



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2016년 8월

석사학위논문

축구 선수에서 자기공명영상을 통한 슬괵근 손상에 대한 평가

조선대학교 대학원

의 학 과

정 연 주

축구 선수에서 자기공명영상을 통한 슬광근 손상에 대한 평가

Magnetic Resonance Imaging (MRI) Analysis
of Hamstring Injury in Elite Soccer Players

2016년 8월 25일

조선대학교 대학원

의학과

정연주

축구 선수에서 자기공명영상을 통한 슬괵근 손상에 대한 평가

지도교수 이 준 영

이 논문을 의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2016년 4월

조선대학교 대학원

의학과

정연주

정연주의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 이 상 홍 (인)

위 원 조선대학교 교수 손 홍 문 (인)

위 원 조선대학교 교수 이 준 영 (인)

2016년 5월

조 선 대 학 교 대 학 원

목 차

ABSTRACT	-----	v
I . 서론	-----	1
II . 대상 및 방법	-----	2
III . 결과	-----	4
IV . 고찰	-----	5
V . 결론	-----	8
참고문헌	-----	9

표 목 차

Table 1. Result of correlation between the playing position and extent of injury. -----	13
---	----

Table 2. Result of correlation between injured muscle and extent of injury. -----	14
---	----

Table 3. Result of correlation between the injury site and extent of injury. -----	15
--	----

Table 4. Result of correlation between injury mechanism and extent of injury. -----	16
---	----

Table 5. Correlation between reinjury and extent of injury. -----	17
--	----

도 목 차

Figure 1. Figure A is description that proximal tendon portion of biceps femoris (long arrow), proximal tendon portion of semimembranous and semitendinous (short arrow). Figure B is description that proximal musculotendinous junction of semitendinous. (arrow). Figure C is decription that muscular portion of hamstring muscle (arrow). Figure D is decription that distal musculotendinous junction of semimembranous (long arrow) and distal tendon portion of semitendinous (short arrow). ----- 18

Figure 2. 23 year old defender in classic K league. The pain started after changing direction. On the axial view of T2-weighted MRI image, increased signal intensity was observed in the muscle portion of semitendinous and biceps femoris muscle. Extent of the injury was measured in the axial plane by calculating the percentage of the largest injured area (dotted line) from the whole muscle area(full line). The extent of the injury was 60.58%. ----- 19

Figure 3. Graph showing correlation between the position of the player
and extent of injury. ----- 20

Figure 4. Graph showing correlation between the injured muscle and
extent of injury. ----- 21

ABSTRACT

Magnetic Resonance Imaging (MRI) Analysis of Hamstring Injury in Elite Soccer Players

Jeong Yeon-joo

Advisor : Prof. Lee Jun Young

Department of Medicine,

Graduate School of Chosun University

Purpose: The most frequent form of trauma incurred in soccer games is muscle injury, with the hamstring being the most frequently injured muscle. However, no recent specific research has been conducted on hamstring injuries in domestic soccer players. This study aimed to evaluate the site and extent of injury, injury mechanism, player position, and the reinjury incidence in the hamstring by using magnetic resonance imaging.

Materials and Methods: A retrospective study was performed with 18 soccer players with hamstring injuries diagnosed by using magnetic resonance imaging between January 2011 and June 2015. The players participated in the classic K-league, challenger's league, middle school, high school, and university soccer teams. The injury sites included the biceps femoris, semitendinous, and complex muscles (combination of the biceps femoris and semitendinous). The extent of the injury

was measured on the axial plane by calculating the percentage of the largest injured area from the whole muscle area. The correlations of the extent of injury and injury mechanism, player position, and reinjury incidence were analyzed by using the SPSS v21.0 (IBM, Armonk, NY, USA). Statistical significance was defined if the p value was <0.05 .

Results: The number of injuries at each site was 6. Of the players injured, 3 were offenders, 9 were midfielders, 6 were defenders. The injury occurred during changing directions in 13 players and during sprinting in 5. The injury sites were the tendinous, musculotendinous, and muscular portions in 4, 5, and 9 players, respectively. The mean extents of the hamstring injuries were 77.61%, 59.59%, and 35.41% in the offenders, midfielders, and defenders, respectively. The offenders had the largest injuries ($p = 0.011$). The mean extents of the hamstring injuries were 76.51%, 31.21%, and 55.88% for the biceps femoris, semitendinous, and complex muscles, respectively. The extent of injury was worst in the biceps femoris ($p = 0.005$). Changing directions caused the largest injury ($p = 0.012$). No statistically significant correlation was found between the extent of injury and reinjury incidence.

