

주상월상 인대 불안정성의 수술적 치료

이영근¹ · 강한빛² · 정영란¹ · 이주엽²

¹전북대학교 의과대학 정형외과학교실, ²가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

Surgical Treatment of Scapholunate Instability

Young-Keun Lee¹, Han-Vit Kang², Young-Ran Jung¹, Joo-Yup Lee²

¹Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National University Medical School, Jeonju, Korea

²Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

The incidence of ligament injuries of the wrist has increased due to sports activities. However, diagnosis and management of these injuries are sometimes difficult because of the anatomic complexity and variable injury patterns. The scapholunate ligament is both a key ligament in the stability of the carpus and one of the most frequently injured. The presentation of scapholunate instability often includes a vague injury history and pain with grip, wrist extension, and sport or labor. To properly diagnose and manage these conditions, thorough understanding of the wrist anatomy and physical and radiologic examination is mandatory. This article will briefly discuss the wrist joint anatomy and biomechanics, and review the diagnosis and surgical management of the scapholunate ligament injury.

Key Words: Wrist injuries, Ligaments, Carpal instability, Scapholunate

서론

수근골 사이의 인대 구조는 수근골 간격을 안정적으로 유지시켜주며 손목 관절의 운동 역학에 중요한 역할을 한다^{1,2}. 이러한 손목 인대의 손상은 수근골의 불안정성과 손목 관절증을 야기할 수 있다. 수근골 사이의 인대들 중 하나인 주상월상 골간 인대는 주상골과 월상골 사이에 존재하며, 두 뼈 사이에 일정한 간격을 유지해주고 손상이 발생할 경우 손목 불안정성의 가장 흔한 원인이 된다. 주상월상 인대가 손상되면 단순 방사선 사진상 주상골과 월상골 사이가 벌어져 보이므로 주상월상 해리(scapholunate dissociation)라는 용어를 사용하기도 한다³. 수부외과학

의 발전에도 불구하고 주상월상 골간 인대의 손상에 대해 아직까지 밝혀지지 않은 부분이 많으며, 치료 결과 또한 우리가 기대하는 결과를 얻기 어려운 것이 현실이다⁴. 또한, 주상월상 해리의 자연 경과에 대해서도 아직까지 이견이 많다. 기존에는 주상월상 해리를 치료하지 않을 경우 대부분 주상월상 진행성 붕괴(scapholunate advanced collapse, SLAC)로 진행한다고 생각했었다⁵. 그러나 주상월상 해리의 자연 경과에 대한 많은 연구가 진행될수록 앞서 발표된 연구에 반하는 결과들도 많이 발표되었으며, 최근 까지도 주상월상 해리의 자연 경과에 대해서는 명확한 결론이 나지 않은 상태이다⁶. 이는 주상월상 골간 인대 외에도 후방 요수근 인대, 후방 수근간 인대, 주상대다각 인대,

Received August 10, 2018, Revised August 22, 2018, Accepted August 22, 2018

Corresponding author: Joo-Yup Lee

Department of Orthopedic Surgery, The Catholic University of Korea, St. Paul's Hospital, 180 Wangsan-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02559, Korea

TEL: +82-2-960-4532, FAX: +82-2-965-1456, E-mail: jylos1@gmail.com

Copyright © 2018 by Korean Society for Surgery of the Hand, Korean Society for Microsurgery, and Korean Society for Surgery of the Peripheral Nerve. 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.

요주상유두인대 등의 이차 안정화 구조물들도 주상월상 안정성에 중요한 역할을 하기 때문인 것으로 생각되며, 이러한 구조물들의 동반 손상 시 주상골의 회전 아탈구(rotary subluxation of the scaphoid)가 발생할 수 있다. 대부분의 주상월상 해리가 주상월상 진행성 봉괴(SLAC)로 진행되어 손목을 못쓰게 되는 것은 아니지만, 지속적으로 수근부 통증과 관절운동 범위의 제한 및 파악력의 감소를 호소하기 때문에 적절한 진단과 치료가 필요하다. 본 종설에서는 수근관절의 해부학적 구조 및 생역학에 대하여 알아보고, 주상월상 골간 인대 파열의 진단과 수술적 치료에 대하여 알아보도록 한다.

해부학 및 생역학 (ANATOMY AND BIOMECHANICS)

수근관절은 원위 요골 및 척골로부터 수근골을 포함하여 중수골의 근위부까지를 포함하는 해부학적 부위이며, 이들은 각각 관절을 이루고 다양한 인대로 연결되어 있다. 수근관절의 인대는 크게 수근골과 요골, 척골을 연결하는 외재성(extrinsic) 인대와 같은 수근열 내의 수근골 사이를 연결하는 내재성(intrinsic) 인대로 나눌 수 있다^{7,8}. 외재성 인대는 위치에 따라 전방 요수근 인대, 전방 척수근 인대와 후방 인대로 나눌 수 있는데, 전방 요수근 인대는 요주상유두 인대(radioscaphocapitate ligament, RSC), 장 요월상 인대(long radiolunate ligament, LRL), 단 요월상 인대(short radiolunate ligament, SRL)로 구성된다. 이 중 요주상유두 인대는 주상골의 허리 부분을 가로지르며 주상골의 움직임에 경첩으로 작용하는 매우 중요한 인대이다. 전방 척수근 인대는 척월상 인대(ulnolunate ligament), 척유두 인대(ulnocapitate ligament), 척삼각 인대(ulnotriquetral ligament)로 구성되어 척골두에서 시작되어 유두골로 이어지며, 유두골 근처에서 요주상유두 인대와 합쳐져서 궁형 인대(arcuate ligament)를 형성한다. 후방 인대는 요측 원위 요골에서 시작하여 삼각골에 부착하는 후방 요수근 인대(dorsal radiocarpal ligament, DRC)와 주상골, 대다각골, 소다각골에서 시작하여 삼각골에 부착하는 후방 골간 인대(dorsal intercarpal ligament, DIC)로 구성된다. 내재성 인대 중 골간 인대(interosseous ligament)에 해당하는 주상월상 골간 인대와 월상삼각 골간 인대가 중요한 역할을 하며, 이들은 전방과 후방, 근위부의 3개 구역으로 이루어져있다. 이 중 주상월상 골간 인대는 후방 인대가 두껍고 월상삼각 골간 인대는 전방부가 두

껍기 때문에 인대 재건술을 시행할 때 재건의 목표가 된다.

