

Relação entre alterações posturais, prevalência de lesões e magnitudes de impacto nos membros inferiores em atletas de handebol

Artigo Original

Saray Giovana dos Santos¹

saray@cds.ufsc.br

Daniele Detanico¹

danieledetanico@gmail.com

Susane Graup¹

susigraup@yahoo.com.br

Diogo Cunha dos Reis¹

diogo.biomecnica@gmail.com

¹Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Dos Santos SG, Detanico D, Graup S, Dos Reis DC. Relação entre alterações posturais, prevalência de lesões e magnitudes de impacto nos membros inferiores em atletas de handebol. *Fit Perf J.* 2007;6(6):388-93.

RESUMO: Introdução: Este estudo descritivo objetivou analisar as relações entre desvios posturais, tempo de prática, número de lesões e magnitudes de impacto no joelho e no tornozelo na fase de aterrissagem do arremesso em suspensão no handebol. **Materiais e Métodos:** Participaram do estudo 9 atletas de uma equipe universitária, com média de idade de $22,2 \pm 1,4$ anos e tempo de prática de $7,1 \pm 2,7$ anos. Como instrumentos de medida, utilizou-se: um questionário; um protocolo de avaliação postural (PSU); e um acelerômetro triaxial. Os dados foram coletados no Laboratório de Biomecânica da UFSC e tratados mediante a estatística descritiva e a não-paramétrica. **Resultados:** Quanto aos desvios posturais, 4/9 dos atletas possuíam semiflexão do joelho e 3/9, pés abduzidos; quanto às lesões, o joelho (5/9) e o tornozelo (3/9) foram os segmentos mais acometidos; encontrou-se correlação significativa ($r_c=0,64$) entre o número de lesões e as magnitudes de impacto no tornozelo - eixo z e entre os desvios posturais e as magnitudes de impacto no tornozelo - eixo y ($r_c=0,71$). **Conclusão:** Os atletas caracterizam-se por joelhos semiflexionados e pés abduzidos; as magnitudes de impacto podem ser consideradas como um mecanismo de lesão, assim como um fator interveniente nas alterações posturais dos atletas de handebol.

Palavras-chave: postura, lesões esportivas, aceleração.

Endereço para correspondência:

Laboratório de Biomecânica – Centro de Desportos – UFSC – Campus Universitário da Trindade – Florianópolis - SC CEP 88040-900

Data de Recebimento: Outubro / 2007

Data de Aprovação: Outubro / 2007

Copyright© 2007 por Colégio Brasileiro de Atividade Física Saúde e Esporte.

ABSTRACT

Relation between posture changes, prevalence of injuries and impact magnitude on lower limbs as regards the handball athletes

Introduction: This descriptive study aimed to analyze the relations between posture changes, time of practice, number of injuries, impact magnitude on the knee and ankle as regards the landing of throw technique in handball. **Materials and Methods:** Nine university athletes aged 22.2 ± 1.4 years and time of practice 7.1 ± 2.7 years participated in this study. A questionnaire, the PSU postural evaluation and a triaxial accelerometer were used as instruments of measure. The data were collected in the UFSC Biomechanics Laboratory and were analyzed through descriptive and non-parametric statistics. **Results:** For posture changes, 4/9 athletes had knees in semi-flexion position and 3/9 had feet abducted. In relation to the injuries, the knee (5/9) and ankle (3/9) were the most affected body segments; the correlations between number of injuries and impact magnitude on the ankle – axis z ($r_c=0.64$) and between posture changes and impact magnitude on the ankle – axis y ($r_c=0.71$) showed some statistical significance. **Conclusion:** The athletes are characterized for knees in semi-flexion position and abducted feet; the impact magnitude can be considered as an injury mechanism, as well as an intervening factor in the posture changes of the handball athletes.

Keywords: posture, athletic injuries, acceleration.

INTRODUÇÃO

Além da investigação acerca da análise da técnica desportiva, uma das preocupações de estudiosos da área esportiva está em identificar os limites do desgaste do corpo humano e as características das cargas mecânicas que esse suporta, em diferentes modalidades esportivas.

Dentre os vários fatores que geram desgastes na estrutura física de atletas, os freqüentes impactos advindos das quedas que, segundo Roquette¹, não são exclusivas de esportes de combate, são os grandes vilões dos atletas cujas modalidades possuem fundamentos impactantes. Geralmente, envolvem situações de colisões do corpo contra uma superfície externa fixa, como um choque contra uma estrutura de uma quadra ou uma queda no solo. Também pode ocorrer quando o corpo em movimento colide com um segundo corpo que está livre para se mover ou está se movendo (desporto coletivo em geral). Neste sentido, os esportes que contêm fundamentos que exigem impactos (handebol, voleibol, basquetebol, ginástica olímpica, judô, dentre outros) são aqueles nos quais os praticantes estão mais suscetíveis a lesões, decorrentes das colisões resultantes das ações motoras.