Conclusion: Hamstring injury was worst in the offenders, but the injured muscles were the same. The injuries occurred due to sudden directional change. Therefore, to prevent hamstring injury, offenders must be cautious when making a sudden directional change.

Key words: hamstring, MRI, soccer, muscle injury, injury degree

I. 서론

축구는 경기 중 신체적 접촉, 지구력 및 순간적인 파워 및 빠르고 간결한 움직임을 요구하고, 반복적인 강한 근 수축은 관절과 근육 손상을 일으킨다. 축구경기에서 가장 발생 빈도가 높은 손상은 근손상이고 그 중 슬괵근 손상이 가장 많이 발생한다.^{1,2)} 축구선수에서 슬괵근 손상이 발생하면 근손상의 진단과 예후는 임상증상이 무엇보다도 중요하지만 MRI와 초음파와 같은 영상의학적 검사가 중요 검사방법으로 널리 사용되고 있다.³⁻⁵⁾ 하지만 현재 국내 축구 선수들을 대상으로 슬괵근 손상에 대한 연구가 구체적으로 연구되지 않았으며 MRI를 바탕으로 정확한 손상 부위 및 정도가 평가되지 않고 있다. 따라서 본 연구는 국내 축구 선수들을 대상으로 슬괵근 손상에 대해 MRI를 기반으로 손상 정도 및 부위를 평가하고, 손상 기전 및 선수 포지션, 재손상 여부에 대해 연구하고자 한다.

II. 대상 및 방법

2011년 1월부터 2015년 6월까지 G시의 클래식 K 리그, 챌린저스리그, 중·고등학부 및 대학부 축구 선수 중 훈련 또는 경기 중 대퇴부 통증을 주소로 조선대학병원 정형외과를 내원하여 MRI를 통한 슬괵근 손상이 진단된 18명을 대상으로 진행하였다. 모두 남성으로 연령은 평균 만 21.5세 (만 14세 ~ 만 26세)이며 클래식 K 리그 선수 8명, 챌린저스리그 3명, 대학부 리그 5명, 중고등학부 리그 2명, 총 18명을 대상으로 차트를 바탕으로 후향적 연구를 진행하였다.

MRI는 Siemens 사의 Avanto MRI 1.5 T를 이용하여 앙와위 자세에서 조영제 무양측 대퇴부 MRI를 body matrix coil을 이용하여 촬영하였으며, T1, T2, 양자강조영상을 축상면과 관상면으로 획득하였다. 관상면은 3mm 간격과 축상면은 4mm 간격으로 이미지를 획득하였으며, 슬괵근 손상은 T2 강조영상과 양자강조영상에서 고강도로 관찰되었으며 둘 중 선명한 이미지를 통해 손상 정도를 측정하였고 모든 영상은 영상의학과 전문의 판독을 기반으로 진행하였다.

손상 근육은 대퇴이두근, 반건양근, 반막양근, 복합손상(대퇴이두근과 반건양근 동시 손상)으로 구분하였으며 손상 부위는 건부분, 근건접합부, 근부분으로 나누고, 건부분과 근부분은 근위부와 원위부로 다시 분류하여 총 5가지의 위치로 구분하였다. 건부분은 T1 강조영상에서 저신호강도로 선명한 검은색으로만 나타나는 부분이며, 근건 접합부는 건부위의 검은 저신호강도와 함께 주위의 근실질과 같은 등신호 강도가 혼재된 부분으로 하며, 근부분은 근실질의 등신호 강도로만 나타나는 부분으로 나누었다.(Fig. 1)

손상 정도는 MRI에서 수평절단면 상 가장 큰 손상 부위 단면에서 근육전체

넓이에서 손상 범위를 나눈 값의 %로 구하였다(Fig. 2). 가령, 대퇴이두근 손상의 경우, MRI상 가장 넓은 범위의 신호 증가를 가지는 수평절단면에서 대퇴이두근 전체 면적에서 고강도 신호를 보이는 손상 부위의 넓이를 나눈 값으로 측정하였다.