주상월상 인대는 알파벳 C 모양이며 구조적으로 손등쪽(dorsal), 근위부쪽(proximal), 손바닥쪽(volar)의 3부분으로 나눌 수 있다. 그 중에서 손등쪽 인대가 구조적으로 가장 많은 하중을 견딜 수 있으며, 주상월상 관절에서 핵심적인 역할을 수행한다. 하중은 최대 약 260 N까지 견딜 수 있으며 서로 평행한 횡축의 콜라겐 섬유들로 이루어져있어 주상월상골 사이 인장강도의 대부분을 담당한다⁹. 손등쪽 인대의 평균적인 두께는 약 3 mm이며, 길이는 5 mm 정도이다. 손바닥쪽 인대는 손등쪽 인대의 약 1/2 정도의 두께를 가지며 길이는 약 5 mm 정도로, 최대 118 N의 하중을 견디며 손목의 회전 안정성에 관여한다¹⁰. 근위부는 세 부분 중에서 가장 약하며 약 63 N의 하중을 견딜 수 있고, 조직학적으로는 섬유연골조직으로 이루어져있고 주상골과 월상골의 관절연골이 혼재되어있다¹¹. 구조적으로 가장 약하며 혈액 공급이 원활하지 않은 부분이기 때문에 퇴행성 파열이 종종 동반된다.

수근관절은 굴곡-신전, 요측-척측 사위, 회내-회외전 운동을 하며 매우 큰 운동범위를 가지고 있다. 수근관절을 움직이는 건은 중수골의 기저부와 원위 수근열(distal carpal row)에 부착하며, 근위 수근열(proximal carpal row)에는 직접 부착하지 않는다. 원위 수근열은 서로 강력한 인대로 연결되어 있으며, 수근부의 운동에서 거의 하나의 기능적인 단위처럼 움직인다. 반면 근위 수근열은 상대적으로 느슨하게 연결되어 있어 골간 인대의 손상이 흔하게 발생한다. 특히 주상골은 축성 압력이 가해지면 굴곡하려는 성질이 있고, 반대로 삼각골은 유구골간 관절의 해부학적 특성 때문에 신전하려는 성질이 있다. 따라서 주상월상 인대의 파열이나 월상삼각 인대의 파열이 발생할 경우 월상골은 파열되지 않은 골을 따라 움직이려는 경향을 보이게 된다. 그래서 주상월상 인대의 파열이 발생하는 경우 주상골은 굴곡하고 월상골은 신전하는 형태를 띄게 되는데 이를 후방 개재 분절 불안정성(dorsal intercalated segmental instability, DISI)이라고 한다^{3,12}. 그 외에도 월상삼각 인대가 손상될 경우 전방 개재 분절 불안정성(volar intercalated segmental instability, VISI)이 발생할 수 있고 외재성 인대의 손상에 의한 중수근 불안정성(midcarpal instability)도 발생할 수 있다.

1. 진단(Diagnosis)

1) 임상적 진단

주상월상 골간 인대 손상은 초기에 진단되지 않는 경우

가 많다. 주상월상 골간 인대의 단독 손상은 단순 방사선 사진에서 정상 소견을 보이는 경우가 많고, 원위 요골 골절 같이 명백히 보이는 손상에 동반되어 발생하는 경우에도 간과되어 진단되지 않는 경우가 많기 때문이다. 환자는 주로 팔을 뻗치고 손목이 척측 사위가 된 상태에서 넘어지면서 손목이 과도하게 신전되었던 과거력이 있다. 이외에도 후방 결절종을 제거할 때 후방 관절막을 과도하게 제거하거나, 류마티스 질환, 선천성 질환과 감염증 이후에도 발생할 수 있다. 환자는 주로 파악력의 감소, 관절 운동 범위의 제한, 주상월상 인대 부위의 압통 및 부종 등을 호소한다. 유발 검사로는 Watson 등¹³이 발표한 주상골 이동검사(scaphoid shift test)가 있다. 검사자의 엄지 손가락으로 환자의 주상골 전방 결절을 누르고 있는 상태에서 검사자의 다른 손으로 척측 사위되어 있는 환자의 수근부를 요측 사위시킨다. 정상 손목에서는 주상골의 전방 결절에 가해지는 압력 때문에 주상골의 굴곡이 일어날 수 없으나, 주상월상 골간 인대가 손상된 손목에서는 주상골 근위부의 후방 전위가 일어나며, 이때 주상골 후방 부위에 통증이 발생하거나 탄발음이 발생한다.

2) 영상의학적 검사

필수적인 단순 방사선 검사로 4장의 표준 사진, 즉 수근 관절 후전면(wrist posteroanterior), 측면(lateral), 내측 사위(medial oblique), 외측 사위(lateral oblique view) 사진을 촬영하며, 이외에도 주먹을 쥐 전후면 촬영(Anteroposterior clenched-fist view), 신연 사진(distraction view) 등이 진단에 도움이 된다. 전후면 및 측면 검사가 가장 중요하며, 정상측과 비교하기 위해 양측을 촬영하는 것이 중요하다. 전후면 촬영에서 주상월상 간격이 3 mm 이상이면 주상월상 해리를 의심할 수 있으며, 5 mm 이상이면 확진이 가능하다. 또한 Gilula 선을 확인하여 수근골 간 층이 발생하였을 경우도 강력히 의심할 수 있다. 측면 사진은 요골과 월상골, 월상골과 주상골의 각도를 확인하여 수근부 부정정렬을 확인할 수 있다. 측면 사진에서 주상골의 근위부와 원위부의 중심을 지나는 선과 월상골의 전방 및 후방 연을 연결한 선에서 직각인 선이 이루는 각을 주상월상 각(scapholunate angle)이라 하며, 정상은 30°-60°이다. 주상월상 골간 인대 손상 시 월상골과 삼각골은 신전, 회외전, 요측 사위가 되고, 주상골은 굴곡, 회내전, 척측 사위되기 때문에 주상월상 각이 증가하며, 70° 이상이면 주상월상 골간 인대 손상을 의심할 수 있고, 80° 이상이면 수근 불안정성으로 진단한다^{14,15}. 이렇게 주상월상 각이 정

상보다 커져 월상골이 신전된 상태를 후방 개재 분절 불안정성이라고 한다. 이 외에도 전후면 사진에서 주상골이 굴곡, 회내전, 척측 사위되면서 주상골 허리 부분의 피질골이 중첩되어 보이는 피질골 고리 증후(cortical ring sign)이 나타날 수 있다(Fig. 1).