No caso do handebol, o arremesso em suspensão é um dos fundamentos mais utilizados em treinos e jogos², sendo a aterrissagem do arremesso a fase de colisão contra uma superfície externa fixa, na qual o corpo é submetido a forças com rápida desaceleração, isto é, forças impactantes³. Tais forças, segundo Derrick⁴, atuam individualmente nos segmentos corporais que recebem o impacto e, logo após, são transmitidos através do sistema esquelético para o restante do corpo, podendo ocasionar choque nas articulações. Ainda Radin *et al.*⁵, já há mais de três décadas, consideravam o carregamento impulsivo repetitivo no corpo humano, uma possível causa de quebra de cartilagens e degeneração de articulações.

No voleibol, de acordo com Kollath⁶, são realizados uma média de 170 a 190 saltos por set, dado este que reforça o estudo de Ger-

RESUMEN

Relación entre alteraciones posturales, prevalencia de lesiones y magnitudes de impacto en los miembros inferiores en atletas de balonmano

Introducción: Este estudio descriptivo objetivó analizar las relaciones entre desvíos posturales, tiempo de práctica, número de lesiones y magnitudes de impacto en la rodilla y en el tobillo en la fase de aterrizaje del lanzamiento en suspensión en el balonmano. **Materiales y Métodos:** Participaron del estudio 9 atletas de un equipo universitario, con media de edad de $22,2 \pm 1,4$ años y tiempo de práctica de $7,1 \pm 2,7$ años. Como instrumentos de medida, se utilizó: un cuestionario; un protocolo de evaluación postural (PSU); y uno acelerómetro triaxial. Los datos habían sido colectados en el Laboratorio de Biomecánica de la UFSC y analizados mediante a estadística descriptiva y no paramétrica. **Resultados:** Cuanto a los desvíos posturales, 4/9 de los atletas poseían semiflexión de la rodilla y 3/9, pies abducidos; cuanto a las lesiones, la rodilla (5/9) y el tobillo (3/9) fueron los segmentos más acometidos; se encontró correlación significativa ($r_c=0,64$) entre el número de lesiones y las magnitudes de impacto en el tobillo - eje Z y entre los desvíos posturales y las magnitudes de impacto en el tobillo - eje Y ($r_c=0,71$). **Conclusión:** Los atletas se caracterizan por rodillas semiflexionadas y pies abducidos; las magnitudes de impacto pueden ser consideradas como un mecanismo de lesión, así como un factor intervector en las alteraciones posturales de los atletas de balonmano.

Palabras clave: postura, lesiones deportivas, aceleración.

berich *et al.*⁷ que, ao investigarem atletas de voleibol, encontraram que a seqüência de salto e aterrissagem (bloqueio e cortada) era responsável por 63% de todas as lesões. Destas, 61% ocorriam na articulação do joelho e cerca de 90% de todas as lesões sofridas pelos atletas foram concentradas nas extremidades baixas.

No basquetebol, segundo Hagedorn⁸, cada jogador faz, com esforço máximo, 2 a 3 saltos verticais por minuto efetivo do jogo, correspondendo a cerca de 80 a 100 saltos por partida, o que justifica as lesões neste esporte.

Além das lesões propriamente ditas, as especificidades de cada modalidade acabam por gerar desequilíbrios musculares, os quais podem gerar alterações posturais, devido à necessidade do organismo se reorganizar em cadeias musculares de compensação^{9,10}. Tais desequilíbrios podem ser evidenciados pela repetição excessiva de determinados tipos de atividade com posições e movimentos habituais e/ou por períodos e sobrecargas de treinamento. Quando isso ocorre provoca um processo de adaptação orgânica que resulta em efeitos deletérios para a postura, o que, adicionado a gestos específicos do esporte e erros na técnica de execução dos movimentos, podem aumentar a prevalência de lesões¹¹.

As alterações posturais nos atletas ocorrem porque o treinamento intenso e repetitivo de uma modalidade esportiva proporciona hipertrofia muscular e diminuição da flexibilidade, causando desequilíbrio entre a musculatura agonista e a antagonista, favorecendo a instalação de alterações posturais¹². Com isso, os esportes de alto nível caracterizam-se por determinar padrões corporais específicos à modalidade praticada que extrapolam as barreiras geopolíticas, sociais e culturais¹³, resultado da exposição a uma rotina intensa e específica de treinamento, típica de cada desporto, produzindo um resultado estético peculiar à modalidade, que pode se apresentar sob forma de alterações posturais. O excesso de treinamento contribui para esse quadro, pois, em decorrência do

superuso, podem ocorrer microtraumas devidos ao atrito contínuo entre 2 ou mais estruturas, levando a quadros de condromalacia, tendinites, bursites, lombalgias e até fraturas¹⁴.

