

외상 후 슬관절 강직에 대한 복합 한의치료의 경과: 증례보고

이건영 · 설재욱 · 조희근* · 권민구 · 정신영 · 김종환 · 박어진
청연한방병원, 청연의학연구소*

Combination of Korean Medicine Therapy to Treat Posttraumatic Knee Stiffness: A Case Report

Geon-Yeong Lee, K.M.D., Jae-Uk Seol, K.M.D., Hee-Geun Jo, K.M.D.*, Min-Gu Kwon, K.M.D., Sin-Yeong Jeong, K.M.D., Jong-Hwan Kim, K.M.D., Eo-Jin Park, K.M.D.
Chung-Yeon Korean Medical Hospital, Chung-Yeon Medical Institute*

본 연구는 청연의학연구소의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

RECEIVED March 22, 2017
ACCEPTED April 6, 2017

CORRESPONDING TO
Hee-Geun Jo, Chung-Yeon Medical Institute, 64 Sangmujungang-ro, Seo-gu, Gwangju 61949, Korea

TEL (062) 371-1075
FAX (062) 371-1074
E-mail jho3366@hanmail.net

Copyright © 2017 The Society of Korean Medicine Rehabilitation

The purpose of this study is to illustrate the potential for clinical improvement in treating a patient with a case of Posttraumatic Knee Stiffness with a combination of Korean medicine therapy. We treated the patient with acupuncture, electroacupuncture, CHUNA manual therapy and Interferential Current Therapy from 5th December 2016 to 13th January 2017 (total 29 times) by evaluating knee function with VAS score. After six weeks of treatment, this patient achieved effective outcome following the technique, showing that clinical symptom as able to walked and pain was relieved, VAS changed from 10 to 2 and the knee flexion ROM (active/passive) changed from 30/60 degrees to 120/140 degrees. This result shows that Korean Medicine therapy may be an effective option for Posttraumatic Knee Stiffness. Further clinical studies are needed to clarify the effect of Korean Medicine therapy on Posttraumatic Knee Stiffness. (**J Korean Med Rehabil 2017;27(2):109-115**)

Key words Posttraumatic knee stiffness, Acupuncture, Electroacupuncture, Myofascial release technique, CHUNA manual therapy, Korean medicine, Case report

서론»»»»

외상 후 슬관절 강직 (Posttraumatic knee stiffness, 이하 PTKS)은 슬관절에 외상이 발생하였거나 수술이 있은 후에 발생할 수 있는 복잡한 합병증이다¹⁾. 현재까지 본 질환의 원인은 분명한 수준으로 규명되어 있지는 않으며, 대체로 무릎 손상 이후의 부적절한 재활치료 또는 수술 후의 감염 및 관절내외의 유착(intra and extra articular adhesion) 등의 원인에 의하여 슬관절의 굴곡, 신전에 제한이 발생하는 것을 발병 기전으로 추정하고 있다²⁾. PTKS의 유병율(prevalence)에 대해서는 슬관절 전치환술(total knee arthroplasty) 등 수술치료 이후에 발병한 사례

를 중심으로 1.3%~15% 정도로 보고가 이루어지고 있다.

PTKS의 치료에 대해서는 다양한 대증적 술기가 제시되고 있다. 일반적으로 PTKS는 보존적 재활치료에 좋은 경과를 보인다고 알려져 있지만³⁾, 이러한 치료를 바탕으로 강직과 통증이 해결되지 않는 경우가 종종 발생하고 심각한 생활상의 기능장애를 동반하기 때문에 이를 해결하기 위한 수술적 접근이 중요한 대책으로 여겨지고 있다. 사두근성형술(quadicepsplasty)이나 관절경 수술 등이 오랫동안 PTKS에 대하여 가장 중요한 처치로 보고되어 왔던 수술적 술기인데, 이러한 침습적 처치에 대한 효과는 제한적인 근거만을 갖고 있는 반면 침습적 처치 이후에 수술 부위의 피부 박리나 슬관절 신전의 지연 등 심

각한 부작용은 높은 빈도로 보고되는 문제가 있다⁴⁾. 때문에, PTKS에 대해서는 보다 침습성이 낮은 술기에 대한 연구가 폭넓게 이루어지는 추세이다.

