

무릎 수술 이력에 따른 여자 프로농구 선수들의 무릎관절 등속성 근력 비교

성균관대학교 스포츠과학대학¹, 삼성트레이닝센터²

송문구^{1,2} · 강현식¹ · 이인환¹

Comparison of Isokinetic Knee Strength Profiles According to History of Knee Surgery in Korean Women's Professional Basketball Players

Munku Song^{1,2}, Hyunsik Kang¹, Inhwan Lee¹

¹College of Sport Science, Sungkyunkwan University, Suwon, ²Samsung Training Center, Suwon, Korea

Purpose: This study compared isokinetic knee strength profiles by knee surgery history in basketball players.

Methods: A total of 17 professional female basketball players (age, 23.7±3.8 years) participated in this study. All the participants performed maximal isokinetic knee strength test concentrically at a velocity of 60° · sec⁻¹ and 180° · sec⁻¹. Strength variables included peak torque (PT), body mass normalized PT (NPT), bilateral strength difference (BD), hamstrings to quadriceps strength (H/Q) ratio. Independent t-test and one-way analysis of variance were used to compare mean differences in the measured parameters by knee surgery history and limb-based subgroups, respectively.

Results: Nine subjects had a history of knee surgery. At all velocities, there were no significant group differences in PTs, NPTs, BDs, and H/Q ratios of the knee extensor and flexor muscles by knee surgery history. Overall, NPTs of knee extensor and flexor muscles were 2.91–3.01 N · m · kg⁻¹ and 1.55–1.59 N · m · kg⁻¹, respectively, and H/Q ratios ranged from 52% to 55%. At 180° · sec⁻¹, NPTs of knee extensor and flexor muscles were 1.90–1.92 N · m · kg⁻¹ and 1.08–1.10 N · m · kg⁻¹, respectively, and H/Q ratios ranged from 57% to 58%.

Conclusion: The current findings suggested that isokinetic knee strength profiles measured at 60° · sec⁻¹ and 180° · sec⁻¹ velocities were similar regardless of a history of knee surgery in the professional female basketball players.

Keywords: Isokinetic knee strength, Basketball players, Knee injuries, Quadriceps, Peak torque

Received: September 3, 2021 Revised: January 12, 2022 Accepted: April 1, 2022

Correspondence: Hyunsik Kang

College of Sport Science, Sungkyunkwan University, 2066 Seobu-ro, Jangan-gu, Suwon 16419, Korea

Tel: +82-31-299-6911, Fax: +82-31-299-6941, E-mail: hkang@skku.edu

Copyright ©2022 The Korean Society of Sports Medicine

© 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.

서론

현대 농구는 경기 중 신체 접촉이 허용되는 접촉 스포츠로 분류되며, 급성 또는 과사용으로 인한 부상 발생률이 높은 스포츠로 보고되고 있다¹. 전미대학체육협회(National Collegiate Athletic Association, NCAA)의 부상감시프로그램(Injury Surveillance Program, ISP) 자료를 분석한 연구에 의하면 농구의 연간 예측 부상 발생률은 1,000 선수 노출(athlete exposures, AEs; 선수가 훈련 및 경기에 참여해 부상에 노출될 수 있는 가능성)당 8.5건으로 전체 스포츠의 평균인 6.0건을 상회하여 축구(8.0건/1,000 AEs)와 비슷한 수준인 것으로 보고되었다². 더욱이 최고 수준의 농구 선수들이 참여하는 전미 농구협회(National Basketball Association, NBA)와 전미 여자 농구협회(Women's National Basketball Association, WNBA) 리그의 경기 중 부상 발생률은 각각 1,000 AEs당 19.3건, 24.9건으로 보고되어 경쟁이 심한 상황일수록 부상 발생 확률이 높아지는 것을 짐작할 수 있다.

흥미롭게도 엘리트 농구 선수들의 부상역학을 조사한 대부분의 선행연구에서 하지 손상은 전체 농구 부상의 많은 비중(약 52%~65%)을 차지하며, 특히 무릎관절 부상은 장기간의 결장을 초래하거나 재활을 필요로 하는 심각한 부상 부위인 것으로 일관되게 보고하고 있다^{1,6}. 구체적으로 16년간의 NCAA ISP 자료를 분석한 연구에서 무릎관절 장애는 10일 이상의 경기 참여를 제한하는 부상 중 가장 큰 비중(무릎 21.2%, 발목 16.2%, 발 6.4% 순)을 차지했으며¹, 17년간 NBA에서 발생한 부상을 분석한 연구에서도 무릎 염좌(knee sprain) 및 무릎넙다리 염증(patellofemoral inflammation)과 같은 무릎관절 부상이 결장을 초래하는 가장 주요한 원인으로 지목된 바 있다⁴. 이와 유사하게, 22년간 유럽리그에 참여한 바르셀로나 프로농구팀의 부상을 분석한 연구에서도 무릎 부상은 시간 손실을 초래하는 가장 주요한 원인으로 보고되었다⁶.

한편 농구 선수에게 발생하는 무릎관절 부상은 성별에 따라 차이가 있으며, 여자 선수가 남자 선수에 비해 높은 부상률을 보이는 것으로 보고되고 있다. 여섯 시즌 동안 NBA와 WNBA 리그에서 발생한 부상을 분석한 연구에 따르면 여자 선수의 경기 관련 무릎 부상 발생률은 1,000 AEs당 4.4건으로 남자 선수의 2.5건보다 높게 나타났다³, 일본의 케이오대학교 스포츠 의학센터에 축적된 20년간의 자료를 분석한 연구에서도 여자 선수의 무릎 부상이 전체 손상의 약 50.4%를 차지하며 남자 선수보다 유의하게 높은(41.7%) 것으로 보고하였다⁷. 한국 프로농구 선수들을 대상으로 한 연구에서도 무릎관절 손상을 여자 농구 선수에게 발생하는 가장 빈도 높은 부상으로 보고하였다⁸.

