

ANÁLISE BIOMECÂNICA DA MARCHA DE ATLETAS DE FUTSAL COM HISTÓRICO DE ENTORSES RECORRENTES EM INVERSÃO DE TORNOZELO

GAIT BIOMECHANICAL ANALYSIS OF FUTSAL ATHLETES WITH HISTORY SPRAINS RECURRING IN ANKLE INVERSION

RESUMO: O futsal é praticado em todo o mundo e representa juntamente com o futebol, o esporte mais praticado no Brasil. A grande procura pelo esporte faz da modalidade detentora de um grande número de lesões. A entorse de tornozelo é uma lesão que estira as fibras de ligamentos e tem como mecanismo mais comum o movimento de inversão. As entorses em inversão de tornozelo chegam a 91,3% do total de entorses no tornozelo em atletas jovens de futsal com 21,43% sendo recorrentes. **Objetivo:** O objetivo do estudo foi analisar as características cinemáticas da marcha e as amplitudes de movimento (ADM) no plano sagital das articulações do quadril, joelho e tornozelo de atletas de futsal com histórico de entorses recorrentes em inversão de tornozelo e comparar com indivíduos normais. **Métodos:** Relatos de casos, cuja amostra foi constituída por 4 atletas de futsal e comparada com 4 indivíduos controle do banco de dados do "Laboratório do Movimento Dr. Claudio A. Borges", faixa etária de 21-24 anos pareados por idade, gênero, altura e peso. **Resultados:** Os resultados mostraram que os atletas apresentaram alteração dos parâmetros da ADM nas articulações do quadril, joelho e tornozelo do membro inferior estudado durante os principais momentos do ciclo da marcha em comparação com os indivíduos controle normais e em comparação com os valores da literatura, com uma mistura de movimentos inadequados e excessivos considerados anormais. **Conclusão:** o método mostrou-se capaz de detectar alterações potenciais nas articulações do membro inferior analisadas durante a marcha.

Palavras-chave: Futsal. Entorse de tornozelo. Análise da Marcha.

ABSTRACT: Indoor soccer is played all over the world and represents together with the football most played sport in Brazil. The high demand for the sport makes the sport holds a large number of injuries. The ankle sprain is an injury that stretches the fibers of ligaments and is the most common mechanism inversion movement. The inversion ankle sprains reach 91.3% of ankle sprains in young athletes futsal with 21.43% being recurrent. **Objective:** The objective of the study was to analyze the kinematic gait and range of motion (ROM) in the sagittal plane of the hip, knee and ankle futsal athletes with a history of recurrent sprains ankle inversion and compared with normal subjects. **Methods:** A descriptive, observational case series, whose sample consisted of 4 futsal athletes and compared with 4 control subjects Database "Motion Lab Dr. Claudio A. Borges", aged 21-24 years matched for age, gender, height and weight. **Results:** The results showed that the athletes had change the parameters of ROM in the hip, knee and ankle joints of the lower limb studied during the key moments of the gait cycle compared with normal control subjects and compared with literature values, with a mixture of inadequate and excessive movements considered abnormal. **Conclusion:** The method was able to detect potential changes in the joints of the lower limb during gait analyzed.

Keywords: Indoor soccer. Ankle sprain. Gait analysis

CÁSSIO PETRUCCI DE PAIVA¹
GUILHERME AUGUSTO SANTOS²
FLÁVIA MARTINS GERVÁSIO³
SINÉSIO VIRGILIO ALVES DE MELO⁴

¹ Fisioterapeuta graduado pela Universidade Estadual de Goiás.

² Graduando de Fisioterapia pela Universidade Estadual de Goiás e Pesquisador do Laboratório do Movimento – LAMOV-UEG.

³ Professora Doutora da Universidade Estadual de Goiás e Coordenadora do Laboratório do Movimento – LAMOV-UEG.

⁴ Professor Mestre da Universidade Estadual de Goiás.

