

# Efeitos do Treinamento Neuromuscular na Aptidão Cardiorrespiratória e Composição Corporal de Atletas de Voleibol do Sexo Feminino

## Effects of the Neuromuscular Training in the Cardiorespiratory Fitness and Body Composition of Female Volleyball Athletes

CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO  
E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

Ricardo Adamoli Simões  
Guilherme Souza Lobo Moreira Salles  
Pamela Roberta Gomes Gonelli  
Gerson dos Santos Leite  
Rodrigo Dias  
Cláudia Regina Cavagliari  
Idico Luiz Pellegrinotti  
João Paulo Borin  
Rozangela Verlengia  
Sílvia Cristina Crepaldi Alves  
Marcelo de Castro Cesar

Núcleo de Performance Humana  
– Faculdade de Ciências da  
Saúde - Curso de Educação Física  
– Universidade Metodista de  
Piracicaba - Piracicaba/São Paulo.

### Endereço para correspondência:

Ricardo Adamoli Simões  
Rua Padre Joaquim do Canto, 685  
13405-063 – Piracicaba, SP  
Tels.: (19) 3421-5813 / 8118-8655  
E-mail: rasimo@uol.com.br

Submetido em 30/09/2008  
Versão final recebida em 12/02/2009  
Aceito em 08/04/2009

### RESUMO

As respostas do organismo humano submetido a estímulos diversos, mensuradas através de parâmetros de *performance*, têm sido objeto de estudo a fim de aprimorar os métodos de treinamento. O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do treinamento neuromuscular na capacidade cardiorrespiratória e composição corporal de atletas de voleibol. Foram avaliadas 11 mulheres, antes e após 12 semanas de treinamento, referente à fase preparatória do ciclo anual de treinamento. O protocolo experimental constou de avaliação da composição corporal (percentual de gordura, massa magra e a gordura corporal) e da aptidão cardiorrespiratória por meio de ergoespirometria em esteira rolante com protocolo contínuo e carga crescente, na qual se determinaram o consumo máximo de oxigênio, a frequência cardíaca máxima, o limiar anaeróbio, a frequência cardíaca do limiar anaeróbio e a velocidade do limiar anaeróbio. O treinamento teve frequência de cinco dias por semana dividido em duas sessões: uma de treinamento de força e outra de treinamento técnico e tático. Após o período estudado ocorreram aumentos ( $p < 0,05$ ) no consumo máximo de oxigênio (6,5%), no limiar anaeróbio (17,5%), na velocidade do limiar (15,3%) e redução ( $p < 0,05$ ) na frequência cardíaca máxima (-3,1%). Também houve redução ( $p < 0,05$ ) no percentual de gordura (-8,2%), na gordura corporal (-7,4%) e aumento ( $p < 0,05$ ) na massa magra (3,2%). Conclui-se que o treinamento neuromuscular realizado na fase preparatória de treinamento contribuiu para o aumento da capacidade cardiorrespiratória e massa magra e para redução do percentual de gordura e a gordura corporal das atletas de voleibol.

**Palavras-chave:** capacidade aeróbia, mulheres, preparação física, antropometria

### ABSTRACT

The responses of the human body submitted to several stimuli measured by performance parameters have been object of studies in order to improve training methods. The aim of this study was to investigate the effects of the neuromuscular training in the cardiorespiratory fitness and body composition of volleyball athletes. Eleven women were assessed before and after 12 weeks of training, concerning the preparatory phase of the annual training cycle. The experimental protocol consisted of assessment of the body composition (fat percentage, lean mass and body fat) and of the cardiorespiratory fitness through ergospirometry on treadmill with continuous protocol and increasing load, in which the oxygen maximal uptake, maximum heart rate, anaerobic threshold, heart rate threshold and anaerobic threshold velocity were determined. The training was carried out five times per week and was divided in two sessions: one strength training and the another technical and tactical training. After the studied period, increase ( $p < 0.05$ ) in oxygen maximal uptake (6.5%), anaerobic threshold (17.5%), threshold velocity (15.3%) and lean mass (3.2%) was observed. Reduction ( $p < 0.05$ ) in maximum heart rate (-3.1%), fat percentage (-8.2%) and body fat (-7.4%) was observed. It is concluded that neuromuscular training performed in the preparatory phase contributed to increase in the cardiorespiratory fitness and lean mass as well as decrease in fat percentage and body fat of volleyball athletes.