문헌 고찰 결과, 과거의 무릎 부상 이력 및 수술 경험은 장기간에 걸쳐 선수의 근 기능(근력 및 가동범위 등)을 저하시킬 수 있으며 등속성 근력 평가 시 반영되는 것으로 보고되고 있다⁹⁻¹². 예를 들어 유럽 프로농구 선수 15명을 대상으로 과거 심각한 무릎 부상 경험 유무에 따라 두 그룹으로 나눈 다음 등속성 근력을 비교한 결과, 무릎 부상 경험이 있는 집단은 각속도 $60^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 의 펌근력이 좌식생활을 하는 사람들의 평균에도 미치지 못하는 것으로 나타났고, 부상 경험이 없는 집단에 비해 심각한 좌우 근력 불균형을 보이는 것으로 보고되었다⁹. 하지만 여자 농구 선수들의 높은 무릎 부상 발생률에도 불구하고 여자 농구 선수들을 대상으로 등속성 근력을 평가한 대부분의 선행연구들은 여전히 과거 무릎 부상 및 수술 이력을 중요한 평가변수로 고려하지 않고 있는 것으로 파악되고 있다.

반면 지금까지 여자 농구 선수의 무릎관절 등속성 근력을 분석한 선행연구들을 종합해 보면, 선수의 포지션^{13,14}, 경기 수준¹⁴, 성별^{15,16}, 연령¹⁶, 종목¹⁷ 등을 변수로 한 연구가 주를 이루고 있었다. 또한, 이러한 선행연구에서는 피험자의 양쪽 근력 불균형에 대한 언급 없이 단순히 부상을 경험하지 않은 활동적인 선수만을 포함했거나¹⁵⁻¹⁷, 6개월 이내에 부상을 경험하지 않은 대상자만을 포함하고 있는 것으로 파악되었다¹⁴. 따라서 선행연구에서 제시하고 있는 여자 농구 선수들의 무릎관절 등속성 근력 값은 실제 경기 및 훈련에 참여할 수 있는 선수들의 등속성 근력 평균값과는 차이가 있을 것으로 판단된다. 이러한 선행연구들의 제한점에 착안하여 본 연구에서는 한국 여자 프로농구 선수들을 대상으로 과거 수술적 치료가 필요했던 무릎관절 부상 이력을 조사하고, 무릎 수술 이력에 따른 무릎관절의 등속성 근력 특성을 비교·분석하고자 하였다. 또한, 15% 이상의 심각한 양쪽 근력 불균형을 보이는 대상을 제외한 분석¹⁸을 통해 추가적인 정보를 제공하고자 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 한국여자농구연맹에 등록된 여자 프로농구 1개 팀의 선수 19명을 최초 대상자로 선정하였다. 이들 중 외국인 선수 1명을 먼저 제외하였고, 측정 당시 엉덩정강근막띠 마찰증후군(iliotibial band syndrome)이 있어 검사를 진행하지 못한 1명을 추가로 제외한 후, 최종 17명(연령 23.7 ± 3.8 세, 프로 경력 4.6 ± 3.8 년)을 분석에 포함시켰다. 분석에 포함된 대상자들은 과거 무릎관절 수술 이력과 상관없이 모든 팀 훈련 및 경기에 정상적으로

참여가 가능한 상태였으며, 6개월 이내에 무릎관절 및 넙다리 부위의 근골격계 부상을 경험하지 않은 것으로 확인되었다. 등속성 근력 검사는 시즌 전 체력검사의 일부분으로 수행되었으며, 연구에 참여한 모든 대상자에게 연구의 목적과 절차에 대해 충분히 설명한 후 사전 동의를 받고 진행하였다. 연구 대상자는 센터 2명, 포워드 6명, 가드 9명을 포함했으며, 수술이 필요했던 무릎관절 부상 이력에 따라 수술 이력이 있는 집단($n=9$)과 수술 이력이 없는 집단($n=8$)으로 구분하였다(Table 1). 본 연구는 성균관대학교 연구윤리심의위원회의 승인(No. SKKU 2021-08-001)을 받은 후 진행하였다.

2. 측정 변인 및 측정 방법

1) 신체 구성 및 프로 선수 경력

연구 대상자들의 신장과 체중은 자동 측정 장비(DS-102; Dong Sahn Jenix, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체질량지수(body mass index)는 체중(kg)/신장(m^2)의 공식을 이용하여 산출

하였다. 프로 선수 경력은 구단 홈페이지의 공식 자료를 이용하였다.

2) 무릎 수술 이력

선수들의 무릎 수술 이력을 확인하기 위해 팀의 의무 기록을 확인하였다. 특히, 다른 팀에서 이적한 선수 4명(Table 2의 1, 7, 8번 선수와 Table 3의 3번 선수)의 경우 등속성 근력 검사에 앞서 연구자가 직접 과거력 문진을 실시하여 누락을 최소화하였다. 대상자 중 9명의 선수가 최소 1개월에서 9개월 정도의 재활을 필요로 하는 정형외과적 수술을 받은 것으로 확인되었다. 구체적으로 6명의 선수는 앞십자인대 재건술(anterior cruciate ligament reconstruction)을 받았고, 그중 2명은 반달연골 부분절제술(partial meniscectomy) 및 반달연골 봉합술(meniscus repair)과 내측결인대 염좌(medial collateral ligament sprain)를 동반하였다. 또 다른 2명의 선수는 반달연골 손상으로 인해 부분절제술을 시행하였으며, 그중 1명은 보존적 치료를 병행한 연골 병변(chondral lesion)을 함께 갖고 있었다. 마지막 1명은 먼쪽 넙다리뼈

Table 1. Physical characteristics of study participants

Characteristic	Total	Position			History of knee surgery	
		Center	Forward	Guard	Surgery group	Non-surgery group
No. of subjects	17	2	6	9	9	8
Age (yr)	23.7±3.8	23.0±5.7	26.2±3.9	22.2±2.9	25.8±3.2	21.4±3.2
Height (cm)	175.0±5.9	183.5±4.9	178.2±2.9	171.0±4.2	176.1±5.3	173.8±6.6
Weight (kg)	67.5±7.7	81.5±9.2	68.2±6.2	64.0±4.6	66.7±6.9	68.5±8.9
BMI (kg/m^2)	22.0±1.7	24.2±1.5	21.5±1.5	21.9±1.7	21.5±2.1	22.6±1.1
Career (yr)	4.6±3.8	3.5±2.1	7.5±5.2	2.9±3.9	2.5±1.2	6.4±4.6

Values are presented as number or mean±standard deviation.
BMI: body mass index.