E-mail:
fisio.guilhermeaugusto@gmail.com

Recebido em: 25/02/2016

Revisado em: 11/03/2016

Aceito em: 20/03/2016

INTRODUÇÃO

A grande procura pelo futsal nacional e internacionalmente juntamente com a qualificação e profissionalização administrada pela FIFA e pelas confederações de cada país, fez da modalidade uma área de pesquisa importante frente ao grande número de lesões encontradas no esporte em diferentes níveis de competitividade (1).

A preocupação com o número de lesões envolvendo as entorses em inversão de tornozelo é qualificada com pesquisas recentes. Estudo de Serrano et al. (2), que observou que o tornozelo é a articulação mais envolvida nas lesões que acontecem no futsal, com 48,8% do total de lesões inerentes a modalidade. Em concordância com esse estudo, Baroni et al. (3) através de um estudo da incidência de lesões em atletas jovens de futsal, confirmou que a entorse de tornozelo engloba 32,81% das lesões no esporte, sendo a entorse em inversão de tornozelo 91,3% do total das entorses. Porém essas pesquisas são insuficiente para uma intervenção preventiva da fisioterapia sobre essas lesões (4).

Uma avaliação com medidas precisas do movimento humano é essencial para a técnica de caracterização da marcha, possibilitando a diferenciação da marcha normal e marcha patológica (5). No presente estudo, a análise se concentrou nas medidas cinemáticas, que compreendem a geometria do movimento e podem descrever características como o deslocamento, velocidade e aceleração de um segmento do corpo como parte de todo o corpo.

A análise biomecânica da marcha é a base do presente estudo, mostrando a importância da verificação de sinais físicos da

marcha de atletas envolvidos em um cenário de lesões recorrentes, salientando a importância de se conhecer o que pode ser feito para o controle e prevenção de entorses em inversão de tornozelo, através da análise comparativa de padrões normais de marcha e os padrões biomecânicos dos atletas de futsal com histórico de entorses recorrentes em inversão de tornozelo (6).

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo de série de casos, realizado com atletas de futsal do sexo masculino; que apresentaram entorses recorrentes em inversão de tornozelo; que estavam vinculados a alguma equipe de futsal federada; com prática atual de futsal pelo menos três vezes por semana; idade entre 18 e 25 anos de idade e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). E foram excluídos aqueles que apresentaram outro tipo de lesão nos membros inferiores. Contendo o estudo uma amostra convencional de quatro atletas de futsal com histórico de entorses recorrentes em inversão de tornozelo e que disputam os campeonatos oficiais da Federação Goiana de Futsal (FGFS) e Confederação Brasileira de Futebol de Salão (CBFS).

Este estudo está previsto de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas envolvendo seres humanos (Resolução 196/1996, do Conselho Nacional de Saúde). A presente pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás 241.291/2013.

Local e Procedimentos

A coleta de dados foi realizada no "Laboratório do Movimento Dr. Claudio A.

Borges" na Universidade Estadual de Goiás-ESEFFEGO. A coleta de dados foi realizada de acordo com disponibilidade do laboratório e dos participantes. Os dados coletados foram analisados em uma sala do próprio laboratório.

Inicialmente foi realizada a avaliação das medidas antropométricas dos membros inferiores de cada atleta, incluindo peso e altura, pelo mesmo avaliador, seguindo o protocolo do laboratório de movimento. A preparação prévia foi feita com a colocação dos marcadores reflexivos, fixados nas referências anatômicas, segundo o protocolo determinado pelo sistema Peak Motus 9.2.

Logo em seguida, foi instruído verbalmente a percorrer descalço, uma pista de 8 metros de comprimento, em velocidade auto selecionada, transpondo as duas plataformas de força. O ponto de início da filmagem do exame da marcha pelo sistema ocorreu durante a fase de desenvolvimento da marcha, para evitar efeitos de distorção naturais da marcha. Foram realizadas pelo menos 4 filmagens da marcha de cada atleta. Todos os procedimentos de marcação do software foram realizados apenas por experientes operadores.