Deste modo, vislumbrando contribuir com técnicos e atletas de handebol, mediante diferentes análises (postural, lesões e magnitudes de impactos), este estudo pretende responder a seguinte questão: será que há relação entre desvios posturais, lesões e magnitudes de impactos nos membros inferiores provenientes da aterrissagem do arremesso em suspensão em atletas de handebol?

Para responder tal questão, objetivou-se investigar as relações entre desvios posturais, lesões e magnitudes dos impactos nos membros inferiores dos atletas de handebol e, mais especificamente: (a) verificar a incidência e os locais de lesões acometidas nos atletas de handebol nos últimos 2 anos; (b) identificar os desvios posturais nos atletas de handebol; (c) identificar as magnitudes de impacto nos membros inferiores dos atletas, na aterrissagem do arremesso em suspensão no handebol; e (d) relacionar os desvios posturais, o número de lesões e as magnitudes de impacto nos membros inferiores na fase de aterrissagem do arremesso em suspensão em atletas amadores de handebol.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo, inerente a um projeto macro denominado "Análise biomecânica em atletas de diferentes modalidades esportivas", caracterizou-se por um estudo descritivo, utilizando procedimentos técnicos de uma pesquisa de inter-relações.

Fizeram parte deste estudo, escolhidos intencionalmente, 9 atletas de handebol, integrantes de uma equipe universitária, cujas características médias foram: idade $22,2 \pm 1,4$ anos; massa corporal $83,19 \pm 10,12$ kg; estatura $1,82 \pm 0,07$ m e tempo de prática $7,1 \pm 2,7$ anos.

Foram utilizados os seguintes instrumentos de medidas:

a) um questionário construído especificamente para investigar o perfil e o histórico de lesões das atletas, o qual continha 7 questões abertas, 3 fechadas e 11 mistas, submetido a um processo de validação com 3 professores doutores, obtendo um índice de validade de 93% e a clareza, testada por 3 atletas, obteve um índice de 100%;

b) um protocolo de avaliação postural da Portland State University (PSU), adaptado por Althoff *et al.*^{15,16}, para o qual se utiliza os sentidos visuais para detecção de assimetrias e possíveis desvios posturais entre os segmentos corporais. Por meio deste, quantifica-se o Índice de Correção Postural (ICP) do avaliado mediante equações matemáticas, definindo-se um escore diagnóstico (total e por regiões corporais), no qual adota-se como critério de avaliação a seguinte escala: 5 – ausência de desvio; 3 – desvio leve; 1 – desvio acentuado. O instrumento avalia 4 regiões corporais nos planos sagital e frontal: cabeça e pescoço - RCP; coluna dorsal e lombar - RCDL; abdome e quadril - RAQ; e membros inferiores - RMI. O cálculo do ICP foi obtido pela soma dos escores regionais, dividindo pela constante 75 e multiplicando por 100. Para este estudo foi utilizada, separadamente, apenas a região de membros inferiores (RMI), que considera no plano sagital o alinhamento da articulação do joelho e no plano frontal o alinhamento do joelho e dos pés em 2 momentos, bem como o ICP. O cálculo do RMI foi encontrado a partir da fórmula proposta no protocolo, na qual somaram-se os escores relativos a cada parte dos membros inferiores descritas anteriormente, multiplicando-se pela constante 20 e, posteriormente, dividindo-se

o resultado por 100. No que se refere à classificação da postura corporal utilizando o PSU, considerou-se o percentual de até 85% para adultos como aceitável para uma boa postura corporal.

c) um acelerômetro triaxial (transdutor piezoelétrico) do Tipo 4321 da Brüel & KjaerTM, confeccionado de titânio, com dimensões de 28,6mm x 28,6mm x 17mm, com capacidade máxima de choque de 1000g (aceleração da gravidade) para medir as acelerações ($m.s^{-2}$) resultantes das colisões dos segmentos corporais com o solo. Para a amplificação dos sinais foram utilizados 3 pré-amplificadores de carga, um para cada eixo (x - ântero-posterior; y - vertical; e z - latero-lateral), modelo 2635 da Brüel & KjaerTM e, para a aquisição de sinais, foi utilizado o módulo MCS 1000 da Lynx[®] composto por 16 canais de até +10 V, processados pelo programa de Aquisição de Sinais AqDados 7.02 e analisado pelo programa de análise AqDAnalysis 7.