Table 2. Individual bilateral strength differences (BD) of isokinetic knee strength in the surgery group

Participant*	Knee injury	Treatment	Time since surgery [†] (yr)	60°·sec ⁻¹ (%)		180°·sec ⁻¹ (%)	
				BD of Q	BD of H	BD of Q	BD of H
1	Lt / ACL & MCL rupture, ML	ACLR & MR	2	7	2	0	6
2	Lt / ACL & MCL rupture, ML	ACLR & MS	2	4	4	0	0
3	Lt / ACL rupture	ACLR	5	8	2	5	2
4	Rt / ACL rupture	ACLR	6	12	12	6	12
5	Rt / ACL rupture	ACLR	3	4	1	6	7
6	Lt / ACL rupture	ACLR	5	8	2	5	2
7	Lt / CD & ML	MS	3	27	8	5	6
8	Lt / ML	MS	4	19	4	14	11
9	Lt / CD	MFx	1	7	23	14	21

Q: quadriceps, H: hamstrings, Lt: left, ACL: anterior cruciate ligament, MCL: medial collateral ligament, ML: meniscus lesion, ACLR: ACL reconstruction, MR: meniscal repair, MS: meniscectomy, Rt: right, CD: chondral defect, MFx: microfracture, *Participants with a history of knee surgery. [†]Before study.

Table 3. Individual bilateral asymmetries of isokinetic knee strength in the non-surgery group

Participant*	60°·sec ⁻¹ (%)		180°·sec ⁻¹ (%)	
	BD of Q	BD of H	BD of Q	BD of H
1	22	9	10	8
2	7	19	3	18
3	1	8	6	4
4	6	3	3	8
5	5	5	13	4
6	7	2	8	0
7	15	7	6	2
8	7	0	1	2

BD: bilateral strength difference, Q: quadriceps, H: hamstrings.

*Participants without a history of knee surgery.

의 박리뼈연골염(osteochondritis dissecans)으로 인해 미세골절술(microfracture)을 시행하였다. 다른 8명의 선수는 수술적 처치가 필요했던 부상 경험은 없었으며, 측정 당시 특별한 무릎 통증을 호소하지 않은 것으로 확인되었다.

3) 무릎관절 등속성 근력

무릎관절의 등속성 근력 검사는 HUMAC NORM (CSMi, Stoughton, MA, USA)을 이용하여 각속도 60°·sec⁻¹ 및 180°·sec⁻¹에서 편근과 굽힘근의 구심성 피크토크(peak torque, PT)를 측정하였다. 측정을 위한 준비운동은 고정식 자전거 10분과 넵다리네갈레근과 뒤넵다리근의 스트레칭을 포함하였다. 측정 절차에 따라 대상자를 의자에 앉힌 다음 등받이를 85°로 기울이고, 측정하고자 하는 다리의 넵다리뼈 가쪽위관절염기(lateral epicondyle)를 동력계의 축과 일치시킨 후 상체 및 넵다리를 벨트와 스트랩으로 고정하였다. 지레 팔(lever arm)의 발목 패드는 발목 중심에서 약 3cm 정도 위에 위치하도록 하였으며, 관절 운동 범위는 0°-90°로 설정하였다. 측정 전에, 측정 시와 같은 각속도에서 적응을 위한 예비운동을 3회씩 실시하였고, 실제 측정은 60°·sec⁻¹에서 4회, 180°·sec⁻¹에서 20회를 반복하여 실시하였다. 측정은 우세·비우세측 무작위 순서로 진행하였고, 측정 시 피험자의 PT를 이끌어내기 위해 구두로 격려했다.

편근과 굽힘근의 PT, 체중당 PT (body mass normalized PT), 양쪽 근력 불균형(bilateral strength difference), 뒤넵다리근 대 넵다리네갈레근의 근력 비율(hamstring to quadriceps ratio, H/Q 비율)을 측정 변인으로 하였다. PT는 각각의 각속도에서 반복하여 측정된 값 중 가장 높은 수치를 사용하였고, 본 연구에서는 다른 연구와의 비교를 위해 체중당 PT 값 위주로 서술하였다. 양쪽

근력 불균형은 선행연구에 근거하여 편근 또는 굽힘근의 좌우 PT 차이가 15% 이상인 경우로 정의하였다¹⁸.

3. 자료분석

모든 통계처리는 IBM SPSS ver. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, 측정된 모든 자료는 평균±표준편차(mean±standard deviation)로 제시하였다. 부상 이력에 따른 집단 간 차이를 검증하기 위해 독립표본 t검정(independent t-test)을 실시하였고, 각 사지 그룹에 따른 집단 간 차이를 검증하기 위해 일원변량분석(one-way analysis of variance)을 실시하였다. 가설 검정을 위한 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 수술 이력이 있는 집단의 개인별 양쪽 근력 불균형 비율

무릎 수술 이력이 있는 집단의 개인별 부상명, 수술명, 수술 후 등속성 근력 측정 시까지의 기간, 양쪽 근력 불균형 비율은 Table 2에 제시하였다. 근력 불균형을 보이는 선수는 3명(33.3%)으로 편근에서 불균형을 보이는 선수는 2명, 굽힘근에서는 1명이 있었다. 3명 모두 각속도 60°·sec⁻¹에서 불균형을 보였으며, 각속도 60°·sec⁻¹ 굽힘근에서 불균형을 보였던 1명은 각속도 180°·sec⁻¹ 굽힘근에서도 불균형이 있는 것으로 나타났다.

