

---

EDUCAÇÃO FÍSICA

---

**ALEX CASTRO**

**ÓRTESE DE TORNOZELO: EFEITO SOBRE A RAZÃO  
DE PICO TORQUE MUSCULAR EVERSOR  
EXCÊNTRICO/INVERSOR CONCÊNTRICO DO  
TORNOZELO DURANTE SIMULAÇÃO DO  
BASQUETEBOL**

ALEX CASTRO

ÓRTESE DE TORNOZELO: EFEITO SOBRE A RAZÃO DE PICO  
TORQUE MUSCULAR EVERSOR EXCÊNTRICO/INVERSOR  
CONCÊNTRICO DO TORNOZELO DURANTE SIMULAÇÃO DO  
BASQUETEBOL

Orientador: Prof. Dr. Mauro Gonçalves

Co-orientador: Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Instituto de Biociências da Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -  
Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de  
Bacharel em Educação Física.

Rio Claro  
2011

796.323 Castro, Alex  
C346o Órtese de tornozelo: efeito sobre a razão de pico de torque muscular  
eversor excêntrico/inversor concêntrico do tornozelo durante simulação do  
basquetebol / Alex Castro. - Rio Claro : [s.n.], 2011  
33 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) -  
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Mauro Gonçalves  
Co-Orientador: Adalgiso Coscrato Cardozo

1. Basquetebol. 2. Entorses e distensões. 3. Força muscular. 4.  
Instabilidade articular. 5. Dinamômetro isocinético. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

## **DEDICATÓRIA**

Dedico, não somente este trabalho de conclusão de curso, mas também todas as conquistas e vitórias adquiridas na minha vida aos meus pais, Armando e Lázara, e aos meus irmãos, Neto, Armandinho, Jane, Dalila e Lilian. Esta família é a motivação e a razão pela qual eu acordo todos os dias com a vontade de dar o melhor de mim em tudo. Vocês são responsáveis por todos os valores que fazem de mim quem eu sou, sobretudo, ensinaram-me a amar, respeitar, compartilhar e perseverar. Hoje sou resultado de toda confiança, carinho, paciência, tempo, repreensão e amor que vocês me proporcionaram. Vocês são tudo na minha vida. Sem dúvidas, dedico este trabalho de conclusão de curso e a minha graduação em Educação Física a vocês, a família da qual tenho orgulho em fazer parte.

## AGRADECIMENTOS

Não seria possível iniciar esta sessão sem agradecer em primeiro lugar a Deus que iluminou todos os meus passos e decisões, ainda mais, colocou pessoas maravilhosas na minha vida sem as quais não seria possível ter chegado até aqui. *“Bendito seja Deus que não rejeitou a minha oração e nem desviou de mim a sua misericórdia” (salmo 66 – 20).*

Gostaria de agradecer...

- Aos familiares:

A minha mãe que lutou por mim e meus irmãos até o último minuto de sua vida, que confiou e acreditou em mim, encarou tudo e todos para dar o que eu merecia de melhor neste mundo. Foi a pessoa mais forte que eu já conheci, temente a Deus, e pela qual eu encontro forças para enfrentar a maior das “tempestades”. Não há um dia em que sua lembrança não me venha à memória. Mãe assim como você fez, eu sigo o caminho das pedras, mais difícil, mas é aquele que você me mostrou realmente valer à pena. Obrigado por tudo, obrigado por me deixar muitas saudades e boas lembranças.

Ao meu pai, pela educação rígida que me fez responsável, valorizar as coisas simples e o trabalho, que me mostrou o valor da caridade. Um homem, de profissão pedreiro, que venceu na vida com muito suor, de baixo de chuva e sol. Pai você é um exemplo de obstinação e persistência, um orgulho para mim. Obrigado pela confiança e sempre me apoiar.

Aos meus irmãos: Netinho, dono de um coração que não cabe no peito; Armandinho, o mais experiente e símbolo do respeito entre os irmãos; Lilian, irmã que sempre me teve como seu quarto filho; Jane, quem sempre nos faz sorrir e reflete a alegria na família; Dalila, minha grande amiga, meu refúgio e porto seguro. Amo todos vocês, são parte permanente de mim. Obrigado por darem sentido a minha existência.

A Jessica, mais que namorada, minha companheira e outra metade. Obrigado por estar presente 24 horas no meu dia-dia e fazer destes três anos inesquecíveis. Obrigado por sempre estar do meu lado e me fazer tão feliz. Agradeço também aos seus pais, Alberto e Rosemeire, seus avós, Dona Linda e Seu Chico, que me receberão de braços abertos.

Aos meus sobrinhos, a minha tia Rosali, minha avó, cunhados e cunhadas, todos essenciais na minha vida.

- Ao Laboratório de Biomecânica:

Ao meu orientador Prof. Dr. Mauro Gonçalves pela amizade, por todas as oportunidades a mim concedidas, pela confiança, incentivo, e ter sido fundamental na minha formação acadêmica. Obrigado por ceder preciosos minutos de seu tempo para me orientar, minutos estes que me valeram muitas horas de reflexão e talvez, conhecimento suficiente para uma segunda graduação. Aproveito para manifestar minha admiração quanto a sua atuação como professor e pesquisador a qual é exemplar. Tenho muita honra e orgulho de ter sido e continuar sendo seu orientando, assim como de ser membro de sua equipe de pesquisa.

Ao Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo membro vitalício do Laboratório de Biomecânica, meu co-orientador, que não somente nos auxiliou sempre que necessário, mas também compartilhou conosco seu inestimável conhecimento.

Aos amigos e colegas de laboratório, Luciano, Tonho, Nise, Camilla, Fernanda, Aline, Déborah, Mary, Denise e Carina. Obrigado a todos pelas contribuições para com os meus projetos e também minha formação. Durante esses três anos e cinco meses pude aprender muito com todos vocês que foram imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso e obtenção de minhas conquistas no laboratório. Sou extremamente grato a todos. Tem sido um enorme prazer trabalharmos juntos.

- Aos amigos:

A Camila Kazue, praticamente uma irmã para mim, obrigado pela confiança, sinceridade e fidelidade em nossa eterna amizade. Aos gêmeos (ao mesmo tempo meus sobrinhos), Diego e Diogo, realmente meus irmãos de coração. Ao Guilherme, Ademir, Baldan. A Mayara e a Bianca. Todos grandes amigos que estiveram do meu lado nos momentos mais difíceis e eu tenho certeza que sempre poderei contar vocês.

Aos demais colegas do colégio Bom Jesus (terceiro ano), e funcionários, Angélica, Solange, e outros. Obrigado pelo apoio e ensinamentos.

A república Santa Piriquita que me acolheu quando cheguei a UNESP. Ao Luquinha, Vinão e Maycon, colegas de república.

Ao Alexandre (Xandão), obrigado pela amizade, você tem sido brother de mais, morar contigo é uma grande satisfação.

Aos colegas do Bacharelado e Licenciatura em Educação Física da Unesp que sem dúvida marcaram esta passagem.

Aos meus técnicos, Edson Mina e Duran, e companheiros de equipe da Associação Esportiva Jundiaense que sempre me apoiaram e foram grandes amigos dentro e fora de quadra. Vocês são responsáveis por grande parte dos valores morais que foram agregados a minha personalidade, e mais que isso, tudo aconteceu jogando basquetebol. Ter jogado basquetebol ao lado de vocês foi uma honra e será inesquecível. Saudades deste tempo.

Aos meus amigos do movimento de adolescentes católicos de Itatiba (Caras Novas). Obrigado por me mostrarem que o caminho divino é a escolha certa e que Deus pode estar nas coisas mais simples de nossa vida. Foi ótimo compartilhar, reunir, cantar e orar ao lado de vocês.

- Aos apoios financeiros:

Aos apoios financeiros concedidos pelo CNPq (Processos: 103109/2009-9, 106071/2009-2 e 137450/2011-7) e pela FAPESP (Processo: 2010/06764-4), essenciais para minha formação e realização desse trabalho.

- Por fim:

Agradeço a vida perfeita que Deus me concedeu, a todas as pessoas que estão e passaram por mim que me desejaram o bem. Vivo cada dia como se fosse o último, sou grato por cada minuto de ar respirado. Não tenho nenhuma queixa a fazer, apenas algo a dizer: Viva intensamente a vida, não se preocupe com o sofrimento ou em nunca sofrer, mas se tiver que sofrer que seja para buscar e alcançar a felicidade.

