

DISSERTAÇÃO
ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fractura do Quinto Metatarso em Atletas

Pedro von Hafe Leite

pedro.vonhafe27@gmail.com

Mestrado Integrado em Medicina – 6º ano

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

Universidade do Porto

Centro Hospitalar do Porto

ORIENTADOR

Dr. Carlos Manuel Vieira Magalhães

Porto 2013/2014

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar
para obtenção do grau de Mestre em Medicina

Título: Fractura do Quinto Metatarso em Atletas

Orientador: Dr. Carlos Manuel Vieira Magalhães - Especialista em Cirurgia Geral /
Medicina Desportiva; assistente de Cirurgia Geral - Cirurgia de Ambulatório – Centro
Hospitalar do Porto; e Assistente Convidado - ICBAS/CHP - Universidade do Porto

Agradecimentos:

Gostaria de começar por agradecer à minha Mãe, por toda a paciência e por me conseguir aturar mesmo nos momentos mais críticos.

Ao meu Pai e aos meus irmãos, André, Inês e Diana por serem uma companhia e por proporcionarem aqueles momentos de distração que tanta falta fazem.

À Susana, porque termos partilhado esta caminhada juntos tornou-a mais fácil e porque me ajudou a ultrapassar os obstáculos que foram aparecendo.

Aos meus amigos, os de Esposende e os do ICBAS, especialmente à Joana, cada um à sua maneira foram importantes para eu chegar até este patamar da minha vida académica.

Por fim, ao meu orientador, Dr. Carlos Magalhães, por ter aceitado o meu pedido, pela ajuda e pelo exemplo.

Resumo:

As fracturas do quinto metatarso são uma lesão comum em atletas, e devido às suas condicionantes anatómicas e biomecânicas podem desenvolver certas complicações durante a consolidação e ter uma maior demora no retorno à alta competição. O objectivo do estudo é fazer uma revisão bibliográfica crítica sobre este tipo de fractura, com especial ênfase no seu tratamento.

Os artigos consultados resultaram de uma pesquisa realizada no PubMed e MEDLINE.

É a fractura mais comum dentro das metatarsais e ocorre principalmente no futebol e basquetebol, sendo que 80% destas ocorre na zona proximal do osso. A classificação mais usada é a desenvolvida por Lawrence e Botte e baseia-se na divisão em 3 zonas anatómicas, com tratamentos e prognósticos diferentes. Quanto ao tratamento os estudos revelaram que as fracturas na zona 1 têm uma boa respostas ao tratamento conservador; nas fracturas da zona 2 e 3, em atletas, a literatura sugere maioritariamente o tratamento cirúrgico com a fixação através de parafuso intramedular, pois apresenta menor tempo de cura e de regresso à competição.

Concluindo, são necessários mais estudos, com níveis de evidência superiores para confirmar o tratamento adequado neste grupo de pacientes, havendo unanimidade na utilização da cirurgia para proporcionar aos atletas um retorno mais rápido à actividade e com menores complicações, nomeadamente na zona 2 e 3 do quinto metatarso.

Palavras-chave: quinto metatarso; fractura; atletas; classificação; tratamento conservador; tratamento cirúrgico

Abstract:

Fractures of the fifth metatarsal are a common injury in athletes, and because of its anatomical and biomechanical particularities may develop certain complications during healing and take longer time for the athletes to return to high competition. The aim of the study is to critically review the literature on this type of fracture, with special emphasis on their treatment.

The selected papers resulted from a survey conducted in PubMed and MEDLINE.

It is the most common fracture in all fractures of the metatarsal bones and occurs mainly in football and basketball, with 80% of these occurring in the proximal part of the bone. The most commonly used classification was developed by Lawrence and Botte and is based on the division into three anatomical zones, with different treatments and prognosis. Concerning the fractures in zone 1, treatment studies revealed a good response to conservative treatment; on the other hand, literature suggests that surgical treatment with intramedullary screw fixation is the better option to fractures in zone 2 and 3 in athletes, because of its shorter healing time and quick return to competition.

In conclusion, more studies with higher levels of evidence are needed to confirm proper treatment in this group of patients. Even though, there is unanimity in the use of surgery to provide athletes a faster return to sports and minor complications, particularly in zone 2 and 3 of the fifth metatarsal.

Keywords: fifth metatarsal; fracture; athletes; classification; non-surgical treatment; surgical treatment;

Índice

Introdução	7
Metodologia.....	8
Discussão.....	9
Epidemiologia	9
Anatomia, Biomecânica e Mecanismos de Lesão	10
Classificação das Fracturas	14
Apresentação e Diagnóstico	17
Tratamento	19
Outros tratamentos	24
Fractura Distal	27
Conclusão	28
Bibliografia	30

Introdução:

Desde 1902 (1), quando Sir Robert Jones fracturou o quinto metatarso (5-MT) enquanto dançava e publicou um conjunto de casos semelhantes, que a fractura deste osso ganhou relevo na literatura. Nomeadamente a zona fracturada referida no seu artigo, que a partir dessa altura passou a ser conhecida pelo seu epónimo até aos dias de hoje.

Tem uma especial importância em atletas, não só pela sua incidência, mas também devido às complicações que apresenta, nomeadamente a não-união, uma união mais retardada ou a re-fractura o que pode atrasar ou mesmo impedir o seu regresso ao mais alto nível competitivo.

O presente trabalho tem como objectivo a realização de uma revisão bibliográfica sobre a fractura do 5-MT em atletas. Com especial predominância no tipo de tratamento que deve ser usado neste grupo de pacientes para que estes regressem à competição o mais rapidamente possível e sem complicações. Tentando concluir se a melhor opção é o tratamento conservador ou um tratamento cirúrgico, quais as vantagens de cada um, quais as suas complicações e, essencialmente, se há uma diferença significativa nestas duas diferentes abordagens no que concerne ao tempo que o atleta demora a consolidar a lesão e a voltar à alta competição.

No trabalho serão, também, revistas quais as modalidades, idades e fases da época em que esta lesão predomina, tentando desenhar quais os grupos de risco para o desenvolvimento da mesma.

Serve, igualmente, para rever as diferentes classificações que esta fractura tem e que foram evoluindo ao longo do tempo.

Outro objectivo com esta revisão é a consulta da literatura no que concerne aos mecanismos biomecânicos e anatómicos que podem contribuir para o pior prognóstico desta fractura.

Tendo em conta que aproximadamente 80% das fracturas no 5-MT estão localizadas proximalmente, o foco da revisão incidirá sobretudo nessas mesmas fracturas.

Metodologia: O material bibliográfico utilizado para a realização deste artigo de revisão foi obtido através de pesquisa efectuada nas bases de dados electrónicas PubMed e MEDLINE. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: 'fifth metatarsal fractures'; combinado com 'athletes'; 'classification'; 'epidemiology'; 'operative'; 'nonoperative'; e 'treatment'; Utilizaram-se artigos publicados compreendidos entre 1902 a 2013. No entanto, na revisão do tratamento foi dada prevalência aos artigos entre 2000 e 2013, embora tenha sido necessário citar 5 artigos com data anterior às referidas, uma vez que o seu conteúdo tinha relevância para a revisão bibliográfica efectuada.

Discussão

Epidemiologia:

De todas as fracturas dos metatarsos, as mais comuns em adultos e crianças com mais de 5 anos são as fracturas do 5-MT. Representam cerca de 45 a 70% de todas as fracturas de metatarsos. (2-5)

Estas fracturas têm uma incidência estimada de 1,8 por 1000 pessoas, por ano.(6, 7) E cerca de 80% destas localizam-se no metatarso proximal. (8)

Quanto às diferenças de género a literatura é escassa, Petrisor et al. (2006) estudou 411 fracturas de metatarsos, sendo que houve uma predominância do sexo feminino, apenas significativa nos grupos etários mais avançados.(4) Há também a referência a uma predominância de fracturas de stress em atletas do sexo feminino, incluindo as do 5-MT. (5, 9)

A maioria das fracturas do 5-MT, que se devem a actividade física, desenvolve-se na prática de basquetebol e futebol, sendo que 73% do total de fracturas surgem na prática deste último. (10, 11)

Cerca de 70 a 90% das fracturas proximais do 5-MT ocorrem em faixas etárias activas, a maior parte entre os 15 e os 22 anos. O grupo com maior risco de sofrer esta fractura são os jovens atletas de alta competição, em desportos que envolvam corrida e/ou saltos. (12) Principalmente aqueles que sofreram um aumento abrupto da carga de esforço. (13)

Num estudo realizado por Ekstrand e van Dijk (2013) (14) em 64 equipas de futebol europeias, 0,5% das 13.727 lesões registadas entre 2001 e 2012 correspondiam a fracturas do 5-MT, concluindo-se, tendo também em conta o número de horas jogadas, que uma equipa, em média, teria uma fractura de metatarso em cada 5 temporadas.

