

Aimee de Araujo Cabral Pelizari

ALTERAÇÕES BIOMECÂNICAS NA FASCEÍTE PLANTAR

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

Aimee de Araujo Cabral Pelizari

ALTERAÇÕES BIOMECÂNICAS NA FASCEÍTE PLANTAR

Monografia apresentada ao Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Fisioterapia em Ortopedia.

Orientadora: Professora Dra. Juliana de Melo Ocarino

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

RESUMO

A fascíte plantar é uma inflamação da fásia plantar geralmente localizada no tubérculo medial do calcâneo, local em que se origina. Apesar de ser uma patologia comum do pé, sua etiologia ainda não é bem esclarecida. Acredita-se que fatores biomecânicos dos membros inferiores e overuse podem estar correlacionados com o surgimento dessa patologia. O tratamento conservador apresenta bom índice de sucesso em aproximadamente 95% dos casos. Entretanto, para se obter o sucesso no tratamento conservador se faz necessário o conhecimento dos fatores causadores da fascíte plantar para então se eleger o tratamento mais efetivo e com isso minimizar a chance de recidivas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura para descrever as alterações biomecânicas que podem contribuir para o surgimento da fascíte plantar. A literatura revisada permitiu observar que um dos principais fatores associados ao surgimento da fascíte plantar é a hiperpronação da articulação subtalar. Esse movimento excessivo da subtalar, por sua vez, pode ser causado por diferentes fatores como a presença de varismo no alinhamento do pé tanto no antepé como no retropé, tibia vara, diminuição da mobilidade da dorsiflexão, instabilidade do 1º raio, discrepância entre os membros, fraqueza e encurtamentos musculares estas alterações biomecânicas podem provocar uma sobrecarga da fásia plantar durante a marcha e evoluindo assim para um quadro de fascíte plantar.

Palavras chave: fascíte plantar, alterações biomecânicas, hiperpronação.

ABSTRACT

The plantar fasciitis is an inflammation of the plantar fascia usually located in the medial tubercle of the calcaneus, where it originates. Despite being a common foot condition, its etiology is not well understood. It is believed that biomechanical factors and overuse of the lower limbs may be correlated with the appearance of this pathology. Conservative treatment has a good success rate in approximately 95% of cases. However, to achieve success in the conservative treatment is necessary the knowledge of the causative factors for plantar fasciitis then choose the most effective treatment and thereby minimize the chance of recurrence. Therefore, the aim of this study was to review the literature to describe the biomechanical changes that may contribute to the onset of plantar fasciitis. The reviewed literature has observed that one of the main factors associated with the development of plantar fasciitis is hyperpronation the subtalar joint. This excessive movement of the subtalar joint, in turn, can be caused by different factors such as the presence of varus alignment of the foot in both the forefoot and rearfoot, varus tibia, decreased mobility of dorsiflexion, instability of 1 ° radius, the discrepancy between limbs, muscle weakness and shortening these biomechanical changes can cause an overload of framework for plantar fasciitis.

Keywords: plantar fasciitis, biomechanical changes, hyperpronation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	06
2. DESENVOLVIMENTO.....	08
2.1 - Biomecânica do Tornozelo e pé	08
2.2 - Fatores biomecânicos relacionados com a fascíte plantar	10
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1. INTRODUÇÃO

A fasceíte plantar é uma das patologias mais comuns do pé. Nos Estados Unidos, aproximadamente dois milhões de indivíduos procuram atenção médica em decorrência desta condição clínica a cada ano. Estima-se que 10% da população poderá apresentar esse diagnóstico em algum momento da vida^{1,2}. A fasceíte é uma patologia que pode ocorrer tanto em atletas como em pessoas sedentárias. Em um estudo retrospectivo com 2002 corredores, a fasceíte foi à terceira causa de lesão por overuse, apresentando uma incidência de 7,9%³. Em relação à faixa etária, destaca-se o surgimento da fasceíte entre os 40 e 60 anos, no entanto, o pico de incidência é observado em indivíduos jovens que praticam corrida^{4,5}.