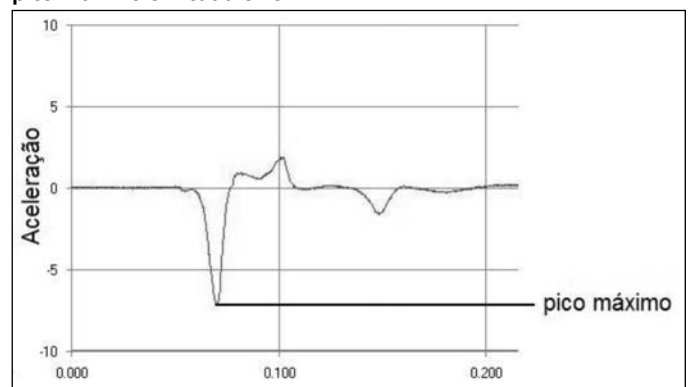
Os dados foram coletados no Laboratório de Biomecânica do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, após assinatura no termo de consentimento livre esclarecido conforme exigências no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC, processo aprovado sob o n.º. 73/2007.

Após o preenchimento do questionário realizou-se a avaliação postural, para a qual foram capturadas 2 fotografias (plano sagital e plano frontal/vista posterior) por meio de uma câmera digital modelo DSC P32 Sony[®], estando os atletas descalços, com roupa de banho e em posição ortostática ao lado de um fio-de-prumo. A análise das imagens foi realizada por meio do software Corel Photo-Paint 9[®].

Para mensurar as magnitudes de impacto, o acelerômetro foi fixado no joelho (sobre a articulação tíbio-femural) e no tornozelo (próximo ao maléolo lateral) na perna de preferência para o amortecimento da aterrissagem do atleta. Para a fixação do acelerômetro e dos cabos, utilizou-se fita elástica, de tal modo que permitisse os movimentos de forma mais natural possível e que ao mesmo tempo não houvesse oscilação do instrumento. Foram captados sinais de 10 aterrissagens válidas para cada segmento corporal. Os sinais advindos do acelerômetro nas 3 direções, x, y e z, passaram por intermédio de cabos, um para cada direção de eixo, para pré-amplificadores respectivos acoplados a um sistema de terminais com divisores onde o sinal foi adquirido. Para a análise considerou-se os picos das curvas obtidas em cada eixo, conforme exemplo na Figura 1.

Para o tratamento dos dados utilizou-se estatística descritiva (média, desvio padrão, coeficiente de variação, crosstab e frequência simples) e estatística não-paramétrica, por meio da correlação de Spearman a $p \leq 0,05$.

Figura 1 - Exemplo do critério adotado para obter o valor do pico máximo em cada eixo



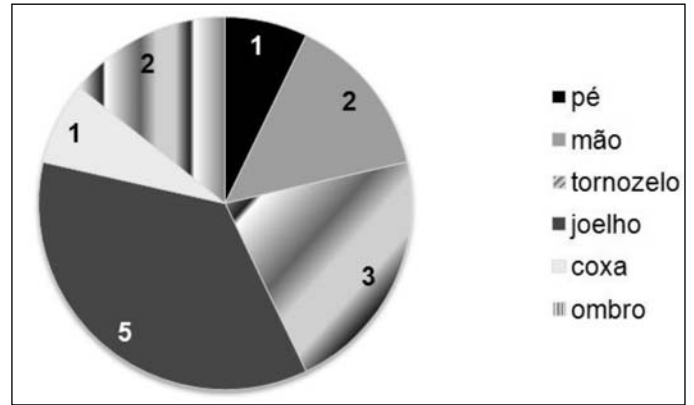
RESULTADOS

Para melhor entendimento, os resultados serão apresentados conforme os objetivos do estudo. Deste modo, inicialmente foi identificado, segundo a recordação dos atletas, a incidência e o local de lesões que os atletas foram acometidos nos últimos 2 anos, conforme apresentado na Figura 2. Nesta figura verifica-se que, dentre os segmentos lesionados, o joelho (5/9) e tornozelo (3/9) foram os segmentos mais comprometidos e, segundo os atletas, os mecanismos causadores de lesão mais freqüentes foram a finta, a marcação, a repetitividade de arremessos e o impacto contra o solo.

O segundo objetivo do estudo foi identificar os desvios posturais nos atletas de handebol, cujos resultados, de acordo com o protocolo do PSU, estão apresentados na Tabela 1. Nesta tabela verifica-se que 5/9 dos atletas avaliados apresentaram algum tipo de desvio. Considerando-se os índices das regiões corporais obtidos pelo PSU, 2/9 apresentam desvio na região de cabeça e pescoço (RCP), 1/9 apresenta desvio na região da coluna dorsal e lombar (RCDL) e 3/9 apresentam desvio na região de membros inferiores (RMI). Por outro lado, considerando os escores das partes dos membros inferiores, observa-se que 1/9 apresentou desvios no arqueamento dos joelhos (joelho valgo), 3/9 na direção dos pés (pontas abduzidas), 2/9 nos arcos plantares (pés planos) e 4/9 na linearidade dos joelhos (semiflexão). De acordo com o ICP, 2/9 atletas apresentam níveis de desvio não-aceitáveis para uma boa postura.