As médias de idade dos atletas que apresentaram esta lesão situava-se nos 23±3 anos, significativamente mais baixa que a média da coorte que se encontrava nos 25±5 anos. 32% dos jogadores com fractura do 5-MT tinham menos de 21 anos e apenas 22% tinha mais de

25 anos. 40% das fracturas surgiram nos 3 primeiros meses da temporada, correspondendo a uma altura em que se colocava uma maior ênfase no treino de força e resistência.

Cerca de dois terços das lesões (69%) ocorreram na perna não-dominante e 45% destes atletas apresentaram sintomas prodrómicos, nomeadamente dor na face lateral do pé.

A percentagem de atletas que anteriormente já tinham apresentado este tipo de fractura cifrava-se nos 22%.

Num outro estudo, realizado por Ekstrand e Torstveit (2012) (15), foi avaliada a incidência, o tipo e a distribuição de fracturas de stress em 54 equipas entre 2001 e 2009. Cerca de 78% das 51 fracturas de stress apresentadas situavam-se no 5-MT.

Demonstrou-se uma clara associação destas lesões com a pré-época e as faixas etárias mais jovens. (14-16)

Anatomia, Biomecânica e Mecanismos de Lesão

Os ossos do metatarso agem como uma unidade do antepé que proporciona uma ampla superfície plantar de suporte de carga e têm um papel importante durante a propulsão. (17, 18)

Como os restantes 4 ossos metatarsianos o 5-MT pode ser dividido em 3 partes: base, corpo e cabeça. O osso é curvado longitudinalmente, formando uma concavidade por baixo e a respectiva convexidade acima. A base articula-se, proximalmente, com o cubóide e medialmente com o 4º metatarso. Lateral e proximalmente à base o osso possui uma tuberosidade, local onde se insere o tendão do músculo peritoneal curto e a banda lateral da aponevrose plantar. A cabeça articula-se com a 5ª falange proximal. (19)

O suprimento sanguíneo deste osso também contribui de sobremaneira para o prognóstico e capacidade de consolidação da fractura. Shereff et al. (1991) relata que a circulação extrínseca do 5-MT para esta área provém da artéria metatarsal dorsal, da artéria metatarsal plantar e da artéria peroneal marginal plantar. (20) A irrigação interóssea segundo Smith et al. (1992) (21) é fornecida por numerosos vasos metafisiais para a região da tuberosidade; e pela artéria nutritiva para a região da diáfise proximal. Um estudo de Mckeon et al (2013) (22) em

66 cadáveres concluiu que a artéria nutritiva nasce da quarta artéria metatarsal plantar em 100% dos casos e insere-se na zona da diáfise medial plantar em 83% dos casos. Ora é na junção destas duas diferentes áreas arteriais citadas no estudo de Smith et al. que se dão a maioria das fracturas proximais com atraso na consolidação, concluindo-se que haja uma falta de suprimento sanguíneo nesta região. (21)

Os aspectos anatómicos supra-citados, juntamente com a biomecânica de alguns movimentos durante a prática desportiva, pode predispor alguns atletas a fracturarem o 5-MT. (23)

A avulsão da tuberosidade é tipicamente causada por lesões em que há uma excessiva inversão do pé e tornozelo. Estudos em cadáveres sugeriram que a inserção da banda lateral da aponevrose plantar tem uma influência maior neste tipo de fractura do que a inserção do músculo peroneal curto. (24)

O mecanismo mais provável responsável pelas fracturas agudas da Zona 2 (ver 'Classificação das Fracturas', adiante) é quando ocorre uma força de abdução no antepé com uma flexão plantar do tornozelo simultânea.(25)

Wright et al. (2000) (26) relata que os atletas com fractura na Zona 2 têm um aumento de duas vezes no pico de pressão sobre a base do 5-MT em determinados movimentos, comparado com um grupo de controlo. Conclui também que o movimento de remate, embora proporcione um pico de carga bastante alto, não é um factor promotor de lesões tendo em conta a sua pouca repetição durante um jogo de futebol. Sendo mais relevantes as acções que aumentem a carga no 5-MT e que, para além disso, sejam repetitivas. (27)

Noutro estudo recente, Raikin et al. (2008) (28) reportou que a maioria dos atletas com fractura da Zona 2 apresentavam um alinhamento varo da zona posterior da planta do pé, que poderá ser responsável por uma sobrecarga da coluna lateral do pé, actuando como predisponente a fractura ou re-fractura do 5-MT.

Um dos mecanismos considerado primordial nas fracturas de stress dos metatarsos, nomeadamente na zona 3 do 5-MT, é o efeito cumulativo de 'momentos de flexão' (chamados "bending moments"). Estes momentos são definidos como o produto da força pela distância, neste caso um momento de flexão acontece quando a força é aplicada a uma certa distância

da base do 5-MT, quanto maior essa força e maior a distância da base, maior o momento de flexão sofrido pelo metatarso e maior o risco de fractura.

O 5-MT ao contrário dos restantes não tem o mesmo suporte muscular distal que permite transformar os momentos de flexão em cargas axiais, embora consiga fazê-lo num grau menor.(13) Inicialmente, como se evidenciou que o 5-MT experienciava a maior carga durante movimentos de mudança brusca de direcção especialmente sobre o pé do lado do movimento, no qual a coluna lateral do pé é pressionada contra a superfície para manter a tracção, pensou-se que este fosse o principal mecanismo das fracturas de stress do 5-MT.(29) A hipótese de que este movimento aumentava a probabilidade de uma fractura foi reforçada pela observação de jogos gravados em vídeo em que muitos atletas fracturavam o 5-MT durante este tipo de manobras. Contudo, não há evidência rigorosa que sustente esta teoria na literatura. (13)

Eils et al (2004) (11) avaliou a distribuição plantar de força em 21 jogadores de futebol durante quatro movimentos específicos em dois pisos diferentes (corrida normal, mudanças de direcção, sprint e remate; em relva e em pista de tartan) concluindo que a alta carga sobreposta a um número alto de movimentos de repetição são essenciais para a ocorrência de fractura. Neste estudo também se demonstrou que as mudanças bruscas de movimento não têm um diferencial de pressões tão grande como nas acelerações.

Orendurff et al. (2009) (13) para determinar que manobras aumentavam mais o diferencial de pressão na base do 5-MT seleccionou 10 atletas que realizaram movimentos de corrida, salto (impulsão e aterragem), manobras bruscas de direcção e acelerações. Durante estes movimentos a pressão plantar do pé direito foi medida através do sistema Pedar. Subtraiu-se ao pico de pressão na cabeça do 5-MT o pico de pressão na sua base de forma a obter o diferencial de pressão que é o corolário do momento de flexão citado anteriormente como factor de risco para a fractura do 5-MT, ou seja, quanto maior esse diferencial maior a tendência à fractura.

O estudo demonstrou que o momento de flexão aplicado ao 5-MT é maior durante as acelerações, ao contrário do que era previsto anteriormente. Durante a aceleração o

diferencial de pressões foi de 20 ± 13.1 N/cm², seguido pela corrida normal 11.6 ± 8.0 N/cm², enquanto que as outras manobras apresentaram um diferencial de pressões mais baixo, salto (impulsão) 4.2 ± 10.6 N/cm²; salto (aterragem) 3.7 ± 9.2 N/cm²; mudança de direcção para a esquerda 2.3 ± 4.2 N/cm², e mudança de direcção para a direita -2.1 ± 10 N/cm².

O diferencial de pressões entre a cabeça e a base do 5-MT durante as acelerações foi quase o dobro em comparação com a corrida em velocidade normal. Estes resultados estão em conformidade com o estudo de Eils et al., citado anteriormente.

O aumento repentino de velocidade de corrida é muito prevalente e repetitivo em muitos desportos e é responsável pela maior carga sobre a base do 5-MT. As manobras de aceleração são caracterizadas pela inclinação para a frente do tronco, contacto com chão unicamente através do antepé e aumento da força propulsiva por parte dos membros inferiores. É provável que a força produzida pelo tornozelo durante este movimento resulte num aumento de carga no antepé em relação à restante área do pé, porque durante a aceleração só essa zona está em contacto com a superfície, contribuindo, dessa forma, para aumentar a probabilidade de lesão.

Estes estudos demonstram um pico de pressão mais alto durante as mudanças bruscas de direcção na cabeça do 5-MT, mas esse aumento de pressão é proporcional ao que é aplicado na base, resultando assim num diferencial pequeno e, portanto, existe um pequeno momento de flexão. Este movimento está, possivelmente, mais ligado às fracturas da zona 1 (ou de avulsão), pois requer um esforço muscular muito alto para manter a borda lateral do pé em contacto com a superfície de jogo para que haja um aumento da tracção e a manobra seja completada. (11, 13, 29)

É também provável, tendo em conta a epidemiologia da lesão, que o osso seja fragilizado por aumentos abruptos de carga de treino, pois grande parte destas lesões ocorrem entre a 4^a e a 7^a semana de treinos. (11, 13)

Queen et al. (2009) (30) demonstrou a redução da pressão sobre a planta do pé em atletas do sexo feminino após uma fractura metatarsial de stress, suportando a hipótese que pode haver uma remodelação do arco ósseo do pé durante a consolidação para uma posição em

que haja uma maior dorsiflexão que proteja o osso de nova fractura. O mesmo resultado foi obtido por Hetsroni et al (2010) (31) que avaliou a estrutura do arco do pé de 20 jogadores de futebol, um grupo de 10 que tinham sofrido uma fractura de stress unilateral do 5-MT e outro grupo de controlo de 10 futebolistas sem essa lesão. Concluiu, tendo em conta os resultados, que os atletas que se tinham lesionado apresentavam uma diminuição da carga no arco do pé.

