos autores (Skinner e McLellan, 1980; Kindermann et al., 1979) têm preconizado que a prescrição do treinamento deve estar baseada nas características metabólicas de cada jogador e de cada esporte, ou seja, é necessário estabelecer parâmetros que direcionem o plano de treinamento, determinando intensidades individuais que melhorem especificamente as vias metabólicas empregadas em cada esporte.

O voleibol é um esporte que se caracteriza por esforços intensos de curta duração “rallies”, (aproximadamente 10 segundos), seguidos por pausas ou movimentos menos intensos que

* Escola de Educação Física e Esporte Universidade de São Paulo.

Instituto do Coração - InCor.

possibilitam a recuperação (Smith *et al.*, 1992). Dessa forma, a produção de energia nesse esporte se faz, basicamente, através da via anaeróbia alática durante os períodos ativos (Smith *et al.*, 1992). No entanto, a longa duração do jogo (Ghesquiere *et al.*, 1982) e os baixos níveis de lactato verificados durante essa duração (Kursthinger *et al.*, 1987) confirmam a característica aeróbia desse esporte. Baseado nesses dados, o programa de preparação física do atleta de voleibol deve envolver uma parte anaeróbia alática e outra aeróbia.

A intensidade de treinamento ideal para estimular o desenvolvimento da capacidade aeróbia varia de um atleta para outro de acordo com suas características e seu preparo físico (Kinderman *et al.*, 1979; Skinner e McLellan, 1980), sendo, portanto, necessário identificá-la para cada jogador. O teste ergoespiométrico tem sido empregado como meio para determinar tais intensidades, através da identificação dos limiares ventilatórios, que permitem evidenciar a via metabólica predominante utilizada em cada intensidade de exercício.

Apesar de diversos estudos teóricos sugerirem que o treinamento físico baseado em limiares ventilatórios seja mais efetivo para o desenvolvimento da capacidade aeróbia, por respeitar as características individuais de cada atleta, poucos estudos investigaram a efetividade desse tipo de treinamento. Dessa forma, esse estudo teve por objetivo verificar o efeito de um curto período de treinamento físico baseado nos limiares ventilatórios, na capacidade física de atletas de voleibol.

METODOLOGIA

Amostra

Foram estudados 6 atletas de voleibol do sexo masculino da equipe Olimpykus/Telesp, no Campeonato Adulto da Divisão Especial do Estado de São Paulo de 1995. Os atletas apresentavam, no início do estudo, idade de 25 ± 4 anos, peso corporal de 86 ± 6 kg, e consumo máximo de oxigênio de $48,6 \pm 3,0$ ml.kg⁻¹. min⁻¹.

Antes de iniciar o estudo, os atletas foram submetidos a uma avaliação clínica e uma anamnese, e foram informados dos propósitos do

trabalho, dos procedimentos técnicos empregados e dos possíveis riscos envolvidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Procedimentos de avaliação

Para avaliar os parâmetros cardiovasculares, respiratórios e metabólicos durante o repouso e exercício, os atletas foram submetidos a um teste ergoespiométrico realizado em esteira rolante, utilizando-se um protocolo em rampa com incremento de carga equivalente a 1,4 METS a cada minuto até a exaustão, precedido por 2 minutos de repouso na posição em pé. Antes do início desse teste, foi realizada uma avaliação eletrocardiográfica de repouso (TEB, Apex 2000) com o registro simultâneo das doze derivações padrão (D1, D2, D3, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6). Durante o teste, a FC foi continuamente monitorizada através de eletrocardiógrafo (TEB, Apex 2000), e o registro simultâneo de três derivações (MC5, D2M, V2M) foi executado ao final de cada minuto.

As pressões arteriais sistólica e diastólica foram medidas por um observador experiente, empregando o método auscultatório e um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (TAKAOKA 207). Essa aferição foi realizada durante o repouso, a cada 2 minutos de exercício, e no primeiro, segundo, quarto e sexto minutos da recuperação.