Magnetic resonance imaging (MRI)는 비침습적인 검사로서 연부 조직의 손상을 진단하는 데 효용성이 높다. 하지만 손목 인대는 매우 짧고, 크기가 작아 MRI를 이용한 진단에 한계가 있었다. 현재 많이 사용하고 있는 1.5 T MRI는 주상월상 해리의 진단에 있어 민감도(sensitivity)가 59%-79%이고, 특이도(specificity)가 32%-88%로, 정확한 진단에 한계가 있다. 하지만 최근 많이 사용되기 시작한 3.0 T MRI를 이용할 경우, 진단의 민감도가 70%-89%, 특이도가 100%에 이르며, 이를 이용하여 정확한 주상월상 해리의 진단이 가능해질 것으로 생각된다¹⁶⁻¹⁸. 이 외에도 관절 조영술, 관절경을 통하여 진단이 가능하다.

3) 관절경 검사

주상월상 골간 인대의 손상을 확인하기 위해서는 요수근 관절경과 중수근 관절경을 시행하여 주상월상 골간 인대의 전체적인 모습을 확인할 수 있다. Geissler¹⁹는 주상월상 골간 인대 손상을 관절경 검사를 통해 4단계로 구분하였다. 1단계는 요수근 관절에서 골간 인대의 약화와 출혈이 보이고 중수근 관절에서는 이상이 없는 단계이다. 2단계는 중수근 관절에서 부정 정렬과 관절면 불일치가 관찰되며, 탐침(probe)보다 작은 틈이 두 수근골 사이에서 관찰된다.



Fig. 1. Radiologic findings of the scapholunate dissociation. Wide scapholunate gap, cortical ring sign in the posteroanterior view and dorsal intercalated segmental instability pattern in the lateral view can be seen.

3단계에서는 요수근 관절 및 중수근 관절에서 수근열의 부정정렬이 보이며, 탐침보다 큰 틈이 두 수근골 사이에서 관찰된다. 4단계는 중수근 관절에서 2.7 mm 굵기의 관절경이 두 수근골 사이로 들어갈 수 있을 때를 말하며, 도수 조작에 의해 뚜렷한 불안정성을 관찰할 수 있다.

주상월상 골간 인대 손상을 분류하는 기준으로 European Wrist Arthroscopy Society (EWAS) classification을 활용할 수 있다(Table 1). 기존에 널리 이용되었던 Geissler 분류는 주상월상 해리의 존재 여부와 그 정도가 기준이 되었던 반면에 EWAS classification은 주상월상 해리의 양상을 더욱 세분화하였으며, 그에 따라 주상월상 인대의 손상 부위도 더욱 구체적으로 제시하고 있다. 또한 주상월상 골간 인대뿐만 아니라 2차 안정화 구조물에 해당하는 후방 골간 인대(DIC), 요주상유두 인대(RSC) 및 장요월상 인대(LRL) 등 외재 인대 손상의 개념도 포함하고 있다. 따라서 새로운 분류 체계를 통하여 주상월상 골간 인대 손상과 주상월상 해리의 병태생리에 대한 이해도를 높일 수 있으며, 주상월상 골간 인대의 손상 부위를 더 정확하게 치료할 수 있을 것이다²⁰.

2. 분류 및 치료(Classification & treatment)

주상월상 해리는 인대 손상의 정도와 회복 가능성, 이차 안정화 구조물의 손상 여부, 관절염 발생 여부 등에 따라 6 단계로 구분하여 치료가 가능하다²¹. 하지만 이런 분류와 치료법에 대해 동의하지 않는 의사도 있으며, 환자의 장기적인 기능 개선이나 통증 완화에 도움이 되는지에 대해서도 명확하게 알려진 바가 없다. 따라서 환자를 치료할 때는 환자의 나이, 직업, 취미, 증상의 정도에 따라 적절한 치료법을 결정하여야 한다. 많은 의사들이 주상월상 해리 환자

가 처음 방문하였을 때 여러 가지 이유로 보존적 치료를 먼저 시행한다. 부분 파열일 경우 이러한 치료가 효과를 볼 수 있지만, 증상이 있는 주상월상 골간 인대의 완전 파열이나 요골 골절과 동반된 파열에서 보존적 치료는 결과가 좋지 않을 수 있다²². 또한 증상은 없으나 주상월상 골간 인대가 완전히 파열된 환자의 보존적 치료에 대해서도 명확히 알려진 바가 없다. 주상월상 해리의 수술은 크게 급성기에 시행하는 방법과 만성기에 시행하는 방법으로 나뉘어 진다.

1) 급성기의 수술적 치료(수상 후 3개월 이내)

인대 손상의 정도에 따라 치료 방침이 달라지며, 진단적 관절경을 시행하는 동시에 치료를 시행한다. 근위 인대 혹은 전방 주상월상 골간 인대가 파열된 경우는 변연 절제술 이외에 특별한 치료가 필요하지 않을 수 있다. 후방 주상월상 골간 인대의 부분 파열이 중수근 관절경에서 확인된 경우 변연 절제술을 시행하고 주상월상 정렬을 회복한 다음 K-강선 등을 이용해서 고정한다^{19,23}. 후방 주상월상 골간 인대를 포함하여 대부분의 주상월상 골간 인대가 파열된 경우 봉합이 가능할 때는 후방 주상월상 골간 인대를 봉합하고, 만약 봉합이 불가능할 경우는 주변 인대를 이용한 인대 재건술이나 후방 관절낭 인대 재건술을 시행할 수 있다.

2) 만성기의 수술적 치료

(1) 1단계: 주상월상 골간 인대 부분 파열(pre-dynamic)

주상월상 골간 인대가 부분적으로 파열된 상태로 가장 중요한 후방 주상월상 골간 인대는 보존되어 있다. 단순영상검사 및 부하 영상검사서 정상 소견을 보이며, 관절경 검사를 통해서만 진단된다. 통증과 불편감은 주로 주상골과 월상골 사이에 움직임이 커지면서 발생하는 전단 응력과 동반된 활액막염에 의해 발생한다. Geissler 관절경 분

Table 1. Arthroscopic EWAS staging of scapholunate interosseous ligament ruptures

Stage	Description	Arthroscopic testing of scapholunate joint from the radial midcarpal portal
I	Elongation	No passage of the probe
II	Rupture of the proximal SL membrane	Passage of the tip of the probe in the SL space without widening
IIIA	II+disruption of the volar SL ligament	Volar SL joint widening when tested with the probe (anterior laxity)
IIIB	II+disruption of the dorsal SL ligament	Dorsal SL joint widening when tested with the probe (posterior laxity)
IIIC	II+rupture of the volar and dorsal SL ligaments	Global widening of SL space, reducible with removal of probe
IV	IIIC+SL gap (no misalignment)	SL diastasis without radiographic abnormalities; arthroscope may enter the radiocarpal space
V	IV+carpal malalignment	Wide SL gap with radiographic anomalies

EWAS: European Wrist Arthroscopy Society, SL: scapholunate.