침과 한약 및 추나 등을 중심으로 하는 한의학적 술기에 의한 보존적 접근은 슬관절 질환에 의한 통증 및 기능장애에 대하여 안전하면서도 다양한 이점을 보인다는 점이 과학적으로 검증되고 있다^{5,6)}. 그러나 슬관절의 강직에 대한 한의처치의 유효성을 확인하는 양질의 근거는 많지 않으며, 국내외에서 증례군 관찰 정도가 일부 이루어지고 있어 관련 주제에 대하여 보다 적극적인 접근이 필요한 상황이다⁷⁾. 따라서, 저자들은 PTKS로 진단이 이루어진 환자에 대한 복합적 한의치료 경과를 기록한 증례가 질환과 관련된 추가적인 가설의 형성에 기여할 수 있을 것으로 판단하여 다음과 같이 보고한다.

증례»»»»»

1. 성명 및 성별

김○○ (M/10)

2. 주소증

좌측 슬관절의 강직성 통증, 좌측 슬관절의 종창

3. 발병일

2016년 09월 29일

4. 과거력

별무

5. 현병력

현 10세 남아로 2016년 09월 29일 자전거 타던 중 횡단보도에서 차량에 부딪혀 좌측 관절의 타박이 발생하였으며, ○○대학병원에서 염좌 진단 후 3주간 splint apply 상태로 입원치료를 받았다. 퇴원 후 좌측 슬관절의 강직

및 굴곡제한(30도 내외)이 발생하면서 지속성 통증이 동반되어 약물치료(소염진통제)와 함께 경과를 관찰하였으나 증상의 호전이 전혀 없는 상태로 2016년 12월 05일 본원 한방재활의학과로 입원하였다. 2016년 12월 06일 본원에서 시행한 좌측 슬관절 MRI 검사상 관절 내 종창 이외의 특이소견이 관찰되지 않아, 2016년 12월 05일부터 2016년 12월 14일까지 입원치료 기간 및 2016년 12월 14일부터 2017년 01월 13일까지 외래를 통해 총 29회의 침, 전침 및 추나요법, 한의물리요법 등 복합 한의치료를 시행하였다.

6. 검사 소견

1) MRI of Lt. knee joint (Fig. 1)

- ① Mild thickening and increased SI in midportion of medial collateral ligament, without definite disruption.
- ② Increased SI of quadriceps tendon at patellar attachment site, without definite disruption.
- ③ Small to moderate amount of joint effusion in knee.
- ④ Focal bone marrow edematous change in medial femoral condyle and lateral proximal tibia.
- ⑤ Small fluid collection and edematous change at deep subcutaneous layer of posterolateral thigh, without evidence of muscular tear.

2) 이학적 검사 소견

초진 당시 좌측 슬관절의 굴곡은 능동운동범위에서는 30°, 수동운동범위에서는 60° 이내였으며, 보행 시 슬관절이 구부러지지 않고 뻣뻣하게 걷는 Stiff knee gait pattern이 관찰되었다.

7. 한의치료

2016년 12월 05일부터 2016년 12월 14일까지 입원치료 기간 동안 10회, 2016년 12월 15일부터 2017년 01월 13일까지 외래치료 기간 동안 19회, 총 29회 치료를 시행하였다.