Boden et al. (2001) (32) sugeriu que uma carga excessiva e repetitiva altera o balanço entre a reabsorção e a formação óssea, sendo um dos mecanismos responsáveis pelas fracturas de stress. Caso haja um aumento rápido de volume de treino (como ocorre nas pré-épocas) que não permitam um tempo suficiente para facilitar a remodelação óssea o risco de fractura aumenta, o que se coaduna com o descrito e citado anteriormente.

Concluindo, evitar acelerações durante os treinos pode diminuir a quantidade de momentos de flexão no 5-MT e permite que o atleta continue a treinar, apesar de diminuir a intensidade do mesmo, pelo menos numa fase mais precoce da temporada. Isto permite que o atleta mantenha alguma actividade, que adquira determinadas competências e se mantenha em forma, diminuindo o risco de fracturar o 5-MT.

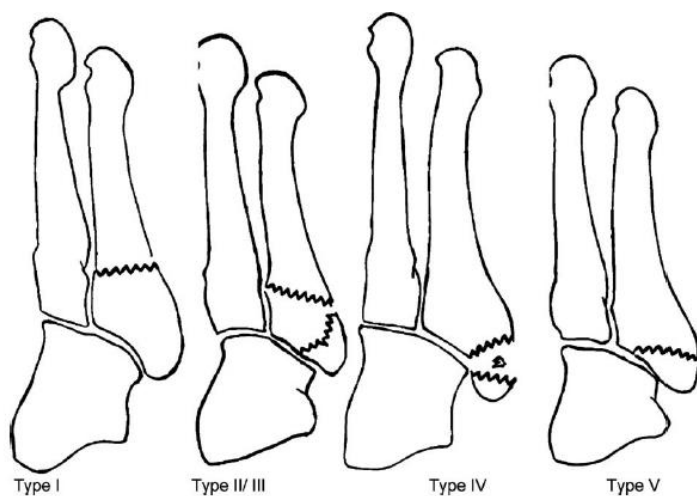
Perceber a interacção e relação entre determinados movimentos em treino e a possibilidade de fracturar o 5-MT em determinadas zonas, tal como a avaliação da flutuabilidade da carga no arco do pé em atletas que sofreram uma lesão previamente é importante para preparar e desenhar os treinos a que estes atletas se devem submeter; pode ajudar no *design* de calçado específico para cada actividade desportiva; e na prevenção/recuperação da própria fractura. (13, 31)

Classificação das Fracturas

A classificação das fracturas proximais do 5-MT foram evoluindo ao longo do tempo. Em 1902, como dito anteriormente, Sir Robert Jones foi o primeiro a relatar uma fractura do 5-MT. Descreveu uma fractura no segmento proximal, imediatamente após a tuberosidade do 5-MT, provocada por traumatismo indirecto em 4 pacientes e no seu próprio pé.(1) Esta fractura

adquiriu até à década de 70 o epónimo do seu descritor e ganhou especial relevo devido ao reconhecimento do atraso ou não consolidação óssea e dificuldades no tratamento.(33) Este fenómeno justifica-se porque se trata de uma zona anatómica com pouco suprimento sanguíneo, como já foi explanado.

Em 1960, Stewart (34) descreveu uma classificação da fractura baseada na localização no potencial de necrose avascular e/ou envolvimento da articulação do 5-MT fractura. Era constituída por 5 tipos. O tipo I era uma fractura extra-articular, entre a base do MT e a diáfise; considerava o tipo II uma fractura intra-articular, na base do metatarso; a fractura do tipo III



descrevia uma fractura de avulsão da base do MT; fractura do tipo IV é uma lesão cominutiva com extensão intra-articular; por fim, o tipo V reservava-se para lesões com avulsão parcial da base do MT, com ou sem fractura (figura 1).

Figura 1 - Classificação de Stewart

Adaptado de: Zwitser EW, Breederveld RS. Fractures of the fifth metatarsal; diagnosis and treatment. *Injury*. 2010;41(6):555-62.

Em 1975, Dameron et al.(35) num estudo em que reviu o comportamento de 120 fracturas do 5-MT (100 na região da tuberosidade e 20 na região proximal da diáfise) concluiu que as fracturas da tuberosidade tinham um melhor prognóstico do que as da região proximal perante um tratamento conservador. Neste seguimento, Lawrence e Botte (1993) (36) dividiu as fracturas do 5-MT em três zonas, sendo esta classificação a mais utilizada na literatura, muitas vezes em paralelo com a classificação radiológica de Torg, citada mais à frente. A divisão em três zonas tem uma base anatómica, a Zona 1 corresponde às fracturas com avulsão da tuberosidade e é a que ocorre mais comumente. (36); Zona 2 corresponde a fracturas na

junção entre a metáfise e a diáfise proximal, sem extensão para além da articulação entre o 4 e 5-MT (corresponde à fractura de Jones, epónimo ainda bastante difundido na literatura) (25); e a Zona 3 corresponde à diáfise proximal, também conhecida como fractura de stress, pois é o mecanismo que mais comumente origina fracturas nesta zona (figura 2). (2, 13, 23, 37)

A distinção entre a fractura da Zona 2 e da Zona 3 por vezes demonstra-se uma tarefa complicada, devido à sua proximidade anatómica. Porém, segundo Chuckpaiwong et al. (2008) (25) num estudo em que os atletas contemplados foram tratados com fixação intramedular com parafuso, conclui-se que o resultado final no que concerne ao tempo de recuperação e de complicações não era significativamente diferente entre as fracturas nessas duas zonas.

Torg et al. (1984) (38) criou um sistema de classificação baseado no aspecto radiológico e temporal da fractura proximal do 5-MT e no seu potencial curativo, e que tem como objectivo diferenciar o prognóstico e o tratamento a efectuar. Há três tipos de fractura nesta classificação: tipo I a fractura é aguda e caracterizada por ter uma linha de fractura estreita e ausência de esclerose intramedular; tipo II há uma consolidação retardada com alargamento da linha de fractura com evidência de esclerose intramedular; e no tipo III não há consolidação e apresenta-se com uma obliteração total do canal medular causada por esclerose óssea.

Os critérios para o uso desta classificação variam na literatura. Alguns autores assumem que esta classificação só é usada em fracturas que estejam 1,5 cm após a tuberosidade do 5-MT, que corresponde à zona 2, citada anteriormente.(37, 39, 40); Já outros autores prolongam esta classificação para as fracturas da zona 3 (fractura de stress).(2, 41, 42)

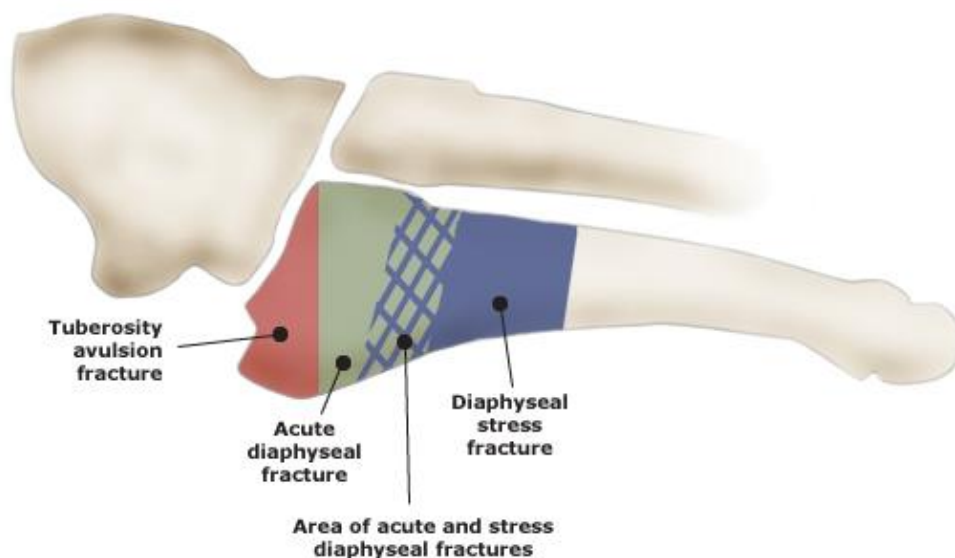


Figura 2- Representação esquemática das zonas proximais de fractura do 5-MT.