Desenvolvimento dos dados

Após a análise dos parâmetros biomecânicos da marcha dos atletas, os valores encontrados da amplitude de movimento (ADM) foram comparados com indivíduos saudáveis do banco de dados do LAMOV-UEG. Cada atleta foi comparado com um indivíduo controle segundo um pareamento em homogeneidade.

Para o desenvolvimento dos resultados da comparação entre o atleta e o indivíduo controle, foram utilizados pontos específicos do

ciclo da marcha com a análise dos valores angulares de cada membro, de acordo com a articulação e os movimentos no plano sagital, os momentos seguintes do ciclo da marcha segundo Gervásio (2005): 0%, 50% e 100% para a articulação do quadril, 0%, 10%, 40% e 70% para a articulação do joelho e 6%, 50%, 66% e 86% para a articulação do tornozelo.

RESULTADOS

Os resultados do estudo descrevem a análise da marcha de quatro atletas de futsal, média de idade de 22 anos, variando $\pm 2,1$, comparando os valores da cinemática angular no plano sagital individualmente em entrose, contidos no banco de dados do LAMOV-UEG, com média de idade de 22,25 anos, $\pm 2,3$, pareados por idade, gênero, peso e altura.

Assim, como a análise dos dados foi realizada de forma individual, a descrição dos resultados seguirá o mesmo modelo de apresentação dos valores encontrados, considerando que os atletas foram chamados de Atleta 1, 2, 3 e 4 e os indivíduos controle de marcha normal foram chamados de Normal- 1, 2, 3 e 4.

Alterações da amplitude de movimento no plano sagital de cada atleta em relação ao indivíduo controle.

A 0% do CM os atletas 1, 3 e 4 apresentaram um aumento de $5,588^\circ$ E, $4,359^\circ$ E e $12,501^\circ$, respectivamente, na ADM de flexão de quadril. Somente o atleta 2 apresentou uma diminuição de $3,085^\circ$ da ADM de flexão de quadril D. a 0% do CM. A 50% do CM os atletas 1,

2 e 3 apresentaram uma diminuição de 10,943°E, 3,949°E e 12,065°, respectivamente, na ADM de extensão de quadril, enquanto que o atleta 4 a 50% do CM estava em uma flexão de quadril D. de 0,653° bem próximo a posição neutra. A 100%

do CM os atletas 1, 3 e 4 apresentaram um aumento de 5,852°E, 7,425°E, 11,35° D, respectivamente, na ADM de flexão de quadril, enquanto o atleta 2 apresentou uma diminuição de 10,004° de flexão de quadril D.

Tabela 1- Alterações da ADM de quadril no plano sagital entre os atletas e cada indivíduo controle de acordo com o percentual do ciclo da marcha (CM).

QUADRIL	0% CM	50% CM	100% CM
Atleta/Normal -1	+ 5,588° Flex.	- 10,943° Ext.	+ 5,852° Flex.
Atleta/Normal - 2	- 3,085° Flex.	- 3,949°Ext.	- 10,004° Flex.
Atleta/Normal - 3	+ 4,359° Flexão	- 12,065° Ext.	+ 7,425° Flex.
Atleta/Normal -3	+ 12,501° Flex.	+ 0,653° Flex.	+ 11,35° Flex

Analisando o joelho, a 0% do CM os atletas 1, 3 e 4 apresentaram um aumento na ADM de flexão de joelho, sendo de 3,833° E, 1,758°E e 2,439° D, respetivamente. Somente o atleta 2 apresentou uma diminuição de 3,085° da ADM de flexão de joelho D a 0% do CM. A 10% do CM os atletas 1, 2 e 4 na ADM de flexão de joelho apresentaram um aumento de 7,228° E., 11,178° D., 9,117° D, respectivamente. Somente o atleta 3 diminuiu 2,685° de flexão de

joelho E. A 40% do CM os atletas 1, 2 e 3 apresentaram um aumento na ADM de flexão de joelho de 3,457 ° E., 10,790°D e 3,68° E, respectivamente. O atleta 4 teve uma diminuição de 1,472° de extensão de joelho D. A 70% do CM os atletas 1, 2 e 4 apresentaram um aumento na ADM de flexão de joelho de 4,769° E., 2,301° D. e 2,852° D, respectivamente. Somente o atleta 3 apresentou uma diminuição de 5,447° de flexão de joelho E (TABELA 2).