Enfim, espero não ter deixado de referenciar alguém ou ter sido injusto, caso o tenha, desculpem-me. A estes também deixo meus sinceros agradecimentos.

*"O importante na vida não é triunfar, mas esforçar-se; o essencial não é haver conquistado, mas haver lutado".*

(COUBERTIN apud LOPES, p. 20, 2005)

## RESUMO

As entorses de tornozelo representam as lesões mais comuns no âmbito esportivo e no basquetebol. Neste sentido, a utilização de órteses de tornozelo e a análise da capacidade de força dos músculos eversores e inversores do tornozelo, têm sido sugeridas como medidas preventivas e importantes ferramentas para a identificação dos fatores de riscos associados às entorses de tornozelo. Entretanto, dúvidas ainda persistem quanto ao seu real efeito sobre variáveis biomecânicas relacionadas a estabilidade desta articulação. Diante disso, o presente estudo teve por objetivo analisar o efeito da utilização de órtese de tornozelo sobre o pico de torque (PT) dos músculos eversores e inversores e sobre a razão funcional eversor excêntrico/inversor concêntrico ( $EVE_{EXC}/INV_{CON}$ ) durante simulação do jogo de basquetebol. Dez basquetebolistas universitários, saudáveis, sem instabilidades mecânicas ou funcionais no tornozelo realizaram uma simulação do jogo de basquetebol a partir de um teste laboratorial, caracterizado pela utilização ou não de órteses nos tornozelos. O teste foi composto por uma sucessão de esforços físicos intensos e breves distribuídos igualmente em quatro períodos de 10 minutos cada, considerando as demandas físicas e mecânicas de um jogo de basquetebol. Previamente ao início do teste (Avaliação 1) e após o 2º (Avaliação 2) e o 4º (Avaliação 3) períodos, foram realizadas cinco contrações isocinéticas máximas concêntricas e excêntricas dos grupos musculares eversores e inversores do tornozelo, às velocidades de 60º/s e 120º/s. Após a verificação da normalidade dos dados com o teste Shapiro-Wilk, utilizou-se o teste ANOVA *medidas repetidas para dois fatores* e o teste post-hoc de *Bonferroni* para a comparação das variáveis entre cada condição. Adotou-se  $p < 0.05$ . Não houve diferença significativa entre as condições com e sem órtese de tornozelo e para a razão  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  durante a simulação de jogo. Houve redução do PT  $EVE_{EXC}$  a 60º/s e 120º/s para a Avaliação 2 quando comparada a Avaliação 1. Houve redução do PT  $INV_{CON}$  para a Avaliação 2 (60º/s) e Avaliação 3 quando comparadas à Avaliação 1. Conclui-se que a utilização de órtese de tornozelo não exerce influência sobre a razão  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  e o PT  $EVE_{EXC}$  e  $INV_{CON}$ . No entanto, o PT dos músculos eversores e inversores do tornozelo diminui com o progresso da simulação do jogo de basquetebol.

**Palavras-chave:** Entorses e Distensões. Força Muscular. Instabilidade Articular. Dinamômetro Isocinético.

## ABSTRACT

The ankle sprains represent the most common injuries in sports and basketball. In this sense, the use of ankle bracing and strength capacity analysis of the ankle evetor and invertor muscles, have been suggested as preventive measures and important tools for identifying risk factors associated with ankle sprains. However, questions still persist as to effect of the use ankle bracing on biomechanical variables related to the stability of the ankle. For this reason, this study aims to analyze the effect of the use of ankle bracing on peak torque (PT) of ankle evetor and invertor muscles and on eccentric evetor/concentric invertor torque ratio ( $EVE_{ECC}/INV_{CON}$ ), during the basketball match-play simulation. Ten healthy college basketball players, without mechanics or functional ankle instability performed a laboratory-based protocol representative of work rates observed during basketball match-play, in two different situations, with and without use of ankle bracing. The test was composed of a succession of intermittent physical effort equally distributed in four periods of 10 minutes each, considering the mechanical and physiological demands of a basketball match-play. Prior to the start of the trial (Evaluation 1) and after 2° (Evaluation 2) and 4° (Evaluation 3) periods, the subjects performed five maximal isokinetic concentric and eccentric contractions of ankle invertor and evetor muscles, separated by two minutes rest, at 60 °/s and 120 °/s. After testing for normality of data distribution with the Shapiro-Wilk test, was used the ANOVA *repeated measures for two factors* and post-hoc *Bonferroni* test for comparison of variables between assessments. Was adopted  $p < 0.05$ . There was no significant difference for PT and  $EVE_{ECC}/INV_{CON}$  torque ratio between assessments. There was a decrease in PT  $EVE_{ECC}$  at 60°/s and 120°/s for the Evaluation 2 when compared to Evaluation 1. There was a reduction of PT  $INV_{CON}$  values in relation to Evaluation 1, compared to Evaluation 2 at 60°/s and to Evaluation 3 at 120°/s. Given these results, we conclude that the use of ankle bracing does not influence the ratio  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  and the  $EVE_{EXC}$  and  $INV_{CON}$  PT. However, the PT of the ankle evetor and invertor muscles decreases with progress of simulation basketball match-play.

**Key words:** *Sprains and Strains. Muscle Strength. Joint Instability. Isokinetic Dynamometer.*

## SUMÁRIO

|                                                                          | Página |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                       | 11     |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....                                               | 13     |
| 2.1. Sujeitos.....                                                       | 13     |
| 2.2. Procedimentos Experimentais.....                                    | 13     |
| 2.3. Avaliação Isocinética.....                                          | 14     |
| 2.4. Exercício em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol..... | 15     |
| 2.5. Análise dos Dados.....                                              | 17     |
| 3. RESULTADOS.....                                                       | 18     |
| 3.1. Pico de Torque e Razão Funcional EVEEXC/INVCON.....                 | 18     |
| 3.2. Exercício em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol..... | 19     |
| 4. DISCUSSÃO.....                                                        | 21     |
| 4.1. Exercício em Intensidade Correspondente ao Jogo de Basquetebol..... | 21     |
| 4.2. Pico de Torque EVEEXC e INVCON.....                                 | 21     |
| 4.1. Razão Funcional EVEEXC/INVCON.....                                  | 25     |
| 5. CONCLUSÃO.....                                                        | 27     |
| 6. REFERÊNCIAS.....                                                      | 28     |

## 1. INTRODUÇÃO

O basquetebol tornou-se um dos esportes de equipe mais populares do mundo sendo praticado por mais de 450 milhões de pessoas (FIBA, 2010). Considerado um esporte coletivo e intermitente, este é caracterizado por uma sucessão de esforços intensos e breves realizados em diferentes intensidades solicitando do atleta o máximo rendimento físico (FERREIRA; DE ROSE JUNIOR, 2003; ABDELKRIM; EL FAZAA; EL ATI, 2007; MONTGOMERY et al, 2010).

A grande exigência física, tática e técnica requerida pelo basquetebol exigem o máximo esforço do atleta. Desta forma, as altas cargas impostas durante o jogo predispõem os atletas a um processo de fadiga (DE ROSE JUNIOR, 2004) que somada ao freqüente contato físico com adversários e a alteração do equilíbrio muscular sobre uma articulação (PONTAGA, 2004; FONSECA, 2007), aumentam o índice de lesões (MOREIRA; GENTIL; OLIVEIRA, 2003; HOSKINS; POLLAND, 2005). Além disso, a prática sistemática deste esporte pode promover a especialização dos atletas para desempenhar funções táticas/técnicas específicas de maneira que a solicitação muscular requerida torne-se seletiva. Desta forma, alguns grupos musculares são mais exigidos que outros. Assim, desequilíbrios entre grupos musculares agonistas/antagonistas podem ser gerados levando a alterações posturais ou da biomecânica articular e predispor a lesões ou baixo desempenho (ALONSO et al, 2003).

Entre as lesões esportivas, aquelas relacionadas à articulação do tornozelo são as mais comuns e representam 12-30% do total de lesões, particularmente nos esportes que envolvem saltos corridas e mudanças bruscas de direção (DARROW et al, 2009; WATERMAN et al, 2010; DIZON; REYES, 2010) tal como o basquetebol. Deste total de lesões, as entorses com conseqüentes lesões nos ligamentos correspondem a 80% das ocorrências (FONG et al, 2008) sendo que de todas as entorses de tornozelo registradas durante as atividades esportivas, 41,1% ocorrem durante a prática do basquetebol (WATERMAN et al, 2010).

