

김 현 경 교수지도
석사학위 청구논문

컬링 딜리버리 동작시
하지관절의 운동학적 분석

- 여자선수를 중심으로 -

2005

성신여자대학교 대학원

체육학과

이 현 정

컬링 딜리버리 동작시 하지관절의 운동학적 분석

- 여자선수를 중심으로 -

김 현 경 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2005년 5월

성신여자대학교 대학원

체육학과

이 현 정

인 준 서

이현정의 석사학위논문을 인준함

심사위원 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

성신여자대학교 대학원

논문 개요

본 연구는 컬링 딜리버리 동작을 3차원 영상분석을 통하여 국가대표선수와 등록선수 두 집단 간의 하지관절 중 발목관절, 무릎관절 그리고 고관절의 운동학적 요인을 분석하는데 목적이 있다. 또한 선수들의 과학적이고 보다 정확한 기술구사와 경기력 향상에 일반인들이 정확한 동작수행으로 수준 높은 경기에 참여할 수 있는 기초 자료를 제공하는데 의의가 있다.

이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 현재 컬링 국가대표에 있는 선수 4명, 등록 선수 4명씩을 대상으로 실시하였으며, 3대의 디지털 카메라를 이용하여 실험 상황을 촬영하였으며 3차원 DLT(direct linear transformation)방법을 활용하여 딜리버리 동작을 분석하였다. 동작분석을 용이하게 하기 위하여 전체동작을 5개의 이벤트(E1, E2, E3, E4, E5)로 이루어진 4개의 국면(P1, P2, P3, P4)으로 정의하였다.

딜리버리와 관련된 주요 운동학적 변인들은 하지관절의 왼쪽 발목관절, 무릎관절 그리고 고관절에 대한 시간, 거리, 속도, 가속도, 관절각, 각속도, 각가속도로 설정하였다. 본 연구의 통계처리는 SPSS 12.0을 사용하여 유의수준 .05에서 실시하였다.

이러한 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연구대상자의 국면별 평균시간 요인에 있어서는 국가대표군과 등록선수군의 큰 차이가 나타나지 않았다. 이는 동일한 조건하에 실험을 실시하여 시간요인에 있어서는 차이가 나타나지 않았다.

2. 컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 속도를 분석한 결과 등록 선수가 P4 구간을 제외한 P1, P2, P3 구간에서 국가대표선수보다 더 빠르게 나타났다. P2 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.036$).

3. 컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 관절각을 분석한 결과 국가대표선수가 전 구간에서 등록선수보다 더 크게 나타났다. P1, P2, P3, P4 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.023$)($P<.005$)($P<.002$)($P<.004$).

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	2
3. 연구 가설	3
4. 용어의 정의	3
II. 이론적 배경	6
1. 컬링에 관련된 선행연구	6
2. 컬링의 개요	7
III. 연구방법	17
1. 연구대상	17
2. 실험장비	18
3. 실험절차	19
4. 자료처리	21
5. 분석동작 및 구간설정	23
6. 변인계산방법	25

IV. 연구결과	26
1. 시간요인	26
2. 선 운동 요인	28
1) 변위	28
2) 선 속도	34
3) 선 가속도	40
3. 각운동 요인	46
1) 관절각	46
2) 각속도	55
3) 각가속도	64
V. 결론	73

참고문헌

ABSTRACT

표 목 차

<표 1> 연구대상자의 신체적 특성	17
<표 2> 실험장비의 특성	18
<표 3> 이벤트와 국면	24
<표 4> 연구대상자의 국면별 평균 시간변화	26
<표 5> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 거리	28
<표 6> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 거리	30
<표 7> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 거리	32
<표 8> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 속도	34
<표 9> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 속도	36
<표10> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 속도	38
<표11> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 가속도	40
<표12> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 가속도	42
<표13> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 가속도	44
<표14> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 관절각	46
<표15> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 관절각	48
<표16> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 관절각	50
<표17> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각속도	52
<표18> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각속도	54
<표19> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각속도	56
<표20> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각가속도	58
<표21> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각가속도	60
<표22> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각가속도	62