류에서 1단계에서 3단계가 여기에 속한다. 변연 절제술 및 주상월상 정렬을 맞추어 핀 고정만 시행하여도 좋은 결과를 얻을 수 있다^{19,23}.

Geissler 관절경 분류 1단계 혹은 2단계의 불안정성을 가진 환자들 중 보존적 치료에 실패한 경우에 고주파 탐침(radiofrequency probe, RF probe)을 이용한 관절경적 열 수축술(thermal shrinkage)의 적응증이 된다²⁴. 특히 인대의 부분적인 막성 파열(membranous tears)이나 이완된 경우가 가장 좋은 적응증이 된다. 또한 관절경적 변연 절제술 후 두 골간 운동이 증가하면서 회전 변형이 동반되지 않은 경우 정상 조직을 강화하고 수근골간 운동학을 증가시키기 위해 thermal shrinkage를 시행 할 수 있다²⁵.

Shrinkage는 인대 조직에서 제 1형 콜라겐의 열 변형으로 발생하는 물리적 현상이다. 콜라겐이 임계 온도까지 가열될 때 제 1형 콜라겐의 3중 나선 구조(triple helix)를 이루는 분자 내 수소 결합이 끊어지게 된다²⁶. 그리하여 3중 나선 구조가 풀리고, 콜라겐 섬유에서 주기적인 교차 줄무늬의 소실 및 단면적의 증가와 같은 미세구조 변화를 가져와 결국 콜라겐 섬유의 길이가 단축된다^{27,28}. Shrinkage는 매우 낮은 에너지 설정을 필요로 하는데, 일반적으로 type I 콜라겐의 열 변형은 약 60°C-65°C에서 일어나고 최대 shrinkage는 65°C-75°C 사이에서 이루어진다. 따라서 고주파 탐침(RF probe)은 조직을 65°C-75°C의 온도로 가열할 수 있도록 조절 및 설정되어야 할 것이다. 발생하는 열의 양은 probe와 tissue 사이의 거리, probe의 크기, 관절경적 세척액(irrigation fluid)의 온도 및 유속, 그리고 RF probe의 적용시간에 의해 결정된다²⁹. 조직의 치유 과정

에서, 단축 및 변성된 콜라겐은 새로운 콜라겐이 침착되기 위한 비계(scaffolding) 역할을 한다³⁰. 대략 7일째까지 변성된 조직 내 및 주변으로 섬유모세포(fibroblast)의 증식이 일어나고, 30일까지 큰 섬유모세포가 변성 부위로 이동하고 새로운 기질(matrix)을 생성한다. 12주에 혈관이 증가하면서 활발한 재생 소견이 나타난다. 생체 역학 연구에 따르면 열에 의해 가열된 콜라겐의 인장 강도는 빠르게 감소하고 6주까지 정상치의 80% 정도 회복되는 소견을 보이지만, 12주가 되도 정상 수치로 돌아가지 않는다³¹. 따라서 shrinkage된 콜라겐 조직에 너무 이른 힘의 부하는 콜라겐의 길이 연장을 초래 하기 때문에 thermal shrinkage 후 적어도 6-8주 정도 관절을 보호해줄 것을 권한다^{27,32}. 하지만 이 관절을 안정시키기 위해 K-강선을 사용하는 것은 여전히 논란이 있다. Thermal shrinkage의 목적은 shrinkage된 관절막과 인대에 이차 섬유증식(fibroplasia)을 유도해 결국 두께가 증가하는 데 있다. 또한 수용체를 파괴시켜 통증 구심(afferent) 감각로(sensory pathway)를 차단하는 것이다³³.

Hirsh 등³⁴은 10명의 Geissler II 등급 환자들에 대한 평균 28개월 추시 보고에서 9명의 환자에서 좋은 결과를 보였다고 보고하였다. 수술 후 치료에서 이들 역시 K-강선은 사용하지 않았으나 수근 관절을 4-6주간 무지 수상 석고 부목으로 고정하였다. Slutsky와 Nagle³³은 Geissler II 등급과 III 등급 손상에서 변연절제술 후 K-강선 고정 보다 열 수축술 후 K-강선 고정이 보다 더 효과적이라고 보고하였다.

저자들은 Geissler I, II 등급 손상의 주상-월상골간 인대

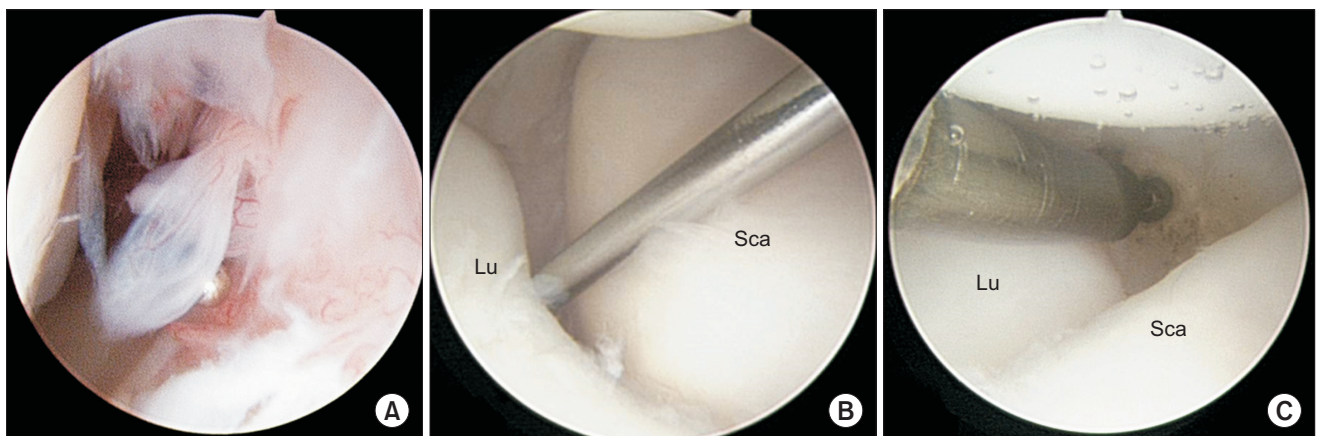


Fig. 2. Arthroscopic thermal shrinkage. (A) 42-year-old female patient's left wrist radiocarpal arthroscopy image shows focal dorsal synovitis. (B) Same patient's midcarpal arthroscopy image shows Geissler grade II scapho-lunate instability (Sca: scaphoid, Lu: lunate). (C) Same patient's midcarpal arthroscopy image shows thermal shrinkage on the volar scapho-lunate interosseous ligament and volar carpal ligament.

