

Original Article

Isokinetic Quadriceps and Hamstring Muscle Strength Values in K League 1 Professional Soccer Players

Mun-ku Song^{1, 2*}

¹ College of Sport Science, Sungkyunkwan University

² Samsung Training Center

Article Info

Received 2021.10.22.

Revised 2021.12.15.

Accepted 2021.12.16.

Correspondence*

Mun-ku Song

somogo@skku.edu

Key Words

K League 1,

Professional soccer players,

Isokinetic muscle strength,

Knee strength,

Quadriceps and hamstring

PURPOSE This study aimed to present isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength values in K league 1 (K1) professional soccer players and compare these results to those of published studies. **METHODS** A total of 31 K1 soccer players (age 24.5 ± 4.2) without a history of lower limb injury were included in this study. Isokinetic knee strength tests were implemented at a velocity of $60^\circ \cdot s^{-1}$ and $180^\circ \cdot s^{-1}$ for both dominant (D) and non-dominant (ND) legs using a dynamometer. Strength variables included peak torque (PT), body mass normalized PT (NPT), bilateral strength difference (BD), and hamstring to quadriceps strength (H/Q) ratio. **RESULTS** At $60^\circ \cdot s^{-1}$ velocity, the NPTs of the quadriceps were $3.39N \cdot m \cdot kg^{-1}$ and $3.33N \cdot m \cdot kg^{-1}$ for D and ND legs, respectively, and those of the hamstrings were $2.00N \cdot m \cdot kg^{-1}$ and $1.89N \cdot m \cdot kg^{-1}$ for D and ND legs, respectively. At $180^\circ \cdot s^{-1}$ velocity, the NPTs of the quadriceps were $2.31N \cdot m \cdot kg^{-1}$, $2.27N \cdot m \cdot kg^{-1}$ for D and ND legs, respectively, and those of the hamstrings were $1.42N \cdot m \cdot kg^{-1}$, $1.39N \cdot m \cdot kg^{-1}$ for D and ND legs, respectively. At all velocities, the BDs of quadriceps and hamstring muscles ranged from 6.6–7.8%, and H/Qs ranged from 57–62%. Compared to previous studies that did not consider the history of injury, this study showed lower levels of BD (less than 10%) and higher levels of NPT. **CONCLUSIONS** The presented isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength values can be used as reference values for the isokinetic knee strength of K1 professional soccer players.

서론

프로축구 경기는 터치라인과 골라인의 길이 약 $105m \times 68m$ 의 비교적 넓은 그라운드 안에서 전후반 각각 45분씩, 총 90분간 진행된다. 선수가 한 경기에 풀타임 출전한다고 가정했을 때 총 이동 거리는 약 9~12km 정도이며, 그중 8~18%는 자신의 최대 속도에서 경기를 수행하는 것으로 보고되고 있다(Ekblom, 1986; Stolen et al., 2005). 경기 중 공을 소유한 선수는 킥과 패스, 드리블과 같은 기술을 사용하며, 공을 소유하고 있지 않은 동안에도 순간적인 가속과 감속, 방향 전환, 점프, 태클 등의 축구 관련 기술을 지속적으로 수행해야 하기 때문에(Stolen et al., 2005), 하체 근력은 축구 경기 수행에 있어 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

특히, 무릎관절의 펌과 굽힘의 주동근(agonist)인 넙다리네갈래근과

뒤넙다리근은 앞에서 언급한 축구 관련 움직임을 만들어 내는 핵심 근육으로 알려져 있다(Tourney-Chollet et al., 2000; Ruas et al., 2015). 그러나 이 근육들은 축구를 하는 동안에 끊임없이 동원되며, 과사용되기 때문에 부상 발생률 역시 높은 것으로 일관되게 보고되고 있다(Ekstrand et al., 2011; Jones et al., 2019). 따라서 이 근육들의 기능을 정상적으로 유지하고 관리하는 것은 선수 자신뿐만 아니라 선수의 건강을 담당하는 선수트레이너(athletic trainer, AT) 및 코치들에게도 매우 중요한 것으로 여겨지고 있으며, 오래전부터 이 근육들의 기능을 평가하기 위한 수단으로서 등속성 근력 평가가 시행되어왔다(Croisier et al., 2008; Islam et al., 2018; Magalhaes et al., 2004).

등속성 근력은 각속도 조절이 가능한, 특수하게 고안된 컴퓨터 기반 동력계(dynamometer)를 이용하여 측정되며 여러 선행연구에서 근력을 평가하기 위한 가장 객관적이고 신뢰도 높은 도구로 보고되어왔다(Feiring et al., 1990; Li et al., 1996). 특히, 등속성 장비는 피험자의 의지에 따라 모든 각도에서 최대근력을 발휘할 수 있는 장점이 있어, 스포츠 현장에서 운동선수들의 근력 향상 훈련 및

© 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.

최대근력을 평가하기 위한 수단으로 널리 활용되고 있다(Osterning, 1986).

