

Influência de implementos para o tornozelo nas respostas biomecânicas do salto e aterrissagem no basquete

Isabel de C.N. Sacco¹, Henrique Yuji Takahasi¹, Ângela Agostini Vasconcellos¹, Eneida Yuri Suda¹, Tatiana de Almeida Bacarin¹, Carla Sonsino Pereira¹, Linamara Rizzo Battistella², Cristianne Kavamoto², José Augusto Fernandes Lopes² e Jeane Cintra Peixoto de Vasconcelos²

RESUMO

Fundamentos e objetivo: O segmento mais freqüentemente lesado no basquetebol é o tornozelo, sendo a entorse por inversão a lesão mais comum. Para evitá-la, é comum o uso de implementos. O objetivo deste estudo foi avaliar a força reação do solo (FRS) em jogadores de basquete durante execução do salto em três situações: uso de tênis, bandagem e tênis, e tênis e órtese tipo *Aircast*. **Métodos:** Oito atletas foram analisados durante o salto, através de uma plataforma de força, nas três situações citadas, para análise das componentes vertical e horizontal médio-lateral da FRS. **Resultados e conclusão:** Não houve diferença estatística significativa entre as três situações na componente vertical da FRS durante o salto, embora o uso de bandagem tenda a apresentar, na impulsão, maiores valores do pico de força vertical ($3,10 \pm 0,46\text{PC}$; $3,01 \pm 0,39\text{PC}$; $3,03 \pm 0,41\text{PC}$) e do gradiente de crescimento (GC) ($12,33 \pm 12,21\text{PC}$; $8,16 \pm 3,89\text{PC}$; $8,46 \pm 3,85\text{PC}$), e durante a aterrissagem, menores valores de pico de força vertical ($5,18 \pm 1,35\text{PC}$; $5,56 \pm 1,31\text{PC}$; $5,49 \pm 1,44\text{PC}$) e do GC ($88,83 \pm 33,85\text{PC}$; $95,63 \pm 42,64\text{PC}$; $94,53 \pm 31,69\text{PC}$). Durante a impulsão, a força medial do salto com *Aircast* foi significativamente menor que com tênis ($p = 0,0249$) e apresentou valor semelhante ao do uso da bandagem, enquanto a força lateral foi significativamente maior com a bandagem do que com tênis ($p = 0,0485$) e tendeu a ser maior do que o *Aircast*. Na aterrissagem o componente médio-lateral da FRS ficou inalterado nas três situações. Concluiu-se que a bandagem potencializou a força direcionada ao salto vertical durante a impulsão, porém não estabilizou tanto quanto o *Aircast* os movimentos de inversão e eversão do pé. Durante a aterrissagem, os implementos não foram efetivos para reduzir a força médio-lateral, mas com a bandagem, houve um tempo maior para absorção do impacto.

RESUMEN

Influencia de los implementos para el tobillo en las respuestas biomecánicas del salto y el aterrizaje en el basquetbol

Fundamentos y objetivo: EL segmento mas frecuentemente lesionado en el basquetbol es el tobillo, siendo la torsión por inversión interna la lesión mas común, para evitarla, es común el uso de ciertos implementos. El objetivo de este estudio fue el de evaluar

1. Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina – Universidade de São Paulo, São Paulo.
2. Laboratório de Marcha, Divisão de Medicina de Reabilitação – Hospital das Clínicas – FMUSP, São Paulo.

Recebido em 19/8/04. Aceito em 26/9/04.

Endereço para correspondência: Profa. Dra. Isabel de C.N. Sacco, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional – Faculdade de Medicina – USP, Rua Cipotânia, 51, Cidade Universitária – 05360-000 – São Paulo, SP, Brasil. Tel.: (11) 3091-7464; fax: (11) 3091-7462; e-mail: icsacco@usp.br

Palavras-chave: Força reação do solo. Bandagem. *Aircast*. Tênis. Salto vertical.

Palabras-clave: Fuerza de reacción del suelo. Vendaje. *Aircast*. Calzado deportivo. Salto vertical.

la fuerza de reacción del suelo (frs) en jugadores de basquetbol durante la ejecución del salto en tres situaciones: uso de calzado deportivo, uso de vendaje y calzado deportivo, uso de calzado deportivo y ortesis *Aircast*. **Métodos:** Ocho atletas fueron analizados durante el salto, a través de la plataforma de fuerza en las tres situaciones citadas para el análisis de los componentes vertical y horizontal medio lateral de la FRS. **Resultados y conclusión:** No hubo diferencia estadística significativa entre las tres situaciones en la componente vertical de la FRS durante el salto, ahora el uso del vendaje tiende a presentar en la impulsión mayores valores del pico de fuerza vertical. ($3,10 \pm 0,46\text{PC}$; $3,01 \pm 0,39\text{PC}$; $3,03 \pm 0,41\text{PC}$) y del gradiente de crecimiento (GC) ($12,33 \pm 12,21\text{PC}$; $8,16 \pm 3,89\text{PC}$; $8,46 \pm 3,85\text{PC}$), y durante el aterrizaje, menores valores del pico de fuerza vertical ($5,18 \pm 1,35\text{PC}$; $5,56 \pm 1,31\text{PC}$; $5,49 \pm 1,44\text{PC}$) e do GC ($88,83 \pm 33,85\text{PC}$; $95,63 \pm 42,64\text{PC}$; $94,53 \pm 31,69\text{PC}$). Durante la impulsión, la fuerza medial del salto con *Aircast* fue significativamente menor que con el calzado deportivo ($p = 0,0249$), y presentó un valor semejante al uso del vendaje, en cuanto a la fuerza lateral fue significativamente mayor con el vendaje que con el calzado deportivo ($p = 0,0485$) y tendió a ser mayor que con el *Aircast*. En el aterrizaje el componente medio-lateral de la FRS quedó inalterado en las tres situaciones. Se concluye que el vendaje potencializó la fuerza direcionada al salto vertical durante la impulsión, porque no estabilizó tanto como con el *Aircast* los movimientos de inversión y eversión del pie. Durante el aterrizaje, los implementos no fueron efectivos para reducir la fuerza medio-lateral, más que con el vendaje, hubo un tiempo mayor para absorción del impacto.