2. 수술 이력이 없는 집단의 개인별 양쪽 근력 불균형 비율

무릎 수술 이력이 없는 집단의 개인별 양쪽 근력 불균형 비율은 Table 3에 제시하였다. 근력 불균형을 보이는 선수는 3명(37.5%)으로 편근에서 불균형을 보이는 선수는 2명, 굽힘근에서는 1명이 있었다. 3명 모두 각속도 60°·sec⁻¹에서 불균형을 보였으며, 각속도 60°·sec⁻¹ 굽힘근에서 불균형을 보였던 1명은 각속도 180°·sec⁻¹ 굽힘근에서도 불균형이 있는 것으로 나타났다.

3. 수술 이력에 따른 무릎관절의 피크토크

수술 이력에 따른 무릎관절의 등속성 PT를 분석한 결과는 Table 4에 제시하였다. 각속도 60°·sec⁻¹에서 측정한 전체 선수의 편근의 체중당 PT는 우세·비우세측이 각각 2.85±0.44 N·m·kg⁻¹과 2.92±0.42 N·m·kg⁻¹였고, 굽힘근의 경우는 각각 1.55±0.24 N·m·kg⁻¹과 1.52±0.23 N·m·kg⁻¹였다. 편근 및 굽힘근의 양쪽 근력 불균형 비율은 각각 10.0%±7.0%와 7.1%±6.4%였으며,

Table 4. Isokinetic knee strength profiles according to a history of knee surgery in the total group

Variable	Total (n=17)	Surgery group (n=9)	Non-surgery group (n=8)	p-value
$60^\circ \cdot \text{sec}^{-1}$				
Q-D (N·m)	190.1±27.1	188.9±21.2	191.4±34.0	0.862
Q-ND (N·m)	195.1±28.4	194.3±33.9	196.0±22.8	0.906
Q-D (N·m·kg ⁻¹)	2.85±0.44	2.86±0.37	2.83±0.53	0.905
Q-ND (N·m·kg ⁻¹)	2.92±0.42	2.92±0.49	2.91±0.36	0.953
BD of Q (%)	10.0±7.0	11.1±7.6	8.8±6.6	0.503
H-D (N·m)	103.7±18.5	103.1±14.1	104.3±23.5	0.907
H-ND (N·m)	101.7±18.5	97.0±18.4	106.8±18.4	0.288
H-D (N·m·kg ⁻¹)	1.55±0.24	1.56±0.23	1.54±0.27	0.840
H-ND (N·m·kg ⁻¹)	1.51±0.23	1.46±0.28	1.57±0.17	0.340
BD of H (%)	7.1±6.4	7.6±7.1	6.6±5.9	0.772
H/Q of D (%)	54.8±7.3	54.8±6.1	54.8±9.0	0.994
H/Q of ND (%)	52.1±6.5	50.0±5.5	54.5±7.0	0.166
$180^\circ \cdot \text{sec}^{-1}$				
Q-D (N·m)	126.4±17.7	121.8±16.9	131.6±18.1	0.267
Q-ND (N·m)	127.0±14.9	126.2±18.4	127.9±10.9	0.823
Q-D (N·m·kg ⁻¹)	1.89±0.25	1.83±0.22	1.95±0.27	0.329
Q-ND (N·m·kg ⁻¹)	1.90±0.23	1.90±0.23	1.90±0.24	0.960
BD of Q (%)	6.9±5.1	7.4±6.2	6.3±4.0	0.639
H-D (N·m)	71.9±12.6	70.3±12.9	73.8±12.8	0.593
H-ND (N·m)	71.2±12.6	67.8±12.6	75.1±12.2	0.240
H-D (N·m·kg ⁻¹)	1.07±0.16	1.06±0.19	1.08±0.11	0.782
H-ND (N·m·kg ⁻¹)	1.06±0.15	1.02±0.18	1.11±0.10	0.224
BD of H (%)	6.6±6.0	7.4±6.5	5.8±5.7	0.575
H/Q of D (%)	57.0±5.6	57.8±5.3	56.1±6.2	0.566
H/Q of ND (%)	56.1±7.6	53.9±6.3	58.6±8.5	0.218

Values are presented as mean±standard deviation.

Q: quadriceps, D: dominant limb, ND: non-dominant limb, BD: bilateral strength difference, H: hamstrings, H/Q: hamstring to quadriceps strength ratio.

H/Q 비율은 우세·비우세측 각각 54.0%±7.3%와 52.1%±6.5%였다. 수술 이력에 따른 집단 간 우세·비우세측 펌근 및 굽힘근의 PT, 체중당 PT, 펌근 및 굽힘근의 양쪽 근력 불균형 비율, 우세·비우세측의 H/Q 비율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

각속도 $180^\circ \cdot \text{sec}^{-1}$ 에서 측정된 전체 선수의 펌근의 체중당 PT는 우세·비우세측이 각각 $1.89 \pm 0.25 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 과 $1.90 \pm 0.23 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 였고, 굽힘근의 경우는 각각 $1.07 \pm 0.16 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 과 $1.06 \pm 0.15 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 였다. 펌근 및 굽힘근의 양쪽 근력 불균형 비율은 각각 6.9%±5.1%와 6.6%±6.0%였으며, H/Q 비율은 우세·비우세측 각각 57.0%±5.6%와 56.1%±7.6%였다. 수술 이력에 따른 집단 간 우세·비우세측 펌근 및 굽힘근의 PT, 체중당 PT, 펌근 및 굽힘근의 양쪽 근력 불균형 비율, 우세·비우세측의 H/Q 비율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

4. 각 사지 그룹에 따른 무릎관절의 피크토크 비교

수술 이력이 있는 집단은 비수술 다리(non-operated limb, NL)

또는 수술 다리(operated limb, OL) 그룹으로, 수술 이력이 없는 집단은 우세측(dominant limb, DL)과 비우세측 다리(non-dominant limb, NDL) 그룹으로 세분화한 다음 PT를 분석한 결과는 Table 5에 제시하였다. 각속도 $60^\circ \cdot \text{sec}^{-1}$ 및 $180^\circ \cdot \text{sec}^{-1}$ 에서 펌근 및 굽힘근의 PT, 체중당 PT는 그룹 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

