

# Tema Traumatologia da Articulação de Lisfranc

Dr. Diogo Moura<sup>1</sup>, Dra. Ana Rita Gaspar<sup>2</sup>, Prof. Doutor Fernando Fonseca<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Médico interno de Ortopedia e Traumatologia; <sup>2</sup>Assistente Hospitalar de Ortopedia e Traumatologia;

<sup>3</sup>Diretor do serviço de Ortopedia e Traumatologia do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra.

## RESUMO / ABSTRACT

As lesões do complexo articular de Lisfranc são frequentes e muitas vezes subdiagnosticadas em desportistas. São lesões com tempo prolongado de recuperação e que muitas vezes colocam a carreira desportiva em risco, na medida em que a maioria evolui rapidamente para osteoartrose sintomática. Um nível elevado de suspeita de reconhecimento dos sinais clínicos de lesão e uso dos exames de imagem adequados são críticos para um diagnóstico correto e precoce, de modo a se conseguir um tratamento adequado e garantir rápido regresso à atividade desportiva. Os tratamentos ideais para as lesões de Lisfranc são controversos e devem ser adequados ao tipo de lesão, estadio e características do atleta. Este artigo apresenta uma revisão da atual evidência científica em relação aos princípios de diagnóstico e tratamento das lesões do complexo articular de Lisfranc na população praticante de desporto.

*Lisfranc joint complex injuries are reported as frequent and often underestimated injuries in athletes. These injuries have a prolonged recovery time and often put sports career in jeopardy, since its majority quickly progress to osteoarthritis. A high level of suspicion in recognition of the clinical signs of injury and appropriate image exams use are critical for correct and early diagnosis, in order to allow for appropriate treatment and guarantee a fast return to athletic activity. Gold standard treatments of Lisfranc injuries in the athlete remain controversial and should be adequate to injury types, its stages and athlete characteristics. This article presents a review of the current scientific evidence regarding diagnosis and management principles for Lisfranc joint complex injuries in the athletic population.*

## PALAVRAS-CHAVE / KEYWORDS

Lisfranc, desporto, pé, médio-pé, lesão

Lisfranc, sports, foot, midfoot, injury

articular distal do cuneiforme medial em aproximadamente 8mm e a do cuneiforme lateral em 4mm, articulando-se desta maneira com os três cuneiformes. Este encaixe faz com que a base do 2.º metatársico funcione como uma pedra angular que bloqueia e estabiliza arco transversal do mediopé<sup>2</sup>. Apesar desta estrutura osteoarticular específica, a congruência óssea isolada seria insuficiente para garantir esta estabilidade. O suporte ligamentar é crítico para estabilizar a articulação de Lisfranc, em particular o **ligamento de Lisfranc** (Figura 1)<sup>2</sup>. Este ligamento insere-se no 2.º metatársico e no cuneiforme medial e tem 3 componentes principais, um interósseo mais resistente, outro plantar também muito desenvolvido e um dorsal menos resistente<sup>2,6</sup>. A sua função é garantir a estabilidade transversal entre estes ossos, compensando assim a ausência de ligamento interósseo transversal entre o 1.º e 2.º metatársicos (ao contrário do que acontece entre os outros metatársicos, nos quais estes ligamentos interósseos estão presentes), sendo essencial para a estabilidade do arco transversal do mediopé<sup>2,6</sup>.

## Fisiopatologia

O principal motivo de controvérsia em torno da chamada “lesão de Lisfranc” ocorre por ser uma entidade muito ampla, incluindo vários tipos de lesões por vezes não muito bem definidas. O tratamento deve ser adequado a cada tipo de lesão de Lisfranc e nunca haverá apenas uma única opção terapêutica ideal<sup>7</sup>.

## Introdução

O pé é um segmento frequentemente atingido nos desportistas, correspondendo a aproximadamente 16% das lesões traumáticas desportivas<sup>1</sup>. Imediatamente a seguir às articulações metatarsofalângicas, o complexo articular de Lisfranc é o mais frequentemente atingido em praticantes de desporto e acredita-se que a sua incidência tem sido subestimada<sup>2,4</sup>.