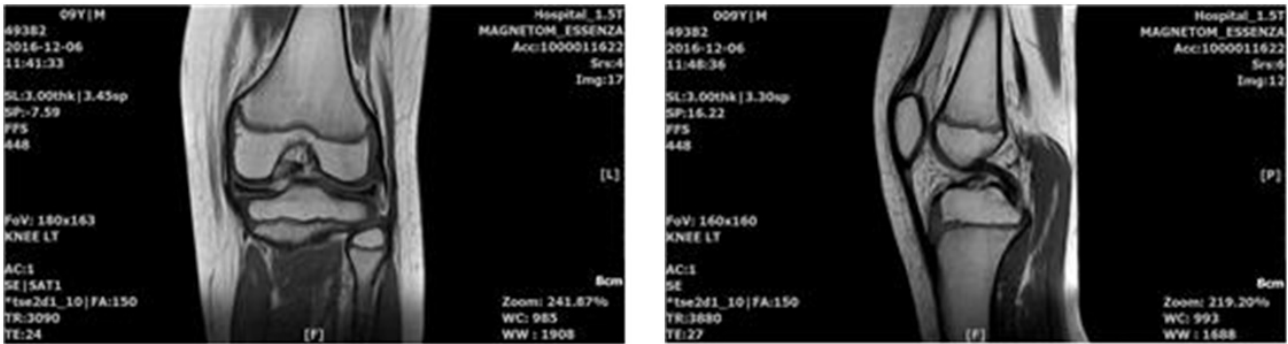


Fig. 1. MRI of Lt. knee.



Fig. 2. Picture of knee at standing position.

1) 침구치료 및 전침치료

멸균된 0.25×30 mm stainless 1회용 호침(동방침구제작소, 한국)을 사용하여 좌측 슬관절 주변 부위에 1일 1회 10분씩 침치료를 시행하였다. 슬관절 주변의 근육 긴장 완화를 목적으로 委中(BL40), 內膝眼, 足三里(ST36), 陽陵泉(GB34), 血海(SP10), 梁丘(ST34), 犢鼻(ST35)를 위주로 선혈하고 자침 후 침전기자극 치료기(GP-304, GOODPL INC. Korea)를 이용하여 2 Hz, 10분간 통전시켰다.

2) 추나치료

(1) 경근추나

슬관절의 굴곡제한 및 반장슬이 관찰되어, 대퇴직근의

단축을 해소하고, 햄스트링 근육 및 전경골근을 강화시킬 수 있도록 경근이완/강화 기법을 적용하였다. 추나요법은 치료 시작일로부터 입원 기간 중에는 매일 1회 시행하였으며, 외래 기간 중에는 2~3일에 1회로 시행하였다.

(2) 진동자극기를 이용한 진동자극

국소부위의 혈류 개선 및 슬관절 주변의 근육이나 건의 긴장 완화를 위한 진동자극을 추나치료의 보조적 치료로 사용하였으며, 일정한 진동자극(60 Hz, 4,200 rpm)을 발생시킬 수 있는 장치(Turbo SASO, (주)영일엠, 서울, 한국)를 사용하였다. 치료 시작일로부터 입원 기간 중에는 매일 1회 시행하였으며, 외래 기간 중에는 2~3일에 1회로 시행하였다.

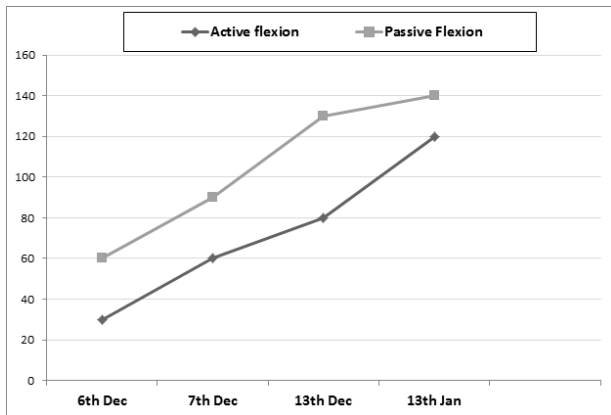


Fig. 3. Change of ROM.

3) 한의물리요법

간섭전류형 저주파자극기(GP-512D, GOODPL INC, Korea)를 이용하여 한의물리요법의 일종인 경근저주파요법을 실시하였다. 좌측 슬관절 부위를 중심으로 도자를 교차 간섭 배치하였으며, SI&TM-25%, GP-level 10으로 10분간 시행하였다.