5. 근력 불균형을 보이는 대상자를 제외한 무릎관절의 피크토크

15% 이상의 양쪽 근력 불균형을 보이는 대상 6명을 제외한 후 무릎관절의 등속성 PT를 분석한 결과는 Table 6에 제시하였다. 각속도 $60^\circ \cdot \text{sec}^{-1}$ 에서 측정된 전체 선수의 펌근의 체중당 PT는 우세·비우세측 각각 $2.91 \pm 0.49 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 과 $3.01 \pm 0.44 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 였고, 굽힘근의 경우 각각 $1.59 \pm 0.25 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 과 $1.55 \pm 0.24 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 였으며, H/Q 비율은 각각 55.2%±6.7%와 51.8%±7.0%였다. 수술 이력에 따른 우세·비우세측 펌근 및

Table 5. Comparison of isokinetic knee strength profiles according to each limb group in the total group

Variable	With history of knee surgery		Without history of knee surgery		p-value
	SG-NL (n=9)	SG-OL (n=9)	NSG-DL (n=8)	NSG-NDL (n=8)	
60°·sec ⁻¹					
Q (N·m)	190.6±19.7	192.7±35.0	191.4±34.0	196.0±22.8	0.982
H (N·m)	101.9±14.9	98.2±18.1	104.2±23.5	106.8±18.4	0.808
Q (N·m·kg ⁻¹)	2.89±0.40	2.89±0.46	2.83±0.53	2.91±0.36	0.987
H (N·m·kg ⁻¹)	1.54±0.23	1.48±0.29	1.54±0.27	1.57±0.17	0.907
180°·sec ⁻¹					
Q (N·m)	125.0±16.7	123.0±18.8	131.6±18.1	127.8±10.8	0.731
H (N·m)	70.7±13.4	67.3±11.9	73.7±12.7	75.1±12.1	0.593
Q (N·m·kg ⁻¹)	1.88±0.24	1.84±0.21	1.95±0.27	1.90±0.24	0.827
H (N·m·kg ⁻¹)	1.07±0.19	1.01±0.17	1.08±0.11	1.11±0.10	0.624

Values are presented as mean±standard deviation.

SG: surgery group, NL: non-operated limb, OL: operated limb, NSG: non-surgery group, DL: dominant limb, NDL: non-dominant limb, Q: quadriceps, H: hamstrings.

Table 6. Isokinetic knee strength profiles according to a history of knee injury in the subgroup*

Variable	Total (n=11)	Injured group (n=6)	Not injured group (n=5)	p-value
60°·sec ⁻¹				
Q-D (N·m)	197.0±29.5	193.0±25.6	201.8±36.1	0.661
Q-ND (N·m)	204.4±24.3	204.2±26.1	204.6±24.9	0.978
Q-D (N·m·kg ⁻¹)	2.91±0.49	2.88±0.44	2.93±0.59	0.884
Q-ND (N·m·kg ⁻¹)	3.01±0.44	3.04±0.48	2.98±0.45	0.836
H-D (N·m)	108.1±18.8	107.7±9.65	108.6±27.7	0.946
H-ND (N·m)	106.1±18.6	104.0±14.8	108.6±24.0	0.721
H-D (N·m·kg ⁻¹)	1.59±0.25	1.62±0.23	1.56±0.29	0.750
H-ND (N·m·kg ⁻¹)	1.55±0.24	1.55±0.28	1.55±0.22	10.00
H/Q of D (%)	55.2±6.7	56.2±2.6	54.0±10.0	0.619
H/Q of ND (%)	51.8±7.0	51.0±6.5	52.8±8.2	0.700
180°·sec ⁻¹				
Q-D (N·m)	130.0±17.8	126.3±17.6	134.4±19.0	0.489
Q-ND (N·m)	130.6±13.2	133.7±14.0	127.0±12.6	0.429
Q-D (N·m·kg ⁻¹)	1.91±0.24	1.87±0.23	1.95±0.26	0.610
Q-ND (N·m·kg ⁻¹)	1.92±0.24	1.99±0.21	1.85±0.28	0.398
H-D (N·m)	75.3±11.7	73.2±10.4	77.8±13.9	0.558
H-ND (N·m)	73.5±12.9	71.3±11.4	76.2±15.6	0.579
H-D (N·m·kg ⁻¹)	1.10±0.13	1.09±0.17	1.11±0.08	0.732
H-ND (N·m·kg ⁻¹)	1.08±0.15	1.06±0.19	1.10±0.11	0.684
H/Q of D (%)	58.0±5.3	58.2±3.4	57.8±7.5	0.924
H/Q of ND (%)	56.5±8.9	53.7±7.0	59.8±10.5	0.302

Values are presented as mean±standard deviation.

Q: quadriceps, D: dominant limb, ND: non-dominant limb, H: hamstrings, H/Q: hamstring to quadriceps strength ratio.

*Individuals who had more than 15% difference in right and left muscle strength were excluded in the subgroup.

굽힘근의 PT, 체중당 PT, H/Q 비율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

각속도 180°·sec⁻¹에서 측정된 전체 선수의 펌근의 체중당 PT는 우세·비우세측 각각 1.91±0.24 N·m·kg⁻¹과 1.92±0.24 N·m·kg⁻¹였고, 굽힘근의 경우 우세·비우세측 각각 1.10±

0.13 N·m·kg⁻¹과 1.08±0.15 N·m·kg⁻¹였으며, H/Q 비율은 각각 58.0%±5.3%, 56.5%±8.9%였다. 수술 이력에 따른 우세·비우세측 펌근 및 굽힘근의 PT, 체중당 PT, H/Q 비율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

고 찰

본 연구에서는 한국 여자 프로농구 선수들을 대상으로 과거 수술적 처치가 필요했던 무릎관절 부상 이력을 조사하고, 무릎 수술 이력에 따른 무릎관절의 등속성 근력 특성을 비교·분석하고자 하였다. 총 17명의 연구 대상자 중 9명(52.9%)의 선수가 과거 수술적 처치가 필요한 심각한 무릎관절 부상 이력을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 이 중 앞십자인대의 파열(anterior cruciate ligament rupture)을 경험한 선수는 6명(66.7%)으로 가장 높은 비중을 차지했고, 반달연골 손상(meniscal lesions) 2명(22.2%), 박리뼈연골염 1명(11.1%) 순으로 나타났다. 본 연구처럼 한 개의 팀 선수를 대상으로 수술적 처치가 필요했던 무릎 부상 이력을 조사한 선행연구가 없어 직접적인 비교는 어려웠지만, 본 연구 대상에서 심각한 무릎 부상을 경험한 비율이 52.9%로 높게 나타난 것은 여자 프로농구 선수에게 무릎관절은 가장 흔한 손상 부위이며⁷⁸, 장기간의 결장을 초래하는 부상 부위로 보고되고 있는 것과 같은 맥락에서 해석할 수 있다⁴⁶.