## Anatomia e biomecânica

O **complexo articular de Lisfranc**, descrito pelo cirurgião francês Jacques Lisfranc (1790-1847), corresponde ao conjunto das articulações tarsometatársicas, intermetatársicas e intertársicas. Por sua vez, a **articulação de Lisfranc** corresponde à articulação **tipo chave-fechadura** que ocorre entre o 2.º metatársico e

a mortalha formada entre os cuneiformes medial e lateral (Figura 1)<sup>2,5</sup>. A conformação específica desta articulação, isto é, o maior comprimento do 2.º metatársico e o menor comprimento do cuneiforme intermédio, permite que a base do 2.º metatársico forme uma indentação e ultrapasse proximalmente a superfície

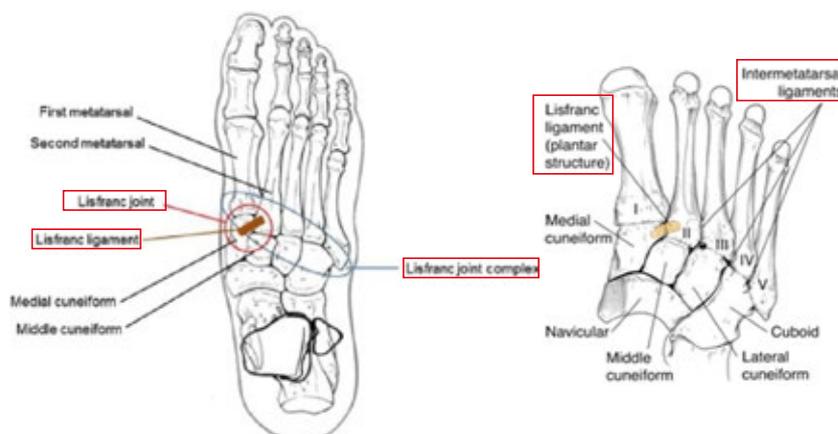


Figura 1. Complexo articular de Lisfranc, articulação de Lisfranc, ligamento de Lisfranc, ligamentos interósseos transversais intermetatársicos.

As lesões traumáticas da articulação de Lisfranc incluem **lesões do ligamento de Lisfranc (entorses), fraturas e luxações** e podem conduzir a dor, deformidade, instabilidade articular e alterações articulares degenerativas<sup>2,8</sup>.

Os **mecanismos de lesão** mais frequentes são:

- **traumatismo direto no mediopé**, tipicamente de alta energia, resultando em fraturas e luxações de Lisfranc
- **traumatismo indireto**, em particular movimentos de hiperflexão plantar e hiperabdução, que muitas vezes ocorrem combinados<sup>2,9</sup>.

Apesar das lesões de Lisfranc de alta energia serem mais frequentemente reportadas, na população desportista as de baixa energia são mais frequentes, admitindo-se que o seu difícil diagnóstico pode subestimar a sua verdadeira frequência<sup>9,10</sup>. As **lesões em flexão plantar** ocorrem quando é aplicada carga axial sobre o pé em flexão plantar e as metatarsicofalângicas em dorsiflexão, sendo este movimento típico de desportos de carga que incluem saltos. A articulação de Lisfranc cede dorsalmente, verificando-se luxação dorsal da base do 2.º metatársico. As **lesões em hiperabdução** ocorrem quando o antepé sofre abdução súbita relativamente ao retopé que se encontra fixo, o que se pode verificar, por exemplo, no surf e na equitação<sup>2,3,11</sup>. O estudo de Peicha G et al.<sup>5</sup> sugere que os indivíduos que apresentam uma anatomia com menor profundidade da indentação da base do 2.º metatársico na mortalha entre os cuneiformes têm menor estabilidade articular e como tal risco superior de lesão desta articulação.

## Classificação

Em 1909, Quénu e Kuss<sup>13</sup> criaram a primeira **classificação das luxações de Lisfranc**, dividindo-as em homolaterais, isoladas e divergentes. Este sistema foi revisto por Hardcastle et al<sup>13</sup> e Myerson et al<sup>14</sup>, chegando à classificação mais utilizada atualmente (Figura 2):

- tipo A – incongruência total em direção lateral ou medial;
- tipo B – incongruência parcial, com luxação de apenas uma coluna;
- tipo C – divergente, com desvio medial da coluna medial e desvio lateral da coluna média e por vezes também a lateral.

Estas classificações descrevem as lesões de alta energia que provocam luxações de Lisfranc, mas não as de baixa energia que resultam mais frequentemente em entorses. Em 2002, Nunley e Vertullo<sup>15</sup> criaram uma **classificação para as entorses de Lisfranc** (Figura 3). O grau I corresponde a lesão ligamentar parcial, não demonstrando sinais radiográficos de instabilidade. Os graus II e III correspondem a roturas totais do ligamento de Lisfranc, com consequente instabilidade articular. O grau II tem sinais de instabilidade radiográfica (diastase da articulação de Lisfranc superior a 2mm) e altura do arco longitudinal mantida, enquanto no grau III há também perda da altura do arco longitudinal.

