

리스프랑 관절 손상

이명진

동아대학교병원 정형외과

Lisfranc Joint Injury

Myoung Jin Lee

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University, Busan, Korea

The Lisfranc joint complex is an anatomical association of many bones and articulation, restrained by an even more complex network of ligaments, capsules, and fascia, which must work in concert to provide normal and painless motion. Careful diagnostic workup with high-quality radiographs and computed tomography of the foot are used to diagnose injuries and fractures of this complex. We have to understand the normal anatomy and injury mechanism in order to appropriately treat Lisfranc injuries. Good results have been associated with anatomic reductions of all bones, which was achieved with restoration of proper alignment.

Key Words: Lisfranc injury, Lisfranc joint

서론

족근-중족 관절의 손상은 리스프랑(Lisfranc) 손상으로 불리는데, 이는 나폴레옹 시대에 이전에는 볼 수 없었던 위치에서 빈발했던 절단 부위를 기술한 야전 외과 의사였던 Lisfranc¹⁾에 의해 처음 알려졌다. 이러한 손상은 중족부에 여러 동반 손상을 야기하는 고에너지 손상에서부터 초기 검사에서 종종 간과되는 미세한 손상까지 다양한 양상으로 나타난다.

리스프랑 손상은 모든 골절의 약 0.2%를 차지하며 매년 1/55,000 명의 발생률을 보인다.^{2,3)} 남성에서 두 배에서 네 배 정도 더 많이 발생하며 평균 발생 연령은 30대 중반으로 보고되고 있다.⁴⁾

역사적 배경

1909년에 Quénu와 Küss⁵⁾는 족근-중족 관절 손상에 대해 분류하

였으며 오늘날 분류의 기초가 되었다. 1980년대까지 몇몇 연구들에서 유병률의 저평가가 강조되었으며 많은 연구에서 리스프랑 관절의 골, 연부조직, 다양한 손상 기전 등의 특징을 기술하였다.

1960년대에는 리스프랑 관절 변형의 영상의학적 소견과 기능적 결과가 연관성이 떨어진다고 여겨졌으며²⁾ 해부학적 정렬이나 관절면의 일치가 필수적이지 않다고 여겨졌다. 그리하여 심한 통증이 발생하거나 기능적 결과가 좋지 않은 환자에서 관절유합 시행이 일반적이었다. 1970년대에 들어서야 Wilson,⁶⁾ Wilppula⁷⁾ 등에 의해 해부학적 정복의 필요성이 다시 강조되었으며, 1982년 Hardcastle 등⁴⁾은 다기관 연구에서 손상의 정도와 상관없이 예후는 정확한 정복의 유지에 기인한다고 하여 이러한 개념에 힘을 실어주게 되었다. 현재는 대체로 관혈적 정복술 및 내고정술을 이용한 관절의 정확한 정복이 성공적인 결과에 가장 좋은 방법으로 받아들여지고 있으나 소수의 반대 의견이 있다.⁸⁾

해부학적 특성

리스프랑 관절 복합체는 아주 정교한 구조물로 족근-중족 관절, 근위 중족골간 관절 그리고 전방 족근골간 관절을 포함한다. 고유 의 골 구조, 강력한 인대 결합, 주위 연부조직의 부착에 의해 안정

Received July 19, 2016 Revised August 23, 2016 Accepted August 24, 2016

Corresponding Author: Myoung Jin Lee

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University, 32 Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, Korea
Tel: 82-51-240-5167, Fax: 82-51-254-6757, E-mail: tynitus@dau.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2016 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

화되며 다섯 번째 족근-중족관절은 시상면에서 10~20도의 움직임이 가능하다. 그리고 내측 관절로 갈수록 움직임이 감소하며, 첫 번째 족근-중족 관절은 약간의 시상운동과 관상운동이 가능하다.⁹⁾