8. 치료경과

치료 시작과 후의 하지 사진을 비교했을 때 좌측 무릎의 반장슬이 치료 후에 거의 대칭적인 일직선 상태를 나타내었다(Fig. 2). 외상 후 슬관절 강직의 평가에 가장 많이 이용되는 지표인 knee flexion ROM을 주요 결과 변수로 삼았고⁸⁾, 2차적으로 통증 측정 지표인 Visual Analog Scale(이하 VAS)⁹⁾을 이용하여 경과를 관찰하였다. 좌측 슬관절의 운동범위는 2016년 12월 06일 Active/Passive (30°/60°)에서 2016년 12월 07일에 60°/90°, 2016년 12월 13일에 80°/130°, 2017년 01월 13일에 120°/140°로 호전되었다(Fig. 3). 좌측 슬관절의 굴곡시 통증은 2016년 12월 06일 VAS 10에서 2016년 12월 07일 VAS 7, 2016년 12월 13일 VAS 5, 2017년 01월 13일 VAS 2로 호전되었다(Fig. 4).

고찰»»»»»

상기의 관찰결과 PTKS로 진단된 환자에 대한 4주간의

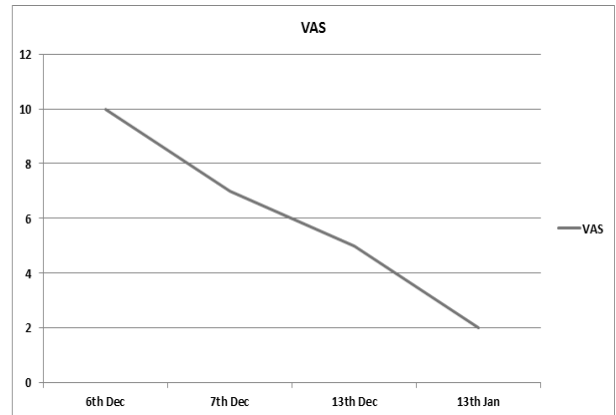


Fig. 4. Change of VAS.

한의진료 후 강직이 발생한 슬관절의 운동범위 및 해당 부위의 통증 강도에 유의미한 개선이 있었다. 이를 통하여 본 증례에서는 수술적 접근 등과 같은 높은 침습도를 가진 술기를 적용하지 않고 한의의료기관에서의 보존적 치료인 복합적 한의치료만으로 슬관절 강직에 대한 호전을 이끌어내는 성과를 확인하였다. 또한, 본 증례는 슬관절 강직에 대하여 기존의 재활 운동치료를 받았음에도 불구하고 호전이 없어 한의의료기관에 내원한 환자라는 점에서 보다 더 의의를 부여할 수 있다.

본 증례의 환자는 자전거 낙상에 의한 무릎 타박상이라는 뚜렷한 외상력이 있었다. 그러나 이는 슬관절 전치환술 또는 하지부 골절 등의 중증 외상과 관련된 병력이 주로 언급되는 PTKS 관련 선행보고들을 살펴볼 때, 비교적 경증 외상으로 볼 수 있어 향후 발생한 슬관절의 ROM 감소와 직접적 상관관계를 상정하기에는 어려움이 있었다. 다만, 환자는 이를 위한 초기 진단 시에 3주간의 splint 착용이 있을 후 슬관절 강직이 발병하였는데, 이와 관련하여 선행연구에서는 PTKS의 원인요소들로서 기존의 외상정도와 함께 부적절하거나 너무 긴 기간의 환부의 고정 등을 언급한 바 있다²⁾. 또한, 슬관절 강직의 병태생리로서 관절 주변의 혈류가 제한되면 이에 따라 주변 조직의 섬유화가 진행되고, 이와 더불어 주변 근육 및 인대의 단축이 나타난다는 점에 대해서 보고가 이루어진 바 있다¹⁰⁻¹²⁾. 이를 감안한다면 splint의 착용은 슬관절의 가동성을 떨어뜨려 PTKS의 발병에 기여한 것으로 볼만한 여지가 충분하다. 저자들은 환자의 외상력 및 splint 착용의 병력에 의하여 발생한 PTKS의 가능성을 염두에 두고 배제진단의 과정을 거쳐 진단명을 확정하고자 슬관절 부

위에 대한 영상진단을 확인 및 검토하였다.