INTRODUÇÃO

O basquetebol é considerado uma modalidade esportiva composta de uma sucessão de esforços intensos e breves, realizados em ritmos diferentes. É um jogo que exige grande coordenação motora e movimentos de grande intensidade, que permite o desenvolvimento de muitas capacidades físicas que a vida moderna exige de cada indivíduo⁽¹⁾. As habilidades envolvidas no basquetebol são arremessos, passes, saltos, corridas, dribles, rebotes e a execução sólida de jogadas ofensivas e defensivas⁽²⁾.

O basquetebol é praticado por milhões de atletas no mundo todo e vem-se tornando uma modalidade cada vez mais popular no Brasil, provavelmente devido ao bom desempenho das seleções brasileiras em competições internacionais. No entanto, esse esporte é o campeão em lesões esportivas nos Estados Unidos⁽³⁾. Essas lesões fazem com que os jogadores fiquem de dias a meses afastados dos treinos e competições, prejudicando o desempenho do

time e acarretando custos maiores para o clube. Pode-se afirmar que os membros inferiores recebem a maior sobrecarga, devido aos constantes deslocamentos e saltos.

O segmento mais freqüentemente lesado nos jogadores de basquetebol é o tornozelo, sendo a entorse por inversão a lesão de maior incidência. Essa condição varia desde uma distensão simples, até ruptura dos ligamentos com ou sem avulsão dos ossos nos quais se fixam⁽⁴⁾.

A palavra "entorse" (latim: *exprimere* – "pressionar para fora") é literalmente definida como uma lesão articular na qual algumas fibras do ligamento de sustentação são rotas, mas a continuidade do ligamento permanece intacta sem deslocamento ou fratura⁽⁵⁾.

A entorse mais comum dá-se por um esforço de inversão, quando o tornozelo está em extensão leve e resulta em distensão dos ligamentos colaterais laterais. O ligamento talofibular anterior é o mais freqüentemente afetado. Se a tensão de inversão se dá com o tornozelo em ângulo reto, o ligamento calcaneofibular sofre impacto de distensão.

Mckay *et al.*⁽⁴⁾ observaram 10.393 participações de jogadores de basquetebol em competições na Austrália. Encontraram taxa de 3,85 lesões em tornozelo em 1.000 participações, com aproximadamente metade (45,9%) dos atletas afastados por uma semana ou mais da competição.

É comum observar o uso de medidas profiláticas pelos atletas, como tornozeleiras, enfaixamentos e órteses, na tentativa de evitar lesões de tornozelo. Essas medidas podem ser usadas em qualquer estágio da reabilitação e também na prevenção de entorses em atletas saudáveis.

Um grande número de estudos⁽⁶⁻⁹⁾ investigou o uso de bandagens e órteses como medida profilática, em geral com resultados defendendo o uso destes implementos na redução de lesões.

Segundo Hopper *et al.*⁽⁶⁾, a incidência de lesões de tornozelo é de 30,4/1.000 jogos em jogadores de basquete que não utilizavam a bandagem e de 6,5/1.000 em jogadores que a utilizavam. Ainda segundo esses autores, a freqüência de lesões em jogadores de basquete que utilizavam uma órtese com preenchimento de ar era de 1,6/1.000 jogos em comparação com 5,2/1.000 jogos naqueles que não a utilizavam. As órteses reduziram a freqüência de reincidência de uma lesão e sua gravidade, mas não foram efetivas na redução da incidência e gravidade das lesões em indivíduos sem história de lesão.

Um dos fatores pelos quais as lesões podem ser reduzidas por um suporte externo é o aumento da estabilidade mecânica. A análise biomecânica indica que as bandagens e órteses podem limitar a amplitude do movimento, especialmente de inversão e eversão do pé, podendo, no entanto, aumentar as solicitações mecânicas longitudinais. Mas há de considerar que a estabilidade mecânica diminui consideravelmente após pouco tempo de exercício, principalmente em relação à bandagem.

Hopper *et al.*⁽⁶⁾ relatam em seu estudo que, em relação aos músculos fibular longo e gastrocnêmio, houve significante diminuição de sua atividade eletromiográfica na condição do uso de órtese de tornozelo na aterrissagem, o que poderia refletir menor necessidade de esses músculos promoverem uma estabilização mecânica dessa articulação com o uso da órtese. Esses autores também relataram não haver nenhuma diferença significativa nas forças de reação do solo e na posição do pé quando os indivíduos realizaram a aterrissagem com e sem o uso de implementos.

Cordova *et al.*⁽¹⁰⁾ investigaram os efeitos de dois tipos de órteses: *Aircast Sport-Stirrup* e *Active Ankle* na força de reação do solo e na atividade eletromiográfica de músculos do tornozelo durante a corrida em deslocamento lateral. Os sujeitos realizaram deslocamentos laterais à taxa de 80-90% de suas velocidades máximas sob três condições (controle, *Aircast Sport-Stirrup* e *Active Ankle*). Eles verificaram que o uso das órteses não alterou o pico de força médio-lateral no momento do impacto, nem o pico de força de

propulsão em relação à condição controle. As órteses reduziram a atividade EMG do músculo fibular longo apenas durante o pico de força de impacto.

Destaca-se que a atividade muscular e a mobilidade dos membros inferiores podem influenciar a magnitude das forças de impacto e força resultante nas articulações. Ressalta-se a importância dos músculos flexores plantares para reduzir as forças de reação do solo associadas à aterrissagem, o que estaria minimizado com o uso de órteses.

Apesar de alguns estudos constatarem que o uso de implementos reduz a taxa de lesões⁽⁶⁻⁹⁾, Surve *et al.*⁽¹¹⁾ verificaram que o uso de órteses não reduziu a incidência e gravidade de lesões em jogadores sadios. As órteses só foram efetivas na redução da taxa de lesões em atletas com história prévia de entorses.