손상 기전은 전력질주와 방향전환으로 나누었으며, 포지션은 공격수, 미드필더, 수비수 3군으로 나누었다. 재손상 여부에 대해서는 유/무로 구분하였다.

이와 같은 자료를 바탕으로 손상 정도를 손상 기전, 손상 부위, 포지션, 재손상 여부와의 연관관계를 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences v21.0, IBM, Armonk, NY, USA)를 통해 T검정, 일원배치 분산분석으로 통계 분석하였다.

III. 결 과

손상 근육은 대퇴이두근, 반건양근, 대퇴이두근과 반건양근 복합손상 각 3군에서 6명씩 동일하게 나타났으며 반막양근의 손상은 없었다. 포지션은 공격수3명, 미드필더 9명, 수비수6명으로 나타났다. 손상 기전은 방향전환 시 11명, 전력질주 시 7명이었고, 손상 부위는 근위 건부가 4명, 근위 근건접합부 5명, 근육내 9명으로 나타났다.

손상 정도는 공격수 손상 정도 평균은 77.61%, 미드필더 손상 정도 평균은 59.59%, 수비수 손상 정도 평균은 35.41%로 공격수가 손상 정도가 가장 높게 나타났으며 이는 일원배치 분산분석에 따라 유의확률 0.011로 유의한 값을 보였다(Table 1, Fig. 3). 대퇴 이두근 손상 정도의 평균은 76.51%, 반건양근의 평균은 31.21%, 복합손상은 55.88%를 나타났고 손상 정도는 대퇴 이두근 손상이 가장 심하고 이는 일원 배치 분산분석 상 0.005의 유의확률로 의미있는 차이를 보였다(Table 2, Fig.4). 손상 부위에 따른 손상 정도는 근위 건부가 51.19%, 근위 근건접합부 60.58%, 근육 내가 53.85%로 근건 접합부에서 가장 높게 나타났으나 일원배치 분산분석 상 유의확률 0.882로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3). 손상 기전에 따른 손상 정도는 방향전환에서 손상 정도가 66.20%로 나타났으며 전력 질주시에 31.21%로 나타났고 이는 T검정 상 유의확률 0.012의 유의한 차이를 보였다(Table 4). 재손상 여부는 공격수에서 3명, 수비수에서 3명으로 나타났고 손상 정도의 평균은 43.93%로 나타났고 재손상이 없는 군의 손상 정도 평균은 59.84%로 손상 정도에 따른 재손상 여부의 상관관계는 T검정결과 유의확률 0.344로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

IV. 고 찰

근손상은 축구선수의 흔한 부상 중 하나이며 그 중 슬괵근 손상이 가장 흔히 발생한다. 슬괵근은 좌골조면의 근위 외측의 완전히 분리되지 않은 인대부분에서 기원한다.⁶⁾ 임상적으로 슬괵근 중 가장 잘 손상되는 곳은 대퇴이두근이다.⁷⁾ Garrett et al.⁶⁾은 CT를 이용하여 7개의 대퇴이두근 손상, 한 개의 반막양근 손상, 그리고 두개의 반건양근 손상을 진단하였다. Speer et al.⁸⁾은 CT 또는 MRI를 이용하여 11개의 대퇴이두근 손상, 4개의 반막양근 손상, 두개의 반건양근 손상을 진단하였다. 본 연구에서는 대퇴이두근, 반건양근, 대퇴이두근과 반건양근 복합손상 각 3군에서 6명씩 동일하게 나타났으며 반막양근의 손상은 없었다. 이는 다른 연구들과는 다른 결과를 보이고 있으나 대부분의 연구에서 대퇴이두근 손상 다음으로 반막양근의 손상을 주로 꼽았다.^{6,8,9)} 이는 본 연구가 축구선수를 주로 다룬 연구로 다른 연구의 통계적 다양성의 차이로 볼 수 있다.

Garrett et al.⁶⁾은 슬괵근이 해부학적으로 보았을 때 근건접합부에 복잡한 관계를 설명하였으며, 근육 양끝은 근에서 건으로 넘어가는 좁은 범위를 가지고 있다기 보다는 건이 슬괵근의 근부분까지 확장된다 하였다. Garrett et al.¹⁰⁾은 동물을 모델로 근신전 손상에서 근 또는 건 보다 근건접합부에서 대부분의 손상이 발생함을 확인하였다.