골격 구조

첫 번째에서 세 번째 중족골의 근위부와 이와 관절을 이루는 설상골의 단면은 역삼각형의 형태를 가지며 이로 인해 로마인 아치(Roman arch)를 이루게 되고 고유의 안정성을 갖게 되어 쉽게 붕괴되지 않는 특성을 보인다.¹⁰⁾ 그리고 두 번째 중족골의 기저부는 내측 설상골과 외측 설상골 사이에 끼어 고유의 안정성을 더하며 두 번째 족근-중족 관절의 위치는 로마인 아치의 최상부에 위치하게 되어, 리스프랑 관절의 쉼돌(keystone)의 역할을 하게 되며 거의 모든 리스프랑 손상에서 제 2족근-중족 관절의 손상을 볼 수 있다.¹¹⁾

두 번째 중족골의 기저부는 내측으로 내측 설상골과 관절을 형성하며 격자(mortise)의 일부로서 외측 설상골의 전내측 면과 관절을 형성한다. 제 4중족골의 기저부의 내측면은 외측 설상골의 원위 외측과 관절을 이루며 외측 설상골은 제 2, 4중족골의 기저부에 끼어 리스프랑 관절의 두 번째 격자를 형성하게 된다.

리스프랑 관절은 세 구역으로 나눌 수 있으며 내측 구역은 제 1족근-중족관절, 중간 구역은 제 2, 3족근-중족 관절, 외측 구역은 제 4, 5족근-중족 관절로 나뉜다.¹²⁾

인 대

족배측 종(longitudinal) 인대와 사선(oblique) 인대는 족근골과 중족골의 기저부를 이어주며 횡(transverse) 인대는 족근과 족근골, 중족골과 중족골을 이어주며 족저 인대보다 그 결합력이 약하다. 중족골간 인대는 가장 강하며 외측 네 개의 중족골에 존재하며 제 1, 2중족골에는 존재하지 않는다. 그 대신에 제 2중족골의 기저부와 제 1족근-중족관절이 내측 골간 인대와 연결되어 있는데 이를 리스프랑 인대라고 하며 제 2중족골 기저부의 족저부와 내측 설상골을 이어준다.¹³⁾

이러한 리스프랑 인대는 리스프랑 관절 복합체에서 가장 큰 인대로 리스프랑 손상에서 종종 발생하는 제 2중족골 기저부의 견열 골절과 관련이 있고,¹³⁾ 제 1, 2중족골 기저부에는 직접적인 인대 결합이 없어 약하며 이로 인해 리스프랑 관절 복합체 손상에서 특정한 양상을 보이게 한다.

족저부의 인대는 족배부의 인대와 유사한 형태를 보이나 더 결합력이 강한 양상을 보인다.¹²⁾

족저부의 제 2사선 인대는 가장 강력하며 내측 설상골과 제 2, 3중족골 기저부와 결합하는데 리스프랑관절 복합체의 주된 고정체로 여겨진다.¹⁴⁾

족배 동맥과 심비골 신경은 리스프랑 관절을 가로지르고 제 1, 2중족골 기저부 사이로 족저로 주행하여 족저궁을 형성하므로 리스프랑 손상 및 수술 시나 수술 시 주의를 기울여야 하며 관절의 탈구나 정복 시 손상의 위험이 있으므로 조심하여야 한다.⁷⁾

전경골건 부착에 의해 제 1족근-중족골 관절은 추가적인 안정성을 제공 받으며 외측의 관절들보다 손상의 빈도가 적으나 외측으로 탈구가 발생 시에는 전경골건이 제 1중족골의 기저부와 내측 설상골 사이에 끼어 정복을 방해한다.¹⁵⁾ 장비골건도 족저부에서 제 1중족골 외측에 부착함으로써 추가적인 안정성을 제공한다. 골간인대와 족저근막도 추가적으로 지지하는 기능이 있으며 이러한 리스프랑 관절 족저부의 안정성으로 리스프랑 관절의 탈구 시 족배부의 탈구가 많으며 족저부의 탈구 시 이는 분쇄(crush) 손상을 의미하게 된다.

리스프랑 관절의 골절 탈구가 발생 시 인접한 관절의 원위의 중족-족지 관절의 탈구를 “linked toe dislocation”이라고 한다.¹⁶⁾

손상 기전

직접 손상의 기전은 직접적인 타격 등에 의해 분쇄가 일어나는 경우로 심한 연부조직 손상이나 개방창, 주요 혈관의 손상, 구획 증후군 등을 야기하는 경우가 많으며 전위의 방향은 원래의 구조보다는 외상의 방향에 의해 결정된다. 대개 족배측에서 외력이 가해지므로 족저부의 전위가 많이 발생된다(Fig. 1).