Em seu estudo, Mckean *et al.*⁽¹²⁾ verificaram que a *performance* em alguns movimentos do basquetebol fica prejudicada ao utilizar suportes externos para tornozelo, quando comparada com a *performance* sem uso de equipamento. Foram analisados quatro tipos: bandagem, *Swede-O-Universal*, *Active Ankle* e *Aircast*. O salto vertical é menor com a bandagem, enquanto a precisão dos arremessos é maior com bandagem do que com o *Swede-O-Universal*. O consumo de oxigênio e o gasto de energia são maiores com o *Aircast* quando comparados com a bandagem. A *performance* total foi menos prejudicada com o *Active Ankle* em relação aos demais suportes testados. Segundo Canavan⁽⁹⁾, o uso de bandagem e órteses em atletas saudáveis não é justificado. Entretanto, suporte externo é recomendado para atletas de nível competitivo com história de lesões em tornozelo. Ele provê conforto e auxilia no controle do edema durante a fase aguda da entorse.

Outros estudos mostram que esses implementos diminuem a taxa de lesão^(7,8). Isso pode ser decorrente da diminuição do tempo de reação muscular do fibular curto de tornozelos instáveis⁽¹³⁾ e também da estimulação de mecanorreceptores do tornozelo⁽¹⁴⁾. O papel proprioceptivo das bandagens e órteses parece ser maior do que sua limitação na amplitude de movimento total do tornozelo.

Callaghan⁽¹⁵⁾ realizou uma revisão de literatura sobre os efeitos dos vários suportes de tornozelo sobre o edema, estabilidade, amplitude de movimento, propriocepção, função muscular, marcha e testes de *performance*. Verificou que ainda existem contradições a respeito dos efeitos de bandagens e dos estabilizadores nas entorses ligamentares crônica e aguda de tornozelo. Verificou ainda que o uso de órteses rígidas e não-rígidas em atletas não lesados reduz significativamente movimentos no tornozelo, especialmente a inversão. As órteses restringem menos os movimentos no tornozelo do que as bandagens, porém, seu efeito é mais duradouro após o exercício.

Pienkowski *et al.*⁽¹⁶⁾ estudou três tipos de estabilizadores de tornozelo em jogadores de basquetebol sem história de lesões ou cirurgias no tornozelo ou pé nos últimos seis meses. Seus dados mostraram que esses estabilizadores não afetaram a *performance* de forma significativa nos saltos, corrida ou agilidade.

Verbugge⁽¹⁷⁾ realizou testes de agilidade, tiros de 40 jardas e salto vertical com atletas do sexo masculino, de idade entre 18 e 28 anos, de várias modalidades, comparando o efeito do uso de um estabilizador de tornozelo do tipo *Aircast* semi-rígido e bandagem na *performance* atlética. Os atletas relataram maior conforto ao usar o estabilizador semi-rígido. Os resultados sugerem também que ambos os implementos não interferiram na *performance*.

Por outro lado, Burks *et al.*⁽¹⁸⁾ verificaram um decréscimo na *performance* de atletas utilizando bandagem e dois estabilizadores (*Swede-O* e *Kalassy*). Trinta voluntários realizaram quatro tarefas selecionadas: salto em distância a partir da posição estática, salto vertical, corrida em ziguezague de 10 jardas e corrida de 40 jardas. Apenas 22 sujeitos responderam corretamente a um questionário sobre como se sentiram em relação às órteses e à bandagem. Desses, 17 atletas escolheram a órtese *Kalassy* como sendo a mais confortável; esta afetou menos a *performance* e mostrou decrés-

cimo estatisticamente significativo apenas no salto vertical (3,4%). Já órtese *Swede-O* prejudicou a *performance* do salto vertical (4,6%), do salto em distância (3,6%) e do tempo da corrida de 40 jardas (3,2%). A bandagem apresentou decréscimo significativo no salto vertical (4%), na corrida de 40 jardas (3,5%) e na corrida em ziguezague (1,6%).

Riemann *et al.*⁽¹⁹⁾ investigaram os efeitos da estabilização profilática do tornozelo nas forças de reação do solo, antes e depois de 20 minutos de corrida em esteira. Quatorze sujeitos realizaram aterrissagens rígidas (com o mínimo de flexão de joelho) e amortecidas (com o máximo de flexão de joelho e mantendo contato do calcanhar com a plataforma de força), antes e depois da corrida na esteira, sob três condições diferentes (com bandagem, com *Aircast* e sem estabilizador). Os autores verificaram que o tempo para atingir os picos de força foi significativamente menor com a utilização da órtese e da bandagem em relação à condição controle. Entretanto, não houve diferenças significativas na magnitude dos picos de força vertical entre as três condições e o exercício também não causou efeito nas variáveis.

Diante do contexto, o objetivo deste estudo é avaliar as respostas dinâmicas de força reação do solo em atletas de basquetebol durante a execução do salto e aterrissagem, com e sem implementos de tornozelo, freqüentemente utilizados pelos jogadores, sendo analisadas três condições: bandagem, órtese tipo *Aircast* e tênis usado na prática do basquete.

MÉTODOS

A amostra constitui-se de um grupo de oito jogadores de basquete com prática de no mínimo cinco anos, com idade entre 17 e 25 anos, saudáveis, sem lesão osteomioarticular no momento da avaliação e sem instabilidades funcionais ou mecânicas de tornozelo. Esses sujeitos tomaram conhecimento das etapas do protocolo experimental através de um termo de consentimento informado e, concordando com a descrição, participaram da pesquisa.

O protocolo experimental constituiu-se de duas etapas: 1) entrevista com o atleta através de um questionário adaptado de Baptista *et al.*⁽²⁰⁾ e Ribeiro⁽²¹⁾, e avaliação clínica e funcional do tornozelo; 2) avaliação biomecânica do salto vertical através de plataforma de força.