환자가 외상 직후 촬영하였던 X-ray 기록에서는 골절 등 외상 소견이 보이지 않았을 뿐 아니라, 기타 슬관절의 강직과 관련지을 수 있는 특이적 소견도 발견되지 않아 대퇴부 원위부 골절이나 이소성 골화증, 기타 골성 변형의 진단을 배제할 수 있었다. 또한, 본원 내원 후 시행한 Knee MRI 검사에서도 미세한 국소부종 및 타박 이외의 소견은 보이지 않아 외상력 외의 다른 슬관절의 구조적 손상소견이 없음을 확인하여 연부조직의 염증질환이나 반월판 및 인대의 손상 등도 배제할 수 있었다. 또한, 종종 PTKS와 오인되는 CRPS와의 감별을 목적으로 해당 부위의 체온 변화, 염증성 무릎, 진동제로 호전되지 않는 통증, 강직의 지속 혹은 심해지는 특성¹³⁾ 등 증상의 존재 여부를 확인하였다. 이상의 과정을 통하여 저자들은 본 증례의 환자가 PTKS 이외의 진단일 가능성이 매우 낮을 것으로 판단하고 이에 따른 치료 전략을 설정하여 경과를 관찰하였다.

Liu 등은 문헌검토를 통하여 PTKS의 치료 전략 설정에 대하여 경과가 3개월 이하인 경우 보존적 재활치료가 좋은 효과를 보일 수 있다고 설명하였다¹¹⁾. 본 증례의 경우 환자의 외상 발생시점으로부터 본원 내원 시까지 3개월을 경과하지 않았으며, 심각한 보행불안 또한 동반하지 않고 한의진료를 중심으로 한 비침습적 처치를 적극 원하여 내원한 상황이었다. 따라서 선행연구 및 임상적 소견에 따라 저자들은 보존적 한의치료를 중심으로 환자의 재활을 진행하는 것으로 목표를 설정하였다. 먼저, 본 증례의 저자들은 환자의 연령이 낮아, 통증에 대한 감수성이 성인과 다를 수 있을 뿐 아니라 운동치료를 중심으로 하는 자가 관리에 대한 적극성이 떨어진다는 점을 고려하여 일차적으로는 환자에 대한 치료적 목표의 운동을 적극 지도하였다. 이와 병행하여 슬관절 주변 근육군의 이완을 목표로 침치료, 침전기자극술 치료, 진동자극을 이용한 근막이완술을 병행한 추나수기치료 및 한의물리요법을 복합적으로 적용하였다.

PTKS에 대한 표준적 한의처치의 근거는 아직까지는 마련된 것이 없다고 볼 수 있다. 그러나 슬관절 가동범위 저하 및 해당 부위의 통증과 관련된 근거는 비교적 다수 마련되어 있는 상황이므로 저자들은 이에 적극 기반을 두어 본 환자의 치료에 임하였다. 침치료와 관련해서는 무릎 통증의 평가 척도인 WOMAC 통증 점수의 감소를 나