구체적으로 일본 엘리트 농구 선수 1,414명의 부상기록을 분석한 Ito 등⁷에 따르면 무릎관절은 여자 농구 선수에게 가장 흔한 손상 부위로 50.4%를 차지하며, 무릎의 주요 손상은 앞십자인대 파열(48.7%), 반달연골 손상(9.6%), 무릎넙다리뼈 힘줄염(patellar and femoral tendinitis, 7.2%) 순으로 보고하였다. 또한, 2015년부터 2019년까지 WNBA 선수들이 정규 시즌 동안 겪은 부상을 분석한 Baker 등⁵의 연구에서도 장기간의 결장을 초래하는 가장 주요한 손상은 앞십자인대 파열(28%), 외측 발목 염좌(lateral ankle sprain, 9%), 반달연골 파열(meniscal tear, 8.4%), 무릎 뼈연골 손상(osteochondral injury, 6%) 순으로 보고하여, 본 연구에서 조사된 무릎 부상 이력은 선행연구에서 제시하고 있는 여자 농구 종목 특이적인 부상 패턴과 일치하는 결과를 보였다.

이렇게 여자 농구 선수에게서 무릎 부상이 빈번하게 발생하는 이유에 대해서는 ‘성별에 따른 해부학적 차이’와 ‘농구 종목 특이적인 움직임’을 원인으로 들 수 있다. 여자는 남자에 비해 무릎의 안정성을 담당해 주는 근육과 인대가 상대적으로 작고 약하며¹⁹, 넓은 골반으로 인해 넙다리네갈래근 각(quadriceps angle, Q각; 위앞엉덩뼈가시와 무릎뼈 중앙을 이은 선과 무릎뼈 중앙과 무릎뼈 거친면을 이은 선이 만나서 이루는 각)과 박굽이 각(valgus angle)이 큰 것으로 알려져 있다^{19,20}. Q각이 크면 무릎뼈의 비정상적인 활주로 인해 무릎뼈와 넙다리뼈 연골의 손상을 초래할 수 있고^{21,22}, 큰 박굽이 각은 운동 중 무릎관절에 박굽이 힘(valgus force)을 증가시켜 앞십자인대 및 내측결인대의 부상 위험을 증가시키는 것으로 보고되었다^{20,22,23}. 또한 농구 경기 중 반복되는

점프와 착지, 감속, 피봇팅(pivoting), 커팅(cutting) 등의 움직임은 무릎관절에 비틀림과 충격을 초래하여 앞십자인대 및 반달연골의 손상 위험을 증가시키는 것으로 보고되었다^{19,24}. 실제로 최근 보고된 연구에 의하면 여자 농구 선수의 앞십자인대 손상은 남자 선수에 비해 2-8배 정도까지 높은 것으로 보고되었다^{23,25}.

한편, 선행연구에서 과거의 심각한 무릎 부상 이력은 선수들의 근기능을 떨어뜨리고 근력 불균형을 초래할 수 있는 것으로 보고하였으며^{9,12}, 등속성 근력 평가 시 반드시 고려해야 하는 요소로 제시한 바 있다⁹. 이러한 배경에 근거하여 본 연구에서 전체 대상자를 무릎 수술 이력이 있는 집단과 수술 이력이 없는 집단으로 구분하여 분석한 결과, 예상과는 다르게 각속도 $60^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 및 $180^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 의 모든 등속성 근력 변인, 즉 PT, 체중당 PT, 양쪽 근력 불균형, H/Q 비율에서 집단 간 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 남자 프로농구 선수들을 대상으로 무릎관절의 부상 유무에 따라 등속성 근력을 비교한 Schiltz 등⁹의 연구와는 상반되는 결과이다.

Schiltz 등⁹에 따르면 무릎 부상 경험이 있는 선수 집단은 각속도 $60^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 에서의 펌근력이 대조군인 건강한 성인의 평균(약 $266 \text{ N} \cdot \text{m}$)에도 미치지 못하는 것으로 나타났고, 부상 경험이 없는 선수 집단에 비해 통계적으로 유의한 근력 불균형(각속도 $60^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 의 구심성 펌근력, 각속도 $120^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 의 편심성 굽힘근력 등)을 보이는 것으로 보고하였다. 특히, 손상당한 하지와 손상 받지 않은 하지의 펌근 및 굽힘근 PT는 거의 모든 각속도($30^{\circ} \cdot 60^{\circ} \cdot 180^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$)에서 약 14%~21%의 심각한 불균형을 보이는 것으로 보고하였다. 그들은 이러한 결과가 나타난 이유에 대해 ‘불충분한 재활의 결과’ 또는 ‘부상 부위를 보호하기 위해 다친 다리에 체중을 신지 않으려고 하는 근신경계의 보상 기전’과 관련이 있다고 설명하였다⁹.