그림 목 차

<그림 1> 준비자세	4
<그림 2> 힙업	4
<그림 3> 백스윙	5
<그림 4> 슬라이딩	5
<그림 5> 최초의 스톤	8
<그림 6> 패블	6
<그림 7> 경기장규격	11
<그림 8> 스톤 밀면	11
<그림 9> 킬링 신발	12
<그림10> 브러시	13
<그림11> 스윙패드	14
<그림12> 실험장비 설치장면	20
<그림13> 인체모델의 관절점	22
<그림14> 3차원 딜리버리 자료취득을 위한 비디오카메라 및 통제틀 배치도	23
<그림15> 딜리버리의 연속동작	24
<그림16> 관절각도 정의	25
<그림17> 연구대상자의 국면별 평균소요시간	25
<그림18> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 거리변화	28
<그림19> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 거리변화	30
<그림20> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 거리변화	32
<그림21> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 속도변화	34

<그림22> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 속도변화	36
<그림23> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 속도변화	38
<그림24> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 가속도변화	40
<그림25> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 가속도변화	42
<그림26> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 가속도변화	44
<그림27> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 관절각변화	46
<그림28> 발목관절 관절각 궤적변화	47
<그림29> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 관절각변화	49
<그림30> 무릎관절 관절각 궤적변화	50
<그림31> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 관절각변화	52
<그림32> 고관절 관절각 궤적변화	53
<그림33> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각속도변화	55
<그림34> 발목관절 각속도 궤적변화	56
<그림35> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각속도변화	58
<그림36> 무릎관절 각속도 궤적변화	59
<그림37> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각속도변화	61
<그림38> 고관절 각속도 궤적변화	62
<그림39> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각가속도변화	64
<그림40> 발목관절 각가속도 궤적변화	65
<그림41> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각가속도변화	67
<그림42> 무릎관절 각가속도 궤적변화	68
<그림43> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각가속도변화	70
<그림44> 고관절 각가속도 궤적변화	71

I. 서론

1. 연구의 필요성

컬링은 16세기 스코트랜드에서 시작되었다. 스포츠와 관련해 처음으로 1511년이라고 연도가 새겨진 Stirling Stone이 발견되었으며 그 후 스코트랜드에서는 화가인 Pieter Bruegel과 Jacob Groller의 작품에 이 운동이 묘사되었다. 1998년 일본 나가노 동계올림픽대회에 정식종목 채택이 확정된 후 최근 몇년간 컬링은 급속도로 확산되고 있는 추세이다(박권일, 2000). 연령, 장소, 신체적인 조건에 관계없이 모든 사람들이 쉽게 접할 수 있고 사회 발전에 힘입어 점점 더 많은 사람들이 레크리에이션으로 컬링에 관심을 두게 되었다(Zeugin, M., 1994).

한국에서의 컬링은 1994년 대한컬링경기연맹의 창설이후 매년 3~4회의 강습회와 세계연맹 지도자 초청강습회, 그리고 전국동계체육대회를 비롯한 전국규모의 대회를 개최하여 컬링의 보급에 힘써왔다. 또한 세계 수준과의 현저한 차이를 줄이기 위해 매년 해외 전지훈련 및 국제대회 참가를 꾸준히 해오고 있다. 그 결과 2003년 타르비시오 동계유니버시아드 대회와 2003년 아오모리 동계아시안게임에서 좋은 성적을 올렸다. 그러나 국내에서는 컬링을 할 수 있는 전용 아이스링크 시설이 없어 폭 넓은 컬링의 보급 및 선수 강화 훈련에는 큰 어려움을 겪고 있는 실정이다(대한컬링경기연맹, 1998).

국내에 국가대표 선수를 비롯해서 대학 선수, 아마추어 선수, 동호인 연합회, 유소년 선수 등이 컬링을 하고 있지만, 국내 선수들을 대상으로 컬링에 대한 연구가 미비한 상태이며, 역학적인 연구가 부족한 실정이어서 보다 구체

적인 연구과제가 필요하다고 사료된다.