타내었다는 무작위 대조 임상연구 결과가 존재한다¹⁴⁾. 그리고 강직을 주증으로 하는 섬유근육통 환자군에 적용한 침치료를 대한 체계적 고찰 연구에서 침치료가 표준 치료에 비해 통증 및 강직 개선에 유의미한 근거 수준을 보였다¹⁵⁾. 또한 쥐를 대상으로 한 실험적 모델에서 본 연구에서도 사용된 스톨리(ST36)의 전침 자극이 통증 제어물질을 조절하는 통로인 무스카린성 콜린성 수용체 및 5-HT₁, 5-HT₃ 수용체에 작용하여 슬관절 통증에 대해 유의하게 큰 진통 효과를 나타내었다는 연구 결과가 있다¹⁶⁾. 이와 더불어 침전기자극술을 적용한 무작위 대조 임상연구에서 전침 자극이 슬관절의 통증 완화, 강직 및 운동 장애에 효과적인 것으로 보고되었다¹⁷⁾. 저자들은 WOMAC의 주요 지표에 강직 정도와 기능 제한이 포함되어 있음을 감안할 때 슬관절 강직이라는 증상 자체에 침 및 침전기자극술 치료가 유의미한 효과를 나타낼 것으로 추정하여 적극적으로 환자에 적용하였다.

본 증례에서의 추나요법은 환자와의 대면 상태에서 직접적인 환부 접촉과 함께 즉각적인 경과 파악이 가능하므로 관절 강직에 환자의 적극적인 치료 참여를 유도하는 부가적인 효과까지를 기대하여 실시하였다. 시술한 추나술기는 경근 이완/강화 기법으로 대퇴근근의 단축을 해소 및 조정할 수 있도록 근에너지기법과 병합하여 시행하였다¹⁸⁾. 특히, 근에너지기법을 이용해 햄스트링 근육 유연성의 개선을 확인한 선행연구¹⁹⁾는 본 증례에서 추나 치료가 점탄성을 향상시키고 근육 및 결합조직의 강직을 감소시켜 슬관절 가동성 확보에 도움을 주었음을 시사한다. 이와 동시에 슬관절 주변의 긴장을 완화하기 위해 진동자극기를 병행하도록 하였다. 진동자극의 치료기전은 근방추로부터 흥분성을 유입하여 진동자극의 조절로 인해 골지건기관의 억제요소인 운동신경을 향상시킨다. 진동으로 야기된 근방추 수용기의 활성화는 직접적으로 진동 자극을 받은 부위의 근육뿐만 아니라 주변의 근육에도 긍정적인 영향을 미치며, 근력 및 기능적 수행 능력을 향상시킨다는 보고가 있다²⁰⁾. 또한, 환자에 대한 자가 운동 관리를 적극 지도한 본 증례와 관련하여 운동치료를 병행하였을 때 관절의 통증 및 강직을 줄이고 근력을 향상시킨다는 연구²¹⁾ 및 하루 20분 이상의 주기적인 스트레칭이 구축의 위험성을 줄인다는 보고²²⁾가 있다. 이같은 선행연구의 결론들을 고려하여 볼 때, 환자에 대한 적극적 운동의 지도와 관리의 증상 회복에 긍정적인 영향을 미치는 요소로

작용하였을 것으로 볼 수 있다.

본 증례에서는 증상의 호전과 관련된 경과의 정도를 판단할 목적으로 기존의 수술적 치료 및 마취하 관절수술(manipulation under anesthesia, 이하 MUA)의 예후와 관련된 선행연구를 통하여 간접적인 비교를 진행하였다. 사두근성형술을 비롯한 수술적 접근의 최소한의 예후 판정은 1년 이후에 이루어졌고²³⁾, MUA의 경우도 1년 이상의 기간을 두고 예후를 관찰하였다²⁴⁾. 본 증례의 외상력이 기존의 다수 선행연구들과 비교할 때 상대적인 경증임을 고려하더라도 한의진료를 시작하기 전까지의 자가 운동치료의 순응도가 낮았고, 증상의 강도에 상당기간 변화가 없었으므로 환자의 회복을 자연적 경과에 의한 회복으로 보기는 어렵다. 실제 경과관찰에 있어서도 과도한 관절각도 확보를 피하기 위한 후반부 치료를 제외하고 치료 초기인 2016년 12월 06일부터 2016년 12월 13일까지 빠른 호전 속도를 보인 특징이 나타났다. 상기의 내용을 모두 고려해볼 때, 본 증례의 복합적 한의치료는 PTKS에 따르는 슬관절의 운동범위 및 동반되는 통증의 개선에 유의미한 영향을 미친 것으로 볼 수 있다.