간접 손상의 기전은 일반적으로 대개 족부의 심한 족저 굴곡 상태에서 비틀림이나 장축에 가해지는 압박력에 의해 발생하는 경우로, 가해지는 외력은 적어서 전위의 양상은 리스프랑 관절의 해부학적 특징에 의해 결정된다.^{6,17)} 대개 중족골의 탈구는 저항이 적은 족배부로 발생하며 이차적으로 내, 외측 전위가 발생하게 된다. 개방창이나 혈관의 손상은 드물다. 비틀림 손상 시 전족부의 외전에 의해 제 2중족골 기저부의 골절이 발생하게 되고 심하면 입방골의 감입이 발생하기도 한다. 전족부가 끼인 상태에서 뒤로 넘어질 때 제 2족근-중족 관절의 단독 탈구의 양상이 보일 수 있다. 장축에 가해지는 압박력에 의해 손상이 발생하는 경우는 압박력이 뒤꿈치에 가해지면 심한 족저굴곡 상태에서 중족의 요족 형태의 변형이 발생하게 되며, 체중이 가해져 발생하는 경우에 흔히 볼 수 있다. 이러한 경우는 운동 선수, 발레 댄서 등 스포츠 손상에서 잘 발생한다.^{17,18)}

영상학적 검사

방사선 영상의 면밀한 조사가 필수적이며 정상 소견을 잘 이해해야 하는데 전후면, 측면, 30도 사면 단순 방사선 검사가 필요하다.⁸⁾ 약 40%에서 초기 방사선 검사에서 간과되는 경우가 많으며¹⁹⁾ 항상 의심을 가지고 고품질의 방사선 검사를 면밀히 하는 것이 중

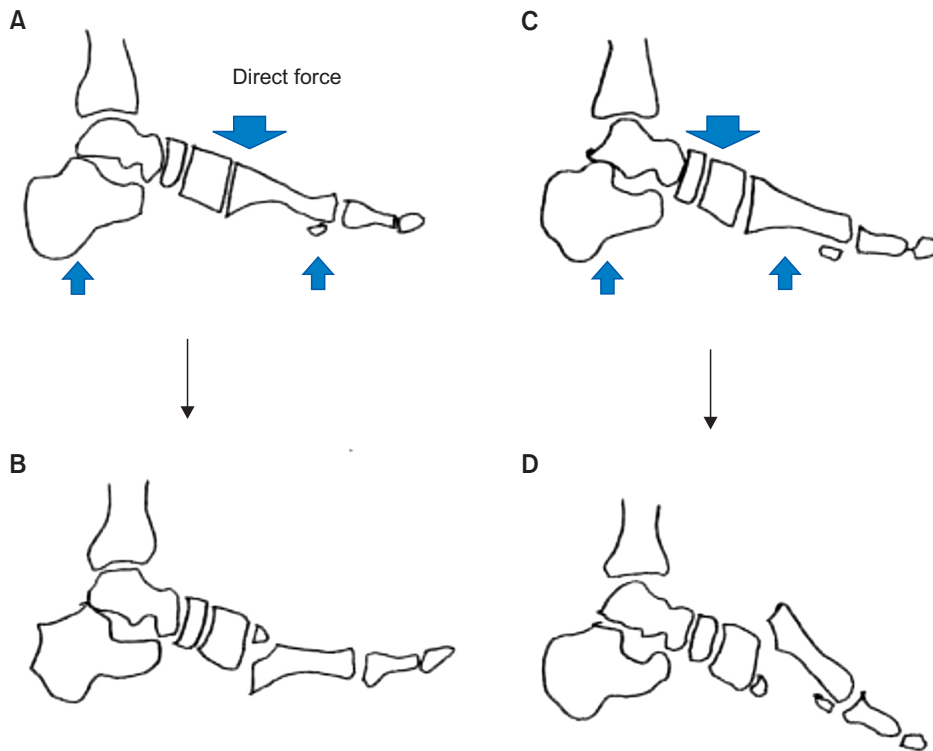


Figure 1. Direct mechanisms of Lisfranc injuries. Application of a direct force (A) dorsally to the base of the metatarsals can elicit plantar disruption of the Lisfranc joint (B). Application of the dorsal force (C) slightly more proximally can create a dorsal dislocation (D).