손상에 대한 관절경적 열 수축술은 매우 좋은 치료 방법이라 생각한다. 그리고 저자들 역시 이 방법이 일반적인 치료 방법으로 받아들여지기 위해서는 더 많은 증례 및 더 오랜 기간 추시 결과들이 보고되어야 한다고 생각한다(Fig. 2).

(2) 2단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 봉합 가능상태 (dynamic, repairable)

주상월상 골간 인대가 완전히 파열되었지만, 아직 후방 주상월상 골간인대 봉합은 가능한 상태이다. 주상골은 이차 안정화 구조물(secondary stabilizer)에 의해 정상적인 수근정렬을 보인다. Geissler 관절경 분류 4단계에 해당하며, 일차 봉합술 및 주상월상 핀 고정술을 시행한다. 전방과 후방의 주상월상 골간인대 모두를 봉합하는 것이 해부학적으로 더 적절해 보이지만, 최근의 연구에 따르면 후방 인대만 봉합하여도 정상적인 수근 정렬을 얻을 수 있다고 한다. 이차 안정화 구조물이 남아있기 때문에 인대 재건술을 시행하는 것이 더 좋다는 보고는 아직 없다.

(3) 3단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 봉합 불가능, 정상 수근정렬상태(dynamic, non-repairable)

주상월상 골간 인대는 완전히 파열되었으며, 남아있는 후방 인대는 봉합이 불가능한 상태이다. 이차 안정화 구조물(secondary stabilizer)도 손상되어 축성 부하가 가해졌을 경우 주상월상 간격이 넓어지나, 축성 부하가 사라지면 다시 정상 수근정렬로 돌아오는 상태이다. 봉합이 불가능한 주상월상 골간 인대의 기능을 재건하기 위해 수많은 방

법들이 있으며, 현재까지도 새로운 방법이 계속 소개되고 있다. 후방 관절낭 재건술(dorsal capsulodesis)^{35,36}, 자가골-인대-골 이식술(bone-ligament-bone graft)³⁷, 후방 주상월상 골간인대 재건술(soft tissue reconstruction of the dorsal scapholunate [SL] ligament) 등이 있으며, 최근에는 주상월상 골간 인대를 안정화 하기 위해 단요측수근신근(extensor carpi radialis longus)을 주상골 원위부로 이전함과 동시에 요측수근굴근(flexor carpi radialis, FCR)에 고정시켜주는 “Dynadesis” 수술법³⁸이 소개되기도 하였다.

(4) 4단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 봉합 불가능, 정복가능, 정상 연골상태(static, reducible, normal cartilage)

주상월상 인대가 완전히 파열되고 봉합은 불가능하며, 부정 정렬이 상존하지만, 정복이 가능하고 관절 연골은 정상인 상태이다. 이차 안정화 구조물(secondary stabilizer) 손상의 정도가 심하여 월상골 주위 인대의 추가적인 손상이 있을 수 있고, 주상골 뿐만 아니라 월상골의 부정 정렬(misalignment)도 나타날 수 있다. 3단계와 마찬가지로 주상월상 해리를 정복하고 주상골 또는 월상골의 안정성을 회복하기 위해 여러 가지 수술법이 고안되고 있다. 우선, 월상골의 부정 정렬이 저명하지 않을 경우 건 이식 주상월상 인대 재건술(SL ligamentoplasty using a tendon graft) 혹은 주상월상 관절의 축소결합술(reduction-

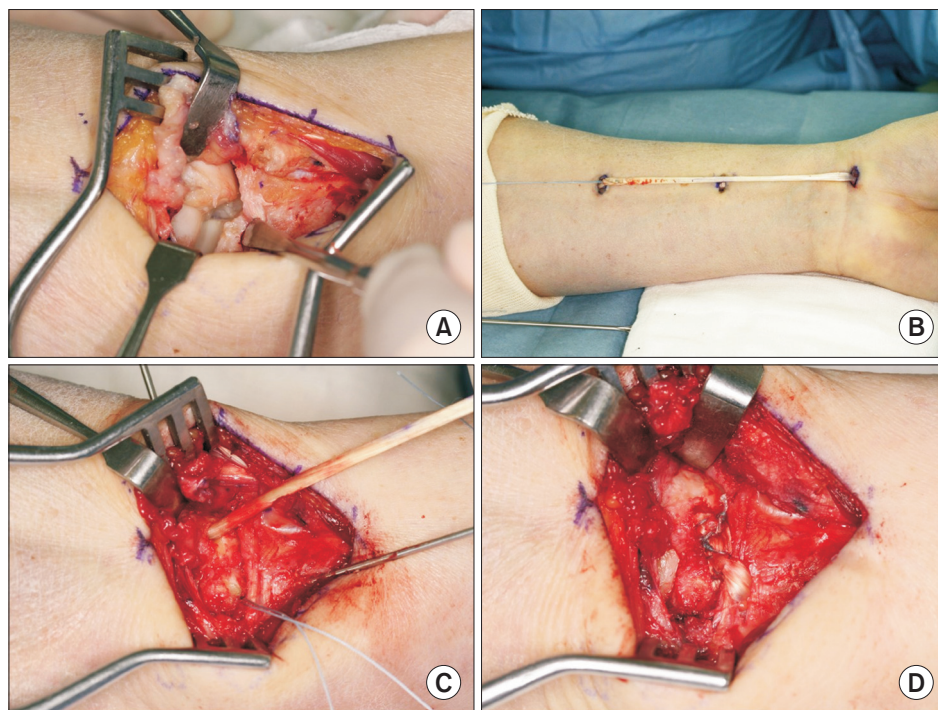


Fig. 3. Modified three-ligament tenodesis using flexor carpi radialis (FCR) tendon. (A) Visible gap between scaphoid and lunate, (B) harvesting the half-slip of FCR tendon, (C) tendon passed through scaphoid bone tunnel, (D) tendon sutured to the lunate and dorsal intercarpal ligament.