Adaptado de: Alsobrook JA, Hatch RL. Proximal Fifth Metatarsal Fractures. UptoDate [Internet]. 2013.

Apresentação e Diagnóstico

Normalmente as fracturas da Zona 1 resultam da inversão do tornozelo enquanto o pé está em flexão plantar. A história pode sugerir uma entorse, deixando passar o diagnóstico desta fractura. Isto pode ser evitado usando as regras de Ottawa, que são directrizes para a execução ou não de uma radiografia numa aparente entorse, baseando-se em determinadas condições, e também podem ser aplicadas nas fracturas das outras zonas. (43) Uma série de radiografias para excluir fractura óssea é indicado se houver dor no médio-pé associada a palpação dolorosa da base do 5-MT ou do navicular ou incapacidade para suportar carga imediatamente e durante a observação clínica (figura 3). Devem ser obtidas pelo menos três incidências, antero-posterior, lateral e oblíqua.(44, 45); Contudo, segundo Pao et al. (2000) (46), 23% das fracturas da zona 1 podem não ser detectadas mesmo com estas três incidências, sendo aconselhável uma quarta incidência que consiste numa radiografia antero-posterior ao tornozelo com inclusão da base do 5-MT caso haja uma história clínica que aponte fortemente para esta hipótese.

As fracturas da zona 2 e 3 têm vários factores biomecânicos contributivos, como vimos anteriormente, nomeadamente um número elevado de acelerações durante os treinos da pré-época em jovens atletas que devem ser tomados em linha de conta aquando da colheita da história clínica.

Todas estas fracturas podem surgir com uma dor localizada na parte lateral do pé, sendo que pode haver dificuldade de locomoção. A fractura aguda (tipicamente na zona 2) tem um carácter de apresentação mais súbito com o surgimento de edema e equimoses. As fracturas de stress (zona 3 na maioria das vezes) geralmente surgem inicialmente com dor unicamente durante os treinos ou quando há um aumento da carga (fase prodrómica). Caso haja progressão dessa fractura e não haja diminuição da actividade física pode haver uma evolução da dor e do edema presentes de uma forma constante.(37)

Reconhecer esta evolução gradual é a chave para distinguir uma fractura de stress de uma fractura aguda, já que radiologicamente esta diferenciação pode não ser conseguida. Na fase prodrómica a fractura de stress pode não ser sequer identificável no raio-x. Aparecem apenas como uma linha de fractura radioluzente; ou com esclerose focal devido à formação de calo endóstéo; ou como reacção periosteal;

Normalmente, estas alterações só se tornam evidentes passadas 2-6 semanas, numa fase precoce a ressonância magnética ou uma cintigrafia óssea pode confirmar a presença de fractura, embora em maior parte dos casos a história, o exame físico e a radiografia sejam suficientes para estabelecer o diagnóstico. (2, 37)

Vários achados radiológicos podem ser confundidos com fraturas do 5-MT. Pequenos ossos acessórios perto da base podem ser confundidos com fraturas por avulsão. A distinção é feita porque os ossos acessórios normalmente têm bordas arredondadas e uma camada de córtex em torno de toda a sua circunferência, enquanto os fragmentos da fratura geralmente têm uma borda irregular ou recta que carece de córtex. No início da adolescência, um centro de crescimento associado ao tendão (apófise) é visível na parte lateral da tuberosidade e pode ser confundido com uma fractura da zona 1. A distinção faz-se pois esse centro é

arredondado, tem bordas corticais e uma orientação horizontal, enquanto quase todas as fracturas da tuberosidade são transversais com bordas afiadas e descorticadas.(37)

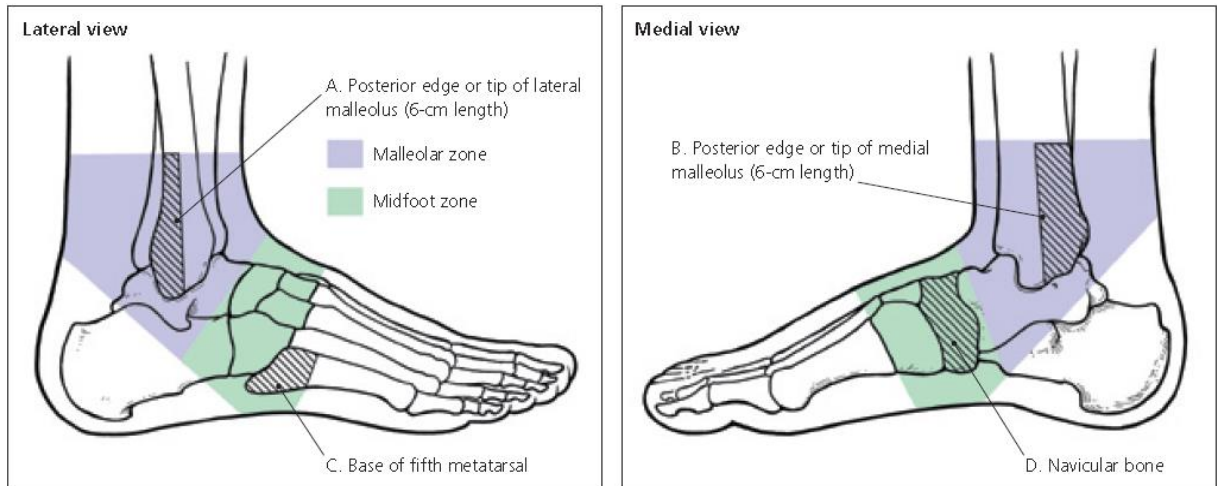


Figura 3 – Regras de Ottawa. É indicada uma série de Raios-x ao pé caso haja dor na zona média do pé e caso haja algum dos seguintes factores: dor à palpação na zona C; dor à palpação na zona D; ou incapacidade para suportar carga após a lesão ou na sala de emergência.

Adaptado de: Wolfe MW, Uhl TL, Mattacola CG, McCluskey LC. Management of ankle sprains. Am Fam Physician 2001;63:97.

Tratamento

O tratamento deste tipo de lesões recai sobre dois pilares fundamentais: uma cura efectiva, sem complicações; e um regresso à prática desportiva anterior à lesão o mais precocemente possível. Posto isso, como veremos seguidamente, o tratamento cirúrgico (excepto na zona 1) é proposto quase invariavelmente como a melhor opção para o tratamento de atletas de alta competição por ser o mais efectivo nos dois pilares supra-citados. (2, 8, 12, 23, 42, 47-50)

Zona 1:

A maior parte da literatura publicada cita uma consolidação com sucesso nas fracturas desta zona, com tratamento conservador.(51, 52)

O tratamento recomendado sistematicamente é o tratamento sintomático, com sustentação de peso se tolerado. (33, 36, 53) Pode ser proposto ao paciente um sapato de sola dura e aconselhar o uso de gelo e elevação dos membros inferiores de forma a tentar controlar o edema que se desenvolve. Não se demonstrou na literatura uma associação entre uma diminuição no tempo de união óssea com a colocação de gesso ou de uma órtese funcional do tornozelo. Porém, Wiener et al. (1997) (54) demonstrou que o tratamento funcional com enfaixamento de Jones reduz o tempo necessário para voltar ao nível de actividade antes da ocorrência da lesão, nomeadamente quando comparada com a colocação de gesso. De realçar, no entanto, que no mesmo estudo o tempo de cura se tenha situado em ambos os casos nas 7 semanas.

A literatura sugere que a maior parte destas fracturas cura, quer por união óssea, quer por união fibrótica assintomática entre 6 e 8 semanas.(48, 55)

Grande parte dos autores consideram haver indicação para intervenção cirúrgica no caso de haver uma distância entre fragmentos maior que 2 a 3 mm, ou caso a fractura atinja mais de 30% da articulação entre o metatarso e o osso cubóide. (2, 48, 51) Nestes cenários vários investigadores (2, 55-57) propõem técnicas de estabilização operatórias, incluindo redução aberta e fixação interna com parafusos ou placas inter-fragmentares; redução fechada; ou fixação com fios de Kirschner. No entanto, dada a escassez de intervenções cirúrgicas neste subtipo de fratura tanto na população geral como em atletas e a falta de ensaios clínicos comparativos, essas recomendações têm pouca evidência publicada na literatura.

Zona 2:

Desde que foram identificadas por Sir Robert Jones (1) que estas fracturas se associam a uma união retardada, não-união e re-fractura depois da cura inicial. Esta situação é especialmente complicada para atletas de alta competição, para os quais o retorno à actividade carece da mais alta importância. Para além disso, alguns estudos sugerem que uma abordagem conservadora com imobilização pode não produzir um resultado satisfatório a longo termo para estes pacientes. (58-60) Esta situação promoveu a introdução de várias opções cirúrgicas, discutidas seguidamente. O pobre potencial biológico desta zona

anatômica devido ao seu suprimento sanguíneo, como explicado anteriormente, também promoveu alguns estudos que avaliam o uso de um enxerto autógeno que também será abordado posteriormente.