Na primeira etapa, o questionário em que se baseou a entrevista incluiu questões sobre dados antropométricos de cada atleta, posição em que joga, tempo de prática, tempo de treinamento, lesões prévias e seqüelas persistentes; esses dados foram utilizados para caracterizar os atletas. Os testes clínicos utilizados foram: teste de gaveta anterior do tornozelo⁽²²⁻²⁵⁾ e teste de inclinação talar^(23,24). Os resultados sempre foram comparados com o lado contralateral. O teste funcional consistiu em descer uma escada com 44 degraus, com aproximadamente 18cm de comprimento e 22cm de profundidade cada degrau. O tempo gasto para descer a escada foi registrado e os resultados, segundo Kaikkonen *et al.*⁽²⁶⁾, são: menos de 18 segundos para os melhores resultados, de 18 a 20 segundos para o grupo médio e mais de 20 segundos para o grupo com os piores resultados.

Foram considerados com instabilidade funcional ou mecânica os atletas com queixas bem caracterizadas pela entrevista e pelo teste funcional ou com resultado positivo nos testes de gaveta anterior e de inclinação talar. Os atletas que apresentaram instabilidade mecânica ou funcional foram eliminados do estudo.

Para a segunda etapa do protocolo experimental, foi avaliado o movimento de salto e aterrissagem por ser o mecanismo mais comum de entorse de tornozelo⁽⁴⁾. Esse movimento foi realizado pelos atletas com e sem o uso de três implementos no tornozelo: tornazeira tipo *Air-Stirrup* (*Aircast Inc*), bandagem e tênis habitualmente utilizados pelos atletas na prática do basquete. Tais implementos foram selecionados por ser mais freqüentemente utilizados pelos atletas do basquete⁽¹²⁾. A técnica de bandagem consiste

na aplicação de esparadrapo não elástico sobre a pele do indivíduo. Essa técnica tem sido considerada a mais eficiente na estabilização articular⁽²⁷⁾ e consiste primeiramente no uso de duas tiras de esparadrapo ao redor do tornozelo cerca de 5 e 10cm, respectivamente, acima dos maléolos lateral e medial, sendo utilizadas como bases de sustentação. Posteriormente, outra tira de esparadrapo é colocada passando pelo maléolo medial, retropé e maléolo lateral, mantendo o tornozelo em dorsiflexão e eversão, sendo fixada em suas extremidades nas bases de sustentação. Outras duas tiras são fixadas no dorso do pé, passando em diagonal ao redor do mediopé, também mantendo o tornozelo em dorsiflexão e eversão. Outra tira é colocada também no dorso do pé, passando ao redor do mediopé e pelo maléolo lateral, sendo fixada nas bases de sustentação. Por fim, outras duas tiras de esparadrapo são fixadas por cima das duas bases de sustentação.

Uma plataforma de força AMTI foi utilizada neste estudo para a aquisição e análise das componentes vertical, horizontal ântero-posterior e horizontal médio-lateral da força reação do solo. Essa plataforma estava localizada no nível do solo em um ambiente com aproximadamente 20 metros lineares para os movimentos de locomoção. Os sujeitos foram avaliados realizando o salto com os dois membros sobre a plataforma de força, cinco vezes com duração de seis segundos com cada implemento avaliado, das quais se extraiu a média de cada condição. A freqüência de amostragem foi de 500Hz, compatível com esse tipo de movimento⁽²⁸⁾. A tabela 1 e as figuras 1 e 2 descrevem as variáveis verticais e médio-laterais analisadas da força reação do solo durante o movimento analisado.

TABELA 1
Definição das variáveis da força reação do solo vertical e médio-lateral dos movimentos de salto e aterrissagem analisadas

Símbolo	Descrição
Fymax 1	Força vertical máxima na impulsão
Fymax 2	Força vertical máxima na aterrissagem
GC Fymax 1	Gradiente de crescimento da força vertical máxima na impulsão
GC Fymax 2	Gradiente de crescimento da força vertical máxima na aterrissagem
Fz med 1	Força máxima medial na impulsão
Fz lat 1	Força máxima lateral na impulsão
Fz med 2	Força máxima medial na aterrissagem
Fz lat 2	Força máxima lateral na aterrissagem

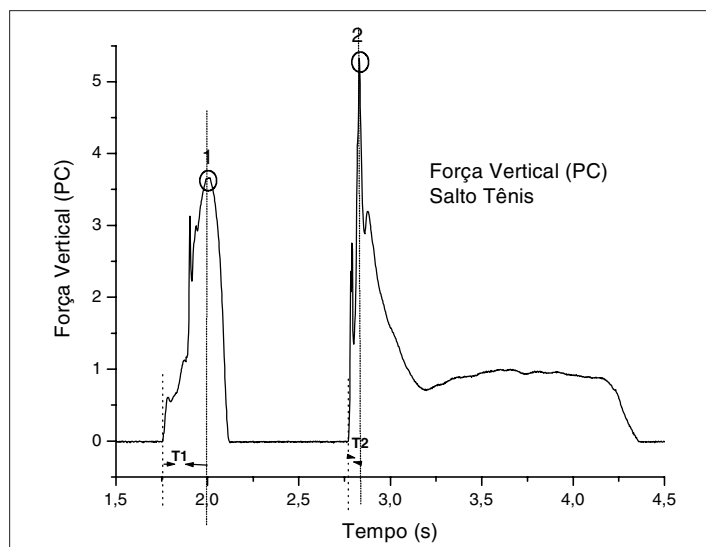


Fig. 1 – Representação gráfica das variáveis da força reação do solo componente vertical do salto com tênis: (1) Fymax 1, (2) Fymax 2, (T1) tempo para atingir Fymax 1, (T2) tempo para atingir Fymax 2.

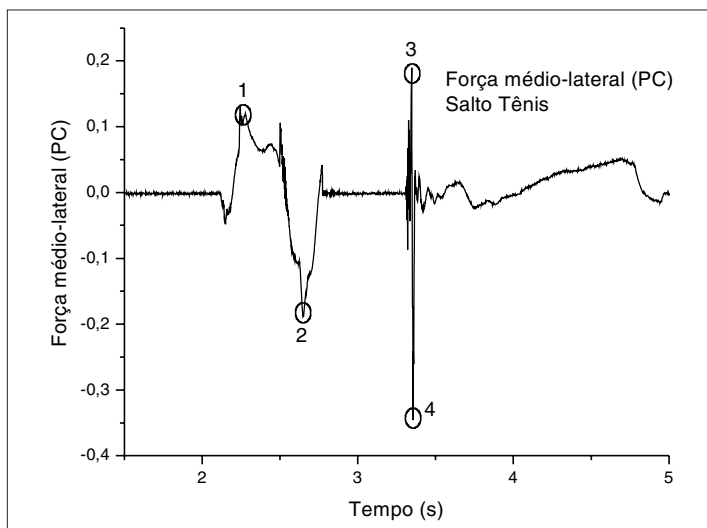


Fig. 2 – Representação gráfica das variáveis da força reação do solo componente médio-lateral do salto com tênis: (1) F_z med 1, (2) F_z lat 1, (3) F_z med 2, (4) F_z lat 2.