Tabela 2- Alterações da ADM de joelho no plano sagital entre os atletas e cada indivíduo controle de acordo com o percentual do ciclo da marcha (CM).

JOELHO	0% CM	10% CM	40% CM	70% CM
Atleta/Normal - 1	+ 3,833° Flex.	+ 7,228° Flex.	+ 3,457° Flex.	+ 4,769° Flex.
Atleta/Normal - 2	+ 7,958° Flex.	+ 11,178° Flex.	+ 10,790°Flex.	+ 2,301°Flex.
Atleta/Normal - 3	+ 3,029° Flex.	- 2,685° Flex.	+ 3,68° Flex.	- 5,447° Flex.
Atleta/Normal - 4	+ 7,613° Flex.	+ 9,117° Flex.	- 1,472° Ext.	+ 2,852° Flex.

Analisando o tornozelo, a 6% do CM os atletas 1 e 4 apresentaram um aumento na ADM de flexão plantar de 3,067° E. e 2,318° D, respectivamente. Os atletas 2 e 3 apresentaram uma diminuição na ADM de flexão plantar de 2,002° D. e 4,491° E, respectivamente. A 50% do CM o atleta 1 estava a 2,295° de flexão plantar E. enquanto o Normal 1 estava a 1,902° de dorsiflexão. Os atletas 1, 2 e 3 apresentaram um aumento na ADM de dorsiflexão de 2,295° E, 1,931°D e 4,071°E, respectivamente. O atleta 4 apresentou uma diminuição de 8,306° de

dorsiflexão D. A 66% do CM os atletas 1 e 4 apresentaram um aumento na ADM de flexão plantar de 1,481° E. e 4,414° D, respectivamente. Os atletas 2 e 3 apresentaram uma diminuição na ADM de flexão plantar de 12,721° D. e 11,197° E, respectivamente. A 86% do CM os atletas 1 e 2 apresentaram um aumento de 5,662°E e 7,45°D de dorsiflexão, respectivamente. O atleta 3 apresentou uma diminuição de 3,815° de flexão plantar E. O atleta 4 estava a 0,308° de flexão plantar D. enquanto que o Normal 4 estava a 1,870° de dorsiflexão.

Tabela 3- Alterações da ADM de tornozelo no plano sagital entre os atletas e cada indivíduo controle de acordo com o percentual do ciclo da marcha (CM).

TORNOZEO	6% CM	50% CM	66% CM	86% CM
Atleta/Normal -1	+ 3,067° Flex.	+ 4,197° Flex.	+ 1,481° Flex.	+ 5,748° Flex.
Atleta/Normal - 2	- 2,002° Flex.	+ 1,931° Ext.	- 12,721° Flex.	+ 7,45° Ext.
Atleta/Normal - 3	- 4,291° Flex.	+ 4,071° Ext.	- 11,197° Flex.	- 3,815° Flex.
Atleta/Normal - 4	+ 2,318°Flex.	- 8,306° Ext.	+ 4,714° Flex.	+ 2,178° Flex.

DISCUSSÃO

A análise da marcha tridimensional dos atletas de futsal demonstrou que há uma alteração nos parâmetros biomecânicos de determinados mecanismos funcionais durante o ciclo da marcha dos mesmos, uma vez comparados individualmente com indivíduos controle considerados saudáveis e com padrões de marcha normal. Essa ferramenta de avaliação se torna importante no momento em que observamos que a identificação de uma marcha anormal e alterações sutis nos padrões biomecânicos.