이상의 결과에도 불구하고, 본 증례보고는 여러 가지 한계점을 가지고 있다. 먼저, 비록 유의미한 중재의 효과를 확인하였다고 하더라도, 본 보고는 본질적으로 단일 사례에 불과하다. 따라서 한의처치가 PTKS에 유의미할 수 있다는 가설을 생성하는 정도 이상의 확대해석은 불가하다. 또한 진료현장에서의 현실적인 문제로 인하여 한의 처치를 단일하게 유지하지 못하고 복합적으로 적용하였다는 점도 본 증례의 한계점으로 들 수 있다. PTKS에 보다 유의미한 상관관계를 갖는 중재가 침인지 또는 추나인지 여부에 대해서는 중재를 통제할 보다 새로운 관찰연구를 통하여 가설의 범위를 줄여나갈 수밖에 없다. 마지막으로 가장 중요한 한계점은 역시 확정적 진단과 관련된 것이라고 볼 수 있다. 수술 후 발생하는 슬관절의 강직이라는 점 이외에 PTKS의 확정적 진단기준이 제시되지 않고 있기 때문에, 본 증례에서는 상세한 영상검사 및 감별 진단의 과정을 통하여 여타의 진단 가능성을 최대한 배제하였다. 그럼에도 불구하고 본 증례를 PTKS의 확진으로 보기에는 여전히 의심스러운 부분이 있다. 선행연구에서는 PTKS의 진단 범주를 엄격하게 수술 등 구조적 손상을 유발하는 외상 후의 소견에 국한시킬 것인지, 본 사례와 같이 비교적 경증 외상 이후에 발생한 슬관절 강직이라

하더라도 다양한 임상적 상황이 복합된 것도 진단이 가능한지 여부에 대한 기술이 혼재되어 나타난다. 따라서 본 증례와 유사한 소견을 지속적으로 관찰하여 경증 외상 이후에 발생하는 PTKS의 유병율을 주제로 하는 별도의 연구를 진행할 필요가 있을 것으로 생각된다.

결론적으로, 본 증례는 국내에 보고가 드문 PTKS 환자에 대하여 침습적 시술이 동반되지 않은 복합적 한의치료를 바탕으로 유의미한 호전의 가능성을 확인하였다는 점에서 의의를 갖는다. 그러나 본 보고는 단일한 사례의 기술에 불과하므로, PTKS와 한의치료의 상관관계에 대하여 유의미한 가설을 제공하는 것 이상의 의미를 부여하기는 어렵다. 향후, PTKS 모델에 대한 실험연구 및 보다 확대된 설계의 임상연구를 통하여 PTKS에 대한 한의치료의 유효성을 확인할 후속연구가 지속적으로 진행될 필요가 있을 것이다.

References»»»»

1. Liu SH, Liu KM, Wang AQ, et al. Management Strategies for Post-traumatic Knee Stiffness. *Biomedica*. 2016;32(2): 115-21.
2. Liu KM, Tang T, Wang AQ. The Early Clinical Studies on Post-traumatic Treatment of Knee Dysfunction. *Ortho J China*. 2007;15:94-7.
3. Bhavne A, Mont M, Tennis S, et al. Functional Problems and Treatment Solutions after Total Hip and Knee Joint Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87 Suppl 2: 9-21.
4. Liu KM, Liu S, Cui Z, et al. A less Invasive Procedure for Posttraumatic Knee Stiffness. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131(6):797-802.
5. Chen B, Zhan H, Marszalek J, et al. Traditional Chinese Medications for Knee Osteoarthritis Pain: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Chin Med*. 2016; 44(4):677-703.
6. Corbett MS, Rice SJ, Madurasinghe V, et al. Acupuncture and other Physical Treatments for the Relief of Pain due to Osteoarthritis of the Knee: Network Meta-Analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013;21(9):1290-8.
7. Wan C, Wan JH, Zhu XH, et al. The Clinical Research of Warming Needle Moxibustion on "Yanglingquan (GB34)" and Isokinetic Training on Stiff Knee. *Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacology*. 2016;22(5):56-9.
8. Oberbek J, Synder M. Assessment of Selected Factors