## Clínica

Nas lesões de Lisfranc ligeiras é necessário um **grau elevado de suspeita clínica**, na medida em que o paciente com entorse de Lisfranc pode apresentar-se com vários graus

de dor e edema do mediopé. Tipicamente a dor é localizada no mediopé e surge com a carga sobre o mesmo, sobretudo ao descer escadas<sup>2,11</sup>. A equimose plantar do mediopé é considerada patognomónica de lesão de Lisfranc, sendo critério absoluto para estudo radiográfico<sup>17</sup>. A palpação dorsal ao nível da articulação de Lisfranc, a compressão colateral do mediopé e a manipulação plantar e dorsal da base do 1.º metatársico em relação ao 2.º metatársico são manobras provocativas que despertam dor na presença de lesão de Lisfranc<sup>11</sup>. Nas luxações verifica-se uma deformidade marcada de acordo com a orientação do desvio articular.

## Diagnóstico

O não diagnóstico, e consequente não tratamento, das lesões de Lisfranc pode não apenas prolongar o regresso à atividade desportiva, mas também conduzir a alterações articulares degenerativas pós-traumáticas e dor que limitam a atividade e pioram a qualidade de vida no futuro<sup>2</sup>. A dificuldade no diagnóstico verifica-se sobretudo nas entorses puras, quando não se estão presentes fraturas ou luxações óbvias. A história e o exame físico são cruciais para o diagnóstico das lesões de Lisfranc. No entanto, deve-se realizar sempre um **estudo radiográfico**<sup>11</sup>. Na suspeita de lesão de Lisfranc é mandatório realizar radiografias em carga do pé em incidências ântero-posterior, perfil e oblíqua a 30°. Estas são as incidências radiográficas base para o estudo da articulação de Lisfranc e também as mais úteis<sup>2</sup>. Em situações de elevada suspeita clínica e incidências radiográficas base sem alterações,

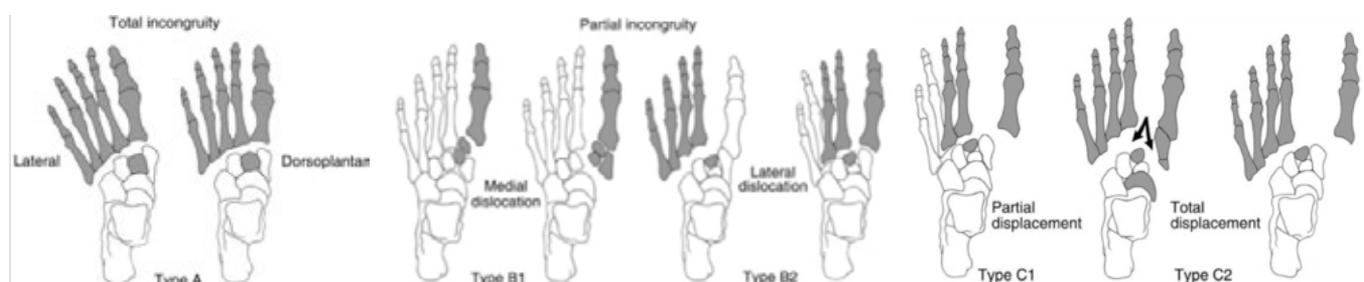


Figura 2. Classificação de Myerson das luxações de Lisfranc. Tipo A – Incongruência total; Tipo B – Incongruência parcial; Tipo C – Divergente<sup>16</sup>.

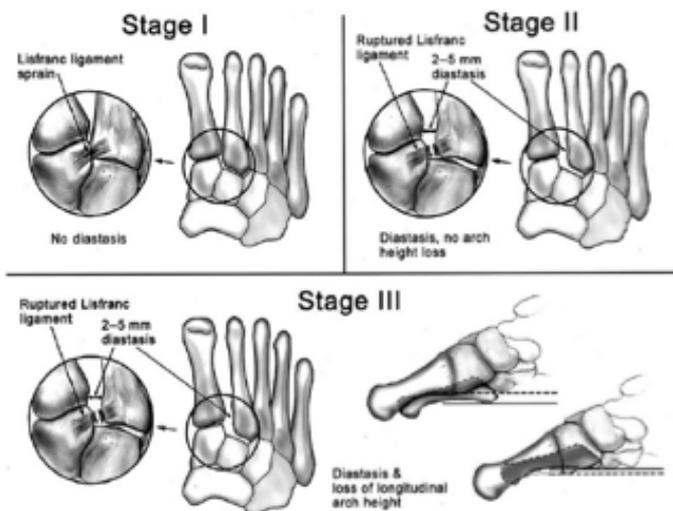


Figura 3. Classificação de Nunley-Vertullo das entorses de Lisfranc<sup>15</sup>.