O terceiro objetivo do estudo foi identificar as magnitudes de impacto nos segmentos corporais de joelho e tornozelo nos três eixos (x, y, z), cujos resultados estão contidos na Tabela 2. Observando esta tabela, verifica-se que os maiores valores médios se apresentaram na articulação do tornozelo, principalmente no eixo x (ântero-posterior), sendo que esse eixo é o que apresenta também os maiores valores na articulação do joelho.

Figura 2 - Número e local de lesões sofridas pelos atletas de handebol nos últimos dois anos



O último objetivo do estudo foi relacionar os desvios posturais, o número de lesões e as magnitudes de impacto nos joelhos e nos tornozelos na fase de aterrissagem do arremesso em suspensão em atletas amadores de handebol. Inicialmente, para correlacionar desvios posturais com as demais variáveis, optou-se por categorizar os desvios em "ter desvio" e "não ter desvio", além de utilizar o IC e o RMI. Os resultados referentes às correlações entre desvios posturais (categorizados, ICP e RMI) e lesões estão apresentados na Tabela 3. De acordo com os resultados contidos nesta tabela, verifica-se que não se encontrou correlação significativa entre lesões e as variáveis.

Quanto as correlações entre as magnitudes de impacto nos segmentos corporais de joelho e tornozelo nos eixos x, y e z com as demais variáveis, os resultados estão apresentados na Tabela 4. Nesta tabela verifica-se que houve correlação significativa entre os desvios posturais categorizados e o impacto no tornozelo no

Tabela 1 - Percentual da região avaliada e freqüência de desvios posturais por regiões corporais (RMI e ICP) dos atletas de handebol

| Variáveis | f | Escore Brutos (%) | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Regiões corporais | RCP | 2 | 92 | 92 | 100 | 92 | 100 | 92 | 92 | 84* | 84* |
| | RCDL | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 87 | 87 | 87 | 87 | 73* |
| | RAQ | 0 | 100 | 87 | 100 | 100 | 87 | 100 | 87 | 100 | 87 |
| | RMI | 3 | 100 | 100 | 100 | 90 | 90 | 100 | 80* | 70* | 60* |
| Partes do membro inferior – RMI | Linearidade dos joelhos | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3* | 5 |
| | Direção dos pés | 3 | 5 | 5 | 5 | 3* | 5 | 5 | 3* | 5 | 3* |
| | Arcos Plantares | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3* | 3* |
| | Arqueamento dos joelhos | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 3* | 3* | 3* |
| Índice Geral | ICP | 2 | 98 | 95 | 100 | 96 | 91 | 95 | 84* | 85 | 76* |

Onde: RCP - % da cabeça e pescoço; RCDL - % região da coluna dorsal e lombar; RAQ - % região de abdome e quadril; RMI - % região de membros inferiores; ICP - % Índice de correção postural * <85%

Tabela 2 - Magnitudes de impacto nos segmentos corporais de joelho e tornozelo distribuídas por eixos (x – antero-posterior; z – latero-lateral; y - vertical)

| Variável | Tornozelo | | | Joelho | | |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Eixo x (g) | Eixo y (g) | Eixo z (g) | Eixo x (g) | Eixo y (g) | Eixo z (g) |
| Média | 59,82 | 21,33 | 46,17 | 27,4 | 13,2 | 18,32 |
| SD | 22,37 | 12,58 | 24,51 | 8,27 | 4,96 | 5,66 |
| CV | 37,39 | 58,97 | 53,08 | 30,19 | 37,57 | 30,89 |
| Mínimo | 27,32 | 5,09 | 19,35 | 15,21 | 4,78 | 11,57 |
| Máximo | 85,71 | 47,41 | 102,05 | 40,59 | 21,49 | 29,89 |

eixo z (latero-lateral) e entre as lesões e o impacto no tornozelo no eixo y (vertical).