한편 국내 축구선수들을 대상으로 무릎관절의 등속성 근력을 평가한 연구는 1990년대 중반부터 시작되었고, 주로 피크토크(peak torque, PT), 체중당 피크토크(body mass normalized PT, NPT), 뒤넙다리근 대 넙다리네갈래근의 근력비(hamstring to quadriceps ratio, H/Q 비율) 등에 대해 성별 및 연령대에 따라 차이(Choi, 2021; Hong, 2016; Kim & Park, 2020; Yoon 2019), 경기 수준별(Choi et al, 2007; Jeon et al., 2016), 각속도별(Kim et al., 2000; Kim, 2003), 측정 시기별(Lee & Kim, 2020) 등으로 분석되어왔다. 이러한 선행연구들의 결과로 국내 다양한 축구선수 집단의 무릎관절 등속성 근력 특성에 대해 어느 정도 이해할 수 있게 되었지만, 여전히 국내 최고의 경기력 수준에 있는 K리그1 프로축구선수들을 대상으로 한 연구는 미흡한 실정이다. 또한, 문헌고찰 결과 이들을 피검자로 이용한 선행연구들은 결과의 제시 및 피검자 선정기준에 있어 최신의 연구 경향과는 다소 차이가 있는 것으로 파악되었다.

구체적으로, K리그1 프로축구선수를 연구대상으로 무릎관절 등속성 근력 데이터를 제시한 총 5편의 선행연구(Kim et al., 2000; Kim, 2003; Choi et al., 2007; Shin, 2008; Jeon et al., 2016)에서 부상의 선형 및 후행 요인으로 알려진(Eagle et al., 2019) 양쪽 근력 불균형(bilateral strength difference, BD)에 대한 보고는 단 한 편도 존재하지 않았다. 또한, 축구의 움직임 특성상 우세측과 비우세측 간 근력에 차이가 발생할 수 있음에도 불구하고(Daneshjoo et al., 2013), 하지를 우세측과 비우세측으로 구분하여 근력을 제시한 연구는 18년 전에 보고된 Kim(2003)의 연구가 유일한 것으로 파악되었다. Kim 등(2000), Choi 등(2007), Jeon 등(2016)의 연구에서는 하지를 좌·우측으로 구분하였고, Shin(2008)의 연구에서는 우세측의 근력만을 제시하였다. 더욱이 하지를 우세측과 비우세측으로 구분한 Kim(2003)의 연구대상은 고등학교와 대학교를 갓 졸업한 신인 15명을 대상으로 하였기 때문에 프로수준에서 훈련을 받고 경기에 참여하는 선수들의 근력과는 다소 차이가 있을 것으로 판단된다.

특히, 주목해야 할 것은 K리그1 프로축구선수들을 대상으로 한 기존 5편의 국내 선행연구에서는 피험자 선정기준을 다소 관대하게 적용했다는 점이다. 즉, 앞십자인대(anterior cruciate ligament, ACL) 손상 및 수술과 같은 과거의 심각한 부상 이력은 건측(uninjured leg) 다리의 생체역학(Goerger et al., 2015)과 근기능에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 보고되고 있지만(Chung et al., 2015), 국내의 선행연구들은 단순히 '의학적인 문제가 없는 자' 또는 '신체적·정신적으로 질병이 없는 자'를 선정기준으로 제시하였다. 반면, 엘리트 핸드볼 선수들과 축구선수들을 대상으로 넙다리네갈래근 및 뒤넙다리근의 근력을 평가한 최신의 연구(Risberg et al., 2018)에서는 좀 더 엄격한 기준(제외 기준: ACL 손상 및 수술을 경험한 선수, 측정 6개월 이전에 다른 하지 손상을 경험한 선수, 테스트 도중 통증을 호소한 선수)를 적용하여 특정 종목 선수들이 갖추어야 할 규범적(normative)인 등속성 근력 값을 제시하고 있다. 이렇게 평가된 등속성 근력 값은 시즌 전 체력검사 및 팀 입단을 위한 메디컬 검사 시 특정 선수의 근력을 같은 수준에 있는 동료선수들과 비교할 수 있게 하며, 재할 과정 중 선수의 근력을 평가하거나 나아가 스포츠 복귀 판단의 근거로도 활용될 수 있을 것이다.

K리그1 프로축구선수들의 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 등속

성 근력 데이터를 제시하는 것은 축구선수들의 훈련 프로그램을 계획하거나 선수의 건강 상태를 평가해야만 하는 AT 및 지도자들에게 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대되지만, 아직까지 이와 관련된 정보는 미흡한 것으로 파악되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 연구의 필요성과 선행연구들의 제한점에 착안하여 1) K리그1 프로축구선수들의 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 등속성 근력 값(PT, NPT, BD, H/Q 비율)을 제시하고, 2) 동일 수준의 국내 프로축구선수들을 연구대상으로 했던 선행연구들에서 제시한 무릎관절 등속성 근력 값과 비교하고자 하였다.

연구 방법

연구대상

본 연구에서는 2019년 9월부터 2021년 9월까지 본 연구자가 근무하는 스포츠 기관에서 무릎관절 등속성 근력 테스트를 수행한 프로축구선수 43명을 최초 연구 대상으로 선정하였다. 등속성 근력 검사는 시즌 전 또는 입단 전 체력검사의 일부분으로 수행되었으며, 모든 대상자는 측정일을 기준으로 모든 팀훈련 및 경기에 정상적으로 참여할 수 있는 상태였다. 측정 후 본 연구의 목적에 부합하도록 선행연구(Risberg et al., 2018)에서 제시한 기준을 참고하여 총 12명(외국인 선수 5명, 골키퍼 1명, ACL 재건술을 경험한 선수 1명, 측정 6개월 이내에 다른 급성 하지 손상을 경험한 선수 4명, 테스트 시 통증을 호소한 선수 1명)을 제외하였고 최종 31명(연령 24.5±4.4세, 프로 경력 4.2±3.6년)을 분석대상에 포함시켰다(Figure 1). 골키퍼의 경우 사례 수 부족 및 선행연구(Sliwowski et al., 2017)에서 필드 플레이어들과 상대 근력에 차이가 있는 것으로 보고된 바 있어