Durante a procura por estudos que envolveram a análise da marcha de atletas de futsal com histórico de entorse recorrente em

inversão de tornozelo, nenhum estudo foi encontrado com essa característica. Neste estudo os atletas apresentaram alterações nas amplitudes de movimento do quadril, joelho e tornozelo no plano sagital durante os principais momentos do ciclo da marcha segundo Gervásio (7), que ainda explica a importância de se considerar algumas variedades ou desvios normais entre diferentes indivíduos no ato de deambular e daí uma importância em se realizar o pareamento individual (8).

Todos os atletas avaliados foram classificados como destros, porém, segundo o questionário retrospectivo sobre o histórico de lesões recorrentes em inversão de tornozelo, constatou-se que dos quatro atletas que participaram da pesquisa, dois tiveram a lesão

recorrente no membro inferior dominante e a outra metade no não dominante. Diante disso, Serrano *et al.* (2) diz não ter correlação significativa entre a lateralidade da entorse da articulação tíbio-társica e o pé dominante do atleta, estudo que envolveu 222 atletas de futsal com esse tipo específico de lesão.

Porém, para Baroni; Generosi e Leal Junior (9) as entorses de tornozelo acontecem principalmente no membro dominante, 24,59% das lesões, o dobro do que acontece no membro não dominante, 12,24%, podendo ser explicado pelo fato de o membro dominante efetuar a maioria das ações do futsal, principalmente o chute, estando o membro não dominante como função principal o apoio, criando um padrão funcional, e assim, no momento em que o atleta executa o movimento ou qualquer outra ação com o membro não dominante, deixando o apoio para o dominante, esse se apresenta ineficaz nessa função e aí se dá o principal mecanismo de lesão da maioria das entorses de tornozelo.

A análise das alterações do quadril caracterizou-se por demonstrar que todos os atletas avaliados tiveram uma diferença em relação aos graus de movimento pelo percentual do ciclo da marcha, comparados com os indivíduos controle, porém, somente a 50% do CM é que obtiveram valores que foram classificados como importantes desvios do padrão normal contidos na literatura (10,11).

Os padrões normais de movimento do quadril no plano sagital durante a marcha têm como fases principais o apoio médio e o apoio terminal. Os desvios potenciais nesse plano de movimento incluem extensão inadequada e flexão excessiva ou inadequada (12). Assim, os desvios mais comuns são a deficiência em

movimentar a coxa para uma posição neutra no apoio médio ou atingir a hiperextensão no apoio terminal. Por essa classificação, podemos dizer que os atletas obtiveram uma extensão inadequada no final do apoio terminal a 50% do ciclo (13,14).

Em relação à articulação do joelho, os valores encontrados em razão dos desvios normais considerados por Perry (13), somente no ponto a 0% do CM, na fase de contato inicial, os atletas 1 e 2 ultrapassaram o limite de 5° de flexão de joelho (atleta 1- 8,997° e atleta 2- 7,958°), e no ponto a 40% do CM na metade da fase de apoio terminal, os atletas 1, 2 e 3 estavam a uma flexão de joelho (atleta 1- 7,416°, atleta 2- 10,790° e atleta 3- 5,327) que ultrapassou o desvio normal entre uma flexão de 3° a uma extensão de 5°. Portanto, os atletas citados acima, apresentaram uma flexão excessiva na fase de contato inicial e na metade do apoio terminal.

Considerando o desvio normal do tornozelo descrito por Perry (13) em torno de 5°, e com base nos valores descritos a cada fase do ciclo da marcha, onde a 0% temos no uma flexão plantar até 7°, a 50% uma dorsiflexão até 10°, a 66% uma flexão plantar de 20° e a 86% temos uma dorsiflexão para neutro, sendo que a 0% do CM no contato inicial o atleta 1 obteve uma flexão plantar excessiva (13,154°), a 50% do CM os atletas 1 (2,295° de flexão plantar), 2 (3,004° de dorsiflexão) e o atleta 4 (4,257° de dorsiflexão) revelaram uma dorsiflexão inadequada, a 66% do CM os atletas 3 (13,631°) e 4 (12,662°) uma flexão plantar inadequada, e a 86% do CM o atleta 1 (5,662°) apresentou uma flexão plantar excessiva e o atleta 2 (9,317°) uma dorsiflexão excessiva.