da base do 2.º metatársico e/ou no canto lateral distal do cuneiforme medial (*fleck sign* ou sinal da mancha), sendo estas lesões indicadoras de instabilidade da articulação de Lisfranc<sup>14</sup>. Apesar disto, considera-se que mais de 20% das entorses de Lisfranc não são diagnosticadas após estudo radiográfico inicial<sup>10</sup>. O conhecimento mais aprofundado da anatomia da articulação de Lisfranc, bem como o desenvolvimento dos exames de imagem, têm permitido um diagnóstico cada vez mais eficaz<sup>8</sup>. A **tomografia computadorizada** está indicada para estudo de fraturas associadas e é mais sensível que a radiografia a identificar subluxações. Por sua vez, a ressonância magnética é o exame mais sensível e específico para identificar as lesões do ligamento de Lisfranc. A **ressonância** é considerada desnecessária na presença de subluxações e luxações óbvias identificadas na radiografia, devendo apenas ser realizada quando existe elevada suspeita clínica e não se identifica na radiografia qualquer diástase da articulação de Lisfranc<sup>3,19,20</sup>.

### Tratamento

O tratamento das lesões da articulação de Lisfranc é controverso, havendo poucos estudos de elevado nível de evidência acerca destas lesões, particularmente em desportistas<sup>2,4</sup>. A idade do paciente, tipo e extensão da lesão, nível de atividade e desejo de regresso à prática desportiva são fatores a ter em conta na escolha do tratamento<sup>2</sup>.

É universalmente aceite que os pacientes com evidência radiológica de instabilidade estática ou dinâmica da articulação de Lisfranc, que corresponde a rotura total do ligamento de Lisfranc, requerem tratamento cirúrgico<sup>2</sup>. Sendo assim, apenas as **entorses estáveis** (grau I da classificação de Nunley-Vertullo) têm indicação para **tratamento conservador**, que consiste em imobilização gessada seguida de carga de acordo com evolução da lesão. Alguns optam por imobilização gessada suropodálica durante seis semanas, enquanto outros permitem carga parcial progressiva com ortótese protetora após período de

pode ser necessário complementar o estudo radiográfico com incidências em stress de abdução e com comparação com o pé contralateral<sup>2,3,18</sup>.

Considera-se que existe **instabilidade da articulação de Lisfranc** quando na radiografia ântero-posterior do pé em carga o espaço formado de um lado pela base do 2.º metatársico e do outro pelo cuneiforme medial e a base do 1.º metatársico é **superior a 2mm (diástase da articulação de Lisfranc)**, correspondendo a um grau II da classificação de Nunley-Vertullo<sup>11</sup> (Figura 4). Na radiografia de perfil do pé, é sinal de instabilidade a diminuição do espaço entre o bordo plantar do 5.º metatársico e o cuneiforme medial, correspondendo a perda da altura do arco longitudinal (grau III da classificação de Nunley-Vertullo)<sup>11</sup>. Por sua vez, ao se compararem o pé lesado e o contralateral, considera-se que

existe instabilidade quando existe uma diferença superior a 1mm na avaliação do espaço da articulação de Lisfranc<sup>2</sup>. Apesar disto, frequentemente o paciente na fase aguda não tolera realizar carga sobre o pé nem as manobras de stress. As radiografias sem carga podem identificar lesões graves, tais como fraturas e luxações, no entanto são pouco úteis para identificação de alterações nas entorses de Lisfranc puras (Figura 4). Para contornar este problema, uma das opções é infiltrar o tornozelo com anestésico ou fazer um bloqueio nervoso e de seguida realizar as radiografias em carga e stress, ou simplesmente permitir repouso do pé durante uma semana e de seguida obter as radiografias desejadas. A avulsão do ligamento de Lisfranc provoca pequenas fraturas nos seus locais de inserção, nomeadamente na porção medial



Figura 4. A – Radiografia ântero-posterior do pé sem carga, sem alterações no espaço da articulação de Lisfranc (inferior a 2mm). B – Radiografia ântero-posterior do pé em carga, a demonstrar alargamento do espaço da articulação de Lisfranc (superior a 2mm). C – Manobra de stress em abdução sobre o médio-pé, a demonstrar instabilidade dinâmica por aparecimento de diástase da articulação de Lisfranc<sup>2,21</sup>.

duas semanas de imobilização, no entanto ambas as abordagens têm sucesso e resultados finais semelhantes<sup>2,3,11,15,18,22-24</sup>. A carga sem proteção pode ser iniciada entre as 6 e as 8 semanas quando os pacientes não apresentarem dor com a manobra de abdução sobre o mediopé<sup>2</sup>.