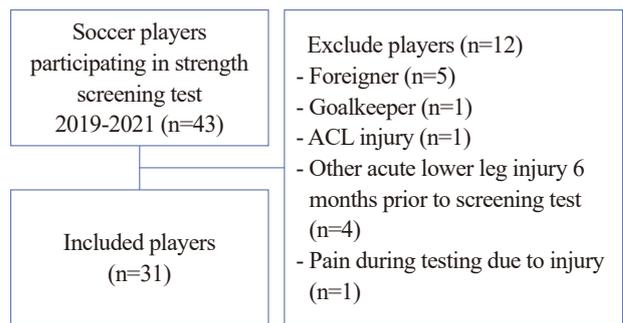


Fig. 1. Flow chart of the eligible and included participants

Table 1. Participants characteristics (Mean±SD)

Variables	Total (n=31)
Age (years)	24.48 ± 4.39
Height (cm)	182.68 ± 5.64
Weight (kg)	77.52 ± 6.23
Body mass index (kg/m ²)	23.19 ± 1.18
Professional career (yr)	4.19 ± 3.57

본 연구대상에서 제외하였다. 연구에 참여한 모든 피험자에게 연구의 목적과 절차에 대해 충분히 설명한 후 사전 동의를 얻고 진행하였으며, 연구 참여자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

K리그1 프로축구선수들의 무릎관절 등속성 근력 값을 보고한 다른 문헌들을 검색하기 위해 학술연구정보서비스(RISS) 및 구글 학술검색(Google Scholar)을 이용하였다. RISS의 검색어로는 '등속성', '근력', '축구', '엘리트', '선수'를 포함하였고, Google Scholar의 검색어로는 'isokinetic', 'strength', 'Korean', 'soccer', 'elite', 'player'를 포함하였다. 검색된 논문 중 국내 남자 프로축구선수를 연구대상으로 포함한 논문은 총 8편이었다. 그중 양측 하지를 우세측과 비우세측으로 구분하지 않고 좌·우측으로 구분한 논문 3편(Jeon et al., 2016; Choi et al., 2007; Kim et al., 2000), K3 리그 선수 대상 및 상대근력 미제시 1편(Lee & Kim, 2020), K3 리그 선수 대상 및 운동 중재 연구 1편(Yoon, 2019), 뒤넙다리근 근력 미제시 1편(Lee & Choi, 2006) 등 6편을 제외하였고, 최종적으로 2편(Kim, 2003; Shin, 2008)의 연구를 비교 대상으로 하였다.

본 연구는 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인(IRB File No. SKKU 2021-06-020)을 받은 후 진행하였다.

측정 변인 및 측정 방법

1. 신체구성 및 프로선수 경력

신장과 체중은 간편한 복장을 착용한 후 자동 측정 장비(DS-102, Jenix, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체질량지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)/신장(m)²의 공식을 이용하여 산출하였다. 정확한 체중 측정을 위해서 측정 24시간 전에 과도한 운동을 제한했으며, 음식물 섭취는 측정 2시간 전에 종료하였다. 프로선수 경력은 구단 홈페이지의 공식 자료를 이용하여 측정일에서 프로 데뷔 날짜를 빼서 계산하였다.

2. 무릎관절 등속성 근력

무릎관절의 굽힘과 펴 등속성 근력 검사는 HUMAC NORM (CSMi, Stoughton, MA, USA)를 이용하여 각속도 60°·s⁻¹와 180°·s⁻¹에서 구심성 근력을 측정하였다(Kim, 2003; Choi et al., 2020). 측정 절차에 따라 피험자를 의자에 앉힌 다음 의자를 85°로 기울이고, 측정하고자 하는 쪽의 넙다리뼈의 가쪽위관절융기(lateral epicondyle)을

동력계(dynamometer)의 축과 일치시킨 다음 상체와 대퇴 부위를 벨트로 고정하여 움직임을 최소화하였다. 레버 암(lever arm)의 발목 패드는 발목관절 중심에서 2~3cm 정도 상단에 고정하였으며, 무릎관절의 최대 펴 위치를 0°(zero)로 설정하고 관절 운동 범위는 0~90°로 설정하였다. 모든 피험자는 측정 전에 측정 시와 동일한 각속도에서 예비운동을 3회씩 실시한 후 1분간 휴식을 취한 다음 60°·s⁻¹에서 4회, 180°·s⁻¹에서 4회를 실시하였다.

측정은 무작위 순서로 우세측과 비우세측 다리 모두 동일한 방법으로 진행하였으며, PT, NPT, BD, H/Q 비율을 측정 변인으로 하였다. 우세측 다리는 공을 찰 때 주로 사용하는 다리로 정의하였다(Aginsky et al., 2014; Risberg et al., 2018).

3. 부상 이력

측정일을 기준으로 최근 6개월간의 하지 부상 이력과 과거 앞뒤 십자인대의 손상 또는 수술 여부를 조사하였으며, 모든 부상은 팀 주치의 및 의사로부터 진단받은 부상만을 대답하도록 하였다.

