

A PARTICIPAÇÃO DOS GRUPOS MUSCULARES AGONISTAS E ANTAGONISTAS NA PRODUÇÃO DO TORQUE DO JOELHO EM ATLETAS DE VOLEIBOL

Fernanda Fernandes de Carvalho¹, Rubia C. Claro do Nascimento², Thais Helena de Freitas³, Charli Tortoza⁴

¹Universidade do Vale do Paraíba/Faculdade de Ciências da Saúde, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, nandanandes_sjc@yahoo.com.br

²Universidade do Vale do Paraíba/Faculdade de Ciências da Saúde, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, ru_litha@yahoo.com.br

³Universidade do Vale do Paraíba/Faculdade de Ciências da Saúde, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, tishelena@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal de São Carlos, charli_tortoza@yahoo.com.br

Resumo- O voleibol é uma modalidade que exige grandes ações dentro de quadra, dentre elas, os saltos, os deslocamentos, velocidade de movimento e capacidade de aceleração estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento da força e velocidade de contração muscular. Para se ter uma idéia do quanto um atleta é capaz de gerar força, testes com o dinamômetro isocinético avaliam a capacidade de produzir torque, que é o resultado da força X a distância do braço de alavanca. Neste estudo analisa-se através da dinamometria a participação dos grupos musculares agonista e antagonista na produção do torque extensor e flexor do joelho em 60°/s de velocidade de movimento em atletas de voleibol infanto-juvenis. E secundariamente relacionando os valores obtidos às posições dos jogadores dentro da quadra de voleibol. Os resultados indicaram que o torque extensor predominou em todos os atletas. E ainda, que diante formas específicas de treinamento, a atividade muscular pode ser modificada, mostrando que cada jogador possui adaptações do organismo de acordo com sua função dentro da quadra.

Palavras-chave: Voleibol, dinamômetro, pico de torque.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde

Introdução

O Voleibol foi introduzido nos Estados Unidos em 1895 por William C. Morgan. Inicialmente chamado "minonette", passou a ser denominado "volleyball" porque o objetivo principal do jogo era atirar a bola de um lado para o outro (volley), por cima da rede (RUSSO et al., 2001). Trata-se de uma modalidade desportiva que exige muito do atleta, pois o mesmo realiza um grande número de deslocamentos, corridas, saltos, rebatidas e quedas, normalmente com muita velocidade e força (MC GINNIS; VISSOKI; SILVA, 2002), principalmente tratando-se de um esporte de alto nível (MACHADO et al, 2003).

Esta intensa atividade motora dos atletas de voleibol e a execução dos inúmeros saltos realizados durante o jogo dependem de uma capacidade de saltabilidade bem desenvolvida e de uma resistência especial para saltar (CHIAPPA et al., 2001). Bosco (1990) afirma que a capacidade de salto, a velocidade de movimento e a capacidade de aceleração são indispensáveis,

sendo que esses fatores estão relacionados basicamente com o desenvolvimento da força e da velocidade de contração muscular.

Para mensurar a capacidade de produzir torques extensores e flexores do joelho pode-se utilizar testes por meio do dinamômetro isocinético (SCHENEIDER; RODRIGUES; MEYER, 2002; FONSECA et al., 2003; UGRINOWITSCH et al., 2000). Esses testes avaliam indiretamente a função muscular, pois possuem a capacidade de quantificar o torque articular resultante durante a movimentação de flexo-extensão do joelho. Durante essa análise, além da padronização da amplitude de movimento, espera-se que todos os indivíduos exerçam uma força próxima da máxima para cada velocidade e, por isso, torna-se um método de avaliação muito preciso.

O objetivo deste estudo foi analisar por meio da dinamometria a participação dos grupos musculares agonista e antagonista na produção do torque extensor e flexor do joelho em 60°/s de velocidade de movimento em atletas de voleibol infanto-juvenis. E secundariamente relacionar os valores obtidos às posições dos jogadores dentro da quadra de voleibol.

Materiais e Métodos

Este estudo encontra-se de acordo com os Princípios Éticos em Pesquisas. Seguiu as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), sob o protocolo de nº L084/2005/CEP.

Participaram deste estudo, realizado no Laboratório de Biodinâmica da Faculdade de Ciências da Saúde (FCS) – UNIVAP, 16 atletas de voleibol do sexo masculino, com idade média 18 anos \pm 1.6 anos, altura média de 191cm \pm 8cm, peso médio de 85,8Kg \pm 9Kg. Todos são praticantes da modalidade há mais de 4 anos e realizam a mesma quantidade de treinamento semanal (aproximadamente 25 horas).