Figure 2. The second intermetatarsal space (solid line) aligns itself precisely with the corresponding intertarsal space between the middle and lateral cuneiforms. The third intermetatarsal space (dotted line) is continuous with the corresponding intertarsal space between the lateral cuneiform and cuboid, and the lateral border of the third metatarsal aligns itself to the lateral edge of the lateral cuneiform.

요하다.

전후면 영상에서는 제 1, 2족근-중족 관절의 관찰이 용이하며 내회전 사면 영상에서는 외측 제 3, 4, 5족근-중족 관절의 관찰이 용이하다. 리스프랑 관절 복합체에 대한 삼차원적인 완벽한 이해와 해석이 실수를 줄일 수 있으며 이를 위해서는 제 2중족골 기저부의

미세한 골절과 안정성에 주는 영향을 완벽하게 이해할 수 있어야 한다.

몇 가지 정상 소견을 숙지해야 하는데¹⁹⁾ 전후방 영상 및 내회전 사면 영상에서 제 1중족골과 내측 설상골의 정렬이 일치되어야 하며, 제 1중족골간 간격과 제 1족근골간 간격이 일치되어야 한다. 제 2중족골의 내측면과 중위 설상골의 내측면이 일치되어야 하며, 제 2중족골간 간격과 제 2족근골간 간격이 일치되어야 한다(Fig. 2). 제 3중족골간 간격과 제 3족근골간 간격이 일치되어야 하며, 제 3중족골의 외측면은 외측 설상골의 외측면과 일치되어야 한다. 제 4중족골의 내측면과 입방골의 내측면은 일직선을 이뤄야 한다(Fig. 2). 제 5중족골과 입방골의 관계는 다양해서 진단적 의미는 떨어진다. 제 4, 5중족골은 한 묶음으로 움직이며 제 4족근-중족 관절의 정렬은 제 5중족골 전위의 기준으로 쓰일 수 있다. 측면 영상에서는 제 2족근-중족 관절의 관찰이 중요하고, 어떠한 중족골의 족배부 전위도 비정상소견을 나타내며 심각한 리스프랑 손상과 불안정성을 의미한다. 그러나 측면 영상에서는 골구조물들이 겹쳐 보여 해석이 어려운 점이 있다.

양성 소견

리스프랑 관절의 손상 시 심한 손상은 저절로 정복되어 정상으로 보일 수 있다. 관절 주위의 연결 골절은 “fleck sign”이라고 하며¹³⁾ 제 1족근골간 간격, 중족골간 간격의 벌어짐, 제 2중족골 기저부의 골절 등 정상 관계의 부조화는 잠재적으로 심각한 리스프랑 관절의

손상을 의미한다.²⁰⁾

어떠한 영상 소견에서든 비정상 방사선학적 정렬이 조금만 보이면 리스프랑 손상을 의심해야 한다.

족근-중족골 탈구가 되면서 골간근이 근위부로 전위가 되면 인접 족지의 근위 건부착 부위에 장력을 가하게 되며 족근-중족 관절의 손상과 함께 중족-족지 관절의 탈구가 발생하게 된다. 이러한 경우에는 족근-중족관절의 탈구가 정복되어야 중족-족지관절의 탈구가 정복된다.³⁾

그러나 Rabin¹⁶⁾은 반대로 설명을 하였는데, 양관절의 관계를 잘 이해하여 동시에 정복을 해야하는 것임에는 틀림이 없다.

어떤 경우에는 임상적으로 방사선학적 이상이 없어도 리스프랑 손상이 강력히 의심되는 경우가 있는데 이러한 경우에 족근-중족 관절의 안정성을 평가하기 위해 추가적인 스트레스 영상을 촬영하여야 하며,²¹⁾ 종아치의 안정성, 제 1중족골간 간격의 벌어짐을 평가하기 위해 체중부하 방사선 사진을 촬영하는 것이 권장된다.²²⁾ 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT)이 필요할 수 있으며 반대측 방사선 사진 영상과의 비교도 많은 도움이 된다.