자료 처리

모든 자료처리는 SPSS ver. 23.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, 측정된 모든 자료는 평균과 표준편차(mean±SD)로 제시하였다. PT는 각각의 각속도에서 반복하여 측정된 값 중 가장 높은 수치를 기록하여 사용하였고, NPT는 PT[N·m]/체중[kg] 공식을 이용하여 산출하였다. 우세측과 비우세측 다리 간 측정 변인 비교를 위하여 대응표본 *t*검정(paired *t*-test)을 실시하였고, 평균차이와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 제시하였다. H/Q 비율은 뒤넙다리근 PT[N·m] / 넙다리내갈래근 PT[N·m]×100 공식을 이용하여 계산하였다. BD는 우세측과 비우세측 간 PT 차이의 비율(%)을 의미하며 자동 계산된 값을 사용하였다. 국내 선형연구들에서 백분율(%)로 제시된 체중당 등속성 근력 값(N·m/BW)은 본 연구와의 비교를 위해 100으로 나누어 단위를 N·m·kg⁻¹로 일치시켰다. 가설검정을 위한 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

Table 2. Peak torques, normalized peak torques, bilateral strength differences (dominant vs nondominant), and H/Q ratios at 60°·s⁻¹ velocity in K league 1 professional soccer players

Variables	Dominant leg (Mean ± SD)	Nondominant leg (Mean ± SD)	Mean difference (95% CI)	<i>p</i>
Extension peak torque (N·m)	262.2 ± 32.6	257.2 ± 30.0	5.07 (-3.10 to 13.23)	.215
Normalized extension peak torque (N·m·kg ⁻¹)	3.39 ± 0.41	3.33 ± 0.38	0.07 (-0.04 to 0.17)	.212
Bilateral difference of extension (%)	6.87 ± 4.51			
Flexion peak torque (N·m)	154.8 ± 22.4	146.8 ± 24.6	7.97 (3.26 to 12.68)	.002
Normalized flexion peak torque (N·m·kg ⁻¹)	2.00 ± 0.24	1.89 ± 0.28	0.10 (0.04 to 0.16)	.002
Bilateral difference of flexion (%)	7.84 ± 5.37			
H/Q ratio	59.3 ± 7.1	57.3 ± 9.0	1.97 (-0.61 to 4.55)	.130

H/Q: Hamstring to quadriceps ratio

연구결과

각속도 60°·s⁻¹에서 측정된 무릎관절 등속성 근력 결과

각속도 60°·s⁻¹에서 측정된 우세측과 비우세측 다리의 무릎관절 등속성 근력 결과는 <Table 2>에 제시하였다. 전체 대상자의 넙다리네갈래근의 우세측·비우세측 PT는 각각 262.2N·m, 257.2N·m로, NPT는 각각 3.39N·m·kg⁻¹, 3.33N·m·kg⁻¹로 나타났으며, PT 및 NPT 모두 양측 간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면, 뒤넙다리근의 우세측·비우세측 PT는 각각 154.8N·m, 146.8N·m로, NPT는 각각 2.00N·m·kg⁻¹, 1.89N·m·kg⁻¹로 나타났으며, PT 및 NPT 모두 양측 간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(각각, *p*=0.002, *p*=0.002). 한편, H/Q 비율은 우세측(59.3%)과 비우세측(57.3%) 다리 간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 넙다리네갈래근의 BD는 6.87±4.51%로, 뒤넙다리근의 BD는 7.84±5.37%로 나타났다.

각속도 180°·s⁻¹에서 측정된 무릎관절 등속성 근력 결과

각속도 180°·s⁻¹에서 측정된 우세측과 비우세측 다리의 무릎관절 등속성 근력 결과는 <Table 3>에 제시하였다. 전체 대상자의 넙다리네갈래근의 우세측·비우세측 PT는 각각 178.9N·m, 175.7N·m로, NPT는 각각 2.31N·m·kg⁻¹, 2.27N·m·kg⁻¹로

나타났으며, PT 및 NPT 모두 양측 간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 뒤넙다리근의 우세측·비우세측 PT는 각각 110.0N·m, 107.6N·m로, NPT는 각각 1.42N·m·kg⁻¹, 1.39N·m·kg⁻¹로 나타났으며, PT 및 NPT 모두 양측 간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편, H/Q 비율은 우세측(61.8%)과 비우세측(61.5%) 다리 간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 넙다리네갈래근의 BD는 6.63±5.08%로, 뒤넙다리근의 BD는 7.73±4.59%로 나타났다.

본 연구와 선행연구의 체중당 무릎관절 등속성 근력 값

본 연구와 국내 선행연구들에서 제시된, 각속도 60°·s⁻¹의 체중당 무릎관절 등속성 근력 값은 <Table 4>에 제시하였다.

본 연구의 우세측 평균의 NPT는 3.39N·m·kg⁻¹로 Shin(2008)과 Kim(2003)이 제시한 근력 값(각각, 3.26N·m·kg⁻¹, 3.02N·m·kg⁻¹)에 비해 다소 높게 나타났으며, 굽힘근의 경우, 본 연구결과 2.00N·m·kg⁻¹로 Shin(2008)과 Kim(2003)이 제시한 근력 값(각각, 1.87N·m·kg⁻¹, 1.69N·m·kg⁻¹)에 비해 다소 높게 나타났다. 본 연구의 비우세측 평균과 굽힘근의 NPT는 각각 3.33N·m·kg⁻¹, 1.89N·m·kg⁻¹로 Kim(2003)이 제시한 근력 값(각각, 2.93N·m·kg⁻¹, 1.72N·m·kg⁻¹)에 비해 다소 높게 나타났다. 한편, 본 연구와 국내 선행연구들에서 제시된 H/Q 비율을 종합해 보면 우세측 약 55~59%, 비우세측 약 57~58% 수준으로 나타났다.