A fásia plantar é uma espessa camada de tecido conectivo que origina-se no tubérculo medial do calcâneo e insere-se nas articulações metatarsais⁴. Tem como funções auxiliar na manutenção das estruturas do arco longitudinal medial, prover um firme suporte na base durante o ortostatismo e absorver as forças de reação do solo durante a marcha, restaurando o arco e auxiliando a reconfiguração do pé para um impulso eficiente^{4,6,7,8,9,10}. A fásia plantar deforma-se entre 9 a 12% do contato inicial até a fase de impulsão¹¹. Estudos demonstram que a retirada da fásia plantar pode aumentar em mais de 50% o estresse nos ossos e nos ligamentos do pé, consequentemente reduzindo a capacidade de absorção de choque. Nos pacientes que foram submetidos a fasciotomia a altura do arco longitudinal medial sofreu uma redução de 50%⁸.

Hicks, em 1954, descreveu o mecanismo de *windlass* que ocorre na marcha durante o impulso. Este mecanismo é um exemplo de como a fásia plantar dá suporte ao pé durante a atividade de descarga de peso. Quando os artelhos

realizam a extensão, a fásia plantar é tensionada na cabeça dos metatarsos, o retro pé supina como resultado deste tensionamento, diminuindo a distância entre o calcâneo e a cabeça dos metatarsos, o arco longitudinal medial se eleva sendo suportado pela fásia plantar, este mecanismo ocorre sem ativação muscular direta, ou seja, ocorre devido ao arranjo estrutural entre a fásia e as estruturas do pé^{9,10}. Biomecanicamente, este fenômeno é muito importante, pois o tensionamento da fásia plantar contribui para que o pé se torne uma alavanca rígida para o impulso, se o mecanismo é alterado o tempo e a efetividade do impulso podem ficar prejudicados⁶.

Durante as atividades da vida cotidiana, cargas cíclicas são aplicadas no pé expondo a fásia plantar a repetidas tensões e estresses. A etiologia da fasceíte plantar não é esclarecida na literatura, acredita-se que devido ao *overuse* ou em decorrência de alterações biomecânicas do pé, a fásia plantar é sujeita a microtraumas produzindo lesões microscópicas com conseqüente inflamação^{6,12,13}.

Usualmente, o quadro doloroso da fasceíte plantar é notado nos primeiros passos pela manhã, melhorando com o alongamento e ou com a marcha. A piora do quadro é observado com a inatividade, longos períodos em ortostatismo, em posição sentado ou no final do dia^{12,13}. A evolução da fasceíte não é bem conhecida. Embora de 5 a 10% dos pacientes evoluem para o tratamento cirúrgico a maioria dos casos são resolvidos entre 6 a 18 meses com o tratamento conservador¹⁴. O diagnóstico da fasceíte é geralmente um diagnóstico clínico, baseado na história do paciente, localização da dor, dor à palpação do tubérculo medial do calcâneo e reprodução dos sintomas com o alongamento da fásia⁹.

O conhecimento das causas e das desordens biomecânicas associada ao surgimento da fasceíte plantar é fundamental para a eficiência da reabilitação e para

redução da incidência de recorrência desta condição clínica¹⁵. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é descrever os fatores biomecânicos que podem contribuir para o surgimento da fascíte plantar.

2 – DESENVOLVIMENTO

2.1 - Biomecânica do Tornozelo e pé

O complexo do tornozelo-pé, além de agir como uma plataforma estrutural de suporte capaz de resistir às cargas repetitivas do peso corporal, deve ajustar-se às diferentes superfícies do solo e às variadas velocidades de locomoção. Qualquer mudança patológica na estrutura ou no movimento do pé-tornozelo, embora sutil, pode ter profundo impacto nas funções de absorção de choque, propulsão e estabilização, podendo levar a um desarranjo estrutural e culminar em lesões, dentre elas a fascíte plantar¹⁶.

O termo tornozelo refere-se principalmente a articulação talocrural, mas também inclui as articulações tibifibular e a sindesmose tibiofibular. O pé pode ser dividido em três regiões, cada uma consistindo em um conjunto de ossos e uma ou mais articulações. O retropé é composto pelo tálus, calcâneo e a articulação talocalcânea ou subtalar; o mediopé é constituído pelos ossos tarsais (navicular, cuboíde e cuneiformes) e as articulações transversa do tarso, talonavicular, calcaneocubóidea e as articulações intertarsais distais menores (cuneonavicular, cuboideonavicular, complexo intercuneiforme e cuneocubóidea) e o antepé consiste nos ossos metatarsais, falanges e nas articulações tarsometatarsais, intermetatarsais, metatarsofalângicas e interfalângicas. Dentre todas essas

articulações destacam como principais as articulações talocrural, talocalcânea e a transerva do tarso, sendo que o tálus está mecanicamente envolvido com essas três articulações¹⁷.