A primeira discussão que se encontra na literatura é entre o tratamento cirúrgico ou conservador. Low et al. (2004) (61) e Mologne et al (2007) (60) compararam a fixação precoce com parafuso e a colocação de gesso. Neste primeiro estudo referido a amostra era composta por 86 atletas do NFL (National Football League) tendo-se demonstrado um rácio de uniões ósseas significativamente diferente entre os atletas tratados cirurgicamente (94%) e aqueles que foram tratados de uma forma conservadora (80%). No segundo foram comparados dois grupos perfazendo um total de 37 atletas. Os atletas tratados conservadoramente tiveram o pé imobilizado durante 8 semanas e os outros estiveram com talas até 15 dias depois da colocação do parafuso. O tempo médio para retorno à actividade desportiva foi de 15 semanas no primeiro grupo e de 8 semanas no segundo. Confirmaram também uma diferença estatisticamente significativa no que concerne à percentagem de uniões ósseas, 94% no grupo cirúrgico e 67% no conservador.

Mais recentemente, Kerkhoffs et al. (2012) (62) fez uma revisão de 177 artigos entre 1994 e 2010 sobre o tratamento de fracturas de Jones concluindo que o tratamento conservador resultou num tempo de união maior e num número maior de uniões retardadas ou não-uniões, em comparação com o tratamento cirúrgico.

Concluindo, tendo em conta uma maior percentagem de cura, necessidade de menos tempo para que ocorra a união óssea e um regresso à actividade desportiva mais precoce a maioria dos investigadores defende o tratamento cirúrgico ao invés do tratamento conservador nas fracturas agudas da zona 2, em atletas.(50, 56, 59-63)

O tipo de fixação cirúrgica também é controverso. A fixação com parafuso intramedular tornou-se a técnica mais utilizada em atletas. Há estudos de nível 3 e 4 que mostram evidências favoráveis a este tipo de fixação em atletas que apresentam esta fractura. (25, 60, 63) Porter et al. (2005) (58) fez um estudo com 23 atletas que apresentavam uma fractura na zona 2 e que foram tratados com parafusos canulados de 4,5 mm, seguido de uma semana com uso

de muletas. A união óssea, demonstrada radiologicamente, ocorreu em 99% e a média de tempo de regresso à actividade desportiva foi de 7,5 semanas. Chuckpaiwong et al.(2008) (25) estudou retrospectivamente uma série de 27 atletas com fractura na zona 2 e 25 na zona 3, sendo que aqueles que foram tratados com parafuso intramedular demonstraram um retorno à actividade física mais precoce, comparando com aqueles que foram tratados de uma forma conservadora (15,3 vs 30,0 semanas).

Zona 3:

São fracturas associadas na maior parte das vezes a uma etiologia de stress e pode ser confundida com retardamento ou não-união. (23) E como já citado anteriormente podem corresponder a 78% das fracturas do 5-MT em atletas.

Zogby e Baker (1987) (64) avaliaram retrospectivamente 10 pacientes (destes 7 eram atletas com fractura crónica) que usaram gesso sem carga até atingir união comprovada clínica e radiologicamente, seguidas de 6 semanas com actividade limitada. O tempo de união durou em média 9,4 semanas nos atletas, regressando à carga de actividade antes da lesão em 12 semanas. A duração do tempo de cura, a taxa de não união e de re-fractura com este tratamento conservador impulsionou o tratamento cirúrgico, nomeadamente em atletas de alta competição.(8, 35, 49, 63, 65, 66)

DeLee et al. (1983) (63) seguiu 10 atletas tratados a uma fractura de stress com fixação através de parafuso intramedular com uma média de união óssea de 7,5 semanas e regresso à alta competição de 8,5 semanas. Em nenhum dos casos desta série houve re-fracturas.

Pecina et al. (2011) (49) seguiu 20 atletas de alta competição que apresentaram uma taxa de união de 95%, com apenas uma re-fractura. Dos restantes 19 apenas um não conseguiu atingir o nível de treino que mantinha antes da ocorrência da fractura.

Na revisão sistemática citada anteriormente de Kerkhoffs et al. (2012)(62) é referida um regresso à actividade física passadas 24 semanas da fractura, no caso do tratamento conservador e de 12 semanas no tratamento cirúrgico.

Uma outra opção cirúrgica é a colocação de banda de tensão juntamente com a colocação de dois parafusos corticais (figura 4). Lee et al. (2011) (67) estudou retrospectivamente 42 atletas

com fracturas Torg I e torg II, e com avaliação por TAC, revelando um tempo medio de união de cerca de 10,5 semanas com todos os pacientes a regressarem ao nível de actividade física que mantinham *a priori*, embora tenham ocorrido 4 re-fracturas e 4 uniões retardadas com este tratamento.

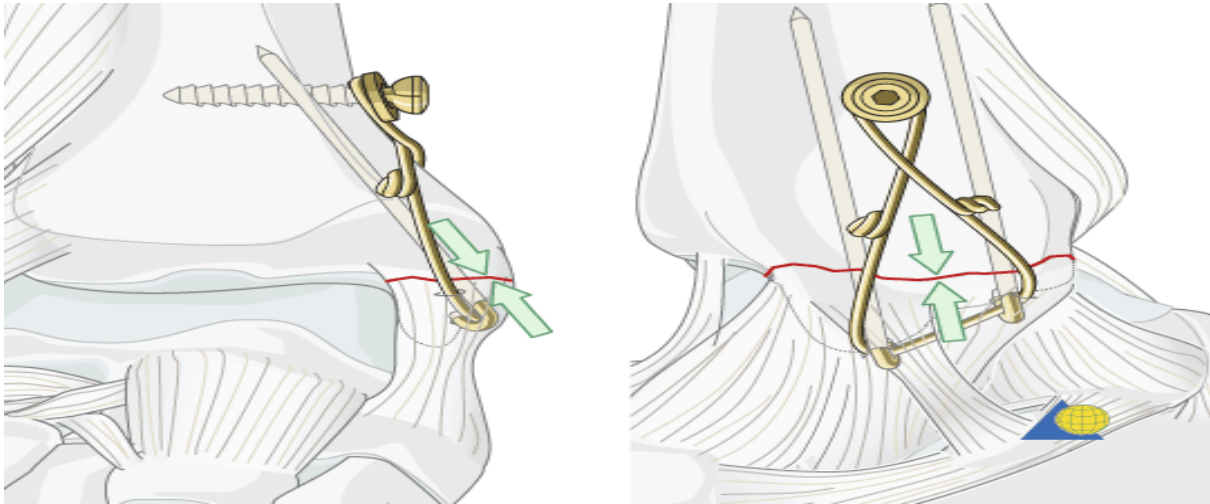


Figura 4 - Esquema de colocação de banda de tensão juntamente com a colocação de dois parafusos corticais.

Adaptado de: AO Foundation.

Apesar de nas zonas 2 e 3 o parafuso intramedular ser a opção mais citada, também apresenta algumas limitações. São encontrados na literatura alguns estudos que demonstram a presença de re-fracturas em atletas tratados com o parafuso intramedular. É caso disso o estudo apresentado em 2000 por Wright et al. (26) que reporta 6 atletas que apresentaram re-fractura, 3 deles no dia a seguir ao regresso à actividade desportiva total e outros 3 dentro de 5 meses após o regresso à alta competição (nestes casos o diâmetro dos parafusos variou entre 4 a 5mm). Já Larson et al. (2002) (68) numa série com 15 fracturas da zona 2 tratadas com parafuso intramedular relatou 4 re-fracturas e 2 não-uniões sintomáticas. Em ambos os estudos se concluiu que nestes casos houve um regresso prematuro à alta competição, o que pode aumentar o risco de falência do tratamento cirúrgico.

A escolha do parafuso mais comum decorre sobre o canulado com 4,5mm de diâmetro, parcialmente enroscado, de aço inoxidável esponjoso, embora haja alguma discussão sobre

a escolha do diâmetro, comprimento e material do mesmo. Reese et al. (2004) (69) sugere que deve ser usado o parafuso com maior diâmetro possível neste tipo de fracturas e que os parafusos com menos de 4mm devem ser usados com precaução.

Em muitos estudos é defendida uma individualização do tamanho do parafuso, que deve ser, por exemplo, maior quanto maior a massa corporal do atleta, de forma a permitir a maior compressão mecânica possível.(23)

Outra opção que pode proporcionar melhores resultados é o parafuso de compressão sem cabeça. Nagao et al. (2012) (70) estudou 60 atletas com fracturas proximais do 5-MT tratados cirurgicamente com parafuso de compressão sem cabeça. Todos eles retomaram a alta competição, em média após 11,2 semanas. Apenas um atleta sofreu uma não-união, resolvida com nova cirurgia. Nenhum atleta teve re-fractura ou desconforto no local de inserção do parafuso. Concluindo-se, assim, que o parafuso de compressão sem cabeça é uma boa alternativa que permite um retorno à alta competição com menos sequelas.