Table 3. Peak torques, normalized peak torques, bilateral strength differences (dominant vs nondominant), and H/Q ratios at 180°·s⁻¹ velocity in K league 1 professional soccer players

Variables	Dominant leg (Mean ± SD)	Nondominant leg (Mean ± SD)	Mean difference (95% CI)	<i>p</i>
Extension peak torque (N·m)	178.9 ± 24.8	175.7 ± 23.0	3.23 (-2.46 to 8.92)	.254
Normalized extension peak torque (N·m·kg ⁻¹)	2.31 ± 0.29	2.27 ± 0.29	0.04 (-0.3 to 0.11)	.307
Bilateral difference of extension (%)	6.63 ± 5.08			
Flexion peak torque (N·m)	110.0 ± 17.0	107.6 ± 14.6	2.43 (-1.22 to 6.09)	.184
Normalized flexion peak torque (N·m·kg ⁻¹)	1.42 ± 0.18	1.39 ± 0.17	0.29 (0.02 to 0.75)	.222
Bilateral difference of flexion (%)	7.73 ± 4.59			
H/Q ratio	61.8 ± 7.5	61.5 ± 7.9	0.30 (-2.34 to 2.94)	.818

H/Q: Hamstring to quadriceps ratio

Table 4. Mean and SD for peak torques, normalized peak torques, and H/Q ratios at 60°·s⁻¹ velocity from our study and 2 previous studies of the same populations

Author	No. subjects	Mean age	Extension PT, N·m (SD)		Extension NPT, N·m·kg ⁻¹		Flexion PT, N·m (SD)		Flexion NPT, N·m·kg ⁻¹		H/Q ratio	
			D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
Our study	31	24.5	262 (33)	257 (30)	3.39	3.33	155 (22)	147 (25)	2.00	1.89	59	57
Shin (2008)	10	21.6	242 (44)	-	3.26	-	138 (22)	-	1.87	-	58	-
Kim (2003)	15	20.7	227 (36)	221 (31)	3.02	2.93	126 (22)	129 (22)	1.69	1.72	55	58

D: Dominant; ND: Nondominant; H/Q: Hamstring to quadriceps ratio

논의

본 연구에서는 K리그1 프로축구선수들을 대상으로 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 및 $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 무릎관절의 폼과 굽힘근의 등속성 피크토크를 측정하여 국내 프로축구선수들의 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근 근육의 등속성 근력 값을 제시하고, 동일 수준의 국내 프로축구선수들을 연구 대상으로 했던 선행연구들의 등속성 근력 값과 비교하였다.

여러 선행연구(Schiltz et al., 2009; Chung et al., 2015; Croisier et al., 2002; Nagai et al., 2020)에서 과거 부상 이력은 근력을 포함한 근 기능에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 보고되고 있으며, 등속성 근력 데이터를 제시하는 최신 연구에서 중요한 변수로 고려되고 있다. 예를 들면, Risberg 등(2018)은 여자 엘리트 운동선수들을 대상으로 규범적인 무릎관절 등속성 근력 데이터를 제시하기 위하여, 부상 이력과 관련된 제외기준을 적용하여 총 412명의 선수 중 약 15%에 해당하는 62명을 분석대상에서 제외하였다. 본 연구에서도 최신 연구 동향에 부합하도록 Risberg 등(2018)과 동일한 제외기준을 적용하였는데, 그 결과 총 6명이 분석대상에서 제외되었다. 이는 본 연구의 전체 피험자 중 외국인 선수와 골키퍼를 제외한 대상의 약 16%에 해당하는 비율로 본 연구 역시 선행연구와 비슷한 제외율을 보였다.

축구선수의 우세측과 비우세측 다리 간 근력 차이 유무에 대해서는 연구자마다 상이하게 보고하고 있지만(Daneshjoo et al., 2013), 하지 부상 이력이 있는 선수를 제외한 후 등속성 근력을 평가한 선행연구들에서는 넙다리네갈래근의 경우 우세측과 비우세측간 유의한 근력 차이가 없는 것으로, 반면 뒤넙다리근의 경우 우세측이 비우세측보다 다소 강한 것으로 어느 정도 일관성 있게 보고되고 있다. Fonseca 등(2007)은 브라질 프로축구선수 117명을 대상으로 한 연구에서 넙다리네갈래근의 PT는 우세측과 비우세측 간 차이가 없었으나, 뒤넙다리근의 경우 PT 및 평균 파워에서 우세측이 비우세측에 비해 유의하게 높은 것으로 보고하였다. 또한, Tourny-Chollet 등(2000)은 프랑스 축구선수 21명을 대상으로 한 연구에서 넙다리네갈래근의 PT는 우세측과 비우세측 간 차이가 없었으나, 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 및 $240^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 우세측 뒤넙다리근의 PT가 비우세측보다 높은 것으로 보고하였다.