A terminologia para descrever os movimentos do tornozelo e pé incorpora dois conjuntos de definições um para descrever o movimento do pé que ocorre em ângulos retos com os três eixos padrões de rotação e outro para descrever os movimentos que ocorre em um eixo oblíquo. Os movimentos que ocorrem com os eixos padrões de rotações são: a dorsiflexão e flexão plantar descreve o movimento que é paralelo ao plano sagital, em torno de um eixo medial-lateral de rotação; eversão e inversão descrevem o movimento paralelo ao plano frontal em torno de um eixo ântero-posterior de rotação e abdução e adução descrevem o movimento no plano horizontal (transverso) em torno de um eixo vertical (superior-inferior) de rotação. Os movimentos que ocorrem perpendiculares a um eixo oblíquo de rotação são: a pronação que descreve um movimento que possui elementos de eversão, abdução e dorsiflexão e a supinação que em contraste descreve um movimento que possui elementos de inversão, adução e flexão plantar¹⁷.

O pé é um segmento que precisa atender a demandas distintas de ser uma estrutura flexível necessária para absorção de choque e acomodação as irregularidades do solo e ser uma alavanca rígida para favorecer eficiência mecânica na fase de impulsão. Em circunstâncias normais, a fásia plantar, ligamentos, arquitetura óssea, musculatura intrínseca e extrínseca do pé e a musculatura de todo o membro inferior são capazes de absorver a força de reação do solo¹⁰. A força de reação do solo, durante o período de contato inicial tem em média 10% do peso corporal na direção vertical, 15% na direção horizontal (anterior) e 10% na direção medial. Considerando que o pé toca o solo em média aproximadamente 15.000

vezes diariamente e absorve 640 toneladas/m de pressão torna-se evidente que a capacidade de absorver este impacto é vital na prevenção de lesão¹⁸.

O mecanismo mais importante para a absorção do choque é o movimento de pronação realizada pela articulação subtalar. Este movimento tem efeito amortecedor nas forças de reação do solo, isto é, a queda gradual possibilita ao tibial anterior e ao tibial posterior mais tempo para amortecer as forças verticais. Além disso, melhora a capacidade de absorção de choque nas articulações mediotarsais, como resultado de um paralelismo dos seus eixos talonavicular e calcâneo-cuboide, capacitando o médio pé a absorver o choque mais eficazmente e acomodar as discrepâncias dos terreno¹⁸.

Durante a supinação, a mudança no alinhamento destes eixos torna o pé uma alavanca rígida, aumentando a eficiência para transmissão de força impulsiva. No momento da supinação o centro de pressão é mantido embaixo do antepé lateral, que por sua vez força o cuboide a fletir e everter em relação ao calcâneo elevado. Este mecanismo produz um bloqueio ósseo do antepé contra o retropé, sendo essencial para evitar sobrecargas excessivas, visto que as forças verticais no momento da propulsão podem exceder 125% do peso corporal¹⁸.

2.2 - Fatores biomecânicos relacionados com a fascíte plantar

Um dos principais fatores causais relacionados com a fascíte plantar são as alterações na função do pé de absorver e dissipar a força de reação do solo. Essas alterações, por sua vez, são causadas por um mau alinhamento biomecânico dos segmentos do antepé e retropé com consequente alteração dos movimentos de pronação e supinação¹⁰.

A pronação excessiva tem sido apontada como um dos principais fatores associados ao surgimento da fascíte^{3,9,10,19}. Estudos sugerem que 81 a 86% dos pacientes com sintomas de fascíte plantar apresentam pronação excessiva²⁰. A justificativa destes autores é a relação entre pronação excessiva e aumento do estresse sobre a fásia e aos tecidos ao seu redor^{3,9,10}. Especificamente, durante a pronação excessiva não acontece a aproximação adequada entre o retropé e antepé não permitindo a realização do mecanismo de *windlass*, como resultado uma flexão repetitiva do hálux durante a propulsão gera uma grande força de tensão na fásia plantar que é diretamente transferida para a origem óssea da fásia plantar no tubérculo medial do calcâneo¹⁸.