association of the SL joint, RASL procedure)을 이용하여 주상월상 해리를 정복하고 주상골의 안정성을 회복할 수 있다. 건 이식 주상월상 인대 재건술(SL ligamentoplasty using a tendon graft)은 역사적으로 여러 가지 수술법이 제시되며 발전하고 있는 수술법이다. 우선 가장 널리 알려져 있는 Brunelli and Brunelli³⁹ 방법이 있다. 이 술기는 주상골에 뼈 터널을 만들고 요측수근굴근 건(FCR tendon)을 통과시킨 뒤 원위 요골의 등쪽(dorsal rim of distal radius)에 고정하여 주상골의 시상면상 안정성(sagittal stability)을 크게 높일 수 있었다. 하지만 수근관절의 굴곡이 현저히 감소되고 시간이 지남에 따라 요주상 관절염(radioscaphoid arthritis)이 호발하는 문제점이 있었다. 이러한 문제점을 극복하고자 Vance 등⁴⁰은 새로운 방법을 고안하였는데, 이는 주상골의 뼈 터널을 통과 시킨 FCR tendon을 요골 원위부가 아닌 월상골 후방(dorsal side)에서 후방 요수근 인대(DRC)에 고정하는 방식이었다. 이 수술법은 개선을 거쳐 “three-ligament tenodesis”라는 술식으로 발표되었으며⁴¹, 일부 저자들은 좋은 결과를 보고하였다. 하지만, 주상월상 해리를 충분히 정복하지 않은 상태에서 고정하거나, 이미 주상골 주위로 퇴행성 관절염이 진행되어 있는 상태에서 이 수술법을 시행했을 경우 그 결과가 좋지 않았다⁴². 따라서 이 수술법이 만족할만한 결과를 나타낼 수 있는 적응증은 좁은 편이며⁴³, 저자들은 적절한 대상의 환자군을 선별하여 이 수술법을

적용할 것을 추천한다(Fig. 3). Ross 등⁴⁴은 주상골 뿐 아니라 월상골 및 삼각골에도 뼈 터널을 만들고, 차례로 FCR tendon 통과시킨 뒤, 종말부를 다시 월상골 후방으로 빼내어 후방 골간 인대(DIC)에 고정해 주는 방법을 고안하였으며, 좋은 결과를 보고하였다. 또한, Corella 등⁴⁵은 관절경을 이용한 수술법을 고안하였는데, 주상골을 통과한 FCR tendon을 월상골의 배측에서 수장측으로 뼈 터널을 만들어 통과 시킨 뒤 주상골 근위부 수장측에 다시 고정하였다. 그들은 주상월상 골간 인대의 수장측(volar side)도 강화할 수 있다고 보고하였다.

월상골에도 부정 정렬(misalignment)이 나타난 경우에는 월상골 주위 인대의 손상으로 인해 주상골 뿐 아니라 월상골에도 불안정성이 발생한 상태이며, 월상골을 기반으로 하여 안정성을 회복하는 상기 수술법들은 효과적인 해결책으로 보기 어렵다. 따라서 주상골과 월상골에 모두 불안정성이 발생한 경우에 그 해부학적 손상 부위를 정확히 파악하고 필요한 인대들을 모두 재건해 주는 것이 적절한 치료법이 될 것이다. 주상월상 골간 인대와 이차 안정화 구조물(secondary stabilizer)로 알려진 수장측 요주상유두 인대(palmar RSC), 수장측 주상유두 인대(palmar scapho-capitate ligament) 및 전내측 주상대능형소능형 인대(anteromedial scaphotrapezotrapezoid ligament)까지 파열된 경우 실제 손상의 범위는 더 광범위하며, 수장측 요월상 인대(palmar radiolunate ligament)까지 파열

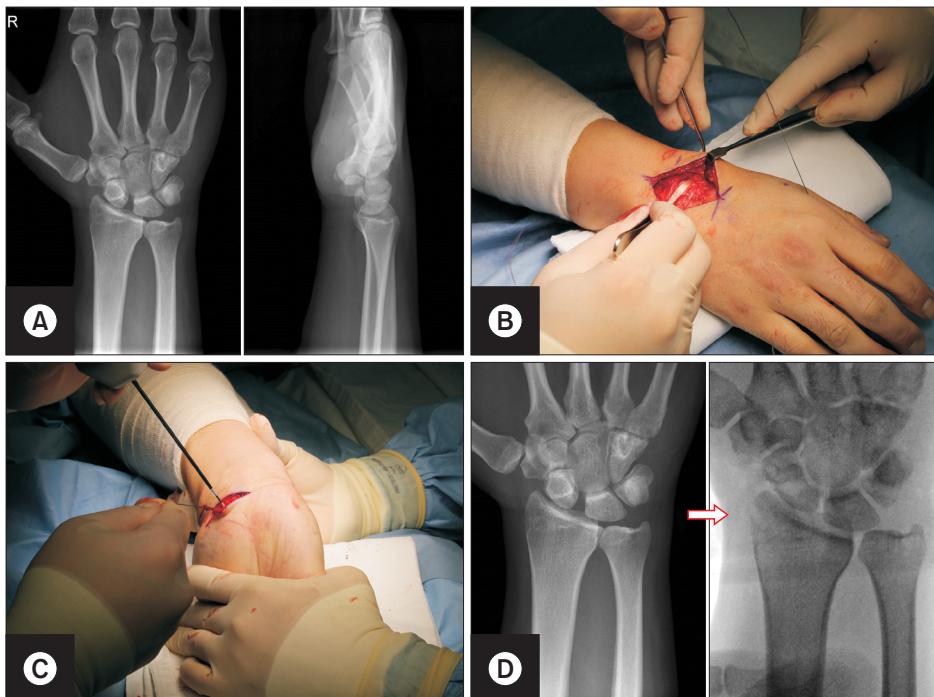


Fig. 4. Antipronation spiral tenodesis using Palmaris longus free tendon graft. (A) Pre-operative X-ray shows static scapholunate dissociation and dorsal intercalated segmental instability deformity. (B) The dorsal ligamentous linkage between scaphoid and triquetrum is reestablished by palmaris longus (PL) graft. (C) Distal stump of PL graft is fixing at scaphoid bone tunnel with bio-composite interference screw. (D) Postoperative X-ray shows reduction of scapholunate dissociation.