DISCUSSÃO

Tabela 3 - Correlação entre os desvios posturais (categorizados, ICP e RMI) e lesões em atletas de handebol

| Variáveis | R | p |
|------------------------------|--------|-------|
| Lesões X Desvio categorizado | 0,134 | 0,718 |
| Lesões X ICP | -0,159 | 0,683 |
| Lesões X RMI | -0,238 | 0,538 |

A prevalência de lesões (Figura 2) reportadas pelos atletas nos últimos 2 anos, principalmente nos membros inferiores e os mecanismos causadores, vão ao encontro dos achados de Alloza e Ingham¹⁷, ao verificarem que o joelho, a perna e o tornozelo foram os locais anatômicos mais acometidos de lesões em atletas de handebol. Em adição, Seil *et al.*¹⁸ encontraram joelho e ombro como locais mais incidentes de lesões, sendo que 19/35 lesões diagnosticadas no ombro e 16/30 lesões verificadas no joelho tiveram o excesso de uso (*overuse*) como mecanismo predominante. Em adição, Eijnisman *et al.*¹⁹ encontraram associação entre as lesões músculo-esqueléticas no ombro de atletas de handebol com o número excessivo de arremessos.

Outro fator que precisa ser considerado, diante dos resultados obtidos a partir do questionário aplicado aos atletas deste estudo, diz respeito à questão temporal no qual as lesões ocorreram, pois, segundo Pereira²⁰, as pessoas só recordam, com precisão razoável, moléstias de menor gravidade por um período não superior a 15 dias. Não obstante, no estudo de Pastre *et al.*²¹, os quais compararam resultados de informações fornecidas em um Inquérito de Morbidade Referida (IMR) com dados de prontuários clínicos, foi possível concluir que aplicação do IMR retroagindo um período de uma temporada de treinamento (aproximadamente 8 meses) pode ser considerado dentro de um limite de confiança aceitável.

No que concerne à avaliação postural dos atletas, de uma maneira geral os membros inferiores estão com padrões diferentes da normalidade. No entanto, comparando a estudos realizados com atletas de elite, pode-se apontar que os atletas participantes deste estudo estão aquém do padrão de anormalidade, característicos do gesto motor da modalidade. Este fato pode ser justificado pelas características da prática dos mesmos, ou seja, amadora com treinamento 2 vezes por semana e pelo tempo de prática heterogêneo do grupo (CV=38%).

Com relação à postura corporal no desporto, Magee¹⁰ afirma que os esforços repetitivos por um longo período, como é o caso dos fundamentos esportivos, podem acarretar adaptações crônicas no

organismo, ou seja, acabam gerando um desequilíbrio muscular para compensar a postura defeituosa.

Neto Jr. *et al.*¹³ analisaram as alterações posturais em atletas de atletismo do sexo masculino e encontraram desvios posturais, que podem estar associados à repetitividade do movimento, principalmente na corrida em curva da pista de atletismo, onde se solicita muito da articulação do quadril para manter a velocidade com simultânea mudança de direção em função da força gravitacional.

Outros pesquisadores relacionaram a prática na modalidade esportiva com alterações na postura corporal de atletas, como Nagy *et al.*²², ao analisarem a postura corporal em triatletas, e Santos²³, ao associar o tipo de prática (uni e bilateral) com os desvios da coluna vertebral apresentados por judocas.

Muito embora, segundo Sizer *et al.*²⁴, grande parte das alterações posturais é decorrente da característica dos gestos motores e da forma como o treinamento é feito, já que alterações mecânicas e fisiológicas estão diretamente relacionadas com a atividade que o indivíduo desempenha, parece que para os participantes deste estudo este fato ainda não é visível.

No que diz respeito às magnitudes de impacto nos segmentos corporais de joelho e tornozelo nos 3 eixos (x, y, z), apresentados na Tabela 2, vale ressaltar que, mesmo estando as magnitudes dos impactos em todos os eixos e nos 2 segmentos com alta variabilidade (CV entre 30% e 58%), ao se utilizar o critério de Macaulay²⁵ para a tolerância do corpo inteiro às vibrações transitórias, pode-se afirmar que as magnitudes obtidas no tornozelo e no joelho dos atletas durante a aterrissagem do arremesso em suspensão (<100g) estão em nível de não causadoras de lesões.

Vale ressaltar que o critério utilizado não apresenta o tempo total diário de exposição permitida, como citam normas específicas de vibrações periódicas, como é o caso das ISO 5349(1986) e ISO 2631(1985), que trazem ao tempo de tolerância, limites para as exposições em diferentes frequências e acelerações para mãos, braços e corpo todo de trabalhadores. No entanto, não se pode utilizar como parâmetro as normas ISO citadas, visto que o fenômeno estudado trata de impactos, o que resulta em vibrações transitórias e não-periódicas.