A **reabilitação** tem um papel fundamental no nível funcional obtido e no tempo de regresso à prática desportiva. Atividades típicas de alguns desportos que incluem torção do mediopé, tais como correr em superfícies irregulares e mudanças de direção acentuadas, apenas são permitidas após os primeiros 3 a 4 meses, altura em que o atleta já deve realizar o *single-leg hop test* (saltar horizontalmente com apoio em apenas um membro inferior) de forma indolor<sup>2</sup>. Em suma, o tratamento não cirúrgico é eficaz a garantir o regresso dos atletas à prática desportiva após entorses estáveis de Lisfranc, que ocorre após num tempo médio de quatro meses<sup>11</sup>.

Quanto ao **tratamento cirúrgico**, a técnica ideal, o momento correto para efetuar a intervenção, o implante de fixação, os cuidados pós-operatórios e o tempo de regresso à prática desportiva são temas controversos<sup>3</sup>. A **redução anatómica** é o fator mais importante a ter em conta na intervenção cirúrgica e aquele que mais influencia o prognóstico, devendo ser sempre confirmada sob fluoroscopia nas incidências ântero-posterior e perfil<sup>2,3,13,14,25,26</sup>. A presença de luxações e fraturas implica a sua redução e fixação interna, que deve ser seguida de seis semanas de imobilização suropodálica e carga parcial progressiva sobre a região calcaneana

a partir das duas semanas. Às seis semanas de pós-operatório o atleta pode iniciar progressivamente atividades físicas de baixo impacto e as de elevado impacto apenas devem ser permitidas após extração do material de fixação. A remoção dos implantes de fixação interna permite melhorar a mobilidade articular e a funcionalidade, devendo ser efetuada a partir dos 5 a 6 meses de fixação<sup>2,3</sup>.

Em luxações de Lisfranc puras (sem fraturas associadas) considera-se que o tratamento cirúrgico deve ser **redução e fixação interna** efetuada até às primeiras seis semanas após lesão, de preferência nas primeiras duas semanas<sup>3,4,27</sup>. A fixação interna deve ser a opção preferida até aos quatro meses de evolução da lesão e a partir deste período a artrodese primária deve ser a primeira escolha<sup>2</sup>.

Na presença duma luxação de Lisfranc, a redução fechada deve ser tentada o mais rápido possível (sob anestesia) através de tração longitudinal e pressão dorsoplantar, mantendo atenção para os sinais de compromisso circulatório e de desenvolvimento de síndrome compartimental. O uso de uma pinça redutora entre o cuneiforme medial e o 2.º metatársico pode ser útil para conseguir a redução fechada (Figura 5)<sup>2</sup>. As lesões de Lisfranc com menos de seis semanas em que a redução fechada obtida é anatómica e estável são as candidatas ideais para fixação percutânea com parafusos canulados<sup>3</sup>. No entanto, quando a redução fechada não tem sucesso, é instável ou a lesão tem mais de seis semanas, está indicada redução aberta e fixação interna, na medida em que é necessário remover tecidos

interpostos para conseguir a redução anatómica desejada<sup>3</sup>. Alguns ortopedistas defendem que a redução anatómica apenas se obtém com visualização direta e redução aberta e não por métodos fechados<sup>25,28</sup>.