슬괵근 손상이 고속의 스프린팅¹¹⁻¹⁴⁾, 다방향의 가속¹⁴⁾의하여 주로 생긴다는 사실은 잘 알려져 있다. 유각기 마지막 단계에서 신장성 과부화는 슬괵근 손상의 한 기전이다.^{12, 14-16)} Woods et al.¹¹⁾에 따르면 전력질주나 방향전환 시 대부분의 손상이 발생하였다. 피로도 또한 근 손상의 하나의 중요한 인자로 볼 수 있으며 이는 주로 전 후반전이 끝날 무렵 근 손상이 발생하는 것을 통해 알 수가

있다.^{1,17,18)} Greig 등¹⁹⁾은 남자 프로 축구선수들을 대상으로 한 실험실 연구에서 슬괵근의 신장성 힘이 시간이 갈수록 줄어드는 것을 확인할 수 있었고 특히, 중간 휴식 시간에 많이 감소하는 것을 볼 수 있었다. Pinniger 등²⁰⁾은 피로도가 또한 신경근적 활동에 변화를 일으킬 수도 있다고 하였다. 본 연구에서도 활동이 가장 많은 공격수에서 손상이 가장 많이 발생하였고, 방향전환 시에 손상이 가장 많이 발생하였다.

재발성 슬괵근 손상은 흔히 발생하며 이전의 슬괵근 손상은 새로운 근 손상의 중요한 위험요소이다.^{11,21-25)} 이전 연구에 따르면 축구에서 슬괵근 손상의 재발율은 12 ~ 25% 에 이른다.^{11,26)} 또한 슬괵근 재손상이 있을 시 처음 손상보다 공백기가 길어진다.^{1,21,26)} 주기적인 영상의학적 검사로 진단 및 복귀시기를 정하는 것이 슬괵근 재손상률을 줄일 수 있다.¹⁾ 본 연구에서는 손상 정도에 따른 재발성 슬괵근 손상에 대하여 확인하였었고 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

유럽 프로축구 선수의 슬괵근 손상 진단은 MRI 또는 초음파, 이 둘을 복합해서 이루어진다. 물론 임상적 진단이 선행되어야 하겠지만 프로 축구선수에서 복합적 이미지 진단 법을 이용하면 정확한 진단이 이루어지고 이를 통해 정확한 복귀시기를 예측할 수 있다. 최근 MRI는 높은 해상도를 통해 영상적 진단을 이루는 장점이 있어 슬괵근 손상의 진단에 선호되고 있다.^{4,27-30)} 대퇴 후방부 통증이 모두 슬괵근 손상을 의미하는 것이 아니기에 정확한 이미지를 통한 진단이 갈수록 중요해지고 있다.^{11,31)}

MRI에서 근 내 혈종은 손상 시기에 따라 다양한 양상을 나타내게 된다. 이 때문에 근 내에서만 파열이 있을 경우 부종과 혈종을 정확히 비교하기는 어렵다. 이에 정확한 진단을 위해서는 부종과 혈종을 구분하는 것이 필요하다. 혈종과 같은 혈액 부산물은 6-8주에 거쳐 재흡수 되며 액체-액체 층을 형성한다. 혈종은 부종과는 다르게 크기 효과로 좌골신경과 같은 신경을 압박하기도 하고 이로

인하여 신경근병증을 유발할 수 있다.^{32,33)}

MRI에서 근 손상은 부종에 의한 T2 강조영상에서 고강도 신호를 보인다. 부종의 고강도 신호는 정상 근의 신호 강도와 비교되며 초음파보다 손상부 구분에 유리하다. 또한 부분 근 손상 시에도 진단에 유리하다.^{8,32)}

Connel 등³⁾은 MRI와 초음파가 대부분의 초기 급성 슬괵근 손상시 손상이 있는지 판단하는데 있어서는 비슷하게 유용하다고 하였다. 하지만 MRI에서는 적은 양의 부종을 감지할 수 있어 초음파보다는 손상의 범위가 중, 횡 단면에서 더 크게 나타났다. 비정상 신호들은 초음파에서 MRI보다 일찍 사라지는 모습을 보였다. 또한 수상 후 2~6주 경과한 경우 초음파에서 비정상 신호를 진단하기 더 어려웠다. 이에 급성기 초기에는 초음파 역시 MRI처럼 유용할 수 있으나 회복기에는 유용성이 떨어지며 정확한 진단을 위해서는 두 방법을 동시에 사용하는 것이 좋다.