Antes do início dos testes todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento que os informaram sobre os objetivos e procedimentos do estudo.

Para a mensuração do torque articular resultante foi utilizado um dinamômetro isocinético computadorizado (Biodex, Multi-joint System 3) e seus braços de alavancas para as pernas direita e esquerda.

Os participantes chegaram ao Laboratório com no mínimo 12 horas de repouso ou de intervalo entre qualquer sessão de treinamento.

Antes de iniciarem o teste os participantes fizeram um aquecimento de 10 minutos em uma bicicleta ergométrica (Queens, Vision Fitness), pertencente ao Laboratório de Reabilitação Cardiovascular da UNIVAP. O aquecimento foi feito com velocidade entre 70 e 80 rpm e com carga moderada, selecionada pelo próprio indivíduo. Após o aquecimento o indivíduo retornou imediatamente ao Laboratório de Biodinâmica; sentou na cadeira do dinamômetro, foi estabilizado com cintas nas regiões das cinturas escapular e pélvica, e posicionado de modo que o eixo do movimento de flexo-extensão do joelho coincidiu com o eixo de rotação do dinamômetro, tendo, por último, o membro a ser avaliado fixado no braço de alavanca.

Feito isso, todos os sujeitos foram instruídos a realizarem 6 movimentações concêntricas de extensão e flexão do joelho, com o máximo de força e velocidade, em modo isocinético de movimento e velocidade de 60°/s. Com exceção do aquecimento, todo procedimento foi repetido para a avaliação do membro oposto. A excursão angular foi de 60°, partindo de 90° de flexão, com a extensão anatômica do joelho definida como 0°.

No final, os indivíduos fizeram um alongamento da musculatura dos membros inferiores e foram dispensados.

Após a coleta de dados, os valores de torque extensor e flexor foram exportados para uma planilha eletrônica onde foram calculados os valores de pico de torque normalizados pelo peso corporal. A relação agonista/ antagonista, que é a porcentagem que os flexores atingem dos extensores, foi fornecida pelo próprio software do dinamômetro.

Em seguida esses valores foram divididos em grupos de acordo com a função e posição de cada jogador dentro da quadra de voleibol. De acordo com as funções esses atletas podem ser levantadores, atacantes e defensores (líbero), sendo que os atacantes podem ser de ponta, meio ou saída de rede, também chamados de opostos. Sendo assim, os grupos foram intitulados pontas, meios, opostos, levantadores e líbero.

A partir daí, os dados foram exportados para o programa Microcal Origin 6.0, onde foram calculados as médias e desvio padrão (DP). E também realizada a análise estatística, por meio do teste t-student, onde a significância foi $p \leq 0.05$.

Resultados

A Tabela 1 mostra os resultados da média da relação agonista / antagonista para os lados dominantes e não dominantes por grupo. Todos os grupos apresentaram um valor próximo dos 50%, sendo que os opostos apresentaram a maior relação que foi de 56.5% no lado dominante e o líbero apresentou a menor relação que foi de 45.8% no lado não dominante. Porém comparando os grupos nenhum resultado foi estatisticamente diferente.

Tabela 1- Relação agonista/ antagonista média e DP por grupos e lados dominante e não dominante

Grupos	Dominante		Não Dominante	
	Média %	DP	Média%	DP
Pontas	51.06	3.10	51.36	8.42
Opostos	56.50	10.45	51.98	7.97
Meios	48.80	5.21	48.10	4.31
Levantadores	46.47	5.25	47.63	6.44
Líbero	48.50	0.00	45.80	0.00

A Figura 1 mostra os resultados do pico do torque extensor por grupo. Ao comparar os lados dominantes com não dominantes de cada grupo, há uma diferença significativa apenas para os pontas ($p= 4.19536E-4$), sendo o lado dominante maior que o não dominante. Comparando o valor do pico do torque entre os grupos, os pontas,

meios e levantadores apresentaram um resultado significativamente maior em relação ao líbero para o lado dominante ($p= 2.61481E-6, 2.00386E-5, 0.01282$, respectivamente). E para o lado não dominante os meios e os levantadores apresentaram um resultado significativamente maior em relação aos pontas e o líbero ($p= 0.00475, 2.25436E-4, 0.00609, 3.74086E-4$).