A via de abordagem da articulação de Lisfranc é através do intervalo entre os tendões longo extensor do hálux e o extensor comum dos dedos do 2.º dedo. A disseção até à articulação deve ser cuidada, na medida em que neste intervalo encontram-se o nervo fibular profundo e a artéria pediosa dorsal, estruturas que devem ser preservadas<sup>2</sup>. A fixação pode ser feita com fios de Kirschner, parafusos ou placas. Atualmente, devido aos problemas cutâneos, riscos de migração e de perda de redução associados à fixação com fios de Kirschner, os implantes de fixação preferidos, pela sua estabilidade superior, são os parafusos<sup>2,14,22,25,28,29</sup>. Nas luxações de Lisfranc é frequente o parafuso ser colocado a atravessar a articulação de Lisfranc desde o cuneiforme medial até à base do 2.º metatársico. Muitas vezes esta fixação é complementada com um fio de Kirschner entre o 5.º metatársico e o cuboide, de modo a trancar todo o complexo de Lisfranc<sup>2</sup>. Se após estas fixações, as 1ª e 2ª articulações tarsometatarsicas estiverem instáveis devem também ser fixadas. Não são recomendados parafusos em compressão, na medida em que a pressão aumentada através das superfícies articulares pode causar lesão da sua cartilagem e, conseqüentemente, evoluir para osteoartrose<sup>26,30</sup>. Foi demonstrado que um parafuso a atravessar uma articulação metatarsicotársica lesa aproximadamente 2 a 4,8% da sua cartilagem articular, não contando com a provável lesão térmica causada pela broca na furação do orifício para o parafuso. Nos últimos anos surgiram técnicas de fixação extra-articular da articulação de Lisfranc, tais como placas em ponte e placas dorsais, cujo objetivo visa poupar a cartilagem articular e diminuir o risco de osteoartrose<sup>31-34</sup>. Surgiram também os botões de sutura (*endobuttons*) e parafusos reabsorvíveis, opções de fixação em que, ao contrário dos parafusos e placas, não seria necessário a sua extração. Apesar disto, a eficácia, indicações e



Figura 5 – Redução fechada com pinça redutora, fixação com fio de Kirschner (A) e através dele com um parafuso canulado (B). Artrodese da articulação de Lisfranc (C)<sup>2</sup>.

resultados destes métodos de fixação permanecem por comprovar<sup>2,3,35-39</sup>.

As lesões de Lisfranc não tratadas têm um risco superior de desenvolver alterações articulares degenerativas. Por outro lado, entre 40 a 94% dos pacientes, mesmo após redução e fixação interna adequados, desenvolvem osteoartrose, a qual frequentemente se torna sintomática e conduz à necessidade de realizar a artrodese desta articulação<sup>14,25,26,30,40,41</sup>. Como tal, considera-se que o tratamento atual destas lesões em desportistas tem resultados pouco encorajadores, com progressão frequente e quase inevitável para osteoartrose, o que determina muitas vezes o fim da carreira desportiva do atleta<sup>42</sup>.

A **artrodese primária** da articulação de Lisfranc, que pode ser feita com parafusos ou placa, está indicada classicamente como tratamento primário em fraturas articulares cominutivas da articulação de Lisfranc e em lesões de Lisfranc com mais de quatro meses de evolução<sup>2,7,43</sup>. Após a intervenção, os pacientes são submetidos a imobilização e descarga do membro durante seis semanas, seguida de carga parcial protegida até aos três meses, altura em que iniciam atividades de baixo impacto<sup>2</sup>. Um questionário a ortopedistas especialistas nestas lesões, verificou que a maioria dos inquiridos permite a prática de desportos de impacto nos atletas submetidos a artrodese de Lisfranc<sup>44</sup>. O facto de também as entorses de Lisfranc isoladas instáveis progredirem rapidamente para osteoartrose levou a que surgisse a hipótese da artrodese primária poder ser também nestes casos uma opção inicial viável em vez da redução e fixação<sup>7,26</sup>. Alguns estudos chegam mesmo a relatar resultados sobreponíveis e superiores da artrodese em comparação com a redução e fixação em termos de resultados funcionais, tempo de recuperação e de regresso à prática desportiva<sup>41,44,45</sup>. Foi também demonstrada uma taxa superior de recuperação na redução e fixação, particularmente na de conversão para artrodese após instabilidade ao se retirar o material de fixação<sup>41,42</sup>. Contudo, apesar de a artrodese ser uma solução definitiva ao eliminar o

risco de osteoartrose sintomática, o risco de limitação funcional e rigidez do mediopé que ocorre sobretudo quando esta envolve múltiplos raios, faz com que não seja a melhor opção inicial em desportistas<sup>2,30</sup>. Além disso, esta opção tem também riscos de não consolidação, de artrose acelerada peri-artrodese e de fratura de stress<sup>2</sup>.

O **regresso à prática desportiva** após entorses instáveis, fraturas e luxações de Lisfranc demora entre quatro meses a um ano, quer se trate de tratamento conservador ou cirúrgico<sup>2,11</sup>.