특히 컬링에 있어서 안정적인 딜리버리 동작은 컬링 경기를 함에 있어서 국가대표선수나 등록선수 모두에게 항상 요구되는 아주 중요한 요소로 여겨지고 있다. 안정된 딜리버리 동작을 하기 위해서는 슬라이딩 하는 왼쪽 발의 역할은 매우 중요하다. 딜리버리 동작시 하지관절 중에서도 왼쪽 발의 운동학적 변인에 따라 자세의 큰 변화를 초래할 수 있기 때문이다.

이에 경기력 향상을 위해 딜리버리 하는 동안에 하지관절의 슬라이딩 하는 왼쪽 발을 중심으로 준비자세, 힙업, 백스윙, 슬라이딩과 같이 세분화하여 비교분석하였다.

컬링 딜리버리 동작을 국가대표선수군과 등록선수군 두 집단으로 분류하여 운동학적으로 동작을 분석함으로써 국가대표선수와 등록선수간의 기술수행 차이를 규명하여 기초 자료를 제공하는 것은 컬링 기술향상에 도움이 될 수 있다는 점에서 이러한 연구는 매우 의미 있는 일이라 사료된다.

2. 연구 목적

본 연구는 컬링 딜리버리 동작을 3차원 영상분석을 통하여 국가대표선수와 등록선수의 두 집단간의 하지관절 중 발목관절, 무릎관절 그리고 고관절의 운동학적 요인을 분석하는데 목적이 있다. 또한 선수들의 과학적이고 보다 정확한 기술구사와 경기력 향상에 일반인들이 정확한 동작수행으로 수준 높은 경기에 참여할 수 있는 기초 자료를 제공하는데 의의가 있다.

3. 연구 가설

컬링 딜리버리 동작시 각 구간별 하지관절에 대한 국가대표와 등록선수간 연구가설은 다음과 같다.

- 1) 준비자세에서 하지관절의 슬라이딩 발(발목관절, 무릎관절, 고관절)에 따른 운동학적 차이가 있을 것이다.
- 2) 힙업자세에서 하지관절의 슬라이딩 발(발목관절, 무릎관절, 고관절)에 따른 운동학적 차이가 있을 것이다.
- 3) 백스윙자세에서 하지관절의 슬라이딩 발(발목관절, 무릎관절, 고관절)에 따른 운동학적 차이가 있을 것이다.
- 4) 슬라이딩자세에서 하지관절의 슬라이딩 발(발목관절, 무릎관절, 고관절)에 따른 운동학적 차이가 있을 것이다.

4. 용어의 정의

본 논문의 **딜리버리** 용어 정의는 다음과 같다.

컬링 경기에서 스톤을 던지는 동작을 딜리버리(delivery)라 한다. 이것은 볼링의 스윙 동작과 비슷하다. 컬링의 딜리버리는 준비자세, 힙업, 백스윙, 슬라이딩등의 과정을 거쳐 이루어진다. 이 과정이 자연스럽게 이루어지지 않으면 밸런스를 못 잡을 뿐만 아니라 스톤을 컨트롤하는 것이 어렵게 된다. 딜리버리는 정신집중을 요하며 동작연결에 있어서 정확한 타이밍을 필요로 하기 때문에 초보자뿐만 아니라 선수들도 항상 연습을 한다. 컬링 경기에서 가장 기본이 되는 자세이다 (유근직, 2005).

1) 준비자세

스탠스(stance)자세라고도 한다.

말 그대로 딜리버리를 하기 위한 가장 처음의 자세로 정확한 샷을 하기 위해 발판이 되는 자세이다. 이때 스킵이 지시하는 목표의 라인을 이미지화하여 정확한 투구가 될 수 있도록 준비하는 것이 중요하다.



그림 1 준비자세

2) 힙업 (hip-up)

힙업자세에서 힙(hip)의 위치가 최고점인 순간을 말한다.



그림 2 힙업

3) 백스윙(back swing)

백스텝(back-step)자세에서 왼발이 최대 뒤로 물러나는 순간을 말한다.

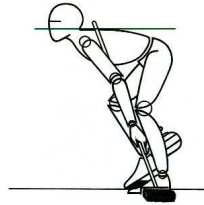


그림 3 백스윙

4) 슬라이딩(sliding)

왼발이 최대 앞으로 나와 오른발이 핵(hack)으로부터 이탈하는 순간을 말한다.