As variáveis da força reação do solo componente vertical e médio-lateral para cada movimento e condição foram normalizadas pelo peso corporal de cada sujeito e posteriormente filtradas com filtro passa baixa *butherworth* com frequência de corte de 200Hz, conforme sugerem Roesler *et al.* (28).

As variáveis biomecânicas estudadas foram inicialmente analisadas para verificação da distribuição estatística dos dados através do teste *W* de Shapiro Wilks, constatando a não normalidade dos dados e, portanto, foram comparadas entre as três condições experimentais através do teste inferencial não paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizando como teste de *post hoc*, o teste de Mann-Whitney, sendo este robusto o suficiente para provar diferenças individuais. Foram consideradas significativas as diferenças com nível de significância (p) inferior a 0,05.

RESULTADOS

Todos os atletas do estudo eram do sexo masculino, com média de idade de $22,4 \pm 1,7$ ano, massa de $78,8 \pm 9,1$ kg e estatura de $1,9 \pm 0,1$ m. O tempo de prática médio do basquetebol foi de $10,8 \pm 2,8$ anos. A frequência média dos treinos foi de 3 ± 1 x por semana e com duração de duas horas em média. Vinte e cinco por cento dos atletas jogavam em nível profissional e 75%, em nível universitário.

Observou-se que 50% dos atletas relataram fazer uso de algum tipo de implemento para jogar e/ou treinar. Desses, 50% fazem uso da bandagem, 25%, de tornozzeira, e outros 25%, de joelheira.

Seis atletas referiram já ter sofrido alguma entorse de tornozelo. A média de entorses sofridas por esses sujeitos foi de $7,0 \pm 6,9$ entorses. O tempo médio de afastamento da prática da modalidade devido a essas entorses foi de $3 \pm 1,4$ meses. Outras lesões de membros inferiores foram relatadas pelos sujeitos: 50% relataram já ter sofrido tendinite; 12,5%, fratura; e 12,5%, luxação. É importante ressaltar que alguns sujeitos sofreram mais de um tipo de lesão de membros inferiores. Em relação aos que sofreram algum tipo de lesão em membros inferiores, 66% relacionaram-na à prática do basquete.

Não houve diferença estatística significativa entre as três situações na componente vertical da força reação do solo durante o salto vertical ($p > 0,05$) (tabela 2). De forma representativa, a figura 3 representa as curvas médias e desvios padrões da força reação do solo componente vertical durante o salto com tênis, com bandagem e com *Aircast* de um dos sujeitos.

TABELA 2
Médias e desvios padrões das variáveis da força reação do solo vertical durante o salto vertical com o uso dos implementos: tênis, bandagem e *Aircast* para o basquete nos sujeitos avaliados ($n = 8$)

Variáveis	Tênis	<i>Aircast</i>	Bandagem	p
Fymax 1 (PC)	$3,01 \pm 0,39$	$3,03 \pm 0,41$	$3,10 \pm 0,46$	$> 0,05$
Fymax 2 (PC)	$5,56 \pm 1,31$	$5,49 \pm 1,44$	$5,18 \pm 1,35$	$> 0,05$
GC Fymax1 (PC/s)	$8,16 \pm 3,89$	$8,46 \pm 3,85$	$12,33 \pm 12,21$	$> 0,05$
GC Fymax2 (PC/s)	$95,63 \pm 42,64$	$94,53 \pm 31,69$	$88,83 \pm 33,85$	$> 0,05$