스트레스 영상과 체중부하 영상

Faciszewski 등²²⁾은 외측 체중부하 영상에서 제 5중족골 기저부의 족저면과 내측 설상골의 족저면과의 거리를 측정하여 종아치의 붕괴 정도를 측정하였으며, 예후를 예측하는 인자로 이용할 수 있다고 하였다. 회내-외전 스트레스 영상은 가장 효과적이며 미세한 리스프랑 손상을 평가하는 데 유용한 방법이다.^{17,22,23)}

분 류

리스프랑 손상의 분류는 단순 방사선 영상 소견과 손상 기전에 따라 분류된다.^{4,6)} 그러나 모든 손상 형태를 아우르지는 못하며 파열 손상(crush injury)에서는 연관성이 떨어진다는 한계가 있다. 또한 치료 방침의 결정에는 도움이 되나 예후 예측에는 큰 도움이 되지 않는다.¹³⁾ Quénu와 Küss⁵⁾에 의해 처음 분류되었으며 Hardcastle 등⁴⁾에 의해 보완되었고, 현재의 분류는 Myerson 등¹³⁾에 의해 정립되었다.

A형(total incongruity, homolateral complete)은 모든 족근-중족 관절이 배외측으로 한 묶음으로 전위된 형태이며, B형(partial incongruity, homolateral incomplete)은 한 개에서 네 개의 족근-중족 관절의 전위를 의미하는데 Myerson 등¹³⁾은 B1형을 제 1중족골에 국한된 전위로, B2형을 한 개 이상의 외측 중족골의 배외측 전위로 수정하였다. C형(divergent, total or partial displacement)은 제 1중족골과 외측 중족골 각각 내외측 방향으로의 전위를 의미하며, 역시 Myerson 등¹³⁾은 C1형은 외측 중족골 일부의 외측 전위로, C2형은 모든 외측 중족골의 외측 전위로 분류하였다.

잠재적인 골절 양상에 있어 수많은 변형이 있어 더 유용한 분류를 확립하기 어려우며 손상의 양상, 전위 정도보다는 골절 정복의 정도, 연부조직 손상의 정도가 예후에 더 중요한 의미를 가진다. 그러므로 다양한 방사선학적 분류보다 손상 정도의 차이가 예후에 더 중요하다고 할 수 있다.

임상적 평가

많은 원인과 손상 형태가 있으므로 모든 족부 손상에서 아무리 사소하다 하더라도 리스프랑 관절 손상에 대한 경각심을 높게 유지하여야 한다.^{17,24)} 전위가 넓은 심한 손상의 경우 심각한 중족부의 종창, 멍, 변형, 명백한 방사선학적 이상이 동반되며 족부는 넓어지고 짧아진다. 그러나 심한 종창은 골구조의 변형과 방사선학적 소견을 가리게 되어 진단이 늦어지는 경우가 종종 발생한다.^{3,13,25-27)}

자세히 관찰하지 않으면 미묘한 골절, 탈구, 지속적이지 않은 아탈구 등을 놓치기 쉬우며 만성적인 변형, 중족부 불안정성, 통증 등이 유발된다.^{13,23,27-30)} 이러한 환자들은 족부에 비틀림 혹은 장축에 압박 손상이 가해진 후 리스프랑 관절에 통증, 종창, 압통이 발생하는 경우가 많다.

특히, 족저부의 울혈(멍)은 임상적으로 리스프랑 손상의 특징적인 소견으로 다발성 손상 환자에서 잘 발생하며 의식 저하 환자의 진단에 유용하다.³¹⁾

치 료

리스프랑 손상의 치료 목적은 통증이 없고 안정감이 있으며 행성(plantigrade) 보행을 가능하게 하는 데 있다. 중증의 지속 중족부의 유합술이 일반적이다. 정복의 정확성이 기능적 결과에 영향을 주지 않는다는 보고가 있다.⁸⁾ 그러나 임상적 증거는 관혈적 정복술과 내고정술이 더 우세하다고 볼 수 있다.^{4,13,21)} 해부학적 정복을 획득한 경우 50%~95%에서 양호 이상의 결과를 얻었으며 그렇지 않은 경우 17%~30%에서 양호 이상의 결과를 얻을 수 있었다.^{4,13,21)}