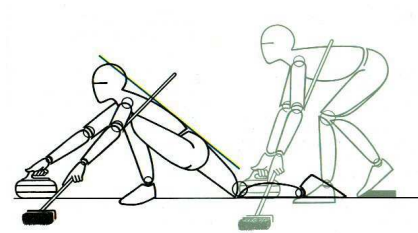


그림 4 슬라이딩

Ⅱ . 이론적 배경

1. 컬링에 관련된 선행연구

컬링의 대한 연구는 박권일(2000)의 컬링선수의 경기 내용 분석에 대한 것이 국내 최초 논문으로 발표되었다. 참가 선수의 성별, 승패, 포지션에 따른 작전 결과를 보여주고 있다. 또한 경기의 후반 엔드(end)로 갈수록 아웃(out) 되는 스톤이 줄어들고 가드(guard) 작전이 높게 나타났다는 결과를 보고하고 있다.

그 뒤로 작전비교, 체력비교, 심리기술훈련, 몰입 경험에 관한 연구가 계속 되어왔다.

컬링 경기에 있어서 경기력에 영향을 미치는 여러 가지 요인들에 대한 연구가 계속되어 가는 가운데 최근에 운동학적인 논문이 발표되고 있다.

김종덕,김현경,김미영(2004)의 Curling의 no backswing delivery 동작의 운동학적 분석에 대한 논문이 발표되었다. 이는 전체 딜리버리 동작의 견관절, 고관절, 슬관절의 Raw Position의 궤적과 각도(angle) 및 Point Velocity에 관해 논하고 있다.

또한 김유신,조규권(2005)은 컬링 딜리버리 동작에 관한 운동학적 분석으로 남자 여자선수들을 비교분석하여 신체 중심의 수평속도는 각 이벤트(event)로 진행될수록 점차 증가하는 추세를 보이고 있다고 발표하였다. 반면 수직속도는 점차 감소하는 추세로 나타난다고 발표하였다. 또한 릴리즈(release)자세에서 남·여 연구대상자 모두 상체 전경각도가 줄어드는 경향을 보이고 있다고 발표하였다. 오른 고관절 각도는 여자연구대상자가 남자연구대상자보다 상대

적으로 높은 수치를 나타내고 있다고 보고하였다.

그러나 컬링에서 요구하는 보다 세밀하고 구체화된 운동학적 연구들이 더 필요한 실정이다.

2. 컬링의 개요

1) 컬링 경기의 개요

컬링경기는 한 팀 4명의 선수(후보 1명 포함해서 5명)가 상대팀과 대항하여 펼치는 팀 경기이다. 한 경기는 공식적으로 10엔드(end)를 실시하나 상황에 따라 엔드 수(최소 6엔드 이상)를 줄여서 행 할 수도 있다. 컬링 경기장인 시트의 한쪽에서 반대쪽으로 각 팀의 선수가 정해진 포지션에 따라 번갈아가며 투구를 한다.

일반적으로 리드(lead), 세컨(second), 써드(third), 스킵(skip)의 순서로 두 개의 스톤(stone)을 던져 한 팀 8개, 모두 16개의 스톤이 던져지면 한 엔드가 끝나게 된다. 16개의 스톤이 모두 던져지고 정지한 상태에서 득점을 계산하는데 하우스 안에 들어 온 스톤 중 중앙에서 가장 가까운 곳에 위치한 상대팀 스톤보다 안쪽(하우스의 중심부)에 위치한 것만 득점이 된다.

다음 엔드는 그 엔드에서 득점한 팀이 선공이 되어 그 엔드와 반대측에 있는 하우스를 향해서 스톤을 던진다. 단, 엔드가 끝난 후 하우스 안에 양팀의 스톤이 한 개도 들어가 있지 않으면 0:0(blank)으로 그 엔드를 마치고 동일한 공격 순서로 다음 엔드를 들어간다.