MRI에서 근 파열의 고신호 강도 특징은 근건점합부의 근 섬유 사이에서 깃털 양상 (feathered appearance)을 보이며, 이는 대부분 작은 손상을 의미하며 빠른 회복을 기대할 수 있다.^{34,35)} 초음파에서 이와 같은 손상을 진단하기는 어렵다.³²⁾ 근손상이 증가하면서 혈액과 부종이 근육다발을 따라 두르게 되며 근육을 덮고 있는 근막의 구획 안에서만 머물게 된다.³²⁾ 이는 근육 손상에서 보이게 되는 특징으로 근육염이나 근종양과 구분될 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 차트 기반의 후향적으로 진행된 연구로 수상 기전에 대한 세밀한 분류가 어려워 가속기와 감속기 손상에 대한 분석이 이루어 지지 못하였으며, 수상 후 MRI 촬영까지 시간, 선수 생활로의 복귀 시점, 치료 과정에 대해 좀더 세밀하게 다수의 실험군으로 구성된 전향적인 연구가 향후 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

MRI를 통한 슬괵근 손상 정도의 평균은 54.54%로 선수 포지션에 따라 공격수에서 슬괵근 손상 정도가 심하게 발생하고, 손상 근육은 대퇴이두근이 심하게 나타났으며 손상 부위는 근위 근건접합부에서 가장 심하게 발생하였다. 손상 기전은 갑작스런 방향 전환에서 손상 정도가 심하게 발생하고, 손상 정도에 따른 재손상 발생과의 상관관계는 없는 것으로 나타났다. 따라서 축구선수의 갑작스런 방향전환에서 발생한 후대퇴 통증 시 슬괵근 손상 가능성을 염두하고 신체검진과 더불어 MRI를 이용하여 손상 부위 및 손상 정도에 대한 세밀한 평가가 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39:1226-32.
2. Schache AG, Koulouris G, Kofoed W, Morris HG, Pandy MG. Rupture of the conjoint tendon at the proximal musculotendinous junction of the biceps femoris long head: a case report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:797-802.
3. Connell DA, Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, et al. Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *Am J Roentgenol.* 2004;183:975-84.
4. Koulouris G, Connell DA, Brukner P, Schneider-Kolsky M. Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. *Am J Sports Med.* 2007;35:1500-6.
5. Slavotinek JP, Verrall GM, Fon GT. Hamstring injury in athletes: using MR imaging measurements to compare extent of muscle injury with amount of time lost from competition. *Am J Roentgenol.* 2002;179:1621-8.
6. Garrett WE, Jr., Rich FR, Nikolaou PK, Vogler JB, 3rd. Computed tomography of hamstring muscle strains. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21:506-14.
7. Kujala UM, Orava S, Jarvinen M. Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Sports Med.* 1997;23:397-404.
8. Speer KP, Lohnes J, Garrett WE, Jr. Radiographic imaging of muscle strain injury. *Am J Sports Med.* 1993;21:89-95; discussion 6.
9. Pomeranz SJ, Heidt RS, Jr. MR imaging in the prognostication of hamstring injury.

Work in progress. Radiology. 1993;189:897-900.

10. Garrett WE, Jr., Safran MR, Seaber AV, Glisson RR, Ribbeck BM. Biomechanical comparison of stimulated and nonstimulated skeletal muscle pulled to failure.

Am J Sports Med. 1987;15:448-54.

11. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. Br J Sports Med. 2004;38:36-41.

12. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. Scand J Med Sci Sports. 2008;18:40-8.

13. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. Am J Sports Med. 2007;35:197-206.

14. Elliott MC, Zarins B, Powell JW, Kenyon CD. Hamstring muscle strains in professional football players: a 10-year review. Am J Sports Med. 2011;39:843-50.

15. Garrett WE, Jr. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. Med Sci Sports Exerc. 1990;22:436-43.

16. Jonhagen S, Nemeth G, Eriksson E. Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. Am J Sports Med. 1994;22:262-6.

17. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. Br J Sports Med. 2011;45:553-8.