Diante desta realidade e buscando prevenir estas ocorrências, algumas hipóteses têm sido estabelecidas. Uma delas relaciona-se ao uso de estabilizadores de tornozelo (DISTEFANO et al, 2008; DIZON; REYES, 2010), que aumentam a sustentação do pé, reduzem a amplitude de movimento e a velocidade de inversão-eversão do tornozelo (ZHANG et al, 2009), e outras com a análise das razões de

força dos grupos musculares eversores e inversores do tornozelo por meio da avaliação isocinética a qual permite a identificação precisa do déficit muscular, sugerido como um indicador da instabilidade do tornozelo e fator de risco para a ocorrência de entorses desta articulação durante a prática esportiva (WRIGHTA; BALL; WOOD, 2009; ERSOZ et al, 2009; LIN; CHEN; LIN, 2011).

Em função disso, na tentativa de manter a funcionalidade do tornozelo durante a prática do basquetebol, da possível utilização de órteses como estratégia de prevenção de lesões nesta articulação e a dificuldade em analisar as demandas musculares em situações de jogo (RAHNAMA; LEES; REILLY, 2006; DIZON; REYES, 2010), o presente estudo teve como objetivo analisar o efeito da utilização de órtese de tornozelo sobre o pico de torque (PT) muscular eversor excêntrico ( $EVE_{EXC}$ ) inversor concêntrico ( $INV_{CON}$ ) e a razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  do tornozelo, durante um protocolo de exercício intermitente em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol (EIJB). Desta forma duas hipóteses foram levantadas: (1) a utilização de órtese de tornozelo apresentará uma relação positiva com a produção de torque e a razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  do tornozelo, no sentido de manter a estabilidade articular, durante o protocolo proposto; (2) os exercícios realizados em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol comprometerão a produção de torque e a razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  do tornozelo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Sujeitos**

Participaram deste estudo 10 basquetebolistas universitários (idade:  $19,82 \pm 1,94$  anos; estatura:  $181,5 \pm 9,47$  cm; massa corporal:  $80,57 \pm 9,73$  Kg; percentual de gordura:  $13,93 \pm 5,34$  %; amplitude de movimento em inversão e eversão no dinamômetro isocinético:  $28,2 \pm 4,8^\circ$  e  $22,4 \pm 3,8$ , respectivamente), saudáveis, com, no mínimo, seis anos de experiência na modalidade, com frequência de treinamento de quatro horas semanais, sem lesões nos tornozelos nos últimos seis meses e sem instabilidades mecânicas ou funcionais no tornozelo. Todos os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa local (Protocolo N° 014/2011).

### **2.2. Procedimentos Experimentais**

O protocolo experimental constituiu-se de três etapas distintas, separadas por um período de 48 a 72 h. O primeiro dia de coleta de dados consistiu na aquisição de dados de caracterização dos sujeitos. Foram realizados os testes clínicos para a identificação da instabilidade mecânica (teste de gaveta anterior e inclinação talar) (SAFRAN et al, 1999; HOCKENBURY; SAMMARCO, 2001) e funcional (questionário Cumberland Ankle Instability Tool) do tornozelo (NORONHA et al, 2008). Além disso, a dominância de membro inferior foi determinada conforme três testes funcionais específicos: teste de chutar uma bola, teste de subir um degrau e teste de retomada do equilíbrio. Foi definido como membro dominante aquele utilizado mais vezes para a realização das tarefas (LIN et al, 2009). Em seguida, os sujeitos foram familiarizados aos testes a serem realizados. A familiarização consistiu em realizar o percurso completo do protocolo de exercício em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol uma única vez e, após, duas séries de cinco contrações máximas concêntricas e excêntricas dos músculos eversores e inversores do tornozelo às velocidades angulares de  $60^\circ/\text{s}$  a  $120^\circ/\text{s}$ , no dinamômetro isocinético.

No segundo e terceiro dias, os sujeitos realizaram aquecimento em bicicleta ergométrica (BIOTEC 2100) durante cinco minutos a 75 W e 70-80 rpm (VAN CINGEL et al, 2001; VAN CINGEL et al, 2009) previamente à realização da

avaliação isocinética e do exercício em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol, o qual foi caracterizada por duas situações distintas, com e sem a utilização de órtese (CO e SO, respectivamente) de tornozelo, sendo estas condições definidas aleatoriamente entre o terceiro e quarto dias de coleta. A órtese do tipo lace-up (Hourse Jump) (Figura 1) foi selecionada devido a sua constituição por material flexível e cadarços que permitem melhor fixação, além de ser freqüentemente utilizada por atletas de basquetebol.

A avaliação isocinética dos músculos eversores e inversores do tornozelo foi realizada previamente ao início e imediatamente após o 2º e 4º períodos do exercício em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol.



**Figura 1.** Órtese de tornozelo utilizada (lace-up).

### **2.3. Avaliação Isocinética**

O sujeito foi posicionado (Figura 2) sentado na cadeira do dinamômetro isocinético (System 4 Pro – Biodex®), e fixado por meio de cintos de segurança que cruzaram o tórax e o quadril, a fim de manter a estabilidade corporal durante o esforço máximo. A inclinação do encosto da cadeira foi mantida em 70° e o joelho do membro inferior avaliado em flexão 110°, sendo a perna mantida paralelamente ao solo. Para o membro inferior não avaliado utilizou-se apoio para o pé e o segmento da coxa foi mantido sobre o assento de maneira a manter 90° de flexão do joelho. A articulação do tornozelo foi mantida em 10° de flexão plantar (HARTSELL; SPAULDING, 1999a; LIN et al, 2009) e a articulação subtalar em posição neutra (ANDREWS; HARRELSON; WILK, 2000) de maneira a coincidir com o eixo de rotação do dinamômetro isocinético (HARTSELL; SPAULDING, 1999a; YILDIZ et al, 2003; LIN et al, 2009). O membro dominante foi analisado devido às lesões de

tornozelo ser mais frequentes neste, em relação ao membro não dominante (ASHTON-MILLER et al, 1996).

As avaliações isocinéticas consistiram em três contrações submáximas seguidas por cinco contrações isocinéticas máximas concêntricas e excêntricas de inversão e eversão do tornozelo nas velocidades angulares de 60°/s e 120°/s. Foram considerados 2 minutos de intervalo entre as séries de inversão e eversão do tornozelo (HARTSELL; SPAULDING, 1999a; SEKIR et al, 2007). Todas as condições de avaliação foram realizadas em ordem aleatória.

As avaliações no dinamômetro isocinético foram realizadas sem a utilização de órtese no tornozelo testado devido às restrições mecânicas promovidas pela mesma. Esta decisão foi tomada após análise de estudo piloto. Para todos os sujeitos foi utilizada a máxima amplitude de movimento ativa disponível na articulação do tornozelo quando posicionada no dinamômetro isocinético, conforme preconizado pelo fabricante.