컬링 경기의 묘미는 무엇보다도 양 팀간의 작전에서 느낄 수 있다. 선공인 팀은 점수를 주지 않으려는 작전으로 후공인 팀은 많은 점수를 얻으려는 작

전을 펼친다. 일반적으로 선공인 팀이 후공인 팀 보다 한 개의 스톤을 먼저 투구하여 불리할 것이라 생각하여지나 그것을 만회하거나 최소한의 점수만을 잃은 뒤 다음 엔드에서 후공을 잡기 위해 필요한 것이 바로 작전이다. 또 다른 켈링의 묘미는 후공의 마지막 투구(last rock)에 있다. 양 팀이 전개한 15개의 스톤의 결과가 마지막 한 개의 스톤의 결과에 의해서 점수를 더 득점할 수 있고 잃을 수도 있기 때문이다. 따라서 마지막 엔드의 마지막 스톤이 그 경기 전체의 승패를 가름하는 시험도 비밀비재하다.

그러나 이것은 일부분에 지나지 않는다. 켈링은 바둑이나 장기의 전술, 당구와 볼링의 각도 감각, 골프의 자기 컨트롤, 양궁의 집중력, 농구의 팀웍, 그리고 테니스의 민첩함이 필요하다. 켈링은 성별과 연령, 기술의 수준과 관계없이 누구나 즐길 수 있는 스포츠이다. 방금 시작한 초보자와 오랜 경험을 가진 국제적인 선수라도 기술의 수준에 관계없이 모두가 함께 즐길 수 있는 폭 넓은 생활스포츠이기도 하다.

2) 켈링의 역사

켈링에 관한 최초의 역사상의 기록은 옛날의 스톤에서 찾아볼 수 있다. 이 스톤은 스코틀랜드에서 발견된 것으로 1511년이라는 연호가 새겨져 있어 적어도 그 이전부터 켈링이 실시되어 온 것으로 추측된다.

최초의 경기용 스톤은 경기에 지장이 없을 정도의 돌이면 일정한 규격에 관계없이 사용하였다. 그 당시 스톤은 일정한 모양, 크기, 무게의 기준 및 손잡이가 없었기 때문에 엄지와 검지 손가락을 사용하기 위해 돌에 구멍을 내어 사용하였다. 1775년 금속 손잡이가 달린 원형의 스톤이 보편화되고 1983년 Royal Caledonian 클럽이 만들어지면서 화강암 스톤의 규격과 모형이 표준화되었다. 영국 및 유럽의 이주민이 미국, 캐나다 등으로 이주한 후부터 켈링이

한국에서의 켈링 역사는 1994년 최초로 도입되어 그해 대한켈링경기연맹이 창설되었고, 1996년에는 대한체육회 정 가맹단체로 승인되어 2000년 제81회 전국동계체육대회부터 정식종목으로 실시되고 있다. 한국의 켈링 인구는 매년 증가하여 2000년 등록선수는 약 400여명이었고 현재 전국 13개 시도에서 켈링을 보급, 육성하여 동호인의 수는 1000명이 넘고 있다.

3) 켈링 장비 및 경기장(sheet)

① 켈링 경기장(sheet)

켈링은 실내와 실외에서 모두 가능한 경기지만 좋은 빙질에서 보다 정확한 켈링 기술 전개와 날씨에 영향을 받지 않기 위해 현재에는 실내경기장에서 많이 실시한다.

실내 경기장은 크게 켈링 전용경기장과 일반 아이스링크(arena)에 켈링 경기장(sheet)을 만들어 사용하는 두 가지 방법이 있다. 주로 켈링 전용 경기장에서 경기가 이루어지나 켈링 전용 경기장이 없거나 세계선수권대회, 동계올림픽과 같은 큰 대회에서는 관중석이 많은 일반 아이스링크(arena)에 켈링 경기장(sheet)을 만들어 사용한다.

켈링 경기장은 얼음 위에 경기장을 만든 뒤 물을 뿌려 미세한 얼음 요철(패블: pebble)을 만들어야만 경기를 할 수 있다. 이러한 요철로 인해 스톤과 얼음 표면과의 마찰력이 감소하여 보다 원활한 경기를 할 수 있다.