**Keywords:** Aerobic fitness, women, physical training, anthropometry.

### INTRODUÇÃO

O voleibol é um dos desportos mais praticados no mundo, com um calendário repleto de competições, o que exige a melhora constante do potencial dos atletas e a necessidade de mantê-los em nível competitivo por longos períodos durante o ano, com pouco tempo de preparação e procurando evitar lesões ou queda de rendimento causada pelo excesso de treinamento<sup>(1)</sup>. Assim, fazem-se necessárias a investigação e a compreensão dos diversos fatores influenciadores da *performance* atlética para a formulação de métodos

de treinamento eficientes e baseados em parâmetros cientificamente comprovados.

O desempenho no voleibol está relacionado com diversos fatores que se somam, destacando-se as partes técnica, tática, física e psicológica. A correta observação e adequação de cada uma dessas variáveis é fundamental para elaboração do treinamento<sup>(2)</sup>.

O voleibol se caracteriza por seis fundamentos básicos que ocorrem em sequência: serviço, recepção, levantamento, ataque, bloqueio e defesa. O ataque e o bloqueio são os fundamentos que têm maior

correlação com o êxito de uma equipe<sup>(2)</sup>. A capacidade de atacar e bloquear em maiores alturas é característica desejável para atletas de voleibol<sup>(3)</sup>, o que é reforçado pela correlação positiva entre a habilidade de realizar saltos verticais com a velocidade e o impacto da bola resultando de ataque<sup>(4)</sup>.

A associação entre os gestos motores e os processos metabólicos é fundamental para compreender as exigências da modalidade. No voleibol, a ressíntese de energia é mista, pois durante uma partida a reconstituição dos estoques de adenosina trifosfato é realizada em 40% pelo metabolismo anaeróbio alático, 10% pelo anaeróbio láctico e 50% pelo metabolismo aeróbio. A dinâmica principal do jogo ocorre nos saltos com cortadas e bloqueios e os períodos de recuperação duram cerca de nove segundos ou mais<sup>(5)</sup>.

Nos momentos de ataque e bloqueio, o comportamento energético dos jogadores encontra-se acima do limiar anaeróbio e, nos momentos de defesa, abaixo desse índice, havendo assim momentos de recuperação ativa durante o jogo<sup>(6)</sup>. Não foram observados aumentos significantes no lactato sanguíneo dos atletas após as partidas<sup>(7)</sup>; a maior contribuição energética para a realização de trabalho mecânico nos momentos decisivos do jogo de voleibol é proveniente do metabolismo anaeróbio alático<sup>(8)</sup>.

Além dos requisitos técnicos e táticos, do calendário com muitas competições e tempo reduzido de preparação, exige-se do atleta de voleibol o aprimoramento de uma série de capacidades relacionadas à *performance* neuromuscular<sup>(8)</sup>: força máxima para aumentar a altura alcançada no salto vertical, a resistência de força para sustentar a potência do salto, a velocidade dos deslocamentos e a agilidade durante a partida, além melhora na velocidade de reação<sup>(5)</sup> e na potência de membros inferiores<sup>(8,9)</sup>.

A capacidade aeróbia também é importante durante exercícios intermitentes de alta intensidade como o voleibol. O aumento da participação aeróbia no gasto energético total preserva os estoques de glicogênio e creatina fosfato, diminuindo a produção de ácido láctico, prevenindo a queda do pH intramuscular<sup>(10)</sup> e melhorando a recuperação durante e entre as partidas<sup>(3,5)</sup>.

A combinação do treinamento de força de alta intensidade com força explosiva, pela técnica de pliometria, demonstrou ser um método eficiente para melhoria da altura alcançada nos saltos verticais<sup>(11,12)</sup>. Porém, a realização do treinamento de força máxima e potência concomitantemente ao treinamento aeróbio é um possível exemplo de interação negativa entre tarefas do treinamento, principalmente do ponto de vista do desenvolvimento da força muscular, pois proporciona adaptações distintas em diversos sistemas orgânicos, como, por exemplo, nas proteínas musculares contráteis, na densidade mitocondrial, na densidade capilar e nas enzimas oxidativas<sup>(13,14)</sup>.