O padrão de movimento ideal na articulação subtalar durante a pronação é de 6° a 8° durante o contato inicial, isto permite a adaptação do pé à superfície de apoio, absorção de choque e dissipação da rotação dos membros inferiores. Entretanto, há numerosas exceções que podem levar a anomalias estruturais e funcionais cursando com aumento da pronação. Um aumento na magnitude, velocidade e duração é definido como pronação excessiva²¹. A pronação excessiva ocorre como uma adução talar, excedendo 7 mm, conforme medido em radiografias dorsoplanares com carga ou por pronação subtalar excedendo 12°¹⁸.

A pronação excessiva pode ocorrer como resultado de diversas alterações biomecânicas locais no complexo tornozelo e pé e alterações mais proximais como na articulação do quadril, como por exemplo, alterações estruturais do alinhamento do pé e tibia, diminuição da mobilidade de tornozelo ou hiper mobilidade de primeiro raio, fraqueza e encurtamento muscular e discrepância entre os membros^{3,9,10}. Portanto, a ocorrência da pronação excessiva é multifatorial e pode estar relacionada a alterações proximais e distais do membro inferior²¹. O movimento

excessivo na articulação subtalar provoca uma instabilidade que irá diminuir a capacidade da articulação de transmitir adequadamente as forças provenientes da descarga de peso e subseqüentemente irá criar microtraumas nos tecidos moles e estruturas ósseas do pé, contribuindo para um aumento da tensão e sobrecarga da fásia plantar^{7,19,22}.

Uma vez que a hiperpronação é um dos principais fatores apontados na literatura que gera sobrecarga na fásia plantar, a seguir descreveremos as alterações biomecânicas que contribuem para a pronação excessiva e conseqüentemente levam a sobrecarga da fásia plantar.

O antepé varo representa uma anormalidade óssea na qual o antepé permanece invertido em relação ao retopé, possivelmente isto ocorra como resultado de anormalidades ósseas nas articulações talonavicular e/ou calcaneocubóidea. A disposição do antepé varo força a articulação subtalar a pronar através de uma amplitude de movimento às vezes extrema apenas para trazer o antepé medial ao solo, provocando uma pronação compensatória através de todos os períodos da fase de apoio, também chamada de hiperpronação temporal¹⁸. Em vez de uma pronação de 4 a 6° da articulação subtalar, que ocorre na fase de contato, maiores variações de pronação (permitida pelas articulações subtalar e mediotársica) continuam nas fases de apoio médio e propulsão. Esta pronação impede a função de rigidez do braço de alavanca, que é essencial para a propulsão normal²². Quando o retopé é evertido excessivamente durante a elevação do calcanhar não é possível ocorrer a aproximação normal do antepé e retopé, visto o colapso na articulação mediotarsal, portanto o mecanismo de *windlass* não será realizado, como resultado uma flexão do hálux durante a propulsão gera uma grande

força de tensão na fásia plantar, sendo transferida diretamente para a sua origem no tubérculo medial do calcâneo^{7,10,18}.

O varismo de retropé é uma má formação óssea na qual o calcâneo repousa em posição invertida devido a um arqueamento medial do retropé e/ou da perna inferior. O fator mais significativo responsável por produzir lesão potencial associada à deformidade de retropé varo não seria necessariamente a amplitude total de pronação excessiva, mas principalmente a velocidade com a qual ocorre a pronação, ou seja, articulação subtalar pode pronar rapidamente e excessivamente no final do contato inicial e ir precocemente para o apoio médio¹⁸. Essa pronação excessiva espacial aumenta a sobrecarga na fásia plantar, ligamentos e na musculatura do pé que são responsáveis por desacelerar e controlar o movimento de pronação. Sendo assim, a fasceíte plantar pode ocorrer devido ao aumento de tensionamento contínuo da fásia plantar devido primariamente a essa alteração de alinhamento biomecânico do pé^{7,10,23}.