**Figura 2.** Posicionamento do sujeito para avaliação isocinética.

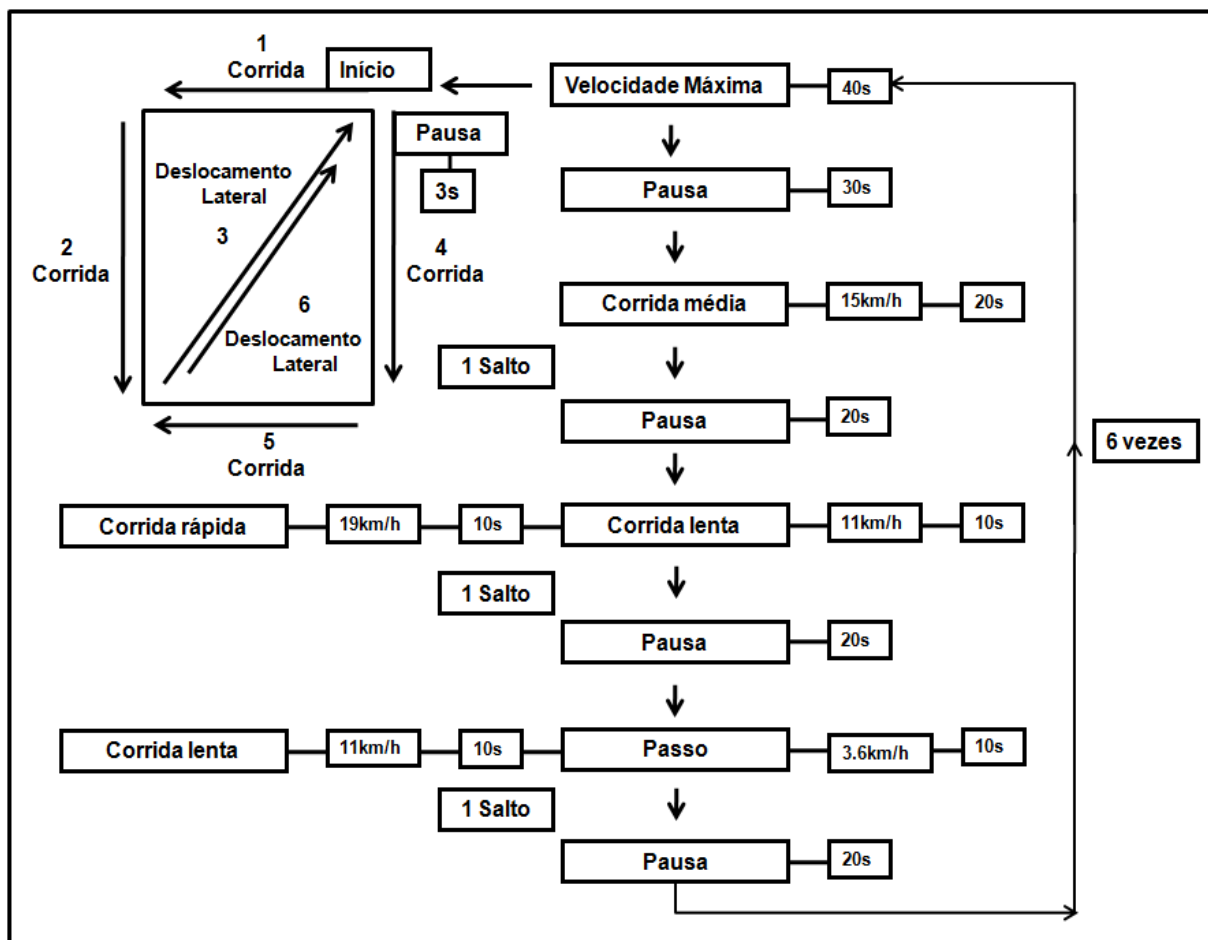
#### **2.4. Exercício em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol**

O EIJB foi constituído por uma sucessão de esforços físicos realizados em solo e esteira (Figura 3), distribuídos igualmente em 4 períodos de 10 minutos cada. Foi adotado intervalo de 2 minutos entre o primeiro e o segundo períodos e entre o terceiro e quarto períodos. O intervalo entre o segundo e o terceiro período foi de 15 minutos, conforme o jogo de basquetebol (FIBA, 2010).

Para tanto, foi demarcado no solo um retângulo (Figura 3), sobre o qual, foram executadas corridas, deslocamentos laterais e mudanças de direção. Após um sinal sonoro emitido pelo sistema Speed Teste Telemetric (Cefise) o sujeito iniciou o teste correndo sobre as laterais 1 (3m) e 2 (4m) do retângulo, e deslocando-se lateralmente, sobre a diagonal 3 (5m) do retângulo, em velocidade máxima. Após retornar à posição inicial, foram considerados 3 s de pausa seguidos por sinal sonoro e reinício do percurso em direção contrária a realizada anteriormente. Este procedimento foi realizado consecutivamente durante 40 s seguidos por pausa de 30 s. Imediatamente ao final desta pausa, teve início uma sucessão de corridas em esteira rolante (Inbramed, modelo Millennium Super ATL) com o objetivo de simular as variações nas velocidades de corrida, assim como as distâncias percorridas nestas velocidades pelos atletas durante o jogo de basquetebol (BRANDÃO, 1992; De ROSE JUNIOR; TRICOLI, 2005).

Para tanto, o sujeito iniciou sobre a esteira e realizou a seguinte sequência de ações: corrida a 15km/h (corrida média) por 20s; salto vertical máximo; pausa de 20s; corrida a 11km/h (corrida lenta) por 10s; corrida a 19km/h (corrida rápida) por 10s; salto vertical máximo; pausa de 20s; andar a 3,6km/h (passo) por 10s; corrida lenta por 10s; salto vertical máximo; e pausa de 20s.

Os procedimentos descritos foram realizados seis vezes consecutivas, totalizando 600s (10min) de ação e 540s (9min) de pausas, representando um período do jogo de basquetebol. Para a representação completa do jogo, foram realizados quatro períodos de 10 minutos. Para a análise das alterações na intensidade de exercício, a frequência cardíaca (FC) foi mensurada por meio de frequencímetro (MFC RS100<sup>TM</sup> - Polar<sup>®</sup>) ao fim de cada ação realizada em esteira (corridas) e solo (deslocamentos rápidos e saltos).



**Figura 3.** Exercício em Intensidade Correspondente ao Jogo de Basquetebol.

## 2.5. Análise dos Dados

A partir dos dados coletados de torque isocinético, determinou-se os valores de PT. A razão funcional de para inversão do tornozelo foi determinada pelo PT máximo excêntrico dos músculos eversores dividido pelo PT máximo concêntrico dos músculos inversores ( $EVE_{EXC}/INV_{CON}$ ) (AAGAARD et al, 1998; YILDIZ et al, 2003).

As variáveis dependentes relativas ao PT e a razão  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  foram analisadas estatisticamente no software SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) 18.0. Após a verificação da normalidade de distribuição dos dados com o teste Shapiro-Wilk, utilizou-se o teste ANOVA *medidas repetidas* para dois fatores para a análise de variância entre as condições CO e SO, e em cada uma destas condições. O teste post-hoc de *Bonferroni* foi utilizado para indicar as diferenças significativas entre as condições analisadas. Adotou-se nível de significância de 5% ( $p < 0.05$ ).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Pico de Torque e Razão Funcional $EVE_{EXC}/INV_{CON}$

Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis de PT e razão funcional entre as condições CO e SO, a 60°/s e 120°/s, quando comparadas as avaliações realizadas previamente ao EIJB (Avaliação 1) e após o 2º e quarto períodos (Avaliação 2 e Avaliação 3, respectivamente) do mesmo (Tabela 1 e Tabela 2). Entretanto, verificou-se declínio do PT  $EVE_{EXC}$  obtido na Avaliação 1, para as condições CO e SO a 60°/s, quando comparada às Avaliações 2 e 3 ( $p = 0,002$  e  $p = 0,013$ , respectivamente). Para o PT  $INV_{CON}$  observou-se redução dos valores entre a Avaliação 1 e a Avaliação 3 (Tabela1).

**Tabela 1.** Valores médios ( $\pm DP$ ) de PT (Nm) e razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  obtidos a 60°/s.

| Avaliação | SO                      |                         |            | CO                      |                         |            |
|-----------|-------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------|
|           | $EVE_{EXC}$             | $INV_{CON}$             | Razão      | $EVE_{EXC}$             | $INV_{CON}$             | Razão      |
| 1         | 32,6(3,6) <sup>#*</sup> | 40,6(10,2) <sup>*</sup> | 0,85(0,21) | 32,3(3,5) <sup>#*</sup> | 40,2(12,7) <sup>*</sup> | 0,89(0,30) |
| 2         | 30,0(3,9)               | 38,0(9,8)               | 0,84(0,21) | 27,9(4,1)               | 38,0(9,9)               | 0,77(0,25) |
| 3         | 28,8(3,9)               | 35,5(9,1)               | 0,82(0,19) | 27,6(5,8)               | 37,1(10,1)              | 0,78(0,29) |

Abreviações: Eversor excêntrico ( $EVE_{EXC}$ ); Inversor concêntrico ( $INV_{CON}$ ); Sem Órtese (SO); Com Órtese (CO). Pico de Torque (PT). <sup>#</sup> Diferença significativa em relação à Avaliação 2. <sup>\*</sup> Diferença significativa em relação à Avaliação 3.