그림 6 패블

켈링 경기장(sheet)의 크기는 44.50m, 넓이 4.75m이고, 그 안에 하우스와 핵을 대칭이 되게 설치한다. 켈링 경기장(sheet)안에는 점수를 결정하는 하우스

(house)가 있고, 하우스와 하우스의 중앙을 연결하는 센터 라인(center line), 센터 라인에 수직으로 하우스의 중앙을 지나는 티 라인(tee line), 센터 라인에 수직이며 하우스의 끝 지점에 백라인(back line), 그리고 스톤의 유효 구간을 나타내는 호그 라인(hog line)등이 있다.

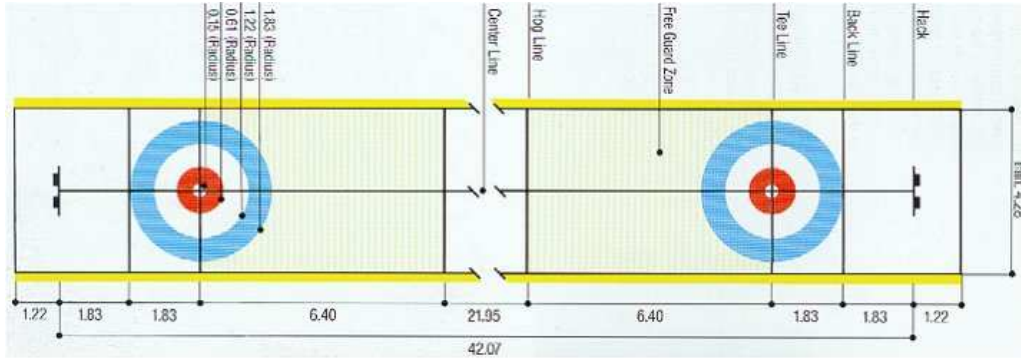


그림 7 경기장 규격

② 스톤

컬링 경기의 가장 기본이 되는 둥근 모양의 스톤은 대부분 스코틀랜드 및 웨일즈 지방에서 생산되는 화강암으로 만들어진다. 스톤의 무게는 세계컬링경기연맹의 규정에 따라 19.96kg를 넘어서는 안 되고, 둘레는 91.44cm, 즉 직경이 29.91cm이하가 되어야한다. 또한 스톤의 높이는 11.43cm이하가 되어서는 안된다.



그림 8 스톤 밀면

러닝 에지가 마모되었을 때는 다시 연마하거나 에지 부분을 도려내어 새로운 돌을 끼어 사용한다.

③ 컬링 신발

컬링용 신발은 얼음 위에서 잘 미끄러져야할 때와 그래서 안될 때가 있

다. 따라서 이와 같은 두 가지 경우 모두에 적합한 전용 신발이 필요하다. 먼저 스톤을 던질 때에는 잘 미끄러져 나가게 하기 위해 슬라이딩하는 쪽 신발의 밑바닥에 테프론(teflon)이나 스테인레스 스틸(stainless steel)과 같은 마찰력이 적은 재질이 부착된 전용신발이나 탈착용 슬라이더(slides)를 사용한다. 반면, 얼음 위를 걸어 다닐 때나 스윙 할 때에는 되도록 미끄러지지 않기 위해 슬라이딩쪽 신발 위에 그립퍼(gripper)라 부르는 덧신을 착용한다.



그림 9 컬링 신발

④ 스윙핑 도구

컬링 경기에서 사용되는 스윙핑 도구는 두 가지 종류가 있다. 옥수수 짚으로 만들어진 브룸(broom)과 돼지털이나 말의 두꺼운 머리털로 만들어진 브러쉬(brush)로 나누어진다. 브러쉬의 규격은 특별히 규정되어져 있지 않으나 얼음에 상처를 입히거나 털이 빠져 경기에 지장을 주어서는 안 된다. 그래서 최근에는 브러시 헤드에 말이나 돼지의 털 대신 털이 빠지지 않고 스윙핑 효과가 좋은 나일론이나 면으로 만든 것을 많이 사용한다. 브러쉬는 스윙핑 이외에도 딜리버리시 자세를 유지시켜주는데 도움을 주고 스킵의 투구라인 지시에 사용된다.