Estudos que investigaram os efeitos do treinamento com pesos em mulheres encontraram pouca<sup>(15,16)</sup> ou nenhuma<sup>(17)</sup> melhora na aptidão cardiorrespiratória.

Em modalidades desportivas coletivas nas quais os fatores que influenciam a *performance* são diversos e de difícil controle, os resultados encontrados na literatura são ainda mais complexos. Estudos mostram que atletas de futebol realizaram treinamento de força e obtiveram melhora na força, potência e velocidade sem efeitos negativos sobre a capacidade aeróbia<sup>(18)</sup> e, por outro lado, realizaram treinamento aeróbio intervalado de alta intensidade baseado na dinâmica do jogo, resultando em aumento no consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) sem prejudicar os indicativos de força, potência e velocidade<sup>(19)</sup>.

No voleibol, os atletas da seleção norte-americana masculina obtiveram aumentos na altura do salto vertical e no  $VO_{2max}$  durante toda a temporada, com a adoção somente do treinamento de força aliado ao treinamento tático e técnico<sup>(11)</sup>. Häkkinen<sup>(8)</sup> monitorou a fase competitiva de atletas femininas de vôlei e relatou melhora significativa

na força máxima e força explosiva seguida de piora quando cessou o treinamento de força, enquanto o treinamento aeróbio foi mantido durante todo o período, sem efeitos sobre o  $VO_{2max}$ . Altini Neto *et al.*<sup>(20)</sup> realizaram somente treinamento neuromuscular e não obtiveram qualquer alteração no  $VO_{2max}$ .

A compreensão das inter-relações que se processam entre as diversas capacidades físicas, quando o organismo humano é submetido a estímulos diversos, principalmente em modalidades nas quais os aspectos predominantes ocorrem em situações aeróbias e os determinantes em anaeróbias, contando ainda com grande solicitação neuromuscular, como é o caso do atleta de voleibol, tem sido objeto de estudo de pesquisadores<sup>(8,9,21)</sup>, técnicos<sup>(11)</sup> e preparadores físicos<sup>(20)</sup>, com objetivo de aprimorar os métodos de trabalho e simplificar as questões impostas à periodização do treinamento.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de um programa de treinamento neuromuscular na aptidão cardiorrespiratória e composição corporal de atletas de voleibol do sexo feminino.

## METODOLOGIA

### Casuística

A amostra foi composta por 11 mulheres, com idade entre 18 e 25 anos, média de  $19,41 \pm 2,01$  anos, peso de  $64,11 \pm 6,23$  quilogramas (kg) e estatura de  $1,77 \pm 0,07$  metros (m), atletas do time de voleibol feminino adulto da Associação Piracicabana de Voleibol (APIV), sediada no município de Piracicaba/SP, campeã da primeira divisão do Campeonato Paulista, dos Jogos Regionais e dos Jogos Abertos do Interior, no ano de 2006. Quanto às posições das atletas em quadra, foram avaliadas duas líberos, duas levantadoras e sete atacantes, todas com experiência mínima de quatro anos de treinamento.

O período de análise compreendeu 12 semanas de treinamento entre os meses de fevereiro e maio de 2006, durante a fase preparatória das atletas.

As voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep) (protocolo nº. 02/2006).

### Protocolo experimental

As atletas foram submetidas à avaliação cardiorrespiratória e de composição corporal, antes e após as 12 semanas de treinamento. Todas as avaliações foram realizadas no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico do Curso de Graduação em Educação Física da Unimep.