검색된 논문 중, 가장 엄격한 피험자 제외기준을 적용한 Risberg 등(2018)의 연구에서도 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 넙다리네갈래근의 PT는 양측간 유의한 차이가 없었으나, 뒤넙다리근의 경우 우세측이 비우세측에 비해 유의하게 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 넙다리네갈래근은 모든 각속도에서 우세측과 비우세측 간 근력 차이가 없는 것으로 나타났으나, 뒤넙다리근의 경우 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 우세측 PT가 비우세측에 비해 유의하게 높은 것으로 나타나 비슷한 피험자 제외기준을 적용한 선행연구들과 유사한 결과를 보였다. 이와 같은 선행연구들과 본 연구의 결과에서, 뒤넙다리근의 우세측 근력이 비우세측에 비해 다소 높게 나타난 것은 축구 경기 및 훈련으로 유발된 축구 종목 특이적(sports-specific)인 근력 특성으로 생각해 볼 수 있지만, 향후 동일 수준의 축구선수들을 연구 대상으로 하는 더 많은 연구들과 비교되어야 할 필요가 있다고 사료된다.

무릎관절의 양쪽 근력 불균형(BD)과 관련하여, Daneshjoo 등(2013)은 우세측과 비우세측 간 10% 이상의 근력 차이가 존재할 경우를 비정상(abnormal)로 정의하였으며, 젊은 프로축구선수의 경우 우세측 다리를 주로 사용하기 때문에 심각한 양쪽 근력 불균형이

존재하는 것으로 보고하였다. 그의 연구결과와 유사하게, 포르투갈 프로축구선수들을 대상으로 한 Magalhaes 등(2004)의 연구에서도 각속도 $90^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 측정된 뒤넙다리근의 BD는 10.6%로 높게 보고되었고, 브라질 프로축구선수들을 대상으로 한 Raus 등(2015)의 연구에서도 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 측정된 무릎 폼근 및 굽힘근의 BD는 포지션별로 차이가 있지만, 평균 10%를 상회하는 것으로 나타났다.

하지만 본 연구대상의 경우 측정된 모든 각속도에서 넙다리네갈래근 및 뒤넙다리근의 BD는 약 6.6~7.8% 수준으로 나타나, 프로축구선수들의 경우 심각한 양쪽 근력 불균형이 있다고 보고한 선행연구들과는 상반된 결과를 보였다. 본 연구와 동일한 제외기준을 적용했던 Risberg 등(2018)의 연구에서는 BD를 직접 제시하지는 않았지만, 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 측정된 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 양쪽 PT의 평균 차이가 $3N\cdot m$ 이내로 보고되었다. 또한, 국내 엘리트 여자 축구선수들을 대상으로 한 Choi(2020)의 연구에서도 무릎관절 폼근 및 굽힘근의 BD는 각각 2.7~6.8%, 5.4~8.9% 수준으로 보고한 바 있다. 이렇듯 축구선수들의 무릎관절 BD는 연구 참여자의 특성, 즉 성별, 연령, 인종, 그리고 피험자의 선택 조건(부상 이력) 등에 따라 달라질 수 있는 것으로 판단된다.

중재 및 리뷰 논문을 통해 볼 때, H/Q 비율을 정상 수준으로 유지하는 것은 무릎관절의 부상을 예방하는 것과 관련이 있으며(Islam & De, 2018; Kim, 2003), 그로 인해 H/Q 비율은 운동선수들의 무릎 상태를 평가하는 데 있어 중요한 변수로 여겨져 왔다. 축구선수들의 무릎관절 등속성 근력을 평가한 다수의 선행연구에서 정상적인 범위의 H/Q 비율은 약 50~70%로 보고하고 있고, 일반적으로 각속도가 증가함에 따라 H/Q 비율도 높아지며, 우세측과 비우세측 간 유의한 차이는 없는 것으로 비교적 일관되게 보고하고 있다(Islam & De, 2018; Magalhaes et al., 2004; Kim 2003; Aginsky et al., 2014; Daneshjoo et al., 2013). K리그1 프로축구선수들을 대상으로 한 본 연구에서도 우세측·비우세측의 H/Q 비율은 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 각각 59.3%, 57.3%로, 각속도 $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 각각 61.8%, 61.5%로 나타났으며, 모든 각속도에서 양측 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 선행연구들과 일치하는 결과를 보였다.

문헌고찰 결과, 국내 최고의 경기력 수준에 있는 K리그1 선수들을 대상으로 하지를 우세측과 비우세측으로 구분하고, 상대 근력까지 모두 제시한 연구는 단 2편에 불과했다. 본 연구와 비교할 때, 이 2편의 연구는 비교적 프로 경력이 많지 않은 젊은 선수들을 대상으로 하였고, 피험자 선정기준 또한 비교적 관대하게 적용하였다. 이에 반해, 본 연구에서는 평균 프로 경력 4.2년의 선수들을 대상으로 등속성 근력 결과에 영향을 미칠 수 있는 부상 이력이 있는 선수들을 제외한 후 등속성 근력을 평가하여, 좀 더 준거에 가까운 근력 값을 제시했다고 할 수 있다. 이는 본 연구의 넙다리네갈래근 및 뒤넙다리근의 NPT 값이 2편의 선행연구에서 제시한 값들에 비해 다소 높게 나타난 것으로 일부분 설명될 수 있다. 선행연구들과 본 연구의 결과를 종합해 보면, K리그 프로축구선수들의 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 NPT는 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 각각 $2.93\sim 3.39N\cdot m\cdot kg^{-1}$, $1.69\sim 2.00N\cdot m\cdot kg^{-1}$ 수준인 것으로 판단된다.