Os gases expirados foram continuamente coletados durante o teste e analisados a cada ciclo respiratório por um analisador de gases computadorizado (Medical Graphics Corporation-CAD/NET 2001). Os dados foram então computados em médias de 60 segundos, e o consumo máximo de oxigênio (VO₂máx.) foi determinado pelo valor mais elevado do VO₂ alcançado durante o teste. Os limiares ventilatórios foram identificados através dos seguintes parâmetros: a) Limiar Anaeróbio (LA): no momento em que a curva de pressão parcial final de oxigênio (PetO₂) e a curva do equivalente ventilatório do oxigênio (VE/VO₂) atingiram o seu ponto mínimo e no momento em que houve a quebra da linearidade de ascensão da curva da razão de troca respiratória (RER) e da ventilação (VE) (Skinner e McLellan, 1980); b) Ponto de

Compensação Respiratória (PCR): no momento em que a curva de pressão parcial final de gás carbônico (PetCO₂) atingiu o seu ponto máximo, e a curva de equivalente ventilatório do gás carbônico (VE/VCO₂) atingiu o seu ponto mínimo e na segunda quebra da linearidade da VE (Bhambhani; Singh, 1985).

Procedimentos do Treinamento Físico, Técnico e Tático

Após essa avaliação inicial, os atletas foram submetidos ao treinamento físico realizado no período competitivo do Campeonato Paulista de 1995. Esse treinamento foi efetuado em dois períodos: manhã (08h00 às 11h00) e tarde (17h00 às 19h30), sendo o período da manhã destinado à preparação física e a tarde à preparação técnico/tática. A preparação física foi realizada em cicloergômetro, esteira rolante e corridas no solo, de modo que a parte aeróbia foi feita mantendo-se a frequência cardíaca (FC) de treino entre a FC observada no limiar anaeróbio e no ponto de compensação respiratória. A parte anaeróbia foi realizada elevando-se a FC acima do ponto de compensação respiratória.

Durante as sessões, a FC foi monitorizada por um freqüencímetro (Polar Sport Tester, G.B.R. 165020.A.) e foi anotada em uma ficha individualizada, na qual o preparador físico realizava o controle da intensidade e volume total do trabalho. O treinamento físico foi complementado por exercícios de força e potência muscular realizados em aparelhos de musculação.

Após três meses de treinamento, os atletas foram reavaliados repetindo-se os procedimentos da avaliação expostos anteriormente.

Os dados no início e final do período de treinamento foram comparados pelo teste t de Student para amostras repetidas, e o nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$. Os dados são apresentados como $x \pm dp$.

RESULTADOS

Os resultados obtidos pré e pós treinamento estão apresentados na tabela 1. Nesse período de 3 meses de treinamento não houve alteração significativa no peso corporal (86 ± 6 vs. 85 ± 6 kg, $p = 0,14$), nem no índice de massa corporal ($23,1$

$\pm 1,0$ vs. $22,8 \pm 1,0$ kg/m², $p = 0,10$) dos atletas. Observou-se um aumento significativo de 5% no consumo máximo de oxigênio ($48,6 \pm 3,0$ vs. $51,0 \pm 3,0$ ml. kg⁻¹.min⁻¹, $p < 0,018$). Nos limiares ventilatórios os valores de VO₂ (LA: $25,0 \pm 4,0$ vs. $27,2 \pm 7,0$, $p = 0,47$; e PCR: $40,6 \pm 5,1$ vs. $44,3 \pm 6,1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, $p = 0,10$) não se modificaram significativamente, mas foram maiores no segundo teste. (figura 1A).

A potência máxima apresentou uma elevação não significativa (422 ± 54 vs. 442 ± 33 W, $p = 0,27$) entre os testes. Além disso, os valores de potência nos limiares ventilatórios (LA: 85 ± 16 vs. 113 ± 76 , $p = 0,43$; e PCR: 262 ± 36 vs. 312 ± 104 W, $p = 0,27$) também não se modificaram significativamente (figura 1B).