**1) Avaliação da composição corporal:** Mensurou-se a massa corporal (MC) por meio de uma balança mecânica (*Welmy*<sup>®</sup>) e a estatura através de um estadiômetro (*Alturaexata*<sup>®</sup>). A composição corporal foi determinada pelas dobras cutâneas tricipital, suprailíaca e coxa, coletadas com adipômetro (*Lange*<sup>®</sup>). Calcularam-se o percentual de gordura (%G), a gordura corporal absoluta (GC) e a massa magra (MM).<sup>(22)</sup>

**2) Avaliação cardiorrespiratória:** A capacidade aeróbia foi aferida por meio de ergospirometria em esteira rolante (*Inbrasport ATL*<sup>®</sup>), em ambiente com a temperatura controlada (20°C e 24°C). Adotou-se protocolo contínuo com carga crescente até a exaustão voluntária do avaliado<sup>(23)</sup>. Foram medidos de forma direta o consumo de oxigênio, a produção de gás carbônico e a ventilação pulmonar por meio de analisador de gases metabólicos (*VO2000 – Aerosport Medical Graphics*<sup>®</sup>) e a frequência cardíaca (FC) por meio de sistema de telemetria *Polar® Vantage NV*.

Como índices de capacidade cardiorrespiratória utilizaram-se: I) O limiar anaeróbio (LA), expresso em mililitros por quilograma por minuto (ml/kg/min), determinado por método ventilatório, conforme critérios de Wasserman *et al.*<sup>(24)</sup> II) O  $VO_{2max}$ , expresso ml/kg/min, conforme critérios utilizados por Drummond *et al.*<sup>(25)</sup>

Foram determinadas também a frequência cardíaca do limiar anaeróbio (FCLA), a frequência cardíaca máxima (FCmax), expressas em batimentos por minuto (bpm), e a velocidade do limiar anaeróbio (VLA), expressa por quilômetros por hora (km/h).

**3) Treinamento neuromuscular:** O treinamento foi elaborado e realizado pela comissão técnica da APIV no ginásio municipal e em uma academia de musculação. As atletas treinavam cinco dias por semana por cerca de três horas diárias divididas em três sessões de treinamento; 28,4% do tempo foram destinados ao conteúdo técnico, 24,4% ao tático e 47,2% ao treinamento físico (musculação e pliometria). No período analisado não houve rotina de jogos e competições e não foi realizado nenhum treinamento aeróbio convencional – contínuo ou intervalado. Todas as sessões de treinamento foram monitoradas pela equipe responsável pela pesquisa.

### Treinamento tático e técnico

Os trabalhos táticos e técnicos eram diários em sessão noturna com duração de 120 a 140 minutos. Nos 20 minutos iniciais realizava-se aquecimento por meio de exercícios de alongamentos estáticos e exercícios balísticos com auxílio da bola de vôlei. O treinamento técnico começava com fundamentos da modalidade inicialmente realizados de forma isolada e depois em sequências combinadas, por cerca de 40 minutos. Na segunda hora de treino os gestos técnicos eram executados subjacentes ao treinamento tático, com posicionamento defensivo, serviço direcionado e repetição de jogadas de ataque, bloqueio, defesa e contra-ataque em diversas situações de jogo. Nos 20 minutos finais ocorriam minijogos.

Além do treinamento noturno, às segunda e sextas-feiras, ao final da tarde, com duração de 30 minutos, havia uma sessão de treinamento tático específico, quando eram executadas apenas as movimentações de ataque, bloqueio, recepção e defesa específicas de uma partida de voleibol, sem a utilização de bola.

As tardes de quarta-feira eram de recuperação, sem treinamento.

### Treinamento de força muscular

O treinamento de força por meio de barras, anilhas e aparelhos de musculação, com duração de 60-75 minutos, ocorria no início da tarde, com frequência de quatro dias por semana (segundas, terças, quintas e sextas-feiras). Nas terças e quintas-feiras, o treino com pesos era seguindo do treinamento de força explosiva, com execução de pliometria e duração de 30 minutos.

Nas duas semanas iniciais, denominada fase preparatória geral, realizou-se uma adaptação com treinamento de resistência muscular localizada, com exercícios direcionados para os principais grupos musculares, realizados em sistema de três séries de 15 repetições com intervalos de recuperação de 60 segundos<sup>(26)</sup>. Na terceira semana o treinamento foi alterado, iniciando a fase preparatória específica. O número de séries e os exercícios de membros inferiores mantiveram-se; porém, diminuiu-se o número de repetições de 15 para oito, com aumento da carga para 80% de uma repetição máxima (1RM) e intervalo de recuperação de 90 a 120 segundos. Nos exercícios de membros superiores realizaram-se séries combinadas sendo: duas séries de uma repetição com 100% de 1RM, seguida de uma série de oito repetições com 60% de 1RM, esta em alta velocidade. Na sexta semana da periodização ocorreu um ajuste das cargas de treinamento baseado em novo teste de força máxima, mantendo-se os exercícios e a dinâmica de execução.