본 연구는 K리그1 프로축구선수들을 대상으로 하지 부상 이력 및 만성 통증이 있는 선수들을 제외한 평가를 통해 무릎관절의 등속성 근력 값을 제시했다는 점에 의의가 있다. 또한, 기존의 국내 선행연구에서 간과해온 우세측과 비우세측 다리 간 양쪽 근력 불균형에 관한 정보를 제공하고 있다는 점에도 의미가 있다. 본

연구에서 제시된 무릎관절 등속성 근력 데이터는 시즌 전 체력검사 및 팀 입단을 위한 메디컬 검사 시 선수들 간의 상대적인 근력 수준을 비교하기 위한 참고값(reference values)으로 사용될 수 있으며, 재활 과정 중 건측 다리와 함께 환측(injured) 다리의 근력 상태를 비교할 수 있게 하고, 나아가 스포츠 복귀 판단의 근거로도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다. 첫째, 모집단이 특수한 관제로 피험자의 수 역시 매우 제한적이었고, 둘째, 연구에 참여한 대상자는 대부분 같은 팀에서 훈련하는 선수들로 구성되었기 때문에 피험자 선택 편향(selection bias)이 있을 수 있다. 셋째, 대부분의 측정은 시즌 전(동계훈련 전)에 실시되었지만, 일부 대상(5명)의 경우 팀 입단 테스트로 진행하여 측정 시기 간 차이가 있었다.

결론 및 제언

부상 이력을 고려하지 않은 국내외 선행연구들과 비교할 때, 본 연구에서 더 적은 양쪽 근력 불균형 및 더 높은 체중당 피크토크 값이 나타났으며, 이러한 결과들을 미루어 짐작할 때 부상 이력은 등속성 근력 결과에 어느 정도 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 향후 운동선수들의 등속성 근력 데이터를 제시하는 연구에 있어 특정 관절의 근력 결과에 영향을 미칠 수 있는 부상 이력은 반드시 고려되어야 할 필요가 있다. 본 연구에서 제시된 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 등속성 근력 데이터는 향후 K리그1 프로축구선수의 무릎관절 등속성 근력 수준을 평가하거나 재활 후 스포츠 복귀를 결정하는 데 있어 유용한 참고자료가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- Aginsky, K. D., Neophytou, N., & Charalambous, T. (2014).** Isokinetic hamstring and quadriceps muscle strength profiles of elite South African football players science. *African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance*, 20(3), 1225-1236.
- Choi, D. S. (2020).** Comparison analysis of isokinetic muscle function and basic physical fitness in female soccer players according to the position. *The Korean Journal of Sport*, 18(1), 925-934.
- Choi, M. R., Lee, Y. C., Park, S. Y., Kim, C. G., Kim, Y. A., Jeon, K. K., & Lee, Y. I. (2007).** Isokinetic evaluation of the knee extensors and flexors in professional soccer players. *Korean Journal of Sports Science*, 16(2), 519-526.
- Chung, K. S., Ha, J. K., Yeom, C. H., Ra, H. J., Lim, J. W., Kwon. M. S., & Kim, J. G. (2015).** Are muscle strength and function of the uninjured lower limb weakened after anterior cruciate ligament injury? Two-year follow-up after reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(12), 3013-3021.
- Croisier J. L., Forthomme B., Namurois M. H., Vanderthommen M., & Crielaard J. M. (2002).** Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199-203.
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008).** Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-1475.
- Daneshjoo A., Rahnama N., Mokhtar AH., & Yusof A. (2013).** Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 36, 45-53. doi: 10.2478/hukin-2013-0005.
- Eagle, S. R., Keenan, K. A., Connaboy, C., Wohleber, M., Simonson, A., & Nindl, B. C. (2019).** Bilateral quadriceps strength asymmetry is associated with previous knee injury in military special tactics operators. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 89-94.
- Eklom, B. (1986).** Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3(1), 50-60.
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011).** Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553-558.
- Feiring, D. C., Ellenbecker, T. S., & Derscheid, G. L. (1990).** Test-retest reliability of the Biodex isokinetic dynamometer. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11(7), 298-300.
- Fonseca, S. T., Ocarino, J. M., Silva, P. L. P., Bricio, R. S., Costa, C. A., & Wanner, L. L. (2007).** Characterization of professional soccer players' muscle performance. *A Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13(3), 143-147.
- Goerger B. M., Marshall S. W., Beutler A. I., Blackburn J. T., Wilckens J. H., & Padua D. A. (2015).** Anterior cruciate ligament injury alters preinjury lower extremity biomechanics in the injured and uninjured leg: the JUMP-ACL study. *British Journal of Sports Medicine*, 49(3), 188-195.
- Hong, S. J. (2016).** Comparison analysis of isokinetic strength of college football players according to the position. *The Korean Journal of Physical Education*, 55(1), 723-731.
- Islam, M. S., & De, A. (2018).** Functional hamstring to quadriceps strength ratio (H:Q) and hamstrings Injury of soccer players: a qualitative analysis. *Orthopedics and Sports Medicine*, 2(2), 126-132.
- Jeon, K., Chun, S., & Seo, B. (2016).** Effects of muscle strength asymmetry between left and right on isokinetic strength of the knee and ankle joints depending on athletic performance level. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(4), 1289-1293.
- Jones, A., Jones, G., Greig, N., Bower, P., Brown, J., Hind, K., & Francis, P. (2019).** Epidemiology of injury in English professional football players: A cohort study. *Physical Therapy in Sport*, 35, 18-22.
- Kim, N. Y., & Park, J. S. (2020).** Comparison of physique and fitness characteristics according to the position of middle school soccer players. *Journal of Coaching Development*, 22(3), 100-106.
- Kim, Y. K. (2003).** The study on ratios of conventional and functional for isokinetic hamstring : quadriceps muscle strength in soccer player. *Korean Journal of Physical Education*, 42(6), 713-720.
- Kim, Y. K., Jin, Y. S., Jun, T. W., & Jung, S. H. (2000).** A fitness profiles of the professional soccer players in Korea. *Korean Society of Sports Medicine*, 18(1), 83-91.
- Lee, K. T. & Choi, B. O. (2006).** Pre-seasonal physical examination of professional soccer team. *Journal of Korean Orthopaedic Sports Medicine*, 5(2), 129-134.
- Lee, S. H., & Kim, J. H. (2020).** Seasonal variation in physiological fitness of a semi-professional K3 league soccer team. *Journal of Digital Convergence*, 18(1), 357-368.
- Li, R. C., Wu, Y., Maffulli, N., Chan, K. M., & Chan, J. L. (1996).** Eccentric and concentric isokinetic knee flexion and extension: a reliability study using the Cybex 6000 dynamometer. *British Journal of Sports Medicine*, 30(2), 156-160.
- Magalhaes, J., Oliveira, J., Ascensao, A., & Soares, J. (2004).** Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 119-125.
- Nagai, T., Schilaty, N. D., Laskowski, E. R., & Hewett, T. E. (2020).** Hop tests can result in higher limb symmetry index values than isokinetic strength and leg press tests in patients following ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(3), 816-822.
- Osternig, L. R. (1986).** Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 14, 45-80.
- Risberg, M. A., Steffen, K., Nilstad, A., Myklebust, G., Kristianslund, E., Moltubakk, M. M., & Krosshaug, T. (2018).**