A FC máxima foi semelhante (177 ± 10 vs. 180 ± 10 bpm, $P = 0,40$) nos dois testes. No entanto, nos limiares ventilatórios os valores de FC (LA: 116 ± 7 vs. 129 ± 16 , $p = 0,19$; e PCR: 155 ± 12 vs. 167 ± 7 bpm, $p = 0,07$) tenderam a se elevar após três meses de treinamento (figura 1C).

A VE máxima (164 ± 28 vs. 156 ± 25 l/min, $p = 0,58$) foi semelhante nos dois testes. Além disso, nos limiares ventilatórios, a VE (LA: 60 ± 10 vs. 61 ± 22 , $p = 0,98$; e PCR: 109 ± 14 vs. 119 ± 29 l/min, $p = 0,28$) não se modificou significativamente, mas foi maior no segundo teste (figura 1D).

Tabela 1 - Média (x) e desvio padrão (dp) do peso corporal, índice de massa corporal (IMC), consumo de oxigênio (VO₂), potência, frequência cardíaca (FC) e ventilação (VE) medidos no limiar anaeróbio (LA), no ponto de compensação respiratória (PCR) e no exercício máximo (MAX), pré e pós treinamento físico (TF).

Variável	Pré		Pós		T
	x	dp	x	dp	
Peso (kg)	86	6	85	6	0,140
IMC (kg/m ²)	23,1	1	22,8	1	0,107
VO ₂ máx. (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	48,6	3	51,0	3	0,018 *
VO ₂ LA (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	25,0	4	27,2	7	0,474
VO ₂ PCR (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	40,6	5	44,3	6	0,109
Potência máx. (watts)	422	54	442	33	0,279
Potência LA (watts)	85	16	113	76	0,435
Potência PCR (watts)	262	36	312	104	0,275
FC máx. (bpm)	177	10	180	10	0,401
FC LA (bpm)	116	7	129	16	0,196
FC PCR (bpm)	156	12	167	7	0,074
VE máx. (l/min)	164	28	156	25	0,589
VE LA (l/min)	60	10	61	22	0,987
VE PCR (l/min)	109	14	119	29	0,283

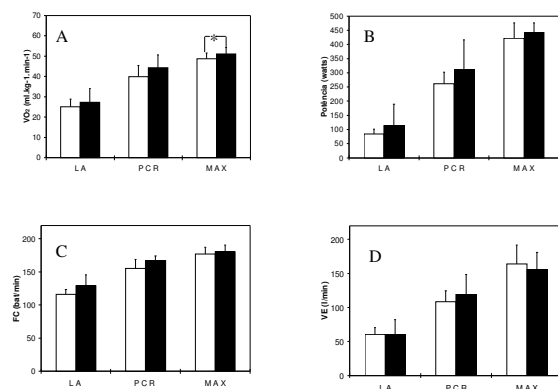


Figura 1 - Consumo de oxigênio (A), potência (B), frequência cardíaca (FC) e ventilação (VE) medidos no limiar anaeróbio (LA), no ponto de compensação respiratória (PCR) e no máximo (MAX) do exercício, antes (barras brancas) e após (barras negras) 3 meses de treinamento físico realizado com base nos limiares ventilatórios em atletas de voleibol.

DISCUSSÃO

O principal achado desse estudo foi que, apesar de estarem na fase competitiva do Campeonato Paulista de 1995, o treinamento físico individualizado com base na identificação dos limiares ventilatórios, aumentou a capacidade aeróbia máxima dos atletas de voleibol.

O treinamento físico aeróbio promove benefícios fisiológicos como o aumento do número e tamanho das mitocôndrias, a capilarização muscular e a elevação da atividade enzimática oxidativa. Tais mecanismos contribuem para que haja uma maior utilização da via aeróbia de produção de energia e, conseqüentemente, um reduzido aumento na concentração de lactato sanguíneo para uma determinada carga absoluta de trabalho (Wasserman, 1986).