반면 본 연구에서는 수술적 처치를 받은 모든 선수가 최소 1개월 이상(최대 9개월)의 전문적인 재활 과정을 거쳐 팀으로 복귀한 것으로 조사되었으며, 결국 이러한 운동 중재 차이로 인해 선행연구와 상반된 결과가 나타났을 것으로 생각된다. 이러한 가정은 본 연구 결과에서(Table 5), 수술적 처치를 시행한 다리 그룹(OL)은 수술적 처치를 시행하지 않은 나머지 다리 그룹(즉, NL, DL, NDL)과 비슷한 근력 수준을 보인 점이 일부 뒷받침할 수 있다. 향후 운동 중재 효과에 대한 명확한 결론을 얻기 위해서는 무릎 부상 후 재활을 통해 좌우 근력 불균형을 15% 이내로^{18,26} 줄인 집단과 그렇지 않은 집단 간의 등속성 근력 차이를 밝히는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

한편 무릎 부상 이력이 있는 선수들의 개인별 좌우 근력 불균형 비율을 세부적으로 살펴본 결과, 앞십자인대 재건술 처치를 받은

선수의 경우 6명 중 단 한 명도 근력 불균형을 보이지 않은 것으로 나타났다. 반면 반달연골 및 뼈연골 손상에 대한 수술적 처치를 받은 3명의 선수는 모두 근력 불균형을 보이는 것으로 나타나 부상 형태 및 수술적 처치에 따라 근력 회복에 차이가 발생할 가능성도 있을 것으로 판단된다. 특히 연골 손상은 초기에 적절하게 치료되지 못하면 악화되는 경우가 많아²⁷ 이러한 결과가 나타났을 것으로 생각된다.

하지만 예상과 다르게 수술 이력이 없는 선수들의 개인별 좌우 근력 불균형을 살펴본 결과에서도 3명의 선수가 불균형을 보이는 것으로 확인되었다. 이들 중 각속도 $60^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 에서 22%의 펌근력 좌우 불균형을 보인 1명의 경우, 평소 팀훈련을 수행하는데 지장은 없었지만 무릎뼈 마찰검사(patella grind test) 시 진단되지 않은 무릎넙다리 통증(patellofemoral pain)을 호소하였다. 그러나 나머지 2명의 경우 특별한 통증 및 원인 없이 근력 불균형을 보이는 것으로 나타났다. 좌우 근력 불균형은 무릎 부상의 선행요인으로 보고되어왔기 때문에¹⁶⁻¹⁸ 등속성 근력 검사에서 이들과 같이 심각한 좌우 불균형을 보이는 대상들에게는 근력 불균형을 회복시키는 운동이 필요할 것으로 생각된다.

엘리트 운동선수들을 대상으로 한 몇몇 선행연구에서는 무릎 관절의 양쪽 등속성 근력 차이가 15% 이상일 경우 심각한 근력 불균형 또는 병적인 상태가 있는 것으로 간주하고 분석 대상에서 제외하고 있다¹⁸. 이러한 기준의 적용은 선수들의 규범적인 등속성 근력을 제시하는 데 적합한 방법이다. 비록 본 연구의 대상이 소수로 제한되어 한국 여자 프로농구 선수들의 규범적인 등속성 근력 값을 제시할 수는 없었지만, 추가적인 정보를 제공하기 위해 15%를 근력 불균형을 컷오프로 적용하여 이차적인 분석을 시행하였다.

그 결과 각속도 $60^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 에서 펌근의 체중당 PT는 약 $2.91-3.01 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 나타났으며, 굽힘근의 경우 약 $1.55-1.59 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 나타났다. 이러한 결과는 Park 등¹⁴이 제시한 한국 여자 프로농구 선수들의 무릎관절 등속성 근력 평균(펌근: 약 $2.39-2.66 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$, 굽힘근: 약 $1.24-1.33 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$)보다 높은 수치이며, Hadzić 등¹⁶이 제시한 슬로베니아 여자 프로농구 선수들의 평균(펌근: $2.24-2.29 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$, 굽힘근: 약 $1.33-1.38 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$)보다도 높은 결과이다. 선행연구에 비해 본 연구 결과에서 체중당 PT가 높게 나타난 이유는 측정 시기 및 인종 차이 등과 같은 다른 요인을 배제할 수 없지만, 본 연구에서 15% 컷오프를 적용한 후 PT 값이 소폭 상승한 것을 미루어 볼 때 근력 불균형을 보이는 대상을 제외한 것도 원인으로 작용했을 것으로 판단된다. 한편, 본 연구 대상의 H/Q 비율은 약 51%-55%로 Hadzić 등¹⁶이 보고한 59%-60%보다는 다소 낮게 나타났

다. 이는 본 연구 대상자들의 넙다리네갈래근의 PT가 뒤넙다리근의 PT에 비해 상대적으로 높게 측정되었기 때문으로, 향후 국내 여자 프로농구 선수들의 표준적인 H/Q 비율 제시를 위한 더 많은 연구와 연구 간 비교가 이루어져야 할 것이다.

본 연구의 각속도 $180^{\circ} \cdot \text{sec}^{-1}$ 에서 나타난 펌근의 체중당 PT는 약 $1.91-1.92 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 였고 굽힘근의 경우는 약 $1.08-1.10 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 나타났으며, H/Q 비율은 57%-58%로 나타났다. 이는 Park 등¹⁴이 보고한 등속성 근력 평균(펌근: $1.45-1.67 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$, 굽힘근: $0.85-0.96 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$)보다 다소 높은 결과이며, H/Q 비율의 경우 각속도가 증가함에 따라 높아진다고 보고한 다른 선행연구들^{17,28}과 일치하는 결과이다.