CONCLUSÃO

Através da análise biomecânica tridimensional da marcha de atletas de futsal com histórico de entorses recorrentes em inversão de tornozelo, foi possível observar e descrever que todos os atletas avaliados apresentaram alterações funcionais na amplitude de movimento no plano sagital nas articulações de quadril, joelho e tornozelo do membro com histórico de lesão. Durante os momentos específicos do ciclo da marcha, observou-se que os atletas obtiveram um aumento da amplitude de movimento em algumas articulações e decréscimo em outras, sempre apresentando uma alteração em relação aos valores normais de cada indivíduo controle analisados, quanto para os parâmetros da literatura, os atletas apresentaram um padrão anormal da marcha em pelo menos uma articulação para os movimentos no plano sagital do membro inferior com histórico de entorse recorrente em inversão de tornozelo.

REFERÊNCIAS

1. Conferença Brasileira de Futebol de Salão. História do Futsal [Internet]. 2013 [cited 2013 Aug 8]. Available from: <http://www.futsaldobrasil.com.br/2009/cbfs/index.php>
2. Serrano JM, Shahidian S, Voser R da C, Leite N. Incidence and injury risk factors in portuguese futsal players. *Rev Bras Med do Esporte*. 2013;19(2):123–9.
3. Baroni BM, Galvão AQ, Ritzel CH, Diefenthaler F, Vaz MA. Adaptações Neuromusculares de flexores dorsais e plantares a duas semanas de imobilização após entorse de tornozelo. *Rev Bras Med do Esporte*. 2010;16(5):358–62.
4. da Costa PHL, Moreira R de FC, Foltran FA, Selistre LFA, Santos KLS, de Castro KC, et al. A biomecânica e a produção do conhecimento em fisioterapia: levantamento baseado nos anais do congresso brasileiro de biomecânica. *Fisioter Pesqui*. 2012;19(4):381–7.
5. Barbosa CPFM. Modelação biomecânica do corpo humano: aplicação na análise da marcha. Universidade do Minho; 2011.
6. Amadio AC, Serrão JC. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 2007. p. 61–85.
7. Gervásio FM. Análise da marcha de pacientes com artrite reumatoide. Universidade de Brasília; 2005.
8. Favera JMD, Pranke GI, Teixeira CS, Alves RF, Fernando L, Lemos C, et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*. 2010;29(1):69–79.
9. Baroni BM, Generosi RA, Cesar E, Leal P. Incidência e fatores relacionados a entorses de tornozelo em atletas de seleções nacionais de futsal. *Fisioter em Mov*. 2008;21(4):79–88.
10. Araujo AGS, Seefeld C, Alves J c. Relação entre alterações posturais e lesões osteomioarticulares em jogadores de futsal. *Rev Bras Fisiol do Exerc*. 2009;8(1):24–8.
11. Belangero PS, Tamaoki MJS, Nakama GY, Shoití MV, Gomes RVF, Belloti JC. Como o ortopedista brasileiro trata entorse lateral

- aguda do tornozelo? Rev Bras Ortop. 2010;45(5):468-73.
12. Fernandes MB, Cabral DL, Sekitani HY, Teixeira-salmela LF. Independência funcional de indivíduos hemiparéticos crônicos e sua relação com a fisioterapia. 2012;25(2):333-41.
 13. Perry J, Burnfield J. Gait Analysis: Normal and Pathological Function. Second Edi. Thorofare, New Jersey: SLACK Incorporated; 2010. 572 p.
 14. Ribeiro CZP, Akashi PMH, Sacco I de camargo N, Pedrinelli A. Relação entre alterações posturais e lesões do aparelho locomotor em atletas de futebol de salão. Rev Bras Med do Esporte. 2003;9(2):91-7.