Ademais, torna-se difícil afirmar qual o número de impactos que seriam necessários para que causassem lesões em um atleta, pois, além da magnitude desses impactos, outros fatores de interferência devem ser levados em consideração, tal como a performance técnica do executante. Neste sentido, Porti *et al.*²⁶ apontam que a fase de aterrissagem do arremesso em suspensão no handebol pode ser executada com um ou ambos os pés em contato com o solo. Ao ser executada com os 2 pés há um aumento da área de contato, distribuindo as forças de impacto entre os membros inferiores²⁷. Contudo, Huston *et al.*²⁸ verificaram que em ângulos menores de flexão do joelho na aterrissagem, menor foi a força de

Tabela 4 - Correlação entre as magnitudes de impacto nos segmentos corporais de joelho e tornozelo nos eixos x, y e z com desvios posturais categorizados e lesões

| Variáveis | Tornozelo | | | | | | Joelho | | | | | |
|-------------------|------------|-------|------------|--------|------------|--------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | Eixo x (g) | | Eixo y (g) | | Eixo z (g) | | Eixo x (g) | | Eixo y (g) | | Eixo z (g) | |
| | r | p | r | p | r | p | r | p | r | p | r | p |
| Desvios posturais | 0,365 | 0,334 | 0,456 | 0,217 | 0,639 | 0,044* | 0,274 | 0,476 | 0,091 | 0,815 | 0,274 | 0,476 |
| Lesões | 0,188 | 0,628 | 0,710 | 0,032* | 0,094 | 0,810 | 0,342 | 0,368 | 0,239 | 0,535 | 0,145 | 0,709 |

ICP – Índice de Correção Postural

RMI – Índice de desvio na região de membros inferiores

reação do solo obtida e, conseqüentemente, menor sobrecarga na articulação do joelho. Para Coelho *et al.*²⁹, o processo de amortecimento tem por objetivo manter o contato com o solo o maior tempo possível, a fim de que a maior parte da energia seja dissipada.

Quanto às correlações entre as variáveis, o fato de ter sido encontrada correlação significativa entre os desvios posturais categorizados e o impacto no tornozelo no eixo z (latero-lateral) e entre as lesões e o impacto no tornozelo no eixo y (vertical), são achados que vão ao encontro da literatura no sentido de ratificar os achados de Sizer *et al.*²⁴, quando afirmam que grande parte das alterações posturais em atletas é decorrente da característica dos gestos motores e da forma como o treinamento é feito, bem como Santos *et al.*³ que, partindo de magnitudes de impactos medidas nas aterrissagens das cortadas em atletas de voleibol e se utilizando de cálculos analíticos, simulou que um atleta em aterrissagem após uma cortada, tendo uma massa corporal de 60kg, com variação do deslocamento vertical do centro de massa de 0,4m, com uma velocidade de 2,8m.s⁻¹, ele estará submetendo o seu tornozelo a uma força de impacto de aproximadamente de 1784,37N.

Partindo do resultado simulado por Santos *et al.*³, e tendo em vista a repetitividade dos impactos durante sessões sistemáticas de treinamento, pode-se utilizar de Silvestre & Lima³⁰ ao afirmarem que a repetitividade de impactos acarreta acometimento de lesões por sobrecarga que afetam principalmente o joelho e a coluna lombar.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, e respeitando as limitações do estudo, conclui-se que:

- houve pouca incidência de lesões nos últimos 2 anos, segundo os atletas. Mesmo assim, os membros inferiores foram os segmentos mais comprometidos, sendo a repetitividade de arremessos e os impactos contra o solo os mecanismos causadores das lesões mais citadas pelos atletas;
- mesmo que alguns atletas tenham apresentado desvios posturais leves em diferentes regiões corporais, tais como cabeça, a região da coluna (dorsal e lombar) e membros inferiores, de acordo com o ICP, apenas 2 atletas apresentaram níveis de desvio não-aceitáveis para uma boa postura;
- as maiores exigências, em termos de magnitudes de impactos, tanto no joelho quanto no tornozelo, foram no sentido ântero-posterior;
- apesar do perfil amador dos atletas participantes do estudo, caracterizado pela heterogeneidade no tempo de prática e nas magnitudes dos impactos, parece que a repetitividade dos impactos medidos no tornozelo, especificamente no sentido latero-lateral, teve relação com a incidência de desvios posturais. Da mesma forma, parece que as magnitudes de impacto, medidas no sentido ântero-posterior, estão contribuindo para o acometimento de lesões.