18. Hawkins RD, Fuller CW. A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. Br J Sports Med. 1999;33:196-203.

19. Greig M, Siegler JC. Soccer-specific fatigue and eccentric hamstrings muscle strength. *J Athl Train*. 2009;44:180-4.
20. Pinniger GJ, Steele JR, Groeller H. Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function? *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:647-53.
21. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG, Fon GT, Spriggins AJ. Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med*. 2001;35:435-9; discussion 40.
22. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Risk factors for injuries in football. *Am J Sports Med*. 2004;32:5S-16S.
23. Gabbe BJ, Bennell KL, Finch CF, Wajswelner H, Orchard JW. Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16:7-13.
24. Garrett WE, Jr. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med*. 1996;24:S2-8.
25. Hagglund M, Walden M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med*. 2006;40:767-72.
26. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Holmich P. Acute hamstring injuries in Danish elite football: a 12-month prospective registration study among 374 players. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20:588-92.
27. Gibbs NJ, Cross TM, Cameron M, Houang MT. The accuracy of MRI in predicting recovery and recurrence of acute grade one hamstring muscle strains within the same season in Australian Rules football players. *J Sci Med Sport*. 2004;7:248-58.
28. Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Warren P, Connell DA. A comparison between

clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries.

Am J Sports Med. 2006;34:1008-15.

29. Slavotinek JP. Muscle injury: the role of imaging in prognostic assignment and monitoring of muscle repair. Semin Musculoskelet Radiol. 2010;14:194-200.

30. Megliola A, Eutropi F, Scorzelli A, et al. Ultrasound and magnetic resonance imaging in sports-related muscle injuries. Radiol Med. 2006;111:836-45.

31. Koulouris G, Connell D. Imaging of hamstring injuries: therapeutic implications. Eur Radiol. 2006;16:1478-87.

32. Brandser EA, el-Khoury GY, Kathol MH, Callaghan JJ, Tearse DS. Hamstring injuries: radiographic, conventional tomographic, CT, and MR imaging characteristics. Radiology. 1995;197:257-62.

33. Nikolaou PK, Macdonald BL, Glisson RR, Seaber AV, Garrett WE, Jr. Biomechanical and histological evaluation of muscle after controlled strain injury. Am J Sports Med. 1987;15:9-14.

34. De Smet AA. Magnetic resonance findings in skeletal muscle tears. Skeletal Radiol. 1993;22:479-84.

35. De Smet AA, Fisher DR, Heiner JP, Keene JS. Magnetic resonance imaging of muscle tears. Skeletal Radiol. 1990;19:283-6.

	Number	Injury	Standard deviation	P-value
Offenders	3	77.61%	0.00	0.011*
Midfielders	9	59.59%	3.95	
Defenders	6	35.41%	11.25	
Total	18	54.53%	5.40	

– 13 –

Table 2. Result of correlation between injured muscle and extent of injury.

	Number	Injury	Standard deviation	P-value
Biceps femoris	6	76.51%	1.19	0.005*
Semitendinous	6	31.21%	22.96	
Complex	6	55.88%	5.14	
Total	18	54.53%	22.94	

* : P-value < 0.05

Table 3. Result of correlation between the injury site and extent of injury.

	Number	Injury	Standard deviation	P-value
Tendon	3	51.19%	1.21	0.882
Musculotendinous	4	60.58%	23.95	
Muscular	11	53.85%	4.14	
Total	18	54.53%	22.94	

Table 4. Result of correlation between injury mechanism and extent of injury.

	Number	Injury	Standard deviation	P-value
Sprint	7	31.21%	22.96	0.012*
Turning	11	66.20%	11.34	

* : P-value < 0.05

Table 5. Correlation between reinjury and extent of injury.

	Number	Injury	Standard deviation	P-value
Re-injury	6	43.93%	43.93	0.344
Single Injury	12	59.84%	36.89	