비관혈적 정복술은 관절면의 조화로운 유지에 효과적이지 않지만 일부 저자들은 초기에 비관혈적 정복술과 경피적 Kirschner 강선(K-강선) 고정술을 선호하는 것도 사실이나³²⁾ 관절면의 분쇄가 있는 경우 골연골 조각이나 연부조직의 방해로 비관혈적 정복술로는 정확한 정복이 어려워 사실상 거의 모든 경우에 관혈적 정복술이 필요하다.^{21,33-36)} 이러한 관절 내 골절은 단순 방사선 사진에서 잘 안 보이는 경우가 있는데, Lu 등³⁷⁾은 통상적인 단순 방사선 사진으로는 1~2 mm의 아탈구를 구분하는 데 한계가 있다고 하였다. 이러한 경우 CT가 유용한 수단이며 수술실에서 단순 방사선 검사를 통한 비관혈적 정복술 및 경피적 K-강선 고정술은 미세한 정복

의 실패의 가능성이 있다. 이는 미세한 아탈구를 야기하게 되어 관절의 접촉 면적을 감소시켜 외상성 관절염의 원인이 되기도 한다.³⁸⁾

따라서 심한 손상에서도 해부학적인 정복을 얻을 수 있어야 하며 족배부의 종 절개를 이용하여 K-강선^{13,36)}이나 3.5 mm 피질 나사못^{21,33)}을 이용하여 고정하는 것이 일반적이다.

고정 방법으로는 나사못이 관절 손상을 야기할 가능성이 있기 때문에 K-강선을 지지하는 의견이 있지만 제 2, 3족근-중족 관절은 원래 움직임에 제한이 있어 실제로는 이상이 없는 경우가 대부분이다.³⁹⁾ 반대로 나사못 고정을 지지하는 의견으로는 K-강선으로 고정을 하면 6주 뒤 K-강선 제거 시 정복의 소실이 발생할 가능성이 있다는 주장이 있는데 이 또한 실제로는 잘 발생하지는 않는다.^{2,4,21)} 따라서 절충안으로 내측의 제 1, 2, 3족근-중족 관절은 튼튼한 나사못으로 고정을 시행하고 제 4, 5족근-중족 관절은 K-강선으로 고정하는 것이 제안된다(Fig. 3). 나사못으로 고정을 시행한 경우 더 조기에 체중부하가 가능하며²¹⁾ 단하지 석고붕대 고정을 시행하여 약 6~8주간 부분 체중부하, 술 후 약 4개월에 나사못 제거가 가능하다. K-강선으로 고정을 시행한 경우에는 단하지 석고붕대 고정 시행하여 6주간 비체중부하를 시행하며 술 후 6주에 강선 제거술 시행 후 체중부하를 시행하여야 한다. 분쇄 손상(crush injury)의 경우 적절한 연부조직의 관리가 필수적이다. 철저한 변연절제술을 시행하여야 하며 구획중후군의 경우 근막 절개술을 시행하여 신경, 혈관 손상을 최소화해야 한다. 입방골의 감입 골절의 경우 외측열의 길이를 유지해야 하며 이를 위해 외고정 장치나 골이식술 등도 고려해야 한다. 전반적인 족부 구조물의 회복, 길이, 상호 관계의 재정립이 되지 않는다면 보행에 장애가 남게 된다.⁴⁰⁾



Figure 3. First, second, third tarsometatarsal joints were fixed with screws and fourth, fifth tarsometatarsal joints were fixed with Kirschner wires.