Os mecanismos de aperfeiçoamento da capacidade do sistema ATP-CP através de treinamento físico não têm sido comprovados, possivelmente porque as alterações não sejam significantes (Plisk, 1991). Contudo, sendo a ressíntese de CP dependente do metabolismo oxidativo, possíveis melhoras no sistema aeróbio, promovidas pelo treinamento físico, resultariam em uma maior taxa de ressíntese de CP durante períodos de recuperação, após esforços intensos seguidos (Hamilton *et al.*, 1991; Plisk, 1991). Como o voleibol possui características anaeróbias aláticas, o

treinamento físico aeróbio deve possuir importância fundamental no rendimento físico dos atletas. Esse treinamento promoverá uma recuperação mais rápida durante os intervalos dos jogos, através da aceleração da ressíntese de CP, o que levaria a poupar os demais sistemas energéticos. Dessa forma, quanto maior a capacidade oxidativa do organismo, menor será a utilização do metabolismo anaeróbio láctico, representando também em uma menor depleção de glicogênio e menor produção de ácido láctico, resultando em um atraso no início da fadiga (Saltin e Strange, 1992; Sutton, 1992).

De fato, tem sido demonstrado que a menor fadiga de atletas de endurance, em relação a jogadores de diferentes modalidades, é indício da existência da relação entre o nível de condição aeróbia e o rendimento em habilidades intensas (Hamilton *et al.*, 1991).

No presente estudo, foi observado um aumento significativo do VO₂máx e uma tendência à elevação da intensidade de ocorrência dos limiares ventilatórios. Na realidade, alguns autores (Ghesquieri *et al.*, 1982) têm encontrado uma alta relação entre o consumo de oxigênio dos limiares e o consumo máximo de oxigênio.

O volume e a intensidade do treinamento físico, necessários para produzir mudanças no limiar anaeróbio e no ponto de compensação respiratória, ainda não são conhecidos. Na presente investigação foram observadas tendências a elevações nos limiares ventilatórios, após um programa de treinamento realizado diariamente, mantendo-se a intensidade entre os dois limiares. Essa tendência pode ser detectada tanto pela elevação da FC, quanto pela potência e consumo de oxigênio medidos nos limiares ventilatórios. Além das modificações dos limiares, o principal parâmetro utilizado para avaliar a melhora da capacidade aeróbia é a medida direta do consumo máximo de oxigênio. Dessa forma, apesar de se observar apenas uma tendência ao aumento dos limiares, foi verificado um aumento significativo do VO₂ máximo, o que comprova a efetividade do treinamento empregado.

Os resultados obtidos sugerem, portanto, que a programação de um treinamento físico individualizado, entre o limiar anaeróbio e o

ponto de compensação respiratória para a melhora aeróbia e acima do ponto de compensação respiratória para a melhora anaeróbia, aperfeiçoa a capacidade física desses atletas mesmo durante um período competitivo. Considerando-se que os atletas estavam em período competitivo e realizavam outras atividades, os resultados obtidos podem não ser exclusivamente oriundos do treinamento físico planejado, por isso mais uma vez é concluído que os dados obtidos apenas sugerem, não garantem que as adaptações fisiológicas ocorridas foram devidas ao treinamento físico empregado. Essa elevação no consumo máximo de oxigênio pode promover uma maior

resistência orgânica aos treinamentos e jogos, ocasionando uma recuperação mais rápida, além de um menor acúmulo de lactato sanguíneo, o que pode melhorar a performance dos atletas por diminuir a fadiga.

CONCLUSÃO

O treinamento físico baseado nos limiares ventilatórios, com duração de três meses, foi efetivo para elevar o consumo máximo de oxigênio de atletas de voleibol, em período competitivo. Além disso, esse treinamento físico tende a aumentar os limiares ventilatórios.