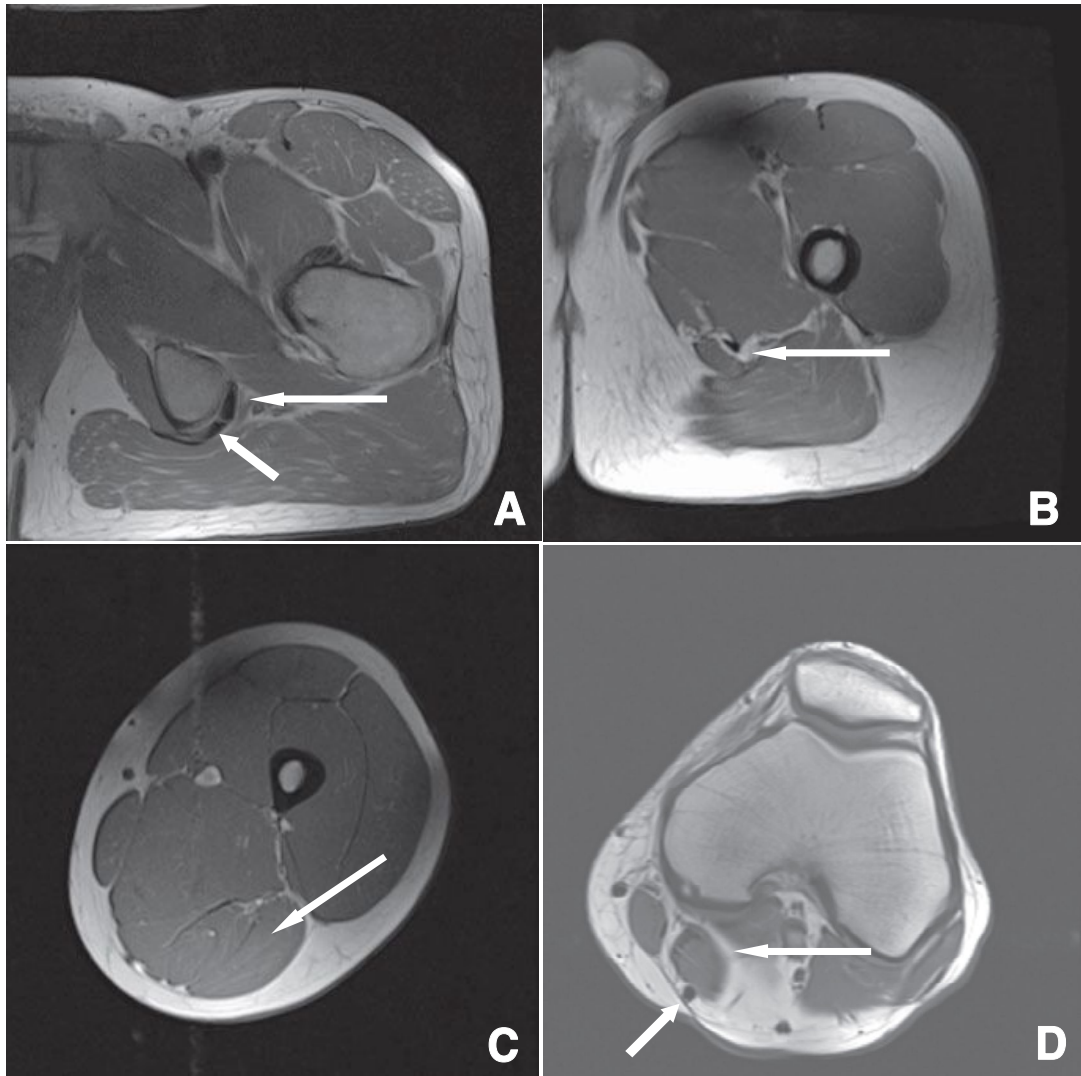


Figure 1. Figure A is description that proximal tendon portion of biceps femoris (long arrow), proximal tendon portion of semimembranosus and semitendinosus (short arrow). Figure B is description that proximal musculotendinous junction of semitendinosus. (arrow). Figure C is description that muscular portion of hamstring muscle (arrow). Figure D is description that distal musculotendinous junction of semimembranosus (long arrow) and distal tendon portion of semitendinosus (short arrow).