Portanto, na fase preparatória específica, combinou-se, nos grupos musculares de membros inferiores diretamente envolvidos nos gestos motores do voleibol, o treinamento de hipertrofia na musculação com força explosiva através de pliometria. Para os músculos de tronco e membros superiores específicos do voleibol, combinou-se o treinamento de força máxima e força explosiva<sup>(26)</sup>.

6) Análise estatística: os resultados estão demonstrados em média e desvio padrão. Verificou-se a normalidade das variáveis estudadas pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste *t* de Student, bicaudal, para dados pareados, foi utilizado para a comparação das variáveis com distribuição normal, antes e após o período de treinamento. Quando não foi observada distribuição normal, utilizou-se o teste de Wilcoxon para séries ordenadas. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . O processamento dos dados e os cálculos estatísticos foram realizados no *software BioEstat*® 4.0.

## RESULTADOS

Das variáveis analisadas, somente a VLA não atendeu aos critérios de normalidade.

Na tabela 1 estão os resultados da avaliação cardiorrespiratória antes e após 12 semanas de treinamento. Verifica-se aumento significativo do  $VO_{2max}$ , do LA, da VLA e redução da FCmax. Não houve alteração na FCLA.

**Tabela 1.** Avaliação da aptidão cardiorrespiratória das atletas de voleibol, antes a após 12 semanas de treinamento

Variável	Antes	Após
$VO_{2max}$ (ml/kg/min)	39,65 ± 5,29	42,21 ± 5,64*
LA (ml/kg/min)	24,71 ± 3,26	29,04 ± 4,40*
FCmax (bpm)	190,63 ± 7,00	184,63 ± 7,31**
FCLA (bpm)	150,63 ± 15,65	151,72 ± 12,88
VLA (km/h)	7,73 ± 0,75	8,91 ± 0,16**

Valores expressos em média ± desvio padrão.  $VO_{2max}$  - consumo máximo de oxigênio; LA - limiar anaeróbio; FCmax - frequência cardíaca máxima; FCLA - frequência cardíaca do limiar anaeróbio; VLA - velocidade do limiar anaeróbio. \* diferença significativa em relação ao valor inicial ( $p < 0,05$ ). \*\* diferença significativa em relação ao valor inicial ( $p < 0,01$ ).

\*\* - diferença estatística em relação ao valor inicial ( $p < 0,01$ );

A tabela 2 apresenta o resultado das variáveis estudadas na avaliação da composição corporal, antes e após as 12 semanas de treinamento. Observam-se alterações significantes na composição corporal, havendo diminuição do %G e da GC e aumento da MM, com manutenção da massa corporal (tabela 2).

**Tabela 2.** Avaliação da composição corporal das atletas de voleibol, antes e após 12 semanas de treinamento neuromuscular

Variável	Antes	Após
Peso (kg)	64,11 ± 6,53	64,67 ± 6,55
%G (%)	21,48 ± 3,19	19,72 ± 3,46*
MM (kg)	50,22 ± 4,00	51,81 ± 4,30*
GC (kg)	13,89 ± 2,99	12,86 ± 3,04*

Valores expressos em média ± desvio padrão. %G - percentual de gordura; GC - gordura corporal absoluta; MM - massa magra. \* diferença significativa em relação ao valor inicial ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação cardiorrespiratória após 12 semanas de treinamento no macrociclo preparatório mostram sensível melhora na aptidão aeróbia das atletas, salientando que não se executou treinamento aeróbio convencional no período. Houve aumento significativo no  $VO_{2max}$  (6,5%), no LA (17,5%) e na VLA (15,3%) e diminuição significativa da FCmax (-3,1%). A FCLA não se alterou, mas confrontando-a com a VLA, pode-se inferir efeito importante na capacidade aeróbia. Após o treinamento, a FCLA manteve-se estável, mas para intensidade maior de esforço.