Normative quadriceps and hamstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2314-2323.

- Ruas, C. V., Minozzo, F., Pinto, M. D., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2015).** Lower-extremity strength ratios of professional soccer players according to field position. *Journal of strength and conditioning research*, 29(5), 1220-1226.
- Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J. M., & Croisier, J. L. (2009).** Explosive strength imbalances in professional basketball players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39-47.
- Shin, C. H. (2008).** Isokinetic strength of quadriceps and hamstring, hamstrings/quadriceps ratios in elite sports athletes. *The Korean Journal of Physical Anthropology*, 21(4), 351-360.
- Sliwowski, R., Grygorowicz, M., Hojszyk, R., & Jadczyk, L. (2017).** The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. *Public Library of Science One*, 12(7), e0182177.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005).** Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Tourny-Chollet, C., Leroy, D., Leger, H., & Beuret-Blanquart, F. (2000).** Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position. *Isokinetics and Exercise Science*, 8(4), 187-193.
- Yoon, J. H. (2019).** Effects of winter season physical training on cardiopulmonary and muscular function of N league professional soccer players. *Sport science*, 36(2), 139-148.

K리그1 프로축구선수들의 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 등속성 근력 값

송문구¹

¹ 삼성트레이닝센터 AT, 성균관대학교 스포츠과학과 PhD

[목적] 본 연구의 목적은 K리그1 프로축구선수들의 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 등속성 근력 데이터를 제시하고, 선행 연구들과 비교하는 것이었다.

[방법] 하지 부상 이력을 고려하여, 총 31명의 프로축구선수가 본 연구의 분석대상에 포함되었다. 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 및 $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서 우세측과 비우세측의 무릎관절 굽힘과 펴는 등속성 근력을 측정하였고, 피크토크(peak torque, PT), 체중당 피크토크(normalized PT, NPT), 양쪽 근력 차이(bilateral strength difference, BD), 뒤넙다리근 대 넙다리네갈래근의 근력 비율(hamstring to quadriceps ratio, H/Q 비율)을 측정 변인으로 하였다.

[결과] 각속도 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서, 넙다리네갈래근의 NPT는 우세측·비우세측 각각 $3.39N\cdot m\cdot kg^{-1}$, $3.33N\cdot m\cdot kg^{-1}$ 으로 나타났으며, 뒤넙다리근은 각각 $2.00N\cdot m\cdot kg^{-1}$, $1.89N\cdot m\cdot kg^{-1}$ 으로 나타났다. 각속도 $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ 에서, 넙다리네갈래근의 NPT는 우세측·비우세측 각각 $2.31N\cdot m\cdot kg^{-1}$, $2.27N\cdot m\cdot kg^{-1}$ 으로 나타났으며, 뒤넙다리근은 각각 $1.42N\cdot m\cdot kg^{-1}$, $1.39N\cdot m\cdot kg^{-1}$ 으로 나타났다. 측정된 모든 각속도에서, 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 BD는 6.6~7.8% 범위로, H/Q 비율은 57~62% 수준으로 나타났다. 부상 이력을 고려하지 않은 선행연구들에 비해 본 연구에서는 더 낮은 수준의 BD (<10%) 및 더 높은 수준의 NPT 값이 나타났다.

[결론] 본 연구에서 제시된 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 등속성 근력 값은 K리그1 프로축구선수들의 무릎관절 등속성 근력 평가 시 참고값(reference values)으로서 사용될 수 있을 것이다.

주요어

K리그1, 프로축구선수, 등속성 근력, 무릎 근력, 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근