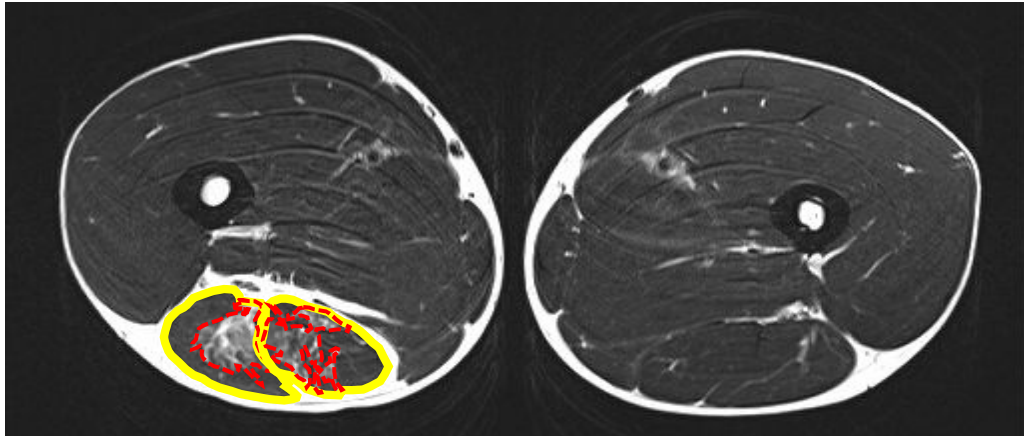


Figure 2. 23 year old defender in classic K league. The pain started after changing direction. On the axial view of T2-weighted MRI image, increased signal intensity was observed in the muscle portion of semitendinous and biceps femoris muscle. Extent of the injury was measured in the axial plane by calculating the percentage of the largest injured area (dotted line) from the whole muscle area(full line). The extent of the injury was 60.58%.

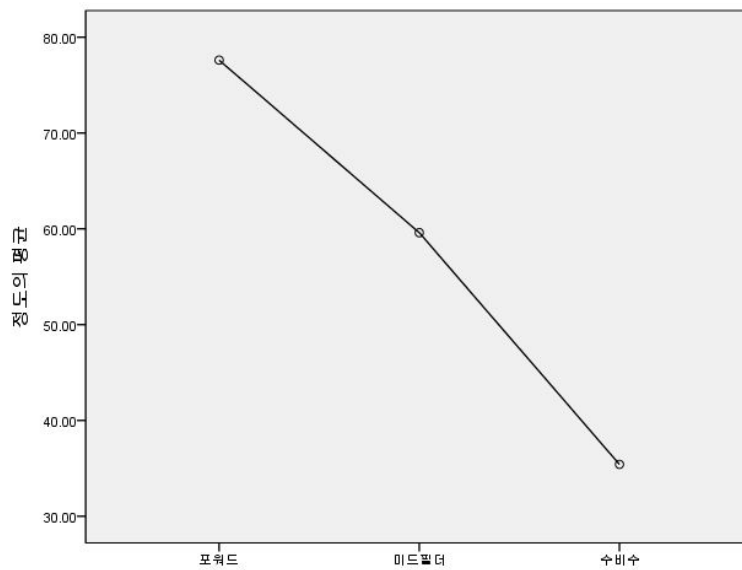


Figure 3. Graph showing correlation between the position of the player and extent of injury.

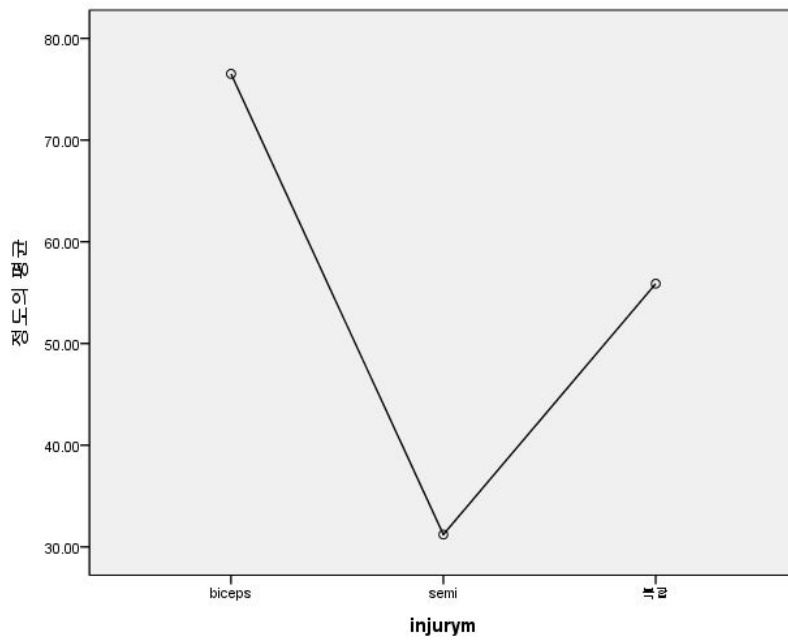


Figure 4. Graph showing correlation between the injured muscle and extent of injury.