Altini Neto *et al.*<sup>(20)</sup> avaliaram 12 semanas de treinamento neuromuscular durante a fase preparatória sem treinamento aeróbio e não encontraram melhoras significantes no  $VO_{2max}$ . Entretanto, as atletas eram da categoria infanto-juvenil e a avaliação cardiorrespiratória foi realizada por método indireto. McGown *et al.*<sup>(11)</sup> verificaram resultados próximos aos aqui demonstrados, analisando um ano de treinamento da seleção norte-americana masculina de voleibol, sem adoção de treinamento aeróbio específico, e obtiveram aumentos no  $VO_{2max}$  (5,8%) e no LA (12,4%). Porém, as respostas humorais distintas entre os sexos masculino e feminino podem influenciar as adaptações ocasionadas pelo treinamento<sup>(17)</sup> e o período de treinamento foi maior, englobando outras fases da periodização. Häkkinen<sup>(8)</sup> analisou atletas do sexo feminino durante a fase competitiva e, mesmo com a realização de treinamento aeróbio, não encontrou alteração no  $VO_{2max}$ .

Os resultados apresentados neste estudo possibilitam algumas inferências quanto aos efeitos do treinamento adotado na aptidão cardiorrespiratória das atletas. O aumento no  $VO_{2max}$  reflete melhora na capacidade de o sistema cardiovascular transportar oxigênio à musculatura ativa, enquanto o aumento no LA aponta melhor eficiência periférica na captação de oxigênio e da atividade das enzimas oxidativas<sup>(27)</sup>.

O treinamento neuromuscular realizado pode ter proporcionado benefícios ao LA por duas vias. Primeiro, por reduzir o percentual da força máxima durante a corrida, melhorando a perfusão de sangue oxigenado para os músculos ativos<sup>(16)</sup>. Segundo, por induzir transição das fibras musculares IIB para IIA, que possuem maior potencial oxidativo que as fibras IIB<sup>(14)</sup>.

As atletas de voleibol apresentaram importante melhora da aptidão cardiorrespiratória em resposta ao treinamento realizado, evidenciado pelo aumento do consumo máximo de oxigênio e do limiar anaeróbio; mas essa melhora não pode ser atribuída apenas ao treinamento com pesos, pois estudos realizados com mulheres submetidas a treinamento de força encontraram pouca ou nenhuma melhora na capacidade aeróbia<sup>(15,16,17)</sup>, de modo que os benefícios aqui demonstrados devem ter ocorrido devido à associação dos treinamentos com pesos, saltos, técnico e tático.

Uma limitação deste estudo foi não ter controlado a intensidade dos treinamentos técnicos e táticos e, assim, não é possível determinar influência de ambos na aptidão cardiorrespiratória das atletas.

Quanto aos métodos de treinamento para a modalidade, a melhora verificada na aptidão cardiorrespiratória das atletas aqui demonstrada permite avaliar com ressalvas a adoção de tarefas aeróbias na periodização do treinamento para o voleibol.

Embora a aptidão aeróbia tenha relevância na dinâmica da modalidade, a capacidade de realizar saltos verticais é a principal variável relacionada com o rendimento dos jogadores no desporto<sup>(8,9,11)</sup>. O treinamento de força máxima simultâneo ao de força explosiva melhora a altura alcançada no salto vertical<sup>(9,11)</sup>. Entretanto, durante a temporada, principalmente na fase competitiva, há diminuição na força explosiva descrita pela diminuição na altura alcançada pelas atletas no salto vertical; uma das razões desse decréscimo pode ser a interação negativa do treinamento aeróbio<sup>(8,9)</sup>.

Os resultados apresentados neste estudo sugerem que a interação dos treinamentos tático, técnico e de força ocasionam adaptações positivas na aptidão cardiorrespiratória de atletas de voleibol feminino, sem necessidade de treinamento aeróbio convencional. Outros estudos são necessários para investigar se somente o treinamento neuromuscular é suficiente para elevar a capacidade cardiorrespiratória nos demais macrociclos da periodização.

Quanto à composição corporal, houve diminuição significativa do %G e da GC juntamente com um aumento da MM, enquanto a se MC manteve inalterada. O resultado mostra uma modificação na composição corporal das atletas, corroborando outros estudos que obtiveram melhora na composição corporal em mulheres jovens<sup>(15,28)</sup> e atletas de voleibol<sup>(8)</sup> submetidas ao treinamento de força.