- Influencing the Development of Stiffness after Total Knee Arthroplasty. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2016;18(5):477-84.
9. Boonstra AM, Schiphorst Preuper HR, Reneman MF, et al. Reliability and Validity of the Visual Analogue Scale for Disability in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain. *Int J Rehabil Res.* 2008;31(2):165-9.
 10. Remst DF, Blaney Davidson EN, van der Kraan PM. Unravelling Osteoarthritis-related Synovial Fibrosis: A Step Closer to Solving Joint Stiffness. *Rheumatology.* 2015;54(11):1954-63.
 11. Williams FM, Kalson NS, Fabiane SM, et al. Joint Stiffness Is Heritable and Associated with Fibrotic Conditions and Joint Replacement. *PLoS One.* 2015;10(7):e0133629.
 12. De Groote F, Allen JL, Ting LH. Contribution of Muscle Short-range Stiffness to Initial Changes in Joint Kinetics and Kinematics during Perturbations to Standing Balance: A Simulation Study. *J Biomech.* 2017;S0021-9290(17):30104-5.
 13. Mugge W, Munts AG, Schouten AC, et al. Modeling Movement Disorders—CRPS-related Dystonia Explained by Abnormal Proprioceptive Reflexes. *J Biomech.* 2012;45(1):90-8.
 14. Jubb RW, Tukmachi ES, Jones PW, et al. A Blinded Randomised Trial of Acupuncture (Manual and Electroacupuncture) Compared with a Non-penetrating Sham for the Symptoms of Osteoarthritis of the Knee. *Acupunct Med.* 2008;26(2):69-78.
 15. Deare JC, Zheng Z, Xue CC, et al. Acupuncture for Treating Fibromyalgia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(5):CD007070.
 16. Seo BK, Sung WS, Park YC, et al. The Electroacupuncture-induced Analgesic Effect Mediated by 5-HT₁, 5-HT₃ Receptor and Muscarinic Cholinergic Receptors in Rat Model of Collagenase-induced Osteoarthritis. *BMC Complement Altern Med.* 2016;16:212.
 17. Gang J, Mi Y, Wang H. Clinical Efficacy Comparison between Electroacupuncture and Meloxicam in the Treatment of Knee Osteoarthritis at the Early and Middle Stage: A Randomized Controlled Trial. *Zhongguo Zhen Jiu.* 2016;36(5):467-70.
 18. Smith M, Fryer G. A Comparison of Two Muscle Energy Techniques for Increasing Flexibility of the Hamstring Muscle Group. *J Bodyw Mov Ther.* 2008;12(4):312-7.
 19. Shadmehr A, Hadian MR, Naiemi SS, et al. Hamstring Flexibility in Young Women Following Passive Stretch and Muscle Energy Technique. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2009;22(3):143-8.
 20. Costantino C, Galuppo L, Romiti D. Short-term Effect of Local Muscle Vibration Treatment versus Sham Therapy on Upper Limb in Chronic Post-stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2017;53(1):32-40.
 21. Alkatan M, Baker JR, Machin DR, et al. Improved Function and Reduced Pain after Swimming and Cycling Training in Patients with Osteoarthritis. *J Rheumatology.* 2016;43(3):666-72.
 22. Harvey LA, Herbert RD. Muscle Stretching for Treatment and Prevention of Contracture in People with Spinal Cord Injury. *Spinal Cord.* 2002;40(1):1-9.
 23. Pujol N, Boisrenoult P, Beaufils P. Post-traumatic Knee Stiffness: Surgical Techniques. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015;101(1 Suppl):S179-86.
 24. Desai AS, Karmegam A, Dramis A, et al. Manipulation for Stiffness Following Total Knee Arthroplasty: When and How often to Do it?. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24(7):1291-5.