Outro fator biomecânico que pode estar associado a hiperpronação com consequente sobrecarga na fásia plantar é a presença de uma tibia vara. A avaliação desta condição sem descarga de peso geralmente mostra uma relação normal entre o retropé e antepé, porém, durante a descarga de peso, as influências desta deformidade sobre o pé são semelhante ao retropé varo. Especificamente, quando o pé tem um alinhamento biomecânico adequado, durante o choque do calcanhar, o calcâneo torna-se perpendicular à superfície, na presença de uma tibia vara, a articulação subtalar deve sofrer uma pronação superior a 4° para levar o calcanhar à posição vertical, acarretando em uma hiperpronação dessa articulação^{4,19,22}.

Alterações da mobilidade de tornozelo, especificamente a restrição de dorsiflexão, e alterações da mobilidade do primeiro raio também têm potencial para provocar um aumento do movimento de pronação durante a marcha. O movimento de dorsiflexão é necessário para a realização de uma marcha normal. No intuito de compensar a limitação do movimento de dorsiflexão no apoio médio, causada por uma hipomobilidade articular ou por encurtamento do tríceps sural, o pé poderá realizar uma pronação na subtalar precocemente, aumentando o tensionamento da fáschia plantar e das estruturas do pé que restaura o arco longitudinal medial^{7,10,19,20,23,24,25}. A quantidade de pronação que é necessária para compensar a restrita amplitude de movimento é proporcional à quantidade de limitação da dorsiflexão. Estes movimentos compensatórios proporcionam um pé hipermóvel durante a fase inicial da impulsão, causando sobrecarga de cisalhamento na superfície plantar das cabeças do 3º, 4º e 5º metatarsos²². Alguns estudos sugerem que a diminuição da dorsiflexão de 10º já aumenta o risco para fascíte^{7,10,19,20,23,24,25}.

Stovitz, et al 2004, relatam que o tensionamento do tendão de Aquiles não provoca somente a flexão plantar, diminuindo o movimento de dorsiflexão, como também provoca a eversão do calcâneo em relação ao tálus, estas alterações modificam a configuração do arco longitudinal medial e favorece a hiperpronação. O colapso do arco longitudinal medial pode alongar a fáschia plantar e as estruturas do pé, alterando o mecanismo para absorção de forças e sobrecarregar a fáschia²³. TAUNTON, et al 2002, realizou um estudo retrospectivo relatando 267 casos de fascíte plantar, deste total 16% apresentavam aumento da tensão no complexo de gastrocnêmio e sóleo²⁶.

A instabilidade do primeiro raio (1º metatarso e cuneiforme medial) ocorre por mecanismos de restrição muscular e ligamentar, sendo necessária para proteger o

antepé medial contra sobrecargas centralizadas embaixo da cabeça do primeiro metatarso durante a propulsão. No caso de uma hipermobilidade de primeiro raio, este será incapaz de resistir às forças que reagem do solo e é forçado dentro de uma posição fletida e invertida, permitindo assim uma pronação subtalar excessiva, levando a sobrecarga das estruturas do pé. A causa mais comum de uma hipermobilidade do primeiro raio é obliquidade da articulação tarsometatarsal, outra causa menos habitual consiste na presença do primeiro metatarso excessivamente curto, corpo do segundo metatarso espessado, sesamóides posteriormente deslocados e levando a um primeiro raio excessivamente móvel, esta deformidade é conhecida como pé de Morton¹⁸.

Uma discrepância de comprimento de membros inferiores pode provocar uma hiperpronação. Neste caso, é comum o lado mais curto apresentar rotação lateral da extremidade inferior e inversão da subtalar pouco antes do toque de calcanhar no solo, como forma de alongar funcionalmente o membro diminuindo a discrepância. Além disso, também é possível que a hiperpronação ocorra no lado contralateral, ou seja, no membro estruturalmente mais longo, aproximando este do solo de forma a torna-lo funcionalmente menor¹⁸. Portanto, a discrepância entre os membros inferiores pode levar a uma hiperpronação e sobrecarregar a fásia plantar. Este mecanismo é citado por vários autores como uma possível causa da fascíte plantar^{19,24,27}.