Porém na literatura ainda escasseia evidência suficiente que sugira um determinado tipo de parafuso.(23, 71)

Por fim, importante referir que nas fracturas da zona 2 e 3 a não utilização de imobilizações rígidas no pós-operatório e a reabilitação imediata não demonstraram efeitos adversos, apresentando benefícios ao permitir uma recuperação precoce do arco do movimento e a melhoria do aporte sanguíneo e da atividade osteoblástica pela acção da carga no membro inferior. (71) É também recomendado o uso de uma ortótese funcional ou um calçado de sola dura para facilitar o regresso à alta competição.(23)

Outros tratamentos:

Técnicas mais recentes e menos revistas na literatura começam a ser usadas para tentar melhorar os tempos de cura e diminuir as complicações destas fracturas.

Recentemente, alguns estudos focaram-se na eficácia do aspirado de medula óssea autóloga para o tratamento de fracturas com pior prognóstico.(72-75)

O uso deste método baseia-se no facto da cura óssea ser primariamente um processo biológico que depende da resposta celular, sendo que a fonte de células mais produtiva para influenciar a osteogénese é a medula óssea autóloga. Tem ainda a vantagem de ter menos complicações e riscos que o enxerto com osso esponjoso.(76)

Hunt e Anderson (2011) (74) fizeram um estudo retrospectivo de 21 atletas de alta competição com fracturas da zona 2 que foram todos tratados com fixação com parafuso intramedular e enxerto ósseo autólogo (12 pacientes); ou aspirado da medula óssea e matriz óssea desmineralizada (8 pacientes); ou sem enxerto (1 paciente). Os resultados não apresentaram diferenças significativas no tempo de cura radiológica ou regresso à actividade física entre as diversas modalidades, sendo que a média de regresso à competição se cifrou nas 12,3 semanas.

Murawsky e Kennedy (2011) (75) relataram o resultado do tratamento de 26 atletas (17 com fracturas na zona 2 e 9 na zona 3) que se submeteram à colocação de parafuso parcialmente enroscado, não canulado e aspirado de medula óssea autólogo. Os atletas demoraram em média cerca de 5 semanas após a cirurgia até haver uma cura radiológica e cerca de 7,6 semanas até ao regresso à alta competição, concluindo-se deste estudo que este tratamento pode fornecer resultados mais previsíveis e permitir aos atletas um regresso à alta competição com menos complicações.

Apesar disso há necessidade de se construir mais evidência que sustente esta opção de tratamento, quer para a zona 2 quer para a zona 3.(73, 74)

Outra técnica recentemente considerada para o tratamento desta lesão é a terapia com ondas de choque extracorpóreas.

É usado sobretudo no tratamento de tendinopatias e fasciopatias.(23) Pode, porém, ter um papel nas fracturas ósseas, nomeadamente nas fracturas de stress (77); uniões retardadas ou não-uniões(78-80). Embora o mecanismo de acção nestas patologias não seja totalmente conhecido, acredita-se que as ondas acústicas de alta energia induzem neovascularização, o que aumenta a proliferação celular e, conseqüentemente, a regeneração celular (81, 82). Tem

as vantagens, em relação à cirurgia, de ser não invasivo, de ser bem tolerado e de apresentar poucas complicações.(83)

Luthe e Nurmi-Luthje (2006) (84) apresentaram um caso de um jogador de futebol de alta competição com uma união retardada de uma fractura da zona 2 do 5-MT que foi tratada com sucesso com pulsos ultrassonográficos de baixa intensidade durante 3 meses. Moretti et al (2009) (77) reportaram um seguimento de 10 jogadores de futebol com fractura crónica de stress na tíbia e no 5-MT, já previamente submetidos a tratamento. Estes atletas foram submetidos entre 3 a 4 sessões de ondas de choque extracorpóreas de baixa a média energia, sendo que todos regressaram à performance pré lesão. Às 8 semanas havia uma taxa de união de 100%.

Por fim, Furia et al. (2010) (85) comparou o uso das ondas de choque ou do parafuso intramedular em dois grupos de 23 atletas cada com não-uniões na zona 2. Três meses após a intervenção a união ocorreu em 20 casos no grupo das ondas de choque e em 18 no grupo do parafuso intramedular. Este primeiro grupo teve apenas uma complicação (surgimento de petéquias), enquanto o segundo grupo apresentou 11 complicações (re-fracturas, celulite e dor permanente).

Concluindo, esta modalidade de tratamento pode ter um papel quer primário, quer adjuvante no tratamento destas lesões, apresentando resultados que parecem demonstram uma maior rapidez na cura e no regresso à prática desportiva. Porém, são necessários mais estudos com um maior nível de evidências para se poderem tirar conclusões mais estruturadas.(80, 86)

Por fim, uma referência à estimulação óssea electromagnética.

Desde a década de 50 tem crescido a investigação científica em torno do uso da estimulação eléctrica do osso como adjuvante no tratamento de lesões no tornozelo e pé, nomeadamente não-uniões ósseas e artrodeses.(87)

A literatura, nomeadamente em atletas é bastante escassa no que concerne à aplicação deste método em fracturas do 5-MT. Benazzo et al. (1995) (88) tratou 27 fracturas de stress dos membros inferiores (incluindo fracturas do 5-MT) com corrente alternada com forma de onda

sinusoidal durante 52 dias, em média. Das 27 fracturas totais, 22 apresentaram uma resolução completa.

Já em 1994 Holmes (89) apresentou uma série de 9 uniões retardadas e não-uniões de fracturas proximais do 5-MT tratadas com pulsos de campos electromagnéticos, sendo que todas as fracturas se resolveram num tempo médio de 4 meses não havendo registo de re-fracturas.

Estes estudos demonstram o possível papel deste método no tratamento destas lesões, esperando, como dito anteriormente, a realização de mais pesquisas que o possam comprovar de uma forma eficiente.(87)

Fractura Distal

As fracturas da zona mais distal, como dito anteriormente, correspondem a uma porção menor das fracturas do 5-MT e costumam ser causadas em maior parte dos casos por queda de objectos pesados sobre o pé.

Pode ocorrer também com alguma frequência durante a actividade física, nomeadamente em bailarinas. O' Malley et al. (1996) (90) identificou 35 fracturas distais do 5-MT em bailarinas. Uma fractura que tinha um padrão em espiral, começando distal-lateral evoluindo para proximal-medial. Quatro deles foram tratados cirurgicamente, 7 com gesso e 24 com meia elástica e alívio dos sintomas. O tempo médio para voltar a andar sem dor foram cerca de 6,1 semanas e volta à actividade física sem limitações foi de 19 semanas, sem diferença significativa nos diferentes sub-grupos. Houve apenas uma re-fractura passados 2 meses. Todas as bailarinas voltaram à sua performance sem limitações. Tendo em conta estes resultados o autor aconselha um tratamento conservador, mesmo para atletas, no caso de fracturas distais do 5-MT.

Conclusão:

A fractura do 5-MT é uma fractura de especial importância em atletas devido às suas condicionantes anatómicas e mecânicas que a tornam uma lesão com um potencial de resolução menor. Sobretudo as fracturas proximais, não só pela sua maior incidência, como também pelas suas características vasculares que as tornam mais suscetíveis ao surgimento de complicações durante o tratamento.

Quanto à classificação desta fractura são múltiplas as opções apresentadas na literatura o que pode constituir um viés na uniformização dos estudos, sendo aconselhável um consenso, que do ponto de vista do autor, se devia basear numa associação entre a classificação desenvolvida por Lawrence e Botte. baseada em diferentes zonas anatómicas e na de Torg et al. fundamentada no aspecto radiológico da fractura.

É também importante que se conheça o mecanismo de lesão que desencadeou a fractura para que haja um tratamento mais adequado e para que haja a capacidade de se prevenir a lesão primária ou uma re-fractura. Relativamente a este facto é essencial que se desenvolvam mais estudos que demonstrem quais os movimentos responsáveis por aumentar o risco desta lesão e quais os atletas mais predispostos a serem acometidos, quer pelo desporto praticado, pela idade, fase da época ou anatomia do pé.

A principal conclusão que ressalta desta revisão bibliográfica é que os atletas com fracturas da zona 2 e 3 devem ser tratados cirurgicamente, pois esta opção reflecte um tempo de união óssea e de regresso à actividade física significativamente inferior ao verificado com tratamento conservador. Já no que diz respeito à zona 1 a literatura não é tão consensual, embora, a maioria dos artigos citados defendam uma intervenção cirúrgica em atletas no caso de haver uma distância entre fragmentos maior que 2 a 3 mm, ou caso a fractura atinja mais de 30% da articulação entre o metatarso e o osso cuboide; caso os critérios supra-citados não se verifiquem é defendido um tratamento conservador.

Dentro do tratamento cirúrgico o mais amplamente estudado e que apresenta melhores resultados é a fixação com parafuso canulado intramedular, cujo tamanho deve ser

condicionado ao paciente em causa, sendo que deve ser maior quanto maior o índice de massa corporal apresentado pelo atleta.