예 후

심한 압제 손상(crush injury)을 제외하면 손상의 정도, 관절 해리의 정도, 전위 양상은 최종 기능적 결과와 상관성이 떨어진다.^{2,6,7,13,25)} 정복의 정확성과 관련해서 반론들이 존재하며 Aitken과 Poulson,²⁾ Brunet과 Wiley⁸⁾ 등은 지속적인 탈구, 퇴행성 관절염, 족부의 변형 시에도 기능적 결과는 떨어지지 않는다고 하였다. 리스프랑 손상에 있어 치료 시 다양한 방법들이 사용되며 결과에는 일반적으로 차이가 없다는 것이 받아들여지며 리스프랑 관절의 성공적인 정복 후 임상적, 방사선학적으로 개선된다 하더라도 영상 소견과 결과는 상관성이 떨어진다고 한다. 더욱이 종 아치의 소실조차도 나쁜 결과와 연관성이 떨어진다는 보고가 있다.²²⁾

결 론

리스프랑 관절은 복잡하고 특이한 구조를 가지며 손상 시에는 그 치료에 있어 아직까지도 완전히 정립되지 않은 부분이 있는 까다로운 질환이다. 여러 저자들에 의해 다양한 치료 결과들이 보고되고 있으며 몇 가지 치료 방침이 권장되고 있다. 족부의 손상 시 병력 청취에서 손상의 기전을 잘 이해해야 하며 이를 이해하기 위해 골격 구조, 근, 건, 인대의 위치와 상호 관계 등을 숙지해야 한다. 진단 시 단순 방사선 영상을 면밀히 검토해야 하며 필요한 경우 스트레스 영상, CT, 자기공명영상 등을 이용하여 미묘한 손상을 찾기 위한 노력을 해야 한다. 골절, 탈구의 완벽한 정복을 얻기 힘든 경우도 있으나 최대한 정상적인 구조를 회복할 수 있도록 해야 하며 고정 기구를 이용함에 있어 다양한 시도가 필요한 경우도 종종 발생한다. 치료의 결과에 여러 다양한 보고가 있으나 원칙적으로 해부학적인 정복과 안정적인 고정으로 조기 관절 운동, 체중부하가 가능한 상태로 만드는 것이 목표가 되어야 한다.

REFERENCES

1. Lisfranc J. Nouvelle méthode opératoire pour l'amputation partielle du pied dans son articulation tarso-métatarsienne. Paris: Gabon; 1815.
2. Aitken AP, Poulson D. Dislocations of the tarsometatarsal joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1963;45:246-60.
3. English TA. Dislocations of the metatarsal bone and adjacent toe. *J Bone Joint Surg Br.* 1964;46:700-4.
4. Hardcastle PH, Reschauer R, Kutscha-Lissberg E, Schoffmann W. Injuries to the tarsometatarsal joint. Incidence, classification and treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1982;64:349-56.
5. Quénu E, Küss G. Étude sur les luxations du métatarse. *Rev Chir Paris.* 1909;39.
6. Wilson DW. Injuries of the tarso-metatarsal joints. Etiology, classification and results of treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:677-86.