Para os valores de PT obtidos a 120°/s nas condições CO e SO, verificou-se declínio do PT  $EVE_{EXC}$  registrado para a Avaliação 1 quando comparada às Avaliações 2 e 3 ( $p = 0,002$  e  $p = 0,01$ , respectivamente). Além disso, o PT  $INV_{CON}$ , em ambas as condições, foi reduzido quando comparadas as Avaliações 1 e 2 à Avaliação 3 ( $p = 0,011$ ,  $p = 0,024$ , respectivamente) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios ( $\pm$ ) de PT e razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  obtidos a 120°/s.

| Avaliação | SO                      |                        |            | CO                      |                         |            |
|-----------|-------------------------|------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------|
|           | $EVE_{EXC}$             | $INV_{CON}$            | Razão      | $EVE_{EXC}$             | $INV_{CON}$             | Razão      |
| 1         | 32,5(4,4) <sup>#*</sup> | 39,9(7,8) <sup>#</sup> | 0,85(0,16) | 32,6(4,0) <sup>#*</sup> | 40,4(11,4) <sup>#</sup> | 0,86(0,22) |
| 2         | 30,2(3,0)               | 37,3(9,3) <sup>*</sup> | 0,86(0,21) | 29,6(3,5)               | 40,4(8,5) <sup>*</sup>  | 0,77(0,19) |
| 3         | 28,6(4,0)               | 35,3(7,1)              | 0,83(0,21) | 28,2(4,7)               | 37,3(9,6)               | 0,81(0,21) |

Abreviações: Eversor excêntrico ( $EVE_{EXC}$ ); Inversor concêntrico ( $INV_{CON}$ ); Sem Órtese (SO); Com Órtese (CO). Pico de Torque (PT). <sup>#</sup> Diferença significativa em relação à Avaliação 2. <sup>\*</sup> Diferença significativa em relação à Avaliação 3.

### 3.2. Exercício em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol

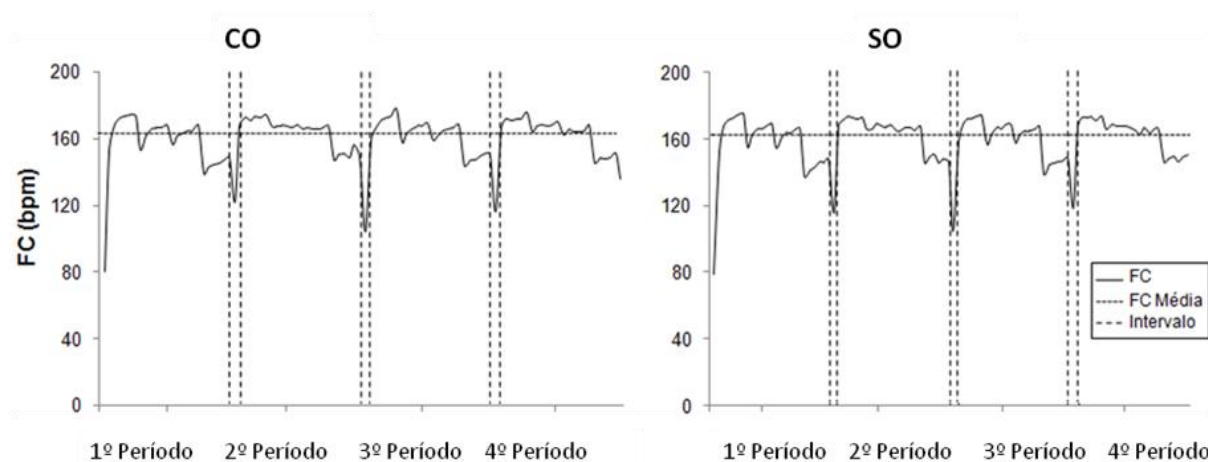
A tabela 3 apresenta os valores correspondentes à distância total percorrida utilizando-se cada um dos tipos de deslocamentos propostos durante o EIJB.

**Tabela 3.** Distância total percorrida para cada tipo de deslocamento utilizado durante o EIJB.

| Tipos de Deslocamentos     | Distância Percorrida (m) | Distância Percorrida (%) |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Deslocamentos laterais     | 600                      | 9                        |
| Corrida intensidade máxima | 824                      | 13                       |
| Passo (3,6 km/h)           | 240                      | 4                        |
| Corrida lenta (11 km/h)    | 1467                     | 23                       |
| Corrida média (15 km/h)    | 2000                     | 31                       |
| Corrida rápida (19 km/h)   | 1267                     | 20                       |
| Distância total            | 6397                     | 100                      |

Para a FC não foram encontradas diferenças significativas entre as condições CO e SO e entre os períodos analisados, exceto para o primeiro período que apresentou valores inferiores de FC quando comparado ao segundo período ( $p = 0,003$ ) da simulação de jogo, em ambas as condições. A FC média durante a simulação de jogo nas condições SO e CO foram de  $162,0 \pm 5,5$  bpm e  $161,7 \pm 6$  bpm, respectivamente, correspondentes a  $91,0 \pm 1,9$  % e  $88,6 \pm 4,5$  %, respectivamente, da FC máxima atingida durante os quatro períodos analisados. Durante a simulação de jogo a FC oscilou entre  $135,5 \pm 9,5$  bpm e  $178,1 \pm 6,2$  bpm

para a condição SO e entre  $136,4 \pm 8,4$  e  $182,7 \pm 6,9$  bpm para a condição CO (Figura 4).



**Figura 4.** FC correspondente as ações realizadas durante a simulação de jogo e FC Média entre os períodos analisados, correspondente a 88,6% e 91,0% da FC máxima atingida nos quatro períodos, para as condições CO e SO, respectivamente.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Exercício em Intensidade Correspondente ao Jogo de Basquetebol

O presente estudo foi conduzido no sentido de verificar os efeitos da utilização de uma órtese de tornozelo, frequentemente utilizada por atletas de basquetebol, sobre o PT  $EVE_{EXC}$  e  $INV_{CON}$  e o equilíbrio muscular funcional obtido pela razão de PT  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  do tornozelo durante um exercício intermitente em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol.

Pouco é conhecido sobre as demandas musculares durante exercícios intermitentes prolongados (RAHNAMA et al, 2003; RAHNAMA; LEES; REILLY, 2006) e não foi encontrada investigação a partir de exercícios que simulem as demandas mecânicas e fisiológicas do jogo de basquetebol.

Desta forma, o protocolo de simulação do jogo de basquetebol proposto neste estudo buscou representar as intensidades de corrida, a distância total percorrida nestas intensidades, o tempo de ações realizadas com a posse de bola em jogo, o tempo das pausas, o número de saltos, mudanças de direção e a FC, frequentemente registrados durante um jogo completo de basquetebol (BRANDÃO, 1992; ABDELKRIM; EL FAZAA; EL ATI, 2007; NARAZAKI et al, 2009; MATTHEW; DELESTRAT, 2009). Este protocolo não teve por objetivo reproduzir um jogo de basquetebol e sim representar ao máximo as demandas mecânicas e fisiológicas impostas sobre um atleta durante uma partida completa de basquetebol, de maneira controlada em ambiente laboratorial.

Considerando a característica intermitente (Figura 4) predominante do basquetebol, no qual ações de grande explosão são alternadas com corridas rápidas e lentas, os quatro tipos de deslocamento mais utilizados neste esporte foram selecionados para a composição do protocolo proposto no presente estudo, ou seja: passo (até 1 m/s), corrida lenta (entre 1 e 3 m/s), corrida média (entre 3 e 5 m/s) e corrida rápida (deslocamento acima de 5 m/s), sendo que 24%, 33%, 26% e 15% representam, respectivamente, os percentuais da distância total percorrida por um jogador durante todo o jogo de basquetebol utilizando esses tipos de deslocamentos (De ROSE JUNIOR; TRICOLI, 2005; BRANDÃO, 1992).

Estudos também têm verificado que a FC média durante um jogo de basquetebol pode variar de 162-171bpm que corresponde, aproximadamente, a 88-

93% da FC máxima atingida durante a partida (ABDELKRIM; EL FAZAA; EL ATI, 2007; NARAZAKI et al, 2009; MATTHEW; DELEXTRAT, 2009; MONTGOMERY; PYNE; MINAHAN, 2010). Estas evidências confirmam a similaridade entre a intensidade real do jogo de basquetebol e a intensidade imposta no protocolo proposto neste estudo, no qual foi registrado FC média compreendida entre 161-162 bpm, correspondente a 88-91% da FC máxima atingida durante o teste.