Destacam-se também outras modalidades que podem ser adjuvantes no tratamento desta lesão e que apresentaram bons resultados nos casos de série citados, mas que ainda necessitam de estudos que apresentem níveis de evidência mais sólidos. São eles o tratamento com aspirado de medula óssea, com ondas de choque extra-corpóreas e a estimulação óssea electromagnética.

Concluindo, tendo em conta a importância desta lesão em desportos como o Futebol e o Basquetebol, e a sua dificuldade em ser tratada sem sequelas e permitir um regresso à alta competição sem limitações, seria importante a realização de estudos com níveis de evidência superiores à maior parte dos estudos apresentados. Nomeadamente, ensaios clínicos randomizados para determinar a melhor estratégia de gestão para os diferentes tipos de fraturas proximais do 5-MT.

Bibliografia:

1. Jones R. I. Fracture of the Base of the Fifth Metatarsal Bone by Indirect Violence. *Annals of surgery*. 1902;35(6):697-700
2. Zwitser EW, Breederveld RS. Fractures of the fifth metatarsal; diagnosis and treatment. *Injury*. 2010;41(6):555-62.
3. Herrera-Soto JA, Scherb M, Duffy MF, Albright JC. Fractures of the fifth metatarsal in children and adolescents. *Journal of pediatric orthopedics*. 2007;27(4):427-31.
4. Petrisor BA, Ekrol I, Court-Brown C. The epidemiology of metatarsal fractures. *Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*. 2006;27(3):172-4.
5. Cakir H, Van Vliet-Koppert ST, Van Lieshout EM, De Vries MR, Van Der Elst M, Schepers T. Demographics and outcome of metatarsal fractures. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2011;131(2):241-5.
6. Harmath C, Demos TC, Lomasney L, Pinzur M. Stress fracture of the fifth metatarsal. *Orthopedics*. 2001;24(2):111, 204-8.
7. Hasselman CT, Vogt MT, Stone KL, Cauley JA, Conti SF. Foot and ankle fractures in elderly white women. Incidence and risk factors. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2003;85-A(5):820-4.
8. Polzer H, Polzer S, Mutschler W, Prall WC. Acute fractures to the proximal fifth metatarsal bone: development of classification and treatment recommendations based on the current evidence. *Injury*. 2012;43(10):1626-32.
9. McCormick F, Nwachukwu BU, Provencher MT. Stress fractures in runners. *Clinics in sports medicine*. 2012;31(2):291-306.
10. Shuen WM, Boulton C, Batt ME, Moran C. Metatarsal fractures and sports. *The surgeon : journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*. 2009;7(2):86-8.
11. Eils E. Characteristic Plantar Pressure Distribution Patterns During Soccer-Specific Movements. *American Journal of Sports Medicine*. 2004;32(1):140-5.
12. Rhim B, Hunt JC. Lisfranc injury and Jones fracture in sports. *Clinics in podiatric medicine and surgery*. 2011;28(1):69-86.

13. Orendurff MS, Rohr ES, Segal AD, Medley JW, Green JR, 3rd, Kadel NJ. Biomechanical analysis of stresses to the fifth metatarsal bone during sports maneuvers: implications for fifth metatarsal fractures. *The Physician and sportsmedicine*. 2009;37(2):87-92.
14. Ekstrand J, van Dijk CN. Fifth metatarsal fractures among male professional footballers: a potential career-ending disease. *British journal of sports medicine*. 2013;47(12):754-8.
15. Ekstrand J, Torstveit MK. Stress fractures in elite male football players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012;22(3):341-6.
16. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British journal of sports medicine*. 2011;45(7):553-8.
17. Gu YD, Ren XJ, Li JS, Lake MJ, Zhang QY, Zeng YJ. Computer simulation of stress distribution in the metatarsals at different inversion landing angles using the finite element method. *International orthopaedics*. 2010;34(5):669-76.
18. Ekrol I, Court-Brown CM. Fractures of the base of the 5th metatarsal. *The Foot*.14(2):96-8.
19. Alsobrook JA, Hatch RL. Proximal Fifth Metatarsal Fractures. *UptoDate [Internet]*. 2013.
20. Shereff MJ, Yang QM, Kummer FJ, Frey CC, Greenidge N. Vascular anatomy of the fifth metatarsal. *Foot & ankle*. 1991;11(6):350-3.
21. Smith JW, Arnoczky SP, Hersh A. The intraosseous blood supply of the fifth metatarsal: implications for proximal fracture healing. *Foot & ankle*. 1992;13(3):143-52.
22. McKeon KE, Johnson JE, McCormick JJ, Klein SE. The intraosseous and extraosseous vascular supply of the fifth metatarsal: implications for fifth metatarsal osteotomy. *Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*. 2013;34(1):117-23.
23. Thevendran G, Deol RS, Calder JD. Fifth metatarsal fractures in the athlete: evidence for management. *Foot and ankle clinics*. 2013;18(2):237-54.
24. Richli WR, Rosenthal DI. Avulsion fracture of the fifth metatarsal: experimental study of pathomechanics. *American Journal of Roentgenology*. 1984;143(4):889-91.

25. Chuckpaiwong B, Queen RM, Easley ME, Nunley JA. Distinguishing Jones and proximal diaphyseal fractures of the fifth metatarsal. *Clinical orthopaedics and related research*. 2008;466(8):1966-70.
26. Wright RW, Fischer DA, Shively RA, Heidt RS, Jr., Nuber GW. Refracture of proximal fifth metatarsal (Jones) fracture after intramedullary screw fixation in athletes. *The American journal of sports medicine*. 2000;28(5):732-6.
27. Barros RM, Misuta MS, Menezes RP, Figueroa PJ, Moura FA, Cunha SA, et al. Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of sports science & medicine*. 2007;6(2):233-42.
28. Raikin SM, Slenker N, Ratigan B. The association of a varus hindfoot and fracture of the fifth metatarsal metaphyseal-diaphyseal junction: the Jones fracture. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(7):1367-72.
29. Orendurff MS, Rohr ES, Segal AD, Medley JW, Green JR, 3rd, Kadel NJ. Regional foot pressure during running, cutting, jumping, and landing. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(3):566-71.
30. Queen RM, Abbey AN, Chuckpaiwong B, Nunley JA. Plantar Loading Comparisons Between Women With a History of Second Metatarsal Stress Fractures and Normal Controls. *The American journal of sports medicine*. 2009;37(2):390-5.
31. Hetsroni I, Nyska M, Ben-Sira D, Mann G, Segal O, Maoz G, et al. Analysis of foot structure in athletes sustaining proximal fifth metatarsal stress fracture. *Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*. 2010;31(3):203-11.
32. Boden BP, Osbahr DC, Jimenez C. Low-Risk Stress Fractures. *The American journal of sports medicine*. 2001;29(1):100-11.
33. Kavanaugh JH, Brower TD, Mann RV. The Jones fracture revisited. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1978;60(6):776-82.
34. Stewart IM. Jones's fracture: fracture of base of fifth metatarsal. *Clinical orthopaedics*. 1960;16:190-8.
35. Dameron TB, Jr. Fractures and anatomical variations of the proximal portion of the fifth metatarsal. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1975;57(6):788-92.
36. Lawrence SJ, Botte MJ. Jones' fractures and related fractures of the proximal fifth metatarsal. *Foot & ankle*. 1993;14(6):358-65.

37. Hatch RL, Alsobrook JA, Clugston JR. Diagnosis and management of metatarsal fractures. *American family physician*. 2007;76(6):817-26.
38. Torg JS, Balduini FC, Zelko RR, Pavlov H, Peff TC, Das M. Fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity. Classification and guidelines for non-surgical and surgical management. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1984;66(2):209-14.
39. Strayer SM, Reece SG, Petrizzi MJ. Fractures of the proximal fifth metatarsal. *American family physician*. 1999;59(9):2516-22.
40. Ding BC, Weatherall JM, Mroczek KJ, Sheskier SC. Fractures of the proximal fifth metatarsal: keeping up with the Joneses. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*. 2012;70(1):49-55.
41. Khan WS, Jain R, Agarwal M, Warren-Smith C. MANAGEMENT OF FRACTURES OF THE BASE OF THE FIFTH METATARSAL- A REVIEW OF 300 PATIENTS. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 2008;90-B(SUPP III):499.
42. Tsukada S, Ikeda H, Seki Y, Shimaya M, Hoshino A, Niga S. Intramedullary screw fixation with bone autografting to treat proximal fifth metatarsal metaphyseal-diaphyseal fracture in athletes: a case series. *Sports medicine, arthroscopy, rehabilitation, therapy & technology : SMARTT*. 2012;4(1):25.
43. Stiell IG, Greenberg GH, McKnight RD, Nair RC, McDowell I, Worthington JR. A study to develop clinical decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. *Annals of emergency medicine*. 1992;21(4):384-90.
44. Shell IG, Greenberg GH, McKnight R, et al. Decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries: Refinement and prospective validation. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 1993;269(9):1127-32.
45. Matos P. Regras de Ottawa para o tornozelo. *Revista Desportiva Informa*. 2010;6:6-7.
46. Pao DG, Keats TE, Dussault RG. Avulsion fracture of the base of the fifth metatarsal not seen on conventional radiography of the foot: the need for an additional projection. *AJR American journal of roentgenology*. 2000;175(2):549-52.
47. Portland G, Kelikian A, Kodros S. Acute surgical management of Jones' fractures. *Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*. 2003;24(11):829-33.