Conclui-se que o treinamento realizado durante as 12 semanas da fase preparatória proporcionou melhora na aptidão cardiorrespiratória e na composição corporal das atletas de voleibol. Esse resultado foi determinado pela interação entre os componentes técnico, tático, de força e potência, que constituíram o treinamento neuromuscular.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico—CNPq, pelas bolsas de iniciação científica, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—CAPES, pelas bolsas de mestrado, e ao apoio financeiro do Fundo de Apoio à Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (FAP-Unimep). Agradecemos também a colaboração e a disponibilidade da comissão técnica e atletas da equipe de voleibol da APIV.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Silva LRR, Franchini E, Kiss MAPDM, Böehme MT, Matsushige KA, Uezu R, et al. Evolução da altura de salto, da potência anaeróbia e da capacidade anaeróbia em jogadoras de voleibol de alto nível. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. 2004;26: 99-109.
- Eom HJ, Schutz RW. Statistical analyses of volleyball team performance. *Res Q Exerc Sport*. 1992;63: 11-8.
- Smith DJ, Roberts D, Watson B. Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci*. 1992;10: 131-8.
- Forthomme B, Croisier JL, Ciccarone G, Crielaard JM, Cloes M. Factors Correlated With Volleyball Spike Velocity. *Am J Sports Med*. 2005;33: 1513-19.
- Bompa TO. *Treinando atletas de desporto coletivo*. São Paulo: Phorte, 2005.
- Laconi P, Metis F, Crisafulli A, Sollai R, Lai C, Concu A. Field test for mechanical efficiency evaluation in matching volleyball players. *Int J Sports Med*. 1998;19: 52-5.
- Kunstlinger U, Ludwig HG, Stegemann J. Metabolic changes during volleyball matches. *Int J Sports Med*. 1987;8: 315-22.
- Häkkinen K. Changes in physical-fitness profile in female volleyball players during competitive season. *Sports Med Phys Fitness*. 1993;33: 223-32.
- Newton RU, Rogers RA, Volek JS, Häkkinen K, Kraemer WJ. Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2006;20: 955-61.
- Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;31: 1-11.
- McGown CM, Conlee RK, Sucec AA, Buono MJ, Tamayo M, Phillips W et al. Gold medal volleyball: the training program and physiological profile of the 1984 Olympic champions. *Res Q Exerc Sport*. 1990;61: 196-200.
- Newton RU, Kraemer WJ, Häkkinen K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31: 323-30.
- Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SE. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol*. 1995;78: 976-89.
- Liu Y, Schlumberge A, Wirth K, Schmidbleicher D, Steinacker JM. Different effects on human skeletal myosin heavy chain isoform expression: strength vs. combination training. *J Appl Physiol*. 2003;94: 2282-88.
- Souza TMF, Borin JP, Gonelli PRG, Simões RA, Montebello MIL. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14: 513-7.
- Hoff J, Helgerud J, Wisloff U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31: 870-7.
- Bishop D, Jenkins DG, Mackinnon LT, McEnery M, Carey MF. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31: 886-91.
- Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004;38: 285-8. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*; 39: 273-277
- Altini Neto A, Pellegrinotti IL, Montebello MI. Efeitos de um programa de treinamento neuromuscular sobre o consumo de oxigênio e salto vertical em atletas iniciante de voleibol. 2006;12: 33-816.
- Borin JP, Gomes AC, Leite GS. Preparação desportiva: aspectos do controle da carga de treinamento nos jogos coletivos. *R. da Educação Física*. 2007;18: 97-105.
- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*. 1980;12: 175-81.
- Tebexreni AS, Lima EV, Tambeiro VL, Neto TLB. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações "versus" protocolo de rampa. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2001;3: 519-28
- Wasserman K, Hansen E, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. 3th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
- Drummond MJ, Vehrs PR, Schaajje GB, Parcell AC. Aerobic and resistance exercise sequence affects excess post exercise oxygen consumption. *J Strength Cond Res*. 2005;19: 332-37.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM et al. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med*. 2006;27: 483-92.
- Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Caldeira LFS, Yuzo FN, Papst RR, et al. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11: 34-8.