Além disso, a distribuição entre as ações e pausas durante o protocolo apresentado neste estudo predominam em intervalos que oscilam entre 1-40s e 1-20s. Cerca de 80% das posses de bola e 76% das pausas se situam em intervalos que oscilam entre 1s e 40s. Dentre o número de ações e pausas que ocorrem neste intervalo aproximadamente 70% delas estão compreendidas entre 1s e 20s (BRANDÃO, 1992). Quanto à distância total percorrida e o número de saltos realizados em nosso protocolo, estes também se aproximam aos valores encontrados por estudos que analisaram estas demandas durante o jogo de basquetebol. Brandão (1992) e Scalet e Misuta (2011) verificaram que durante um jogo de basquetebol os atletas percorrem distâncias superiores a 5000 m, podendo chegar a, aproximadamente, 6600 m e executam entre 47-58 saltos. No presente estudo, após a realização completa do EIJB cada atleta percorreu, aproximadamente, 6400 m e executaram 72 saltos.

Embora limitações sejam evidentes ao reproduzir condições reais em ambientes laboratoriais e controlados, o EIJB proposto mostrou-se capaz de atender aos parâmetros de intensidade característicos de um jogo de basquetebol, sobre o qual o presente estudo preocupou-se em representar.

#### **4.2. Pico de Torque $EVE_{EXC}$ e $INV_{CON}$**

A fraqueza muscular, a perda de força e a fadiga dos músculos eversores e inversores do tornozelo têm sido fortemente associados à instabilidade articular e à predisposição à ocorrência de lesões por entorse do tornozelo (HARTSELL; SPAULDING, 1999a; SEKIR et al, 2007; GUTIERREZ et al, 2007; SANDREY; KENT, 2008; WRIGHTA; BALL; WOOD, 2009; ERSOZ et al, 2009; ARNOLD et al, 2009; ÜRGÜDEN et al, 2010). Estudos têm verificado que a instabilidade do tornozelo pode estar associada, particularmente, aos déficits de força muscular  $INV_{CON}$  (SEKIR et al. 2007),  $EVE_{EXC}$  (YILDIZ et al, 2003),  $EVE_{EXC}$  e  $INV_{CON}$  (HARTSELL;

SPAULDING, 1999a),  $EVE_{EXC}$  e  $EVE_{CON}$  do tornozelo (WILLENS et al, 2002). A queda de 8-16% do PT registrada após EIJB em relação à condição inicial (Tabela 1 e Tabela 2) podem caracterizar uma condição de instabilidade do tornozelo (SEKIR et al, 2007; DOCHERTY; ARNOLD, 2008; COLLADO et al, 2010; ÜRGÜDEN et al, 2010). Assim, o jogo de basquetebol parece promover, naturalmente, sobre o tornozelo dos atletas, uma condição semelhante a de instabilidade, a qual pode aumentar os riscos para a ocorrência de entorse com o progresso do jogo.

O déficit muscular  $EVE_{EXC}$  e  $INV_{CON}$ , evidenciado pelo declínio do PT durante o EIJB, para as condições CO e SO em indivíduos saudáveis, confirmam os resultados encontrados por Gutierrez et al. (2007) e Sandrey e Kent (2008) que registraram redução similar da capacidade de gerar força dos músculos eversores e inversores do tornozelo após protocolos de fadiga durante ações isocinéticas máximas.

Estudos têm verificado que o declínio da força dos músculos estabilizadores do tornozelo, em situações de fadiga, pode comprometer a capacidade em determinar a sensibilidade de posicionamento articular (GUTIERREZ et al, 2007; SANDREY; KENT, 2008). Devido à fadiga, os mecanorreceptores musculares, principalmente os fusos neuromusculares dos músculos eversores do tornozelo, são comprometidos de maneira que as informações referentes à sensibilidade de posicionamento articular não sejam transmitidas precisamente ao cérebro ou o músculo fatigado não responda aos sinais neurais eferentes (SANDREY; KENT, 2008). Assim, os mecanismos de ativação dos músculos estabilizadores do tornozelo, particularmente dos fibulares que atuam excentricamente durante a inversão, podem não responder suficientemente rápido e predispor o indivíduo a uma entorse de tornozelo durante o jogo de basquetebol (HARTSELL; SPAULDING, 1999b; GUTIERREZ et al, 2007).

Neste estudo também foi observado declínio de força, predominantemente, durante a velocidade de 120°/s em relação a 60°/s. O déficit de força, em altas velocidades isocinéticas, tem sido associado a menor capacidade do atleta em realizar ações vigorosas e explosivas com o progresso de exercícios intermitentes devido a diminuição da velocidade de condução central, acúmulo de subprodutos metabólicos no músculo e redução do estoques de glicogênio muscular (RAHNAMA et al, 2003). Desta forma, as fibras musculares que são mais frequentemente recrutadas para a manutenção da performance e possuem capacidade lenta para

restaurar os estoques de glicogênio podem ter seus estoques depletados primeiro, o que provavelmente reduz o número de fibras recrutadas para compensar a perda da força muscular (ESSEN, 1978; RAHNAMA et al, 2003).

Entretanto, para todos os parâmetros analisados, verificou-se ausência de efeito da utilização de órtese sobre a capacidade de produzir força dos músculos eversores e inversores do tornozelo. Estudos têm demonstrado que as órteses de tornozelo são frequentemente utilizadas para a prevenção das entorses de tornozelo (ZHANG et al, 2009; DIZON; REYES, 2010; CORDOVA et al, 2010) devido à algumas restrições mecânicas promovidas sobre o tornozelo, tais como a limitação da amplitude de movimento de inversão/eversão em 48-67% e redução da velocidade de inversão em 20-46%, durante a realização de movimentos dinâmicos envolvendo mudança de direção (CORDOVA et al, 2007; ZHANG et al, 2009). Tais restrições resultam em uma taxa de sobrecarga vertical inferior e redução nas forças de impactos durante movimentos dinâmicos sem prejudicar a performance (ZHANG et al, 2009).

Levando em conta os resultados obtidos apresentamos duas possíveis explicações para ausência do efeito da órtese sobre as variáveis analisadas: (i) Em nosso estudo, as avaliações isocinéticas foram realizadas sem a utilização de órtese no tornozelo, fato este que parece não ser a causa dos resultados obtidos uma vez que outros estudos confirmam a ausência do efeito da utilização da órtese sobre o pico de torque, mesmo quando a órtese foi utilizada no momento da avaliação (GREENE; ROLAND, 1989; HARTSELL; SPAULDING, 1999b). Logo, estes resultados podem ser atribuídos ao fato dos indivíduos avaliados por Greene e Roland (1989), Hartsell e Spaulding (1999b) e no presente estudo não possuírem longa experiência prévia com a utilização deste tipo de implemento, de maneira que o efeito agudo da órtese não tenha sido suficiente para promover adaptações mecânicas ao sistema musculoesquelético a fim de interferir na produção de torque muscular; (ii) A órtese contribui para fornecer resistência passiva ao momento de inversão do tornozelo quando os músculos eversores estão inativos (ASHTON-MILLER et al, 1996) e pode reduzir em até 25% o tempo necessário para atingir o PT EVE do tornozelo, o que é resultado de uma estimulação proprioceptiva local que favorece o recrutamento motor (KONRADSEN et al, 2005). No entanto, o pico de torque absoluto constitui uma variável inespecífica a estes efeitos e características da órtese.

Tem sido comprovado recentemente que as limitações mecânicas promovidas pela utilização de órteses nos tornozelos acarretam nenhum ou mínimos efeitos adversos no desempenho (DISTEFANO et al, 2008; ZHANG et al, 2009; CORDOVA et al, 2010). Desta forma, tendo em vista que a utilização de órtese reduz em, aproximadamente, 70% a incidência de entorses de tornozelo durante a prática esportiva (DIZON; REYES, 2010) assim como a ocorrência e gravidade destas lesões no basquetebol (SITLER; RYAN; WHEELER, 1994; DIZON; REYES, 2010), pode-se inferir que a utilização de órtese pode reduzir tais riscos de lesões sem deteriorar a produção de torque dos músculos estabilizadores do tornozelo. Contudo, estes resultados restringem-se à aplicação de órteses do tipo lace-up com as características descritas neste estudo.