본 연구는 한국 여자 프로농구 선수들을 대상으로 과거 수술적 처치가 필요했던 무릎관절 부상 이력을 고려하여 무릎관절의 등속성 근력 특성을 비교·분석한 첫 번째 연구로서 의미가 있다. 또한, 15% 이상의 근력 불균형을 보이는 대상을 제외한 분석을 통해 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 등속성 근력 값을 제시하고 있다는 점에서도 의미가 있다. 본 연구를 통해 얻어진 무릎관절의 등속성 근력 값은 향후 한국 여자 프로농구 선수들의 무릎관절 근력을 평가하거나 재활 후 팀 복귀를 판단하는 데 있어 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

하지만 본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다. 첫째, 무릎관절 등속성 근력에 간접적으로 영향을 미칠 수 있는 발목 및 엉덩관절과 같은 다른 신체 부위의 수술 이력은 고려하지 못했다. 둘째, 본 연구에 제시된 부상 이외에 여자 농구 선수들에게 발생 가능한 다른 무릎 부상으로 인한 근력 불균형까지는 설명할 수 없다. 부상이 등속성 근력에 미치는 영향을 좀 더 명확하게 밝히기 위해서는 향후 이와 관련된 더 많은 연구가 진행되어야 하며, 선별검사(screening test)에서 발견된 심각한 좌우 근력 불균형이 실제 부상 발생과 어떠한 연관성이 있는지 밝히는 전향적 연구도 진행될 필요가 있다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This research was supported by the Sungkyunkwan University and the BK21 FOUR (Graduate School Innovation) funded by the Ministry of Education (MOE, Korea) and National Research

Foundation of Korea.

ORCID

Munku Song <https://orcid.org/0000-0002-5093-5168>
 Hyunsik Kang <https://orcid.org/0000-0002-8611-1873>
 Inhwan Lee <https://orcid.org/0000-0002-7366-0697>

Author Contributions

Conceptualization: All authors. Data curation, Formal analysis: HK, MS. Funding acquisition, Methodology: MS. Visualization: HK, IL. Writing-Original Draft: all authors. Writing-Review & Editing: All authors.

References

- Dick R, Hertel J, Agel J, Grossman J, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate men's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *J Athl Train* 2007;42:194-201.
- Kerr ZY, Marshall SW, Dompier TP, Corlette J, Klossner DA, Gilchrist J. College sports-related injuries: United States, 2009-10 through 2013-14 academic years. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2015;64:1330-6.
- Deitch JR, Starkey C, Walters SL, Moseley JB. Injury risk in professional basketball players: a comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *Am J Sports Med* 2006;34:1077-83.
- Drakos MC, Domb B, Starkey C, Callahan L, Allen AA. Injury in the national basketball association: a 17-year overview. *Sports Health* 2010;2:284-90.
- Baker H, Rizzi A, Athiviraham A. Injury in the Women's National Basketball Association (WNBA) from 2015 to 2019. *Arthrosc Sports Med Rehabil* 2020;2:e213-7.
- Bove T, Rodas G, Pedret C, Esparza F, Casals M. Analysis of the injuries of a professional basketball team during 22 seasons attended by the same physiotherapist. *Apunts Med Esport* 2019;54:139-47.
- Ito E, Iwamoto J, Azuma K, Matsumoto H. Sex-specific differences in injury types among basketball players. *Open Access J Sports Med* 2014;6:1-6.
- Song M, Choi S, Kim H, KimY, Lee S, Kang HS. Analysis of the injuries of Korean professional basketball players during the 2019-2020 regular season. *Korean J Sports Med* 2020;38:182-9.
- Schiltz M, Lehance C, Maquet D, Bury T, Crielaard JM, Croisier JL. Explosive strength imbalances in professional basketball players. *J Athl Train* 2009;44:39-47.
- Natri A, Järvinen M, Latvala K, Kannus P. Isokinetic muscle performance after anterior cruciate ligament surgery. Long-term results and outcome predicting factors after primary surgery and late-phase reconstruction. *Int J Sports Med* 1996;17:223-8.
- Halinen J, Lindahl J, Hirvensalo E. Range of motion and quadriceps muscle power after early surgical treatment of acute combined anterior cruciate and grade-III medial collateral ligament injuries. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:1305-12.
- Ageberg E, Roos HP, Silbernagel KG, Thomeé R, Roos EM. Knee extension and flexion muscle power after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft or hamstring tendons graft: a cross-sectional comparison 3 years post surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:162-9.
- Delextrat A, Cohen D. Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *J Strength Cond Res* 2009;23:1974-81.
- Park EK, Kim JS, Park DH. Comparison of anthropometric and physical fitness characteristics of Korean female professional basketball players by class and playing position. *Exerc Sci* 2018;27:200-8.
- Buchanan PA, Vardaxis VG. Lower-extremity strength profiles and gender-based classification of basketball players ages 9-22 years. *J Strength Cond Res* 2009;23:406-19.
- Hadzić V, Erculj F, Bracic M, Dervisević E. Bilateral concentric and eccentric isokinetic strength evaluation of quadriceps and hamstrings in basketball players. *Coll Antropol* 2013;37:859-65.
- Kabacinski J, Murawa M, Mackala K, Dworak LB. Knee strength ratios in competitive female athletes. *PLoS One* 2018;13:e0191077.
- Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med* 2008;36:1469-75.
- Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21:41-50.
- Quatman CE, Hewett TE. The anterior cruciate ligament injury controversy: is "valgus collapse" a sex-specific mechanism?

- Br J Sports Med 2009;43:328-35.
21. Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F, Namazi H. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. Arch Iran Med 2007;10:24-6.
22. Ekim AA, Hamarat H, Musmul A. Relationship between Q-angle and articular cartilage in female patients with symptomatic knee osteoarthritis: ultrasonographic and radiologic evaluation. Arch Rheumatol 2017;32:347-52.
23. Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. Am J Sports Med 2007;35:359-67.
24. Zedde P, Mela F, Del Prete F, Masia F, Manunta AF. Meniscal injuries in basketball players. Joints 2015;2:192-6.
25. Omi Y, Sugimoto D, Kuriyama S, et al. Effect of hip-focused injury prevention training for anterior cruciate ligament injury reduction in female basketball players: a 12-year prospective intervention study. Am J Sports Med 2018;46:852-61.
26. Rambaud A, Ardern CL, Thoreux P, Regnaud JP, Edouard P. Criteria for return to running after anterior cruciate ligament reconstruction: a scoping review. Br J Sports Med 2018;52:1437-44.
27. Bauer KL. Osteochondral injuries of the knee in pediatric patients. J Knee Surg 2018;31:382-91.
28. Rouis M, Coudrat L, Jaafar H, et al. Assessment of isokinetic knee strength in elite young female basketball players: correlation with vertical jump. J Sports Med Phys Fitness 2015; 55:1502-8.