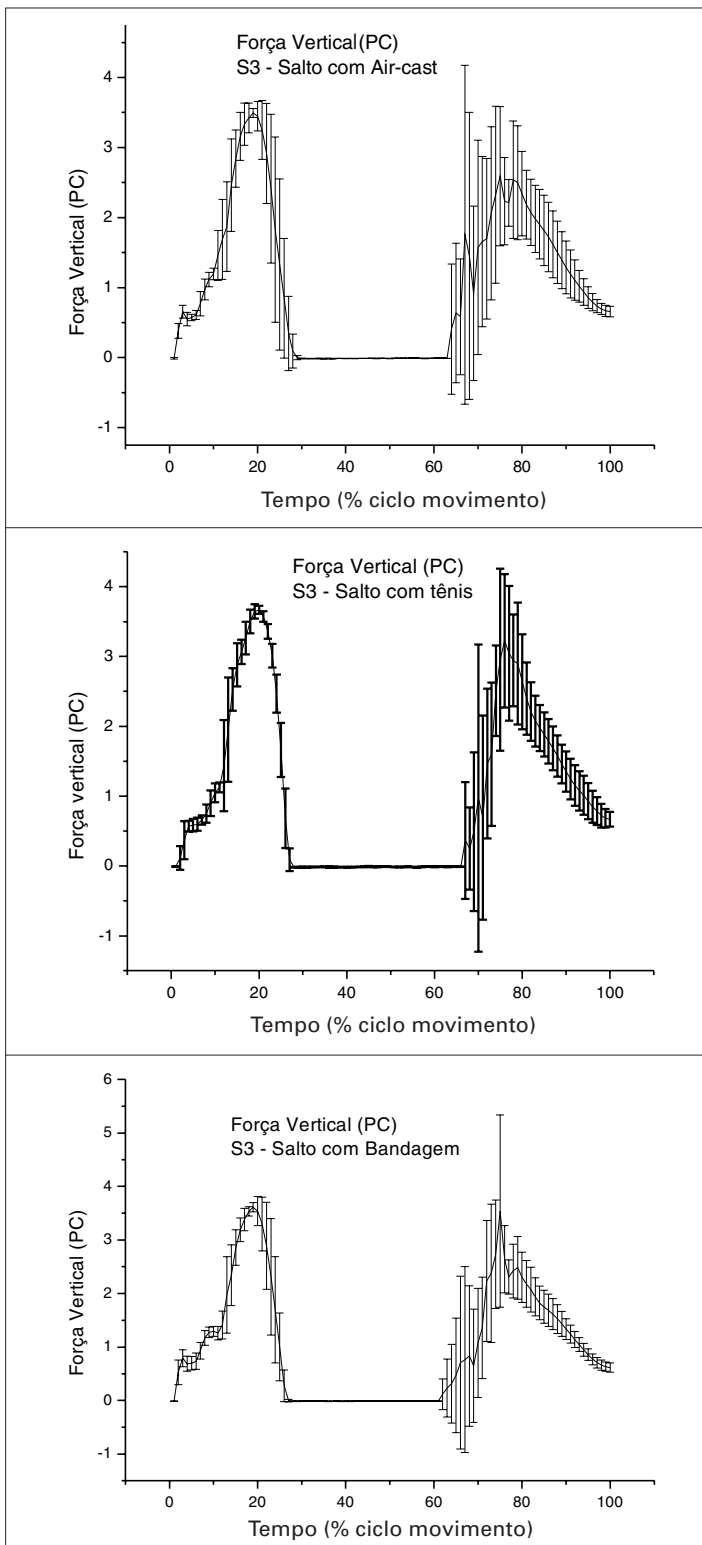


Fig. 3 – Representações das curvas médias e desvios padrões da força reação do solo componente vertical durante o salto com tênis, com bandagem e com *Aircast* do sujeito 3

A força máxima medial foi significativamente maior na situação com tênis do que com *Aircast* ($p = 0,0249$) e a força máxima lateral na situação com tênis foi estatisticamente maior do que com a bandagem ($p = 0,0485$) (tabela 3).

TABELA 3
Médias e desvios padrões das variáveis da força reação do solo médio-lateral durante o salto vertical com o uso dos implementos: tênis, bandagem e *Aircast* para o basquete nos sujeitos avaliados ($n = 8$)

Variáveis	Tênis	<i>Aircast</i>	Bandagem	p
Fz med 1 (PC)*	0,16 ± 0,08*	0,12 ± 0,06*	0,16 ± 0,10	0,0249
Fz lat 1 (PC)*	-0,11 ± 0,09*	-0,12 ± 0,08	-0,15 ± 0,07*	0,0485
Fz méd 2 (PC)	0,18 ± 0,08	0,20 ± 0,09	0,19 ± 0,09	> 0,05
Fz lat 2 (PC)	-0,19 ± 0,08	-0,19 ± 0,16	-0,19 ± 0,09	> 0,05

DISCUSSÃO

A maioria dos atletas estudados (75%) já havia sofrido entorses no tornozelo e, destes, 66% sofreram essas lesões em ambos os tornozelos. Isso demonstra que esse é um tipo de lesão muito comum na prática do basquete, sendo necessário maior esclarecimento sobre sua prevenção e à relação dessa lesão com os tipos de movimentos executados pelos atletas. A forma de aterrissagem durante um salto no basquetebol, seja pisando sobre o pé de outro jogador ou por um desequilíbrio qualquer, constitui a principal causa de entorses na modalidade⁽⁴⁾. Está comprovado que o uso de implementos para o tornozelo reduz a taxa de lesões principalmente em indivíduos com história prévia, além de serem úteis na prevenção e controle dos sinais inflamatórios na fase aguda das entorses. Isso se aplica aos jogadores de basquete, considerando essa alta incidência de lesões ligadas à prática^(6-9,11).

Mckay *et al.*⁽⁴⁾ em seu estudo não encontraram nenhuma relação entre sexo, idade, massa, estatura e frequência de treinamento com a incidência de lesões em tornozelo, porém, é importante notar a sobrecarga de treinamento típica do basquete e, em especial, dos atletas avaliados, o que aumentaria a sobrecarga músculo-esquelética e, conseqüentemente, o seu desgaste, favorecendo a incidência de lesões.

Vinte e cinco por cento dos sujeitos utilizavam a bandagem durante os jogos e treinos como forma de prevenir entorses de tornozelo. Porém, o presente estudo pôde demonstrar através de avaliação biomecânica que essa forma de prevenção não é tão eficaz como se acreditava ser. Mais estudos utilizando técnicas de eletromiografia, por exemplo, são necessários para comprovar sua ação na prevenção desse tipo de lesão.

Alguns autores demonstram que a eficácia da bandagem decai rapidamente com o exercício (12% a 50% de sua eficácia na estabilização de tornozelo são perdidos após 10 minutos de exercício), sendo necessária sua remoção e reposição para recuperá-la⁽²⁹⁾. Por esse motivo, muitos treinadores têm preferido utilizar as órteses em vez da bandagem, pois esta pode ser reajustada rapidamente, sem a necessidade de ser trocada, muito embora a bandagem ainda seja um método menos oneroso em termos financeiros. Além disso, as órteses causam menos irritação cutânea e podem ser aplicadas e reaplicadas pelos próprios atletas⁽³⁰⁾.

Alguns estudos analisaram a força reação do solo no momento da aterrissagem e verificaram que não houve diferenças entre a situação controle e as situações com o uso de órteses e bandagens^(6,19). No presente estudo, muito embora não fossem encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto à componente vertical da força reação do solo, para as componentes médio-laterais, diferenças significativas foram observadas em relação aos implementos estudados.

Apesar de não observadas diferenças estatisticamente significativas, destacamos tendências na componente vertical, tais como, durante o movimento de salto, a situação com bandagem tende a

apresentar maior valor tanto do pico de força vertical no momento da impulsão ($F_{y\max 1}$) quanto de seu gradiente de crescimento (GC $F_{y\max 1}$) em relação às duas outras condições. Isso quer dizer que o uso da bandagem resulta em maior força vertical na impulsão em menor intervalo de tempo. Poder-se-ia interpretar isso como se essa força de reação resultante de uma força de impulsão otimizasse o salto vertical, uma vez que o indivíduo consegue atingir maior força de impulsão no salto de maneira mais rápida, melhorando sua *performance*.