EFFECTS OF THE PHYSICAL TRAINING, BASED IN ERGOSPIROMETRIC EVALUATION, IN THE AEROBIC CAPACITY OF VOLLEY PLAYERS – PHYSICAL TRAINING IN VOLLEY PLAYERS

ABSTRACT

The prescription of the exercise training intensity based on ventilatory thresholds, determined by ergoespirometric evaluations, has been very useful for athletes. The aim of the present study was to verify the effect of a short period of exercise training, based on the ventilatory thresholds on physical capacity of volleyball players. Six male volleyball players (25±4 years) were studied during the competitive phase of the State Championship. The players were submitted to two maximal ergoespirometric evaluations on the treadmill with a three-month interval. In this period, the aerobic training was performed with an intensity between the anaerobic threshold and the respiratory compensation point, and the anaerobic training on an intensity above the respiratory compensation point. Exercise training caused a significant increase in maximal oxygen uptake (48.6 ± 3.0 vs. 51.0 ± 3.0 $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, $p < 0.05$), but without significant alteration in maximal power, maximal heart rate and maximal ventilation. The values of oxygen uptake and heart rate, in which the ventilatory thresholds were achieved, tended to be higher after exercise training. In conclusion, a short period of three months of exercise training based on the ventilatory thresholds is effective in increasing the maximal oxygen uptake in volleyball players and tends to increase the ventilatory thresholds.

Key words: physical training, volleyball, ventilatory thresholds.

REFERÊNCIAS

BHAMBHANI, Y.; SINGH, M. Ventilatory threshold during graded exercise. *Respiration*, v. 47, p. 120-128, 1985.

GHEQUIERI, J.; REYBROUCK, T.; FAUKNER, J. A.; CATTART, A.; FAGARD, R.; AMERY, A. Anaerobic thresholds for long-term exercise and maximal exercise performance. *Annals of Clinical Research*, v. 14, p. 37-41, 1982.

HAMILTON, A. L.; NEVILL, M. E.; BROOKS, S.; WILLIAMS, C. Physiological responses to maximal intermittent exercise: differences between endurance-trained runners and games players. *Journal of Sports Sciences*, v. 9, p. 371-382, 1991.

KINDERMANN, W.; SIMIN, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European Journal Applied. Physiology*, v. 42, p. 25-34, 1979.

KÜRSTHINGER, U.; LUDWIG, H. G.; STEGEMANN, J. Metabolic changes during volleyball matches. *International Journal Sports Medicine*, v. 8, p.315-322, 1987.

PLISK, S. S. Anaerobic metabolic conditioning: a brief review of theory, strategy and practical application. *Journal of Applied Sport and Science Research*, v. 5, p.22-34, 1991.

SALTIN, B.; STRANGE, S. Maximal oxygen uptake: old and new arguments for a cardiovascular limitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 24, p. 30-37, 1992.

SKINNER, J. S.; McLELLAN, T. H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research Quarterly For Exercise And Sport*, v. 51, p. 234-248, 1980.

SMITH, D. J.; ROBERTS, D.; WATSON, B. Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, v. 10, p. 131-138, 1992.

SUTTON, J. R. VO_2 max-New concepts on an old theme. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, p. 26-29, 1992.

VIITASALO, J. T.; RUSKO, H.; PAJALA, O.; RAHKILA, P.; MARKUU, A.; MONTONEN, H. Endurance requirements in volleyball. **Canadian Journal Sports Sciences**, v. 12, p. 194-201, 1994.

WASSERMAN, K. **Principles of exercise testing and interpretation**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1996.

Recebido em 08/05 /00

Revisado em 13/08/00

Aceito em 19/11/00

Endereço para correspondência: Cláudia L. M. Forjaz , Av. Prof. Mello Moraes, 65, Butantã, CEP 05508-900, São Paulo-SP. Telefone: 818-3183 - Fax:813-5023. E-mail:cforjaz@usp.br