#### **4.3. Razão Funcional $EVE_{EXC}/INV_{CON}$**

Os valores compreendidos entre 0,85-0,89 e 0,85-0,86 para a razão  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$ , nas velocidades de contração isocinética de 60°/s e 120°/s, respectivamente, foram obtidos a partir de uma população composta, exclusivamente, por atletas universitários jogadores de basquetebol, sem lesões nos tornozelos nos últimos seis meses e sem instabilidade mecânica ou funcional. No entanto, a aplicação destes valores como referência para a prescrição do treinamento ou reabilitação, devem ser feitas de maneira cautelosa haja vista a ausência de trabalhos científicos que caracterizem o desempenho muscular por meio da razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  entre indivíduos lesionados ou com instabilidade do tornozelo e indivíduos saudáveis, especificamente atletas experientes jogadores de basquetebol.

Para o nosso conhecimento as razões funcionais de pico de torque  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  têm sido utilizadas para caracterizar indivíduos saudáveis e com instabilidade do tornozelo fisicamente ativos (HARTSELL; SPAULDING, 1999a; YILDIZ et al, 2003). No entanto, têm sido encontradas diferenças significativas entre indivíduos saudáveis e com instabilidade no tornozelo apenas quando a razão funcional de pico de torque  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  foi analisada aos 15° e 20° da amplitude do movimento de inversão (YILDIZ et al, 2003). Neste estudo, foi utilizado o pico de torque absoluto para o cálculo da razão funcional, que embora seja mais frequentemente utilizado para a determinação de razões musculares do tornozelo,

pode ser um parâmetro menos sensível à identificação de diferenças nas razões funcionais a partir do protocolo de exercícios proposto (HARTSELL; SPAULDING, 1999b; KAMINSKI; HARTSELL, 2002).

Os valores encontrados no presente estudo são inferiores aos registrados por Yildiz et al. (2003) que, para a mesma razão funcional, em indivíduos saudáveis, fisicamente ativos, obtiveram o valor de 1,9 à 120°/s. Estas discrepâncias parecem ser decorrentes não somente de adaptações específicas promovidas pelos movimentos característicos do basquetebol que podem induzir a uma solicitação muscular seletiva em função das ações táticas e técnicas desempenhadas pelos atletas (ALONSO et al, 2003; FOUSEKIS; SEPIS; VAGENAS, 2010), assim como pela diferença entre os equipamentos utilizados estudos (YILDIZ et al, 2003).

Ao analisar a razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  a 60°/s e 120°/s, intra e entre as condições CO e SO, não foram encontradas diferenças significativas, fato evidente pelo declínio simultâneo dos valores de pico de  $EVE_{EXC}$  e  $INV_{CON}$ . Tem sido sugerido que durante o exercício intermitente, quando a carga de trabalho necessita ser mantida por longo período de tempo, há desenvolvimento de um processo de fadiga muscular com conseqüente redução da força (RAHNAMA et al, 2003; RAHNAMA; LEES; REILLY, 2006), requerendo regulação dos padrões de atividade neuromuscular a fim de manter a funcionalidade normal do tornozelo (SNYDER-MACKLER et al, 1997; YILDIZ et al, 2003). Desta forma, a manutenção dos valores da razão funcional  $EVE_{EXC}/INV_{CON}$  com o progresso do jogo de basquetebol parece constituir um mecanismo para preservar a integridade física do tornozelo diante da perda da força dos músculos eversores e inversores desta articulação.

Estas descobertas apresentam importantes implicações para a prevenção e compreensão das entorses de tornozelo em indivíduos saudáveis, uma vez a perda da força dos músculos estabilizadores do tornozelo constitui um potencial fator de risco associado à ocorrência das entorses de tornozelo.

Nesta perspectiva, programas ideais de condicionamento devem ser compostos de exercícios que produzam uma proporção adequada entre a ação muscular agonista e antagonista, considerando as condições particulares da população e modalidade esportiva envolvidas.

## 5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que a utilização da órtese de tornozelo semi-rígida do tipo lace-up não influencia a capacidade de produção de torque e razão funcional dos músculos eversores e inversores do tornozelo com o progresso do exercício realizado em intensidade correspondente ao jogo de basquetebol. Entretanto, o declínio do pico de torque  $EVE_{EXC}$  e  $INV_{CON}$  no protocolo testado foi evidente, o que sugere aumento dos riscos de lesões no tornozelo com o progresso do jogo de basquetebol.

## 6. REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; SIMONSENS, E.B.; MAGNUSSON, S.P.; LARSSON, B.; DYHRE-POULSEN, P. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 26, n. 2, p. 231-237, 1998.

ABDELKRIM, N.; EL FAZAA, S.; EL ATI, J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. **British Journal of Sports Medicine**. v. 41, n. 2. p. 69-75, 2007.

ALONSO, A. C.; GREVE, J. M. D.; MACEDO, O. G.; PEREIRA, C. A. M e SOUZA, P. C. M. Avaliação isocinética dos inversores e eversores de tornozelo: estudo comparativo entre atletas de futebol e sedentários normais. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 7, n. 3, p. 195-199, 2003.

ANDREWS, J.; HARRELSON, G. L.; WILK, K. E. **Reabilitação Física das Lesões desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

ARNOLD, B. L.; LINENS, S. W.; DE LA MOTTE, S.; ROSS, S. E. Concentric evertor strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis. **Journal of Athletic Training**. v.44, n. 6, p. 653-662, 2009.

ASHTON-MILLER, J. A.; OTTAVIANI, R. A.; HUTCHINSON, C.; WOJTYS, E. M. What best protects the inverted weight bearing ankle against further inversion? Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape and three orthoses. **American Journal of Sports Medicine**, v. 24, p.800-809, 1996.

BRANDÃO, E. Caracterização estrutural dos parâmetros de esforço no jovem basquetebolista. **Revista Horizonte**, n.52, p. 135-140, 1992.

COLLADO, H.; COUDREUSE, J. M.; GRAZIANI, F.; BENSOUSSAN, L.; VITON, J. M.; DELARQUE, A. Eccentric reinforcement of the ankle evertor muscles after lateral ankle sprain. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 20, n. , p. 241–246, 2010.

CORDOVA, M. L; BERNARD, L. W.; AU, K. K.; DEMCHAK, T. J.; STONE, M. B.; SEFTON, J. M. Cryotherapy and ankle bracing effects on peroneus longus response during sudden inversion. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. p. 348–353, 2010.

CORDOVA, M. L.; INGERSOLL, C. D.; MERRICK, M. A. Prophylactic ankle bracing reduces rearfoot motion during sudden inversion. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 17, n. 3, p. 216–22, 2007.

DARROW, C. J.; COLLINS, C. L.; YARD, E. E.; COMSTOCK, D. R. Epidemiology of Severe Injuries Among United States High School Athletes: 2005-2007. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 37, p. 1798-1805, 2009.

DELESTRAT, A.; COHEN, D. Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 22, n. 4, p. 2008.

DE ROSE JUNIOR, D. Perfil técnico de jogadores brasileiros de basquetebol: relação entre os indicadores de jogo e posições específicas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. v.18, n.4, p.377-84, 2004.

DE ROSE JUNIOR, D.; TRICOLI, V. (Eds.). **Basquetebol: uma visão integrada entre ciência e prática**. Barueri: Manole, 2005.

DISTEFANO, L. J.; PADUA, D. A.; BROWN, C. N.; GUSKIEWICZ, K. M. Lower extremity kinematics and ground reaction forces after prophylactic lace-up ankle bracing. **Journal of Athletic Training**. v. 43, n. 3, p. 234-241, 2008.

DIZON, J. M. R.; REYES, J. J. B. A systematic review on the effectiveness of external ankle supports in the prevention of inversion ankle sprains among elite and recreational players. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 13, n., p. 309–317, 2010.

DOCHERTY, C.; ARNOLD, B. L. Force Sense Deficits in Functionally Unstable Ankles. **Journal of Orthopaedic Research**. p. 1489-1493, 2008.

ERSOZ, M.; ATALAY, N. S.; KUMBARA, F.; AKYUZ, M. Investigation of effect of age, gender and limb dominance on ankle evertor/invertor peak torque ration of healthy volunteers. **Journal of Physical Therapy Science**. v. 21, p. 263-267, 2009.

ESSEN, B. Studies on the regulation of metabolism in human skeletal muscle using intermittent exercise as an experimental model. **Acta Physiologica Scandinavica**. v. 454, 1-32, 1978.

FERREIRA, A. E. X.; De ROSE JÚNIOR, D. **Basquetebol: técnicas e táticas: uma abordagem didática pedagógica**. São Paulo: EPU, 2003.