## Conclusão

As lesões de Lisfranc são um espectro amplo de diferentes entidades, às quais o tratamento conservador ou cirúrgico deve ser adaptado, tendo também em conta a idade do paciente, nível de atividade e expectativas funcionais. O tempo de recuperação é prolongado e o regresso ao desporto demora aproximadamente quatro meses a um ano. Além disso, a maioria destas lesões progride rapidamente para osteoartrose sintomática, podendo colocar em risco a carreira desportiva do atleta. A decisão de tratamento cirúrgico entre redução e fixação e artrodese primária deve ser discutida e partilhada com o atleta, na posse de toda a informação sobre vantagens e desvantagens de cada uma das opções. São necessários mais estudos prospectivos aleatorizados que aumentem a evidência e determinem os algoritmos de tratamento ideais para cada tipo específico de lesões de Lisfranc.

## Bibliografia

1. Garrick JG, Requa RK. *The epidemiology of foot and ankle injuries in sports*. Clin Sports Med 1988;7(1):29-36.
2. Seybold JD, Coetzee JC. *Lisfranc Injuries: When to Observe, Fix, or Fuse*. Clin Sports Med. 2015 Oct;34(4):705-23.
3. Myerson MS, Cerrato RA. *Current management of tarsometatarsal injuries in the athlete*. J Bone Joint Surg Am 2008;90(11):2522-33.
4. Trevino SG, Kodros S. *Controversies in tarsometatarsal injuries*. Orthop Clin North Am 1995;26(2):229-38.
5. Peicha G, Labowitz J, Seibert FJ, Grechenig W, Weiglein A, Preidler KW, Quehenberger F. *The anatomy of the joint as a risk factor for*

- Lisfranc dislocation and fracture-dislocation. An anatomical and radiological case control study*. J Bone Joint Surg Br. 2002 Sep;84(7):981-5.
6. Johnson A, Hill K, Ward J, Ficke J. *Anatomy of the Lisfranc ligament*. Foot Ankle Spec. 2008 Feb;1(1):19-23.
7. Coetzee JC. *Making sense of Lisfranc injuries*. Foot Ankle Clin 2008;13(4): 695-704.
8. Chaney DM. *The Lisfranc joint*. Clin Podiatr Med Surg. 2010 Oct;27(4):547-60.
9. Faciszewski T, Burks RT, Manaster BJ. *Subtle injuries of the Lisfranc joint*. J Bone Joint Surg Am 1990;72(10):1519-22.
10. Mantas JP, Burks RT. *Lisfranc injuries in the athlete*. Clin Sports Med 1994;13(4): 719-30.
11. Shapiro MS, Wascher DC, Finerman GA. *Rupture of Lisfranc's ligament in athletes*. Am J Sports Med 1994;22(5):687-91.
12. Quénu EK, Kuss G. *Etude sur les luxations du métatarse (Luxations métatarso-tarsiennes). Du diastasis entre le 1er et le 2e métatarsien*. Rev Chir Paris 1909; 39:231-336, 720-91, 1093-134.
13. Hardcastle PH, Reschauer R, Kutscha-Lisberg E, et al. *Injuries to the tarsometatarsal joint. Incidence, classification and treatment*. J Bone Joint Surg Br 1982;64(3):349-56.
14. Myerson MS, Fisher RT, Burgess AR, et al. *Fracture dislocations of the tarsometatarsal joints: end results correlated with pathology and treatment*. Foot Ankle 1986;6(5):225-42.
15. Nunley JA, Vertullo CJ. *Classification, investigation, and management of midfoot sprains: Lisfranc injuries in the athlete*. Am J Sports Med 2002;30(6):871-8.
16. Sheibani-Rad S, Coetzee JC, Giveans MR, DiGiovanni C. *Arthrodesis versus ORIF for Lisfranc fractures*. Orthopedics. 2012 Jun;35(6):e868-73.
17. Ross G, Cronin R, Hauzenblas J, et al. *Plantar echymosis sign: a clinical aid to diagnosis of occult Lisfranc tarsometatarsal injuries*. J Orthop Trauma 1996;10(2):119-22.
18. Curtis MJ, Myerson M, Szura B. *Tarsometatarsal joint injuries in the athlete*. Am J Sports Med 1993;21(4):497-502.
19. Lu J, Ebraheim NA, Skie M, et al. *Radiographic and computed tomographic evaluation of Lisfranc dislocation: a cadaver study*. Foot Ankle Int 1997;18(6):351-5.
20. Potter HG, Deland JT, Gusmer PB, et al. *Magnetic resonance imaging of the Lisfranc ligament of the foot*. Foot Ankle Int 1998;19(7):438-46.
21. <http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=A00162>.
22. Meyer SA, Callaghan JJ, Albright JP, et al. *Midfoot sprains in collegiate football players*. Am J Sports Med 1994;22(3):392-401.
23. Eleftheriou KI, Rosenfeld PF. *Lisfranc injury in the athlete: evidence supporting management from sprain to fracture dislocation*. Foot Ankle Clin 2013;18(2): 219-36.
24. Lattermann C, Goldstein JL, Wukich DK, et al. *Practical management of Lisfranc injuries in athletes*. Clin J Sport Med 2007;17(4):311-5.
25. Arntz CT, Veith RG, Hansen ST Jr. *Fractures and fracture-dislocations of the tarsometatarsal joint*. J Bone Joint Surg Am 1988;70(2):173-81.
26. Kuo RS, Tejwani NC, Digiovanni CW, et al. *Outcome after open reduction and internal fixation of Lisfranc joint injuries*. J Bone Joint Surg Am 2000;82-A(11):1609-18.
27. Philbin T, Rosenberg G, Sferra JJ. *Complica-*