Já durante a aterrissagem, a condição com bandagem tende a apresentar menor valor de pico de força vertical ($F_{y\max 2}$) e de seu gradiente de crescimento (GC $F_{y\max 2}$) em relação à situação com tênis e *Aircast*. Nesse caso, a bandagem estaria tendo um papel mais efetivo de amortecer o impacto, pois a força de reação do solo aumenta de modo mais lento durante a chegada ao solo. Dessa forma, a sobrecarga é distribuída mais uniformemente entre os segmentos do membro inferior; o sistema músculo-esquelético consegue adaptar-se e responder melhor às sobrecargas.

Riemann *et al.*⁽¹⁹⁾ também não encontraram diferenças na força vertical entre as situações com bandagem, *Aircast* e controle durante aterrissagens, mas, assim como no presente estudo, observaram diminuição no tempo em que são atingidos os picos da força vertical com o uso dos implementos.

O mecanismo pelo qual a bandagem reduz a $F_{y\max 1}$ e o seu GC permanece incerto, já que ambos os implementos não restringem a flexo-extensão de tornozelo, movimentos estes fundamentais para essa redução ou aumento das forças verticais. Talvez a bandagem seja mais eficaz no aumento das aferências proprioceptivas do que a órtese, permitindo melhor resposta muscular ao aumento de sobrecarga típico da aterrissagem, levando a diminuição da mesma⁽¹³⁻¹⁵⁾.

Considerando a análise da componente médio-lateral da força reação do solo, a força medial no momento da impulsão do salto ($F_{z\med 1}$) na situação *Aircast* foi significativamente menor que na situação tênis ($p = 0,0249$) e apresentou valor semelhante ao da situação bandagem. Já a força lateral na impulsão ($F_{zlat 1}$) foi significativamente maior na situação com bandagem do que na situação com tênis ($p = 0,0485$) e tendeu a ser maior do que na situação *Aircast*. Ao contrário da componente vertical, em que um valor alto do primeiro pico de força (impulsão) com o uso da bandagem teve um efeito benéfico na *performance* do atleta, um alto valor obtido da força médio lateral com o mesmo implemento também na impulsão pode ser prejudicial, pois significa maior mobilidade em inversão e eversão do pé e menos energia direcionada para a flexo-extensão do tornozelo. Portanto, além de prejudicar a *performance*, a bandagem estaria restringindo menos os movimentos de inversão e eversão em relação ao *Aircast*, resultando em maior instabilidade mecânica e maior risco de entorses durante a impulsão.

A componente da força reação do solo médio-lateral na aterrissagem durante o salto permaneceu inalterada nas três situações. Os implementos não desempenharam seu papel efetivamente, ou seja, não diminuíram a força médio-lateral no contato com o solo como se esperava, quando comparamos com a situação controle com tênis. A força médio-lateral na aterrissagem é o principal indicador dos movimentos de inversão e eversão responsáveis pela entorse. Se os implementos não estão fazendo nenhuma diferença na força reação do solo no movimento em que a maioria das lesões ocorre, os seus efeitos de prevenção e *performance* são questionáveis.

Na literatura encontram-se trabalhos que descrevem a melhora da *performance* com o uso dos implementos do tornozelo⁽¹⁴⁾, a piora na *performance*^(12,18) e *performance* inalterada^(16,17). Talvez, com a reprodução de um movimento mais fiel ao que acontece em um jogo, encontrem-se diferenças significativas na componente médio-lateral da força reação do solo entre as situações com implementos e controle.

Esses resultados descritos anteriormente, se analisados em conjunto, mostram que a bandagem gera maior força reação do solo vertical e médio-lateral no momento da impulsão do salto, isto é, a bandagem potencializou a força direcionada ao salto vertical, mesmo tendo aumentado a sobrecarga no sistema músculo-esquelético. Porém, a bandagem não estabilizou tanto quanto a *Aircast* os movimentos de inversão e eversão do pé, resultando em maior instabilidade da articulação subtalar e maior perda de energia destinada ao salto; isso sugere que a bandagem pode não estar restringindo como se esperava esses movimentos do pé. Entretanto, na aterrissagem, a situação se inverte. Menor força reação do solo vertical com o uso da bandagem é distribuída em maior intervalo de tempo do que nas outras duas situações. Isso indica que a curva de crescimento da força vertical da bandagem é menos inclinada, ou seja, o sistema músculo-esquelético dispõe de maior tempo para absorver o impacto e responder às forças externas.

Sumarizando, no salto vertical, a bandagem produziu maior força vertical e médio-lateral na impulsão e menor força vertical na aterrissagem.

CONCLUSÃO

Apesar de nenhum dos atletas estudados ter apresentado instabilidade funcional ou mecânica em tornozelo, a metade dos sujeitos utilizava algum tipo de implemento com o intuito de estabilizar essa articulação. Razoável percentagem desses sujeitos referiu utilizar a bandagem como um desses implementos, mesmo sem comprovação de sua eficácia com relação à prevenção de lesões e estabilização articular. Portanto, é preciso maior número de estudos sobre a real efetividade desses implementos, que podem estar sendo utilizados sem que seus possíveis efeitos estejam totalmente esclarecidos.