Quanto à fraqueza muscular podemos ressaltar a importância do músculo tibial posterior que estabelece um significativo suporte dinâmico do arco longitudinal medial durante a fase de apoio na marcha¹⁰. O músculo tibial posterior e anterior excêntrica e controlam a pronação e reduzem a tensão aplicada sobre a fásia durante a aceitação da carga. Alterações na ativação ou fraqueza dos músculos

tibial posterior e anterior podem levar a pronação excessiva com consequente aumento da sobrecarga na fásia plantar. Além do estresse aumentado na fásia, essa pronação excessiva diminui a eficiência do mecanismo de windlass provocando uma diminuição da eficiência da impulsão, uma vez que o pé encontra-se flexível nesta fase^{10,18}.

Além da fraqueza dos músculos locais, a fraqueza da musculatura proximal do membro inferior também tem o potencial para contribuir com o aumento de pronação durante a marcha. Uma fraqueza de glúteo máximo, por exemplo, pode gerar um aumento do movimento de rotação interna de membro inferior durante a fase de apoio da marcha. Neste caso, uma maior pronação poderia ser observada na subtalar devido a demanda de rotação interna aumentada nas articulações mais proximais da cadeia cinemática. Em resumo, a fraqueza da musculatura proximal pode causar um pobre controle da pronação, podendo corroborar com o surgimento da fasceíte plantar em decorrência do desarranjo na pronação^{9,10}.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etiologia da fasceíte plantar ainda não está totalmente esclarecida na literatura. No entanto, diversos artigos apresentados neste trabalho evidenciam que alterações biomecânicas nos membros inferiores que acarretam uma hiperpronação podem estar associados ao surgimento desta patologia. Estes artigos ressaltam que a incidência da fasceíte plantar é maior quando está associada alterações biomecânicas e *overuse*, isto explica a grande prevalência desta condição clínica entre corredores, profissionais que necessitam deambular ou permanecer em ortostatismo por longos períodos e em indivíduos obesos^{3,7,10,25,28}.

Esta revisão evidenciou que alterações biomecânicas nos membros inferiores que cursam com o aumento da pronação da subtalar, sejam estruturais como: antepé varo, retropé varo, tibia vara, diminuição da mobilidade da dorsiflexão, instabilidade do 1º raio e discrepância entre os membros ou funcionais como fraqueza e encurtamentos musculares podem aumentar o estresse na fáscia plantar, provocando sobrecarga e microtraumas favorecendo o surgimento da fasceíte plantar. Além disso, um fator que deve ser ressaltado é que não apenas fatores locais no complexo tornozelo-pé, mas fatores proximais como a articulação do quadril podem levar a patologias distais como a fasceíte plantar. Neste contexto, torna-se necessário que a avaliação e a reabilitação de pacientes com diagnóstico de fasceíte plantar envolvam não apenas os segmentos locais em que a dor se localiza, mas também toda a cadeia cinemática. Essa visão permitirá um melhor entendimento de quais os fatores causais da disfunção em cada paciente e também permitirá uma melhor efetividade na reabilitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAY, C.; COLIN, T. Interventions for treating plantar heel pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 04, 2011.
2. NEUFELD, S.K.; CERRATO, R. Plantar fasciitis: Evaluation and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, vol. 16, n. 6, June, p.338-345, 2008.
3. POHL, M.B.; HAMILL, J.; DAVIS, I.S. Biomechanical and Anatomic Factors Associated with a History of Plantar Fasciitis in Female Runners. *Clinics Journal Sport Medicine*, vol.19, p.372-376, 2009.
4. ROXAS, M. Plantar Fasciitis: Diagnosis and Therapeutic Considerations. *Alternative Medicine Review*, vol. 10, n.2, p.83-93, 2005.