FONG, D. T. P.; MAN, C. Y.; YUNG, P. S. H.; CHEUNG, S. Y.; CHAN, K. M. Sport-related ankle injuries attending an accident and emergency department. **Injury: International Journal of the Care of the Injured**, 2008.

FONSECA, S. T.; OC

de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 13, n. 3, p. 143-147, 2007.

FOUSEKIS, K.; SEPIS, E.; VAGENAS, G. Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 9, p. 364-373, 2010.

GREENE, T. A.; ROLAND, G. C. Acomparative isokinetic evaluation of a functional ankle orthosis on talocrural function. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 11, p. 245-252, 1989.

GUTIERREZ, G. M.; JACKSON, N. D.; DORR, K. A.; MARGIOTTA, S. E.; KAMINSKI, T. W. Effect of Fatigue on Neuromuscular Function at the Ankle, **Journal of Sport Rehabilitation**. v.16, n. 4, p. 295-306, 2007.

HARTSELL, H. D.; SPAULDING, S. J. Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. **British Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 4, p. 255-258, 1999a.

HARTSELL, H. D.; SPAULDING, S. J. Effects of bracing on isokinetic torque for the chronically unstable ankle. **Journal of Sport Rehabilitation**. v. 8, p. 83-98, 1999b.

HOCKENBURY, R. T.; SAMMARCO, G. J. Evaluation and treatment of ankle sprains. Clinical recommendations for a positive outcome. **The Physician and Sports Medicine**. v. 29, n. 2, 2001.

HOSKINS, W. T.; POLLAND, H. P. Successful management of hamstring injuries in Australian Rules footballers: Two case reports. **Chiropractic and Osteopathy**. v. 13, n.4, p.1-5, 2005.

**INTERNATIONAL BASKETBALL FEDERATION (FIBA)**. Disponível em: <<http://www.fiba.com/pages/eng/fc/FIBA/quicFact/p/openNodeIDs/962/selectNodeID/962/quicFacts.html>>. Acesso em: 22 jun. 2010.

KAMINSKI, T. W.; HARTSELL, H. D. Factors contributing to chronic ankle instability: a strength perspective. **Journal of Athletic Training**. v. 37, n. 4, p. 394-405, 2002.

KONRADSEN, L.; PEURA, G.; BEYNNON, G.; RENSTROM, P. Ankle eversion torque response to sudden ankle inversion torque response in unbraced, braced, and pre-activated situations. **Journal of Orthopaedic Research**. v. 23, p. 315-321, 2005.

LIN, W.; LIU, Y. F. HSIEH, C. C.; LEE, A. J. Y. Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 12, p. 42-49, 2009.

LIN, C.; CHEN, C.; WEI LIN, C. Dynamic ankle control in athletes with ankle instability during sports maneuvers. **The American Journal of Sports Medicine**. 2011.

MATTHEW, D.; DELESTRAT, A. Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. **Journal of Sports Sciences**. v. 27, n. 8, p. 813-821, 2009.

MONTGOMERY, P. G.; PYNE, D. B.; MINAHAN, C. L. The physical and physiological demands of basketball training and competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 5, p. 75-86, 2010.

MOREIRA, P.; GENTIL, D.; OLIVEIRA, C. Prevalência de lesões na temporada 2002 da Seleção Brasileira Masculina de Basquete. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 9, n 5, p. 258-268, 2003.

NARAZAKI, K.; BERG, K.; STERGIOU, N.; CHEN, B. Physiological demands of competitive basketball. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**. v. 19, n. 3, p. 425-432, 2009.

NORONHA, M.; REFSHAUGE, K. M.; KILBREATH, S. L.; FIGUEIREDO, V. G. Cross-cultural adaptation of the Brazilian-Portuguese version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT). **Disability and Rehabilitation**, v. 30, n. 26, p. 1959-1965, 2008.

COUBERTIN, P. In: LOPES, C. J. Educação para convivência e a cooperação education for companionship and the cooperation. **Conexões**, v. 3, n. 1, 2005.

PONTAGA, I. Ankle joint evtor-invtor muscle torque ratio decrease due to recurrent lateral ligament sprains. **Clinical Biomechanics**. v. 19, n.7, p. 760-762, 2004.

RAHNAMA, N.; REILLY, T.; LEES, A.; GRAHAM-SMITH, P. Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**. v. 21, p. 933-942, 2003.

RAHNAMA, N.; LEES, A.; REILLY, T. Electromyography of selected lower-limb muscle fatigue by exercise at the intensity of soccer match-play. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v.16, p.257-263, 2006.

SAFRAN, M. R.; BENEDETTI, R. S.; BARTOLOZZI III, A. R.; MANDELBAUM, B. R.; Lateral ankle sprains: a comprehensive review. part 1: etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 31, suppl 7, S429-37, 1999.

SANDREY, M.; KENT, T. E. The Effects of eversion fatigue on frontal plane joint position sense in the ankle. **Journal of Sport Rehabilitation**. v.17, p. 257-268, 2008.

SCALET, I. B.; MISUTA, M. S. Análise de deslocamentos de jogadores de basquetebol. In: **III Congresso de Iniciação Científica em Educação Física, 2011, São Paulo. Anais do III Congresso de Iniciação Científica em Educação Física**. São Paulo, 2011.

SEKIR, U.; YILDIZ, Y.; HAZNECI, B.; ORS, F.; AYDIN, T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. **Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy**. v. 15, n. 5, p. 654-664, 2007.

SNYDER-MACKLER, L.; FITZGERALD, G. K.; BARTOLOZZI, A. R.; CICCOTTI, M. G. The relationship between passive joint laxity and functional outcome after anterior cruciate ligament injury. **American Journal of Sports Medicine**. v. 25, p. 191-195, 1997.

SITLER M, RYAN J, WHEELER B, ET AL. The effect of a semirigid ankle stabilizer to reduce acute ankle injuries in basketball: a randomized clinical study at west point. **Am J Sports Med**, v. 22 (454), 1994.

SOBOROFF, S. H.; PAPPIUS, E. M.; KOMAROFF, A. L. Benefits, risks, and costs of alternative approaches to the evaluation and treatment of severe ankle sprain. **Clinical Orthopaedics and Related Research**. v. 183, p. 160-168, 1984.

ÜRGÜDEN, M.; KIZILAY, F.; SEKBAN, H.; SAMANCI, N.; ÖZKAYNAK, S.; ÖZDEMİR, H. Evaluation of the lateral instability of the ankle by inversion simulation device and assessment of the rehabilitation program. **Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica**. v.44, n. 5, p. 365-377, 2010.

VAN CINGEL, E. H. R.; KLEINRENSINK, G. J.; ROOIJENS, P. P. G. M.; UITTERLINDEN, E. J.; AUFDEMKAMPE, G.; STOECKART, R. Learning effect in isokinetic testing of ankle invertors and evertors. **Isokinetics and Exercise Science**. v. 9, p. 171-177, 2001.

VAN CINGEL, R.; VAN MELICK, N.; VAN DOREN, L.; AUFDEMKAMPE, G. Intra-examiner reproducibility of ankle inversion-eversion isokinetic strength in healthy subjects. **Isokinetics and Exercise Science**. v. 17, p. 181-188, 2009.

WATERMAN, B. R.; OWENS, B. D.; DAVEY, S.; ZACCHILLI, M. A.; BELMONT JR, P. J. The Epidemiology of Ankle Sprains in the United States. **Journal of Bone and Joint Surgery**. v. 92, n. p. 2279-2284, 2010.

WILLEMS, T.; WITVROUW, E.; VERSTUYFT, J.; VAES, P.; DE CLERCQ, D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. **Journal of Athletic Training**. v. 37, n. 4, p. 487-493, 2002.

WRIGHTA, J.; BALLB, N.; WOODA, L. Fatigue, H/Q ratios and muscle coactivation in recreational football players. **Isokinetics and Exercise Science**. v. 17, p. 161-167, 2009.

YILDIZ, Y.; AYDIN, T.; SEKIR, U.; HAZNECI, B.; KOMURCU, M.; KALYON, T. A. Peak and end range eccentric evertor/concentric invertor muscle strength ratios in chronically unstable ankles: comparison with healthy individuals. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.2, p. 70-76, 2003.

ZHANG, S.; WORTLEY, M.; CHEN, Q.; FREEDMAN, J. Efficacy of an ankle brace with a subtalar locking system in inversion control in dynamic movements. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 39, n 12, p. 875-883, 2009.