된 경우가 흔하다⁴⁶. 이러한 상태에서는 주상골과 월상골이 모두 불안정해지며 주상월상 해리, 주상골의 굴곡 및 회내전 변형과 함께 월상골의 신전 변형이 발생하고, 이는 곧 월상골 주위 회내전 불안정성(perilunate pronation instability)이 발생하였음을 의미한다. 이때 환자는 물건을 쥐고 전완부에 힘을 주어 회내전 동작을 할 때 통증과 함께 무력감을 호소하게 된다. 후방 골간 인대(DIC)도 앞서 언급된 인대들과 함께 수근골 주위를 나선형(spiral)으로 감싸며 서로 협동작용 하여 수근관절의 회내전 불안정성을 막아주게 된다. 따라서 이러한 경우 안정된 골 구조인 요골을 기반으로 수근골 주위 나선형 인대를 재건한다면 안정성을 얻을 수 있을 것이다. 위와 같은 이론적 배경을 바탕으로 한 가닥의 요수근굴근건(FCR)을 이용하여 수근골 주위의 나선형 인대들을 재건하는 “antipronation spiral tenodesis”가 소개되었다⁴⁷. 본 종설의 저자는 요수근굴근건(FCR)이 아닌 장장근(palmaris longus tendon)을 이용하여 변형된 방법의 antipronation spiral tenodesis를 시행하여 임상적으로 만족할 만한 치료 결과를 얻을 수 있었다(Fig. 4).

(5) 5단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 정복 불가능, 정상 연골상태(irreducible, normal cartilage)

주위 조직의 섬유화로 정복이 되지 않는 부정정렬이 발생한 상태이며, 관절 연골은 정상이다. 부분 관절 유합술을 시도할 수 있다.

(6) 6단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 정복 불가능, 연골 파괴상태(SLAC)

주상골의 아탈구 상태가 지속되어 관절염이 발생한 상태로 주상월상 진행성 붕괴(SLAC)가 발생한 상태이다. 주상월상 골간 인대의 재건보다는 관절염에 대해 적절한 치료가 필요하다.

결론

주상월상 골간 인대 손상은 수근관절의 인대 손상 중에서 가장 흔하며 종종 접할 수 있는 손상이다. 그러나, 경한 수근관절의 염좌로 오인되어 특별한 치료 없이 지내던 증상 및 병변이 악화되는 경우가 많다. 수술적 치료가 필요한 주상월상 골간 인대 손상이 진단되지 못해 치료 시기를 놓치게 되면 환자들은 결국 수근관절의 지속적 통증과 변형, 관절 운동 제한으로 고통받게 되며, 차후에 수술적 치료를 시행하더라도 그 결과가 만족스럽지 못한 경우가 발생한다. 따라서 주상월상 골간 인대 손상의 가능성에 대하

여 항상 염두에 두고 환자를 진료하고, 진단을 위한 정확한 이학적 검사를 시행하며, 촬영된 영상검사에서 이상 부위를 놓치지 말아야 한다. 급성 손상의 경우 수술적 치료가 필요한 정도의 손상이라면 주저하지 말고 수술적 치료를 시행해야 하며, 만성 손상의 경우 인대 파열의 범위와 불안정성의 고착 여부 등을 정확히 파악하여, 단계별로 추천되는 적절한 수술방법을 적용해야 한다. 본 종설에서는 주상월상 인대 손상에 대한 진단과 손상 정도에 따른 단계적 수술 치료법에 대해 알아보았으며, 특히 주상월상 골간 인대 부분 손상에서 시행 가능한 관절경적 열 수축술(arthroscopic thermal shrinkage) 및 주상골과 월상골에 모두 불안정성이 발생한 주상월상 골간 인대 손상에서 시행 가능한 수근골 주위 나선형 인대 재건술인 “antipronation spiral tenodesis” 수술법에 대하여 소개하였다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Wolfe SW, Neu C, Crisco JJ. In vivo scaphoid, lunate, and capitate kinematics in flexion and in extension. J Hand Surg Am. 2000;25:860-9.
2. Seradge H, Owens W, Seradge E. The effect of intercarpal joint motion on wrist motion: are there key joints? An in vitro study. Orthopedics. 1995;18:727-32.
3. Kitay A, Wolfe SW. Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. J Hand Surg Am. 2012;37:2175-96.
4. Rajan PV, Day CS. Scapholunate ligament insufficiency. J Hand Surg Am. 2015;40:583-5.
5. Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. J Hand Surg Am. 1984;9:358-65.
6. O'Meehan CJ, Stuart W, Mamo V, Stanley JK, Trail IA. The natural history of an untreated isolated scapholunate interosseus ligament injury. J Hand Surg Br. 2003;28:307-10.
7. Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RF. The ligaments of the human wrist and their functional significance. Anat Rec. 1976;186:417-28.

8. Mayfield JK. Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability. *Orthop Clin North Am.* 1984;15:209-16.
9. Buijze GA, Lozano-Calderon SA, Strackee SD, Blankevooort L, Jupiter JB. Osseous and ligamentous scaphoid anatomy: part I. A systematic literature review highlighting controversies. *J Hand Surg Am.* 2011;36:1926-35.
10. Andersson JK. Treatment of scapholunate ligament injury: current concepts. *EFORT Open Rev.* 2017;2:382-93.
11. Berger RA. The ligaments of the wrist. A current overview of anatomy with considerations of their potential functions. *Hand Clin.* 1997;13:63-82.
12. Walsh JJ, Berger RA, Cooney WP. Current status of scapholunate interosseous ligament injuries. *J Am Acad Orthop Surg.* 2002;10:32-42.
13. Watson HK, Ashmead D 4th, Makhlof MV. Examination of the scaphoid. *J Hand Surg.* 1988;13:657-60.
14. Linn MR, Mann FA, Gilula LA. Imaging the symptomatic wrist. *Orthop Clin North Am.* 1990;21:515-43.
15. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg Am.* 1972;54:1612-32.
16. Magee T. Comparison of 3-T MRI and arthroscopy of intrinsic wrist ligament and TFCC tears. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192:80-5.
17. Rohman EM, Agel J, Putnam MD, Adams JE. Scapholunate interosseous ligament injuries: a retrospective review of treatment and outcomes in 82 wrists. *J Hand Surg Am.* 2014;39:2020-6.
18. Cerezal L, de Dios Berná-Mestre J, Canga A, et al. MR and CT arthrography of the wrist. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2012;16:27-41.
19. Geissler WB. Arthroscopic management of scapholunate instability. *J Wrist Surg.* 2013;2:129-35.
20. Messina JC, Van Overstraeten L, Luchetti R, Fairplay T, Mathoulin CL. The EWAS classification of scapholunate tears: an anatomical arthroscopic study. *J Wrist Surg.* 2013;2:105-9.
21. Andersson JK, Garcia-Elias M. Dorsal scapholunate ligament injury: a classification of clinical forms. *J Hand Surg Eur Vol.* 2013;38:165-9.
22. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist: diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A:142.
23. Slutsky DJ. Current innovations in wrist arthroscopy. *J Hand Surg Am.* 2012;37:1932-41.
24. Danoff JR, Karl JW, Birman MV, Rosenwasser MP. The use of thermal shrinkage for scapholunate instability. *Hand Clin.* 2011;27:309-17.
25. Lee JI, Nha KW, Lee GY, Kim BH, Kim JW, Park JW. Long-term outcomes of arthroscopic debridement and thermal shrinkage for isolated partial intercarpal ligament tears. *Orthopedics.* 2012;35:e1204-9.
26. Arnoczky SP, Aksan A. Thermal modification of connective tissues: basic science considerations and clinical implications. *Instr Course Lect.* 2001;50:3-11.
27. Hayashi K, Markel MD. Thermal capsulorrhaphy treatment of shoulder instability: basic science. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;59:72.
28. Wallace AL, Hollinshead RM, Frank CB. Creep behavior of a rabbit model of ligament laxity after electrothermal shrinkage in vivo. *Am J Sports Med.* 2002;30:98-102.
29. Owens BD, Stickles BJ, Busconi BD. Radiofrequency energy: applications and basic science. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2003;32:117-20; discussion 120-1.
30. Lopez MJ, Hayashi K, Vanderby R Jr, Thabit G 3rd, Fanton GS, Markel MD. Effects of monopolar radiofrequency energy on ovine joint capsular mechanical properties. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;286-97.
31. Hecht P, Hayashi K, Lu Y, et al. Monopolar radiofrequency energy effects on joint capsular tissue: potential treatment for joint instability. An in vivo mechanical, morphological, and biochemical study using an ovine model. *Am J Sports Med.* 1999;27:761-71.
32. Naseef GS 3rd, Foster TE, Trauner K, Solhpour S, Anderson RR, Zarins B. The thermal properties of bovine joint capsule. The basic science of laser- and radiofrequency-induced capsular shrinkage. *Am J Sports Med.* 1997;25:670-4.
33. Slutsky DJ, Nagle DJ. Wrist arthroscopy: current concepts. *J Hand Surg Am.* 2008;33:1228-44.
34. Hirsh L, Sodha S, Bozentka D, Monaghan B, Steinberg D, Beredjiklian PK. Arthroscopic electrothermal collagen shrinkage for symptomatic laxity of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Br.* 2005;30:643-7.
35. Megerle K, Bertel D, Germann G, Lehnhardt M, Hellmich