48. Rosenberg GA, Sferra JJ. Treatment strategies for acute fractures and nonunions of the proximal fifth metatarsal. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2000;8(5):332-8.
49. Pecina M, Bojanic I, Smoljanovic T, Ivkovic A, Mirkovic M, Jelic M. Surgical treatment of diaphyseal stress fractures of the fifth metatarsal in competitive athletes: long-term follow-up and computerized pedobarographic analysis. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2011;101(6):517-22.
50. Roche AJ, Calder JD. Treatment and return to sport following a Jones fracture of the fifth metatarsal: a systematic review. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2013;21(6):1307-15.
51. Rettig AC, Shelbourne KD, Wilckens J. The surgical treatment of symptomatic nonunions of the proximal (metaphyseal) fifth metatarsal in athletes. *The American journal of sports medicine*. 1992;20(1):50-4.
52. Josefsson PO, Karlsson M, Redlund-Johnell I, Wendeberg B. Closed treatment of Jones fracture. Good results in 40 cases after 11-26 years. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 1994;65(5):545-7.
53. Egol K, Walsh M, Rosenblatt K, Capla E, Koval KJ. Avulsion fractures of the fifth metatarsal base: a prospective outcome study. *Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*. 2007;28(5):581-3.
54. Wiener BD, Linder JF, Giattini JF. Treatment of fractures of the fifth metatarsal: a prospective study. *Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*. 1997;18(5):267-9.
55. Dameron TB, Jr. Fractures of the Proximal Fifth Metatarsal: Selecting the Best Treatment Option. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1995;3(2):110-4.
56. Quill GE, Jr. Fractures of the proximal fifth metatarsal. *The Orthopedic clinics of North America*. 1995;26(2):353-61.
57. Giordano AR, Fallat LM. Strength analysis of intraosseous wire fixation for avulsion fractures of the fifth metatarsal base. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*. 2004;43(4):225-30.
58. Porter DA, Duncan M, Meyer SJ. Fifth metatarsal Jones fracture fixation with a 4.5-mm cannulated stainless steel screw in the competitive and recreational athlete: a clinical and radiographic evaluation. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(5):726-33.

59. Clapper MF, O'Brien TJ, Lyons PM. Fractures of the fifth metatarsal. Analysis of a fracture registry. *Clinical orthopaedics and related research*. 1995(315):238-41.
60. Mologne TS, Lundeen JM, Clapper MF, O'Brien TJ. Early screw fixation versus casting in the treatment of acute Jones fractures. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(7):970-5.
61. Low K, Noblin JD, Browne JE, Barnhouse CD, Scott AR. Jones fractures in the elite football player. *Journal of surgical orthopaedic advances*. 2004;13(3):156-60.
62. Kerkhoffs GM, Versteegh VE, Sierevelt IN, Kloen P, van Dijk CN. Treatment of proximal metatarsal V fractures in athletes and non-athletes. *British journal of sports medicine*. 2012;46(9):644-8.
63. DeLee JC, Evans JP, Julian J. Stress fracture of the fifth metatarsal. *The American journal of sports medicine*. 1983;11(5):349-53.
64. Zogby RG, Baker BE. A review of nonoperative treatment of Jones' fracture. *The American journal of sports medicine*. 1987;15(4):304-7.
65. Brockwell J, Yeung Y, Griffith JF. Stress fractures of the foot and ankle. *Sports medicine and arthroscopy review*. 2009;17(3):149-59.
66. Weinfeld SB, Haddad SL, Myerson MS. Metatarsal stress fractures. *Clinics in sports medicine*. 1997;16(2):319-38.
67. Lee KT, Park YU, Young KW, Kim JS, Kim JB. Surgical results of 5th metatarsal stress fracture using modified tension band wiring. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2011;19(5):853-7.
68. Larson CM, Almekinders LC, Taft TN, Garrett WE. Intramedullary screw fixation of Jones fractures. Analysis of failure. *The American journal of sports medicine*. 2002;30(1):55-60.
69. Reese K, Litsky A, Kaeding C, Pedroza A, Shah N. Cannulated screw fixation of Jones fractures: a clinical and biomechanical study. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(7):1736-42.
70. Nagao M, Saita Y, Kameda S, Seto H, Sadatsuki R, Takazawa Y, et al. Headless compression screw fixation of Jones fractures: an outcomes study in Japanese athletes. *The American journal of sports medicine*. 2012;40(11):2578-82.

71. Massada MM, Pereira MA, de Sousa RJ, Costa PG, Massada JL. Intramedullary screw fixation of proximal fifth metatarsal fractures in athletes. *Acta ortopedica brasileira*. 2012;20(5):262-5.
72. Connolly JF. Injectable bone marrow preparations to stimulate osteogenic repair. *Clinical orthopaedics and related research*. 1995(313):8-18.
73. Hernigou P, Mathieu G, Poignard A, Manicom O, Beaujean F, Rouard H. Percutaneous autologous bone-marrow grafting for nonunions. Surgical technique. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2006;88 Suppl 1 Pt 2:322-7.
74. Hunt KJ, Anderson RB. Treatment of Jones fracture nonunions and refractures in the elite athlete: outcomes of intramedullary screw fixation with bone grafting. *The American journal of sports medicine*. 2011;39(9):1948-54.
75. Murawski CD, Kennedy JG. Percutaneous internal fixation of proximal fifth metatarsal jones fractures (Zones II and III) with Charlotte Carolina screw and bone marrow aspirate concentrate: an outcome study in athletes. *The American journal of sports medicine*. 2011;39(6):1295-301.
76. Bhargava R, Sankhla S, Gupta A, Changani R, Gagaj K. Percutaneous autologous bone marrow injection in the treatment of delayed or nonunion. *Indian journal of orthopaedics*. 2007;41(1):67-71.
77. Moretti B, Notarnicola A, Garofalo R, Moretti L, Patella S, Marlinghaus E, et al. Shock waves in the treatment of stress fractures. *Ultrasound in medicine & biology*. 2009;35(6):1042-9.
78. Birnbaum K, Wirtz DC, Siebert CH, Heller KD. Use of extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) in the treatment of non-unions. A review of the literature. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2002;122(6):324-30.
79. Zelle BA, Gollwitzer H, Zlowodzki M, Bühren V. Extracorporeal shock wave therapy: current evidence. *Journal of orthopaedic trauma*. 2010;24 Suppl 1:S66-70.
80. Petrisor B, Lisson S, Sprague S. Extracorporeal shockwave therapy: A systematic review of its use in fracture management. *Indian journal of orthopaedics*. 2009;43(2):161-7.
81. Xu ZH, Jiang Q, Chen DY, Xiong J, Shi DQ, Yuan T, et al. Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures. *International orthopaedics*. 2009;33(3):789-93.
82. Wang CJ. An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. *Chang Gung medical journal*. 2003;26(4):220-32.

83. Schaden W, Fischer A, Sailer A. Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. *Clinical orthopaedics and related research*. 2001(387):90-4.
84. Luthje P, Nurmi-Luthje I. Non-union of the clavicle and delayed union of the proximal fifth metatarsal treated with low-intensity pulsed ultrasound in two soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2006;46(3):476-80.
85. Furia JP, Juliano PJ, Wade AM, Schaden W, Mittermayr R. Shock wave therapy compared with intramedullary screw fixation for nonunion of proximal fifth metatarsal metaphyseal-diaphyseal fractures. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2010;92(4):846-54.
86. Biedermann R, Martin A, Handle G, Auckenthaler T, Bach C, Krismer M. Extracorporeal shock waves in the treatment of nonunions. *The Journal of trauma*. 2003;54(5):936-42.
87. Petrisor B, Lau JT. Electrical bone stimulation: an overview and its use in high risk and Charcot foot and ankle reconstructions. *Foot and ankle clinics*. 2005;10(4):609-20, vii-viii.
88. Benazzo F, Mosconi M, Beccarisi G, Galli U. Use of capacitive coupled electric fields in stress fractures in athletes. *Clinical orthopaedics and related research*. 1995(310):145-9.
89. Holmes GB, Jr. Treatment of delayed unions and nonunions of the proximal fifth metatarsal with pulsed electromagnetic fields. *Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*. 1994;15(10):552-6.
90. O'Malley MJ, Hamilton WG, Munyak J. Fractures of the distal shaft of the fifth metatarsal. "Dancer's fracture". *The American journal of sports medicine*. 1996;24(2):240-3.