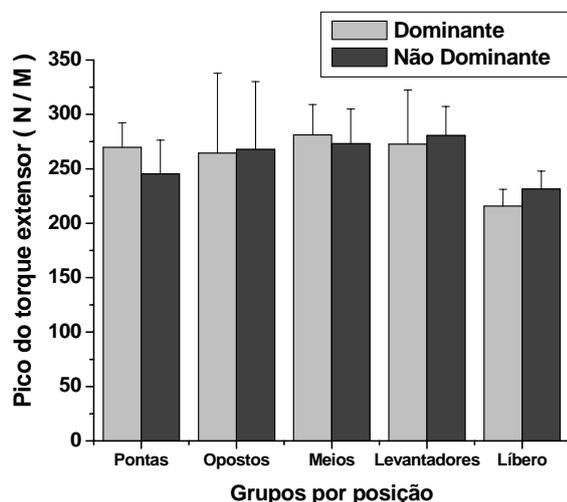


Figura 1- Gráfico mostrando os valores do pico do torque extensor médio e DP para os lados dominante e não dominante de cada grupo de atletas

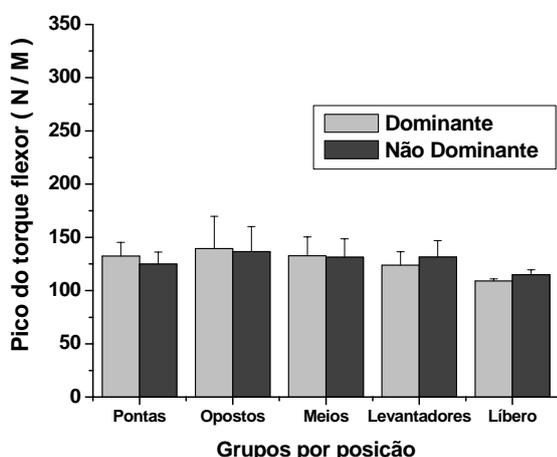


Figura 2- Gráfico mostrando os valores do pico do torque flexor médio e DP para os lados dominante e não dominante de cada grupo de atletas

Os resultados do pico do torque flexor por grupo são mostrados na Figura 2. Quando comparados os lados dominantes e não dominantes por grupo, pontas e levantadores apresentaram resultados inversos, sendo o pico do torque flexor do lado dominante maior que o lado não dominante para os pontas ($p= 0.02903$) e o o

pico do torque flexor do lado não dominante maior que o lado dominante para os levantadores ($p= 0.00497$). Comparando o valor do pico de torque flexor entre os grupos, todos apresentaram um resultado significativamente maior em relação ao líbero tanto para o lado dominante quanto para não dominante (pontas: $p= 1.35434E-4$ e 0.04784 ; opostos: $p= 0.02268$ e 0.03415 ; meios: $p= 0.00358$ e 0.03077 ; levantadores: $p= 0.01045$ e 0.01697 , sendo lados dominantes e não dominantes respectivamente). Além disso os pontas e os opostos também apresentaram um resultado significativamente maior no lado dominante em relação aos levantadores ($p= 0.03221$ e 0.04791 respectivamente).

Discussão

Diversos estudos quantificaram o torque extensor e flexor do joelho em diferentes populações (SCHNEIDER; RODRIGUES; MEYER, 2002; FONSECA et al., 2003; UGRINOWITSCH et al., 2000). Os principais resultados indicaram que o torque extensor predominou sobre o torque flexor, obtendo razão agonista/ antagonista de cerca de 50% (CESARELLI; BIFUNCO; BRACALE, 1999; FONSECA et al., 2003), assim como neste estudo, onde, de uma forma geral, todos os grupos apresentaram uma relação agonista/ antagonista próxima desse valor.

Os valores de pico de torque extensor e flexor de todos os grupos, exceto os opostos para a extensão, foram maior que o valor obtido pelo líbero. Em relação ao torque extensor, esse fato pode ser explicado pela capacidade de salto bem desenvolvida dos atletas, que em um set de voleibol realizam cerca de 170 à 190 saltos (FANTINI; HANS; 2003). Uma vez que o líbero não executa tarefas que necessitem saltar, a capacidade de produzir força muscular que, segundo Schneider (2002), pode ser induzida por adaptações do organismo, acaba sendo diminuída para a musculatura do quadríceps, já que ele não está adaptado à tarefas que exijam tanto dessa musculatura.

Devido a característica do posicionamento que o líbero executa em quadra, posicionamento este que exige que o atleta permaneça a maior parte do tempo em semiflexão de joelhos (CEI, 1999), esperava-se que o pico do torque flexor do líbero fosse igual ou maior em relação aos outros grupos, ou pelo menos que a relação agonista/ antagonista superasse a casa dos 50%, o que também não ocorreu. Por outro lado, o fato do valor do pico de torque também ser alto para a flexão indica uma boa resposta músculo esquelética, evitando que a cadeia extensora seja muito mais forte que a flexora evitando assim uma

sobrecarga e possível lesão (SCHNEIDER; RODRIGUES; MEYER, 2002).