- S. Long-term results of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for the treatment of chronic scapholunate instability. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94:1660-5.
36. Moran SL, Ford KS, Wulf CA, Cooney WP. Outcomes of dorsal capsulodesis and tenodesis for treatment of scapholunate instability. *J Hand Surg Am.* 2006;31:1438-46.
37. Soong M, Merrell GA, Ortmann F 4th, Weiss AP. Long-term results of bone-retinaculum-bone autograft for scapholunate instability. *J Hand Surg Am.* 2013;38:504-8.
38. Seradge H, Baer C, Dalsimer D, Seradge A, Shafi RA, Parker W. Treatment of dynamic scaphoid instability. *J Trauma.* 2004;56:1253-60.
39. Brunelli GA, Brunelli GA. Carpal instability with scapholunate dissociation treated using the flexor carpi radialis and scaphoid-trapezoid ligament repair: foundations, technique and results of preliminary series. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2003;89:152-7.
40. Vance RM, Gelberman RH, Evans EF. Scaphocapitate fractures. Patterns of dislocation, mechanisms of injury, and preliminary results of treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62:271-6.
41. Garcia-Elias M. The non-dissociative clunking wrist: a personal view. *J Hand Surg Eur Vol.* 2008;33:698-711.
42. De Smet L, Goeminne S, Degreef I. Failures of the three-ligament tenodesis for chronic static scapholunate dissociation are due to insufficient reduction. *Acta Orthop Belg.* 2011;77:595-7.
43. Luchetti R, Atzei A, Cozzolino R, Fairplay T. Current role of open reconstruction of the scapholunate ligament. *J Wrist Surg.* 2013;2:116-25.
44. Ross M, Peters SE, Couzens GB. Scapho-luno-triquetral tenodesis. In: Day CS, Shin AY, editors. *Advances in scapholunate ligament treatment.* Chicago, IL: American Society for Surgery of the Hand; 2013.
45. Corella F, Del Cerro M, Ocampos M, Larrainzar-Garijo R. Arthroscopic ligamentoplasty of the dorsal and volar portions of the scapholunate ligament. *J Hand Surg Am.* 2013;38:2466-77.
46. Garcia-Elias M, Lluch A, Ferreres A, Papini-Zorli I, Rahimtoola ZO. Treatment of radiocarpal degenerative osteoarthritis by radioscapolunate arthrodesis and distal scaphoidectomy. *J Hand Surg Am.* 2005;30:8-15.
47. Chee KG, Chin AY, Chew EM, Garcia-Elias M. Antipronation spiral tenodesis--a surgical technique for the treatment of perilunate instability. *J Hand Surg Am.* 2012;37:2611-8.

주상월상 인대 불안정성의 수술적 치료

이영근¹ · 강한빛² · 정영란¹ · 이주엽²

¹전북대학교 의과대학 정형외과학교실, ²가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

수근관절의 인대 손상은 스포츠 활동의 증가 등으로 그 수가 매우 증가하고 있으나 복잡한 해부학적 구조, 다양한 손상 부위와 형태, 모호한 치료 방침으로 인하여 진단과 치료에 어려움을 겪고 있다. 주상월상 인대(scapholunate ligament)는 수근(carpus)의 안정성에 가장 주요한 역할을 하면서 동시에 가장 흔하게 손상을 받는다. 주상월상 불안정성을 가진 환자들은 보통 명확한 수상력이 없으며, 물건을 쥐거나 손목을 신전할 때, 운동 또는 일을 할 때 손목 통증을 호소한다. 따라서 정확한 진단과 치료를 위하여 광범위한 해부학적 지식과 올바른 이학적 검사 방법, 방사선학적 소견에 대한 충분한 이해가 요구된다. 본 종설에서는 수근관절의 해부학적 구조 및 생역학에 대하여 알아보고, 수근관절 인대 손상 중 가장 흔하게 발생하는 주상-월상 인대 파열의 진단과 수술적 치료에 대하여 알아보도록 한다.

색인단어: 수근관절, 인대 손상, 수근부 불안정성, 주상월상 인대

접수일 2018년 8월 10일 수정일 2018년 8월 22일 게재확정일 2018년 8월 22일

교신저자 이주엽

02559, 서울시 동대문구 왕산로 180, 가톨릭대학교 성바오로병원 정형외과

TEL 02-960-4532 FAX 02-965-1456 E-mail jylos1@gmail.com