REFERÊNCIAS

1. Daiuto MB. Basquetebol – Manual do técnico. São Paulo: Cia Brasil Editora, 1981.
2. Scott JW. The basketball book. New York: Ally & Bacon, 2001.
3. Cohen AR, Metzl JD. Sports specifics in the young athlete: basketball. *Pediatr Emerg Care* 2000;16:462-8.
4. Mckay GD, Goldie PA, Payne WR, Cakes BW. A prospective study of injuries in basketball: a total profile and comparison by gender and standard of competition. *J Sci Med Sports* 2001;4:196-211.
5. Cailliet R. Pé e tornozelo. São Paulo: Manole, 1976.
6. Hopper DM, Mcnair P, Elliot BC. Landing in netball: effects of taping and bracing the ankle. *Br J Sports Med* 1999;33:409-13.
7. Sitler M, Ryan J, Wheeler B. The efficacy of a semirigid ankle stabilizer to reduce acute ankle injuries in basketball, a randomized clinical study at West Point. *Am J Sports Med* 1994;22:454-61.
8. Ottaviani RA, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. Inversion and eversion strengths in the weightbearing ankle of young women. *Am J Sports Med* 2001;29:219-25.
9. Canavan PK. Rehabilitation in sports medicine. A comprehensive guide. New York: Appleton & Lange, 1998.
10. Cordova ML, Armstrong CW, Rankin JM, Yeasting RA. Ground reaction forces and EMG activity with ankle bracing during inversion stress. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1363-70.
11. Surve I, Schweltnus MP, Noakes T, Lombard CA. Fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sport-Stirrup orthosis. *Am J Sports Med* 1994;2:601-6.
12. Mckean LC, Bell G, Burnham RS. Prophylactic ankle bracing vs taping effects on functional performance in female basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22:77-81.
13. Karlsson J, Andreasson G. The effect of external ankle support in the chronic lateral joint instability. *Am J Sports Med* 1992;20:257-61.
14. Hals TMV, Sitler MR, Mattacola CG. Effect of a semi-rigid ankle stabilizer on performance in persons with functional ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000;30:552-6.
15. Callaghan MJ. Role of ankle taping and bracing in the athlete. *Br J Sports Med* 1997;31:102-8.
16. Pienkowski D, Mcmorrow M, Shapiro R, Caborn DNM, Stayton J. The effect of ankle stabilizers on athletic performance. A randomized prospective study. *Am J Sports Med* 1995;23:757-62.

A busca de diminuição das forças médio-laterais levaria a aumento nas outras componentes da força reação do solo, ou seja, um aumento, por exemplo, na componente vertical dessa força. Esse fato acarretaria um aumento das forças compressivas no sistema esquelético⁽¹⁰⁾ e, a médio e longo prazo, lesões no aparelho locomotor. Mas o que foi observado foram aspectos um pouco diversos dos hipotetizados.

Os efeitos profiláticos na prevenção de entorses e o uso no seu tratamento já foram intensamente descritos na literatura. São poucos os estudos que analisaram a força de reação do solo durante atividades dinâmicas com implementos de tornozelo, sendo que a maioria deles não encontrou diferenças entre as situações estudadas e controle. Pôde-se observar no presente estudo que os implementos geraram alterações nas forças de reação do solo vertical e médio-lateral entre as situações com bandagem, *Aircast* e controle. Como esperado, os implementos atenuaram as componentes vertical ou médio-lateral da força reação do solo em alguns momentos, mas, em compensação, aumentaram em outros, o que levaria ao aumento das forças compressivas e de inversão e eversão no sistema esquelético pela restrição da mobilidade articular. Portanto, apesar do uso freqüente desse tipo de equipamento pelos atletas, a sua indicação deve ser criteriosa em vista dos riscos de possíveis complicações a médio e longo prazo.

A literatura descreve diversos estudos com evidências ambíguas quanto ao efeito dos implementos na força reação do solo, na *performance*, no equilíbrio e na atividade muscular⁽³⁰⁾. O mecanismo pelo qual os suportes externos de tornozelo agem ainda é desconhecido e mais estudos são necessários para esclarecer seus efeitos nas atividades esportivas.

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

17. Verbugge JD. The effects of semirigid Air-Stirrup bracing vs. adhesive ankle taping on motor performance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;23:320-5.
18. Burks RT, Bean BG, Marcus R, Barker HB. Analysis of athletic performance with prophylactic ankle devices. *Am J Sports Med* 1991;19:104-6.
19. Riemann BL, Schmitz RJ, Gale M, Mccaw ST. Effect of ankle taping and bracing on vertical ground reaction forces during drop landings before and after treadmill jogging. *J Orthop Sports Phys Ther* 2002;32:628-35.
20. Baptista CA, Filho JA, Andrade BJ. Exame clínico geral pré-participação. In: Ghorayeb N, Barros T, editores. O exercício. São Paulo: Atheneu, 1999;260-75.
21. Ribeiro CZP. Relação entre alterações posturais e lesões do aparelho locomotor em atletas de futebol de salão [monografia]. Universidade de São Paulo, 2001.
22. Fu FH, Stone DA. Sports injuries. Mechanisms – prevention – treatment. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.
23. Konradsen L, Olesen S, Hansen HM. Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. *Am J Sports Med* 1998;26:72-7.
24. Safran MR, Benedetti RS, Bartolozzi III AR, Mandelbaum BR. Lateral ankle sprains: a comprehensive review. Part 1: Etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(Suppl 7):S429-37.
25. Hockenbury RT, Sammarco GJ. Evaluation and treatment of ankle sprains. Clinical recommendations for a positive outcome. *The Physician and Sports Med* 2001;29(2).
26. Kaikkonen A, Kannus P, Järvinen MA. Performance test protocol and scoring scale for the evaluation of ankle injuries. *Am J Sports Med* 1994;22:462-9.
27. Ferreira PH. A eficácia de tornozeleiras e bandagens funcionais no controle do equilíbrio dinâmico. Anais. VII Congresso Brasileiro de Biomecânica; 1997, Mai 23-26, Campinas, Brasil, p. 407-12.
28. Roesler CRM, Iturriz I, Zaro MA. Identificação do conteúdo de freqüências presente na força de reação do solo medida com plataforma de forças. *Revista Brasileira de Biomecânica* 2001;3:51-6.
29. Shapiro MS, Kabo JM, Mitchell PW, Loren G, Tsenter M. Ankle sprain prophylaxis: an analysis of the stabilizing effects of braces and tape. *Am J Sports Med* 1994;22:78-82.
30. Hume PA, Gerrard DF. Effectiveness of external ankle support: bracing and taping in Rugby Union. *Sports Med* 1998;25:285-312.