Maestá (2000), diz em seu estudo que as adaptações que ocorrem no organismo frente a um treinamento vão variar de acordo com o tipo de treinamento e ainda, que as principais modificações observadas acontecem na musculatura que tem as características das fibras modificadas. Por isso acreditamos que treinos com cargas e velocidades são uma forma de estimulação para adaptações do organismo diante as exigências dinâmicas, permitindo a reestruturação morfológica que possibilita melhoras funcionais por parte dos atletas, sendo que, segundo Mizarbeigi (1999), o treinamento pode ser o fator mais importante na determinação do equilíbrio biomecânico das musculaturas. E ainda, enfatizando o uso contínuo de saltos e deslocamentos por parte dos jogadores de voleibol, o uso de cargas que preparam o organismo como as que possibilitam a exploração máxima das possibilidades fisiológicas, levam a alterações do volume de massa muscular e respostas neuromotoras (MOREIRA et al., 2004).

Conclusão

Neste estudo foi possível observar que os atletas que realizam saltos durante seus treinamentos e/ ou competições atingem um valor de pico de torque maior que os atletas que não realizam, e também que o pico de torque extensor é significativamente maior que o flexor levando a uma relação agonista/ antagonista com valores próximos a 50%.

Referências

- BOSCO, C. **Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista**. Revisado e adaptado por Jordi Matos Vila. Barcelona. Paidotribo, 1990.
- CEI, A. El Concepto de movimiento em los juegos deportivos. Características de la elaboración de la información y componentes de la actividad deportiva en el voleibol. **Stadium**. V.25, n.145, 1999.
- CESARELLI, M.; BIFULCO, P.; BRACALE, M. Quadriceps muscle activation in anterior knee pain during in isokinetic exercise. **Medical Engineering & Physics**. V.21, 1999. P.469-478.
- CHIAPPA, G.R. et al. **Fisioterapia nas lesões do voleibol: abordagem das principais lesões, seus tipos, fatores biomecânicos, aspectos especiais, preventivos e tratamento sob a ótica da fisioterapia**. São Paulo: Robi, 2001. 333p.
- FANTINI, C.H.; HANS, J.M. Análise de impactos e variáveis cinemática em aterrissagens. In: **Anais X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA**, 1, 2003, Ouro Preto, MG. P. 215-218.
- FONSECA, S.T. et al. Perfil de dinamometria isocinética da articulação do joelho de jogadores da seleção brasileira infanto-juvenil de voleibol masculino. In: **Anais X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA**, 1, 2003, Ouro Preto, MG. P. 339-342.
- MACHADO, D.B. et al. Análise comparativa dos picos de torques isocinéticos de rotadores externos e internos da articulação do ombro de jogadores de voleibol e não atletas. In: **Anais X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA**, 1, 2003, Ouro Preto, MG. P. 202-206.
- MAESTÁ, N. et al. Antropometria de atletas culturistas em relação à referência populacional. **Rev. Nutri**. V.13, n.2, 2000.
- MCGINNIS, P.M.; VISSOKY, J.; SILVA, M.G.F. **Biomecânica do esporte e exercício**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 403p.
- MIRZABEIGI, E. Et al. Isolation of the vastus medialis oblique muscle during exercise. **The American Journal of Sports Medicine**. V. 27, n.1, 1999.
- MOREIRA, A. et al. A dinâmica de alteração das medidas de força e o efeito posterior duradouro de treinamento em basquetebolistas submetidos ao sistema de treinamento em bloco. **Rev.Bras.Med.Esporte**. V. 10, n.4, 2004.
- RUSSO, A.F. et al. Abordagem cinesiológica e aspectos clínicos no movimento de ataque na prática do voleibol. **Fisioterapia Brasil**. V. 2, n.4, 2001. P. 253-258.
- SCHNEIDER, P.; RODRIGUES, L.; MEYER, F. Dinamometria computadorizada com metodologia de avaliação de força muscular de meninos e meninas em diferentes estágios de maturidade. **Rev. Paul. Ed. Física**. V.16, 2002. P.35-42.
- UGRINOWITSCH, C. et al. Capacidade dos testes isocinéticos em prever a "performance" no salto vertical em jogadores de voleibol. **Rev. Paul. Ed. Física**. V.14, n.2, 2000. P.172-183.