7. Wilppula E. Tarsometatarsal fracture-dislocation. Late results in 26 patients. *Acta Orthop Scand*. 1973;44:335-45.
8. Brunet JA, Wiley JJ. The late results of tarsometatarsal joint injuries. *J Bone Joint Surg Br*. 1987;69:437-40.
9. Ouzounian TJ, Shereff MJ. In vitro determination of midfoot motion. *Foot Ankle*. 1989;10:140-6.
10. Lenczner EM, Waddell JP, Graham JD. Tarsal-metatarsal (Lisfranc) dislocation. *J Trauma*. 1974;14:1012-20.
11. Cain PR, Seligson D. Lisfranc's fracture-dislocation with intercuneiform dislocation: presentation of two cases and a plan for treatment. *Foot Ankle*. 1981;2:156-60.
12. de Palma L, Santucci A, Sabetta SP, Rapali S. Anatomy of the Lisfranc joint complex. *Foot Ankle Int*. 1997;18:356-64.
13. Myerson MS, Fisher RT, Burgess AR, Kenzora JE. Fracture dislocations of the tarsometatarsal joints: end results correlated with pathology and treatment. *Foot Ankle*. 1986;6:225-42.
14. Chiarugi G, Bucciante L. *Istituaionin di Anatomia dell'uomo*. 10th ed. Milan: Vallardi; 1971.
15. Yamamoto H, Furuya K, Muneta T, Ishibashi T. Neglected Lisfranc's joint dislocation. *J Orthop Trauma*. 1992;6:129-31.
16. Rabin SI. Lisfranc dislocation and associated metatarsophalangeal joint dislocations. A case report and literature review. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 1996;25:305-9.
17. Myerson M. The diagnosis and treatment of injuries to the Lisfranc joint complex. *Orthop Clin North Am*. 1989;20:655-64.
18. O'Malley MJ, Hamilton WG, Munyak J, DeFranco MJ. Stress fractures at the base of the second metatarsal in ballet dancers. *Foot Ankle Int*. 1996;17:89-94.
19. Berg JH, Silveri CP, Harris M. Variant of the Lisfranc fracture-dislocation: a case report and review of the literature. *J Orthop Trauma*. 1998;12:366-9.
20. Norfray JF, Geline RA, Steinberg RI, Galinski AW, Gilula LA. Subtleties of Lisfranc fracture-dislocations. *AJR Am J Roentgenol*. 1981;137:1151-6.
21. Arntz CT, Veith RG, Hansen ST Jr. Fractures and fracture-dislocations of the tarsometatarsal joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70:173-81.
22. Faciszewski T, Burks RT, Manaster BJ. Subtle injuries of the Lisfranc joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72:1519-22.
23. Goossens M, De Stoop N. Lisfranc's fracture-dislocations: etiology, radiology, and results of treatment. A review of 20 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(176):154-62.
24. Anderson LD. Injuries of the forefoot. *Clin Orthop Relat Res*. 1977;(122):18-27.
25. Granberry WM, Lipscomb PR. Dislocation of the tarsometatarsal joints. *Surg Gynecol Obstet*. 1962;114:467-9.
26. Markowitz HD, Chase M, Whitelaw GP. Isolated injury of the second tarsometatarsal joint. A case report. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(248):210-2.
27. Stark WA. Occult fracture-subluxation of the midtarsal joint. *Clin Orthop Relat Res*. 1973;(93):291-2.
28. Turco VJ, Spinella AJ. Tarsometatarsal dislocation-Lisfranc injury. *Foot Ankle*. 1982;2:362.
29. Vuori JP, Aro HT. Lisfranc joint injuries: trauma mechanisms and associated injuries. *J Trauma*. 1993;35:40-5.
30. Cassebaum WH. Lisfranc fracture-dislocations. *Clin Orthop Relat Res*. 1963;30:116-29.
31. Ross G, Cronin R, Hauzenblas J, Juliano P. Plantar ecchymosis sign: a clinical aid to diagnosis of occult Lisfranc tarsometatarsal injuries. *J Orthop Trauma*. 1996;10:119-22.
32. Heckman JD. Fractures and dislocations of the foot. In: Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD, editors. *Rockwood and Green's: fractures in adults*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996. p.2287.
33. Arntz CT, Hansen ST Jr. Dislocations and fracture dislocations of the tarsometatarsal joints. *Orthop Clin North Am*. 1987;18:105-14.
34. Jeffreys TE. Lisfranc's fracture-dislocation: a clinical and experimental study of tarso-metatarsal dislocations and fracture-dislocations. *J Bone Joint Surg Br*. 1963;45:546-51.
35. Pérez Blanco R, Rodríguez Merchán C, Canosa Sevillano R, Munuera Martínez L. Tarsometatarsal fractures and dislocations. *J Orthop Trauma*. 1988;2:188-94.
36. Resch S, Stenström A. The treatment of tarsometatarsal injuries. *Foot Ankle*. 1990;11:117-23.
37. Lu J, Ebraheim NA, Skie M, Porshinsky B, Yeasting RA. Radiographic and computed tomographic evaluation of Lisfranc dislocation: a cadaver study. *Foot Ankle Int*. 1997;18:351-5.
38. Ebraheim NA, Yang H, Lu J, Biyani A. Computer evaluation of second tarsometatarsal joint dislocation. *Foot Ankle Int*. 1996;17:685-9.
39. Hansen STJ. Fractures of the foot. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, editors. *Skeletal trauma*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1998. p.2405.
40. Mittlmeier T, Krowiorsch R, Brosinger S, Hudde M. Gait function after fracture-dislocation of the midtarsal and/or tarsometatarsal joints. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1997;12:S16-7.