Muito embora os atletas avaliados não tenham apresentado grande incidência de lesões e desvios posturais preocupantes, nem magnitudes dos impactos com níveis causadores de lesões, e ainda sejam integrantes de uma equipe amadora, o que resulta em treinamento com menor exigência quando comparados com

equipes de alto nível, os dados apontam para a necessidade de tomada de decisões que agilizem a melhoria do treinamento físico e do técnico a fim de minimizar os efeitos acumulativos das sobrecargas ao longo dos anos de treinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Roquette J. Sistematização e análise das técnicas de controle das quedas no judô ("ukemis"). *Rev Ludens*. 1994 abr-jun;14(2):45-53.
- Moraes AM, Bechis MJ, Siqueira R. Tipos de impulsões utilizadas no arremesso em suspensão no handebol. *Anais do I Congresso de Ciência do Desporto*. Campinas; 2005.
- Santos SG, Piucco T, Reis D. Fatores que interferem nas lesões de atletas amadores de voleibol. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2007;9:189-95.
- Derrick TR. The effects of knee contact angle on impact forces and accelerations. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(5):832-7.
- Radin EL, Paul IL, Rose RM. Role of mechanical factors in pathogenesis of primary osteoarthritis. *Lancet*. 1972;4(1):519-21.
- Kollath E. *Bewegungsanalyse in den sportpielen*. Köln: Sport & Buch straub; 1996.
- Gerberich SG, et al. Analysis of severe injuries associated with volleyball activities. *Phys Sports Med*. 1987;15(8):75-9.
- Hagedorn G, Niedlich H, Schmidt G. *Das basketball-Handbuch*. Reinbeck: Rowolth Verlag; 1996.
- Bienfait M. *Os desequilíbrios estáticos: fisiologia, patologia e tratamento fisioterápico*. São Paulo: Summus; 1995.
- Magee DJ. *Avaliação músculo esquelética*. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2002.
- Swoboda L. *Alterações posturais em corredores de longa distância*. São Paulo: EEFUSP; 1995.
- Zito M. The adolescent athlete: a musculoskeletal update. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1983;5:20-5.
- Neto JR J, Pastre CM, Monteiro HL. Alterações posturais em atletas brasileiros do sexo masculino que participam de provas de potência muscular em competições internacionais. *Rev bras med esporte*. 2004;10(3):195-9.
- Marcondes E. Atividade física e crescimento. *J Pediatr*. 1985;7:51-60.
- Althoff SA, Heyden SM, Robertson LD. Back to the basics: whatever happened to posture? *J Phys Educ Rec Dance*. 1988;59(7):20-4.
- Althoff SA, Heyden SM, Robertson LD. Posture screening: a program that works. *J Phys Educ Rec Dance*. 1988;59(8):26-32.
- Alozza JFM, Ingham SJM. Handebol. In: Cohen M, Abdalla RJ. *Lesões nos esportes - diagnóstico, prevenção e tratamento*. São Paulo: Revinter; 2003.
- Seil R, Rupp S, Siebert T, Kohn D. Sports Injuries in Team Handball. *Am J Sports Med*. 1998;26(5):681-7.
- Ejnisman B, Andreoli CV, Carrera EF, et al. Lesões músculo-esqueléticas no ombro do atleta: mecanismo de lesão, diagnóstico e retorno à prática esportiva. *Rev bras ortop*. 2001;36(10):389-93.
- Pereira MG. *Epidemiologia: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.
- Pastre CM, Carvalho Filho G, Monteiro HL, Neto JR J, Padovani CR. Lesões desportivas no atletismo: comparação entre informações obtidas em prontuários e inquéritos de morbidade referida. *Rev bras med esporte*. 2004;10(1):1-8.
- Nagy E, Toth K, Janositz G, Kovacs G, Feher-Kiss A, Angyan L, et al. Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *Eur J Appl Physiol*. 2004;92(4):407-13.
- Santos SG. A influência da prática do judô na postura de atletas do sexo masculino do estado do Paraná. [Dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 1993.
- Sizer PS, Cook C, Brismée JM, Dedrick L, Phelps V. Ergonomic pain – Part 1: Etiology, Epidemiology and Prevention. *Pain Pract*. 2004;4(1):42-53.
- Macaulay, M. *Introduction to impact engineering*. London: Chapman and Hall; 1987.
- Pori P, Bon M, Sibila M. Jump shot performance in team handball: a kinematic model evaluated on the basis of expert modelling. *Kinesiology*. 2005;37(1):40-9.
- Pappas E, Hagins M, Sheikhzadeh A, Nordin M, Rose D. Biomechanical differences between unilateral and bilateral landings from a jump: gender differences. *Clin J Sport Med*. 2007;17(4):263-8.
- Huston LJ, Vibert B, Ashton-Miller JA, et al. Gender differences in knee angle when landing from a drop-jump. *Am J Knee Surg*. 2001;14:215-20.
- Coelho G, Trivia RC, Piucco T, Reis DC, Graup S, Silva LP, et al. Relações entre tempo e magnitudes de impactos nas aterrissagens de bandejas e rebotes no basquetebol. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Rio Claro: UNESP; 2007.
- Silvestre MV, Lima WC. Importância do Treinamento Proprioceptivo na Reabilitação de Entorse de Tornozelo. *Fisio Mov*. 2003;16:27-33.