5. BUCHBINDER, R. Plantar Fasciitis. *The New England Journal of Medicine*, 350; 21, p.2159-2166, 2004.
6. CHENG, H.Y.K. et al. Nonlinear finite element analysis of the plantar fascia due to the windlass mechanism. *Foot & Ankle International*, vol. 29, n. 8, p.845-851, 2008.
7. DUBLIN, J.; Evidence based treatment for plantar fasciitis, *Sports Therapy*, 2007.
8. CHEUNG, J.T.M., ZHANG, M. AN, K.N. Effects of plantar fascia stiffness on the biomechanical responses of the ankle-foot complex. *Clinical Biomechanics*, vol.19, p.839-846, 2004.
9. PORTA, G.A.L.; FATA, P.C. Pathologic conditions of the plantar fascia. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, vol.22, p.1-9, 2005.
10. BOLGLA, L.A; MALONE, R.T.; Plantar Fasciitis and the windlass mechanism: A biomechanical link to clinical practice. *Journal of Athletic Training*, vol.39 (1), p.77-82, 2004.
11. GEFEN, A. The in vivo elastic properties of the plantar fascia during the contact phase of walking. *Foot Ankle Int.* vol.24, p.238-244, 2003.
12. WEARING, S.C. et al. The pathomechanics of Plantar Fasciitis. *Sports Medicine*, vol.36 (7), p.585-611, 2006.
13. GILL, L.H. Plantar Fasciitis: Diagnosis and Conservative Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, vol. 5, n. 2, p.109-117,1997.
14. COLE, C.; SETO, C.; GAZEWOOD, J. Plantar Fasciitis: Evidence-based review of diagnosis and therapy. *American Family Physician*, vol. 72, n. 11, p.2237-2242, 2005.
15. CHANDLER, T.J.; KIBLER, W.B. A biomechanical approach to the prevention, treatment and rehabilitation of plantar fasciitis. *Sports Medicine*; vol.15 (5), p.344-352, 1993.

16. SAMMARCO, G.J.; HOCKENBURY. Biomecânica do Pé e do Tornozelo. In: NORDIN, M.; FRANKEL, V.H, *Biomecânica Básica do Sistema Musculoesquelético*, 3ª edição, Rio de Janeiro, Guanabara & Koogan, 2003. p. 193-223.
17. NEUMANN, D.A. Tornozelo e Pé. In: NEUMANN, D.A. *Cinesiologia do Aparelho musculoesquelético: Fundamentos para a reabilitação física*, Rio de Janeiro, Guanabara & Koogan, 2006. p. 480-524.
18. MICHAUD, T.C. O Pé: Hiperpronação e Hipopronação. In: HAMMER, W.I. *Exame Funcional dos Tecidos Moles e Tratamento por Métodos Manuais*, Rio de Janeiro, Guanabara & Koogan, 2003. p.283-304.
19. YOUNG, C.C; RUTHERFORD, D.S.; NIEDFELDT, M.W. Treatment of Plantar Fasciitis. *American Family Physician*, vol. 63, n.3, p.467-474, 2001
20. CORNWALL, M.W.; MCPOIL, T.G. Plantar Fasciitis: Etiology and Treatment. *Journal of orthopaedic & Sports Physical Therapy*, vol.29 (12), p.756-760, 1999.
21. SOUZA, T.R. et al. Pronação excessiva e varismo de pé e perna: relação com o desenvolvimento de patologias músculo-esqueléticas. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, vol.18(1), p.92-98, 2011.
22. MCPOIL, T.G. Jr; BROCATO, R.S. Pé e Tornozelo: Avaliação biomecânica e tratamento In: GOULD III, J.A, *Fisioterapia na Ortopedia e na Medicina do Esporte*, 2ª edição, São Paulo, Editora Manole, 1993, p.293-322.
23. STOVITZ, S.D.; COETZEE, C. Hiperpronation and Foot Pain. *The Physician and Sportsmedicine*, vol 32, n.8, 2004.
24. WARREN, B.L. Anatomical factors associated with predicting plantar fasciitis in long-distance runners. *Medicine and Science in sports and exercise*, vol. 16, n.1, p.60-63, 1984.
25. RIDDLE, D.L. et al. Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, vol. 85-A, n. 5, p.872-877, 2003.
26. TAUNTON, J.E. et al. A retrospective case control analysis of 2002 running injuries. *Journal Sports and Medicine*, vol. 36, p.95-101, 2002.

27. WHITING, W.C.; ZERNICKE, R.F. Lesões das extremidades inferiores. In: *Biomecânica Funcional e das Lesões Musculoesqueléticas*, 2ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara & koogan, 2009. p.135-178.

- 28.ROME, K.; HOWE, T.; HASLOCK, I. Risk factors associated with the development of plantar heel pain in athletes. *The foot*, vol. 11, p.119-125, 2001.