- tions of missed or untreated Lisfranc injuries. *Foot Ankle Clin* 2003;8(1):61–71.
28. Schepers T, Oprel PP, Van Lieshout EM. *Influence of approach and implant on reduction accuracy and stability in Lisfranc fracture-dislocation at the tarsometatarsal joint.* *Foot Ankle Int* 2013;34(5):705–10.
  29. Lee CA, Birkedal JP, Dickerson EA, et al. *Stabilization of Lisfranc joint injuries: a biomechanical study.* *Foot Ankle Int* 2004;25(5):365–70.
  30. Mulier T, Reynders P, Sioen W, et al. *The treatment of Lisfranc injuries.* *Acta Orthop Belg* 1997;63(2):82–90.
  31. Alberta FG, Aronow MS, Barrero M, et al. *Ligamentous Lisfranc joint injuries: biomechanical comparison of dorsal plate and transarticular screw fixation.* *Foot Ankle Int* 2005;26(6):462–73.
  32. Hu SJ, Chang SM, Li XH, et al. *Outcome comparison of Lisfranc injuries treated through dorsal plate fixation versus screw fixation.* *Acta Ortop Bras* 2014;22(6):315–20.
  33. Purushothaman B, Robinson E, Lakshmanan P, et al. *Extra-articular fixation for treatment of Lisfranc injury.* *Surg Technol Int* 2010;19:199–202.
  34. Stern RE, Assal M. *Dorsal multiple plating without routine transarticular screws for fixation of Lisfranc injury.* *Orthopedics* 2014;37(12):815–9.
  35. Brin YS, Nyska M, Kish B. *Lisfranc injury repair with the TightRope device: a short-term case series.* *Foot Ankle Int* 2010;31(7):624–7.
  36. Panchbhavi VK, Vallurupalli S, Yang J, et al. *Screw fixation compared with suture-button fixation of isolated Lisfranc ligament injuries.* *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91(5):1143–8.
  37. Pelt CE, Bachus KN, Vance RE, et al. *A biomechanical analysis of a tensioned suture device in the fixation of the ligamentous Lisfranc injury.* *Foot Ankle Int* 2011;32(4):422–31.
  38. DeOrio M, Erickson M, Usueli FG, et al. *Lisfranc injuries in sport.* *Foot Ankle Clin* 2009;14(2):169–86.
  39. Thordarson DB, Hurvitz G. *PLA screw fixation of Lisfranc injuries.* *Foot Ankle Int* 2002;23(11):1003–7.
  40. Sangeorzan BJ, Veith RG, Hansen ST Jr. *Salvage of Lisfranc's tarsometatarsal joint by arthrodesis.* *Foot Ankle* 1990;10(4):193–200.
  41. Ly TV, Coetzee JC. *Treatment of primarily ligamentous Lisfranc joint injuries: primary arthrodesis compared with open reduction and internal fixation. A prospective, randomized study.* *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(3):514–20.
  42. Henning JA, Jones CB, Sietsema DL, et al. *Open reduction internal fixation versus primary arthrodesis for Lisfranc injuries: a prospective randomized study.* *Foot Ankle Int* 2009;30(10):913–22.
  43. Filippi J, Myerson MS, Scioli MW, et al. *Midfoot arthrodesis following multi-joint stabilization with a novel hybrid plating system.* *Foot Ankle Int* 2012;33(3):220–5.
  44. Vertullo CJ, Nunley JA. *Participation in sports after arthrodesis of the foot or ankle.* *Foot Ankle Int* 2002;23(7):625–8.
  45. Reinhardt KR, Oh LS, Schottel P, et al. *Treatment of Lisfranc fracture-dislocations with primary partial arthrodesis.* *Foot Ankle Int* 2012;33(1):50–6.