그림 10 브러시

4) 컬링의 기술

① 회전(Turn)

스톤의 축을 중심으로 회전하면서 목표지점을 향해 움직이므로 이 경기를 컬링이라 부른다. 회전은 오른손잡이를 기준으로 시계방향으로 회전을 주는 인턴(in-turn)과 시계반대방향으로 회전을 주는 아웃턴(out-turn)이 있다. 회전은 스킵의 지시에 의해서 정해지고 그 회전수는 3회-4회가 적당하다. 지나친 회전을 주려하면 스톤에 힘이 실려 진행방향이 직선으로 움직이게 되고 반대로 회전을 적게 주면 얼음 표면과의 불균형한 마찰에 의해 목표지점에 보낼 수 없다.

② 스위핑(sweeping)

스위핑은 스톤의 진행방향으로 닦는 것을 말한다. 즉, 얼음 표면을 잠시 녹여서 마찰을 줄여 스톤의 진행 정도를 조절하는 것이다. 위치는 스톤의 옆 또는 앞에서 스톤과 같은 속도로 움직이면서 스위핑하는 것이 중요하다. 체중은 진행하는 방향의 앞다리에 신는다. 스위핑을 할 경우와 그렇지 않을 경우 약 3-4m의 차이가 날 정도로 스위핑은 스톤의 움직임에 큰 영향을 미친다.

스위핑을 실시하는 목적은 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 스톤의 진행방향에 이물질 제거함으로 스톤의 진행경로를 확보한다.
둘째, 스톤의 진행속도를 유지 또는 극대화시킨다.
셋째, 스톤의 회전 반경을 감소시킨다.



그림 11 스위핑

5) 기본 작전 및 편성

① 기본 작전

컬링은 스톤을 굴리고 스위핑을 하는 것이 전부가 아니라 바둑을 두는 것처럼 수많은 전술이 필요한 게임이다. 작전이란 보통 “어떤 샷을 어떻게 구사할 것인가 결정하는 것”이라고 정의할 수 있다. 스킵이 게임을 어떻게 진행할 것인가 결정하기 앞서 다음과 같은 상황들을 잘 파악해야 한다.

- 마지막 스톤의 이점을 어느 팀이 가지고 있는가?
- 어떤 스톤으로 경기에 임할 것인가?

- 하우스 안에 상황은 어떠한가?
- 몇 엔드 진행 중인가?
- 스코어는 어떠한가?

상기 요인들을 잘 파악한 후 스킵은 자신의 팀 전술을 고려한다. 또한 스톤의 회전방향, 속도, 빙질의 상태 파악도 전술의 중요한 요소이다.

스톤을 투구하는 기술은 다음과 같이 정리 할 수 있다.

- 가드(guard)
- 컴어라운드(come around)
- 프리즈(freeze)
- 히트스태이(hit and stay)
- 히트롤(hit and roll)
- 드로우 라이즈(draw raise)
- 더블 테이크 아웃(double take-out)
- 트로우 파트(through a port)

② 팀 편성

4명의 선수가 한 팀을 이룬다. 리드, 세컨, 써드(바이스 스킵), 스킵(팀리더)으로 구분된다. 팀에는 한 명의 후보를 둘 수 있다.

- 리드(lead)

각 엔드를 처음 시작하기 때문에 팀의 전술 면에서 중요한 위치이다. 스톤을 던지는데 기교가 있어야 하고 스윙핑을 하는데 힘이 있어야 한다. 또한,

모든 스톤의 속도를 잘 판단해야 한다.

- 세컨(second)

스톤을 잘 던져야한다. 하우스 내에 있는 상대편 리드와 세컨의 스톤을 실수 없이 밀어내야 하며, 스톤의 속도를 잘 파악하고 하우스 내의 목표지점까지 스톤을 이끌어 가는데 필요한 스위핑의 시기를 잘 판단해야한다.

- 써드(third)

바이스 스킵이라고도 한다. 자신의 팀이 어려운 상황 속에 있을 때 상황을 역전시킬 수 있어야 하며, 상대편의 전술을 어렵게 만드는 팀의 해결사 역할을 해야 한다. 스킵이 딜리버리를 할 때 스킵의 역할을 대신한다.

- 스킵(skip)

모든 상황, 전술, 전략에 책임을 지는 팀 리더이다. 빙판의 질을 잘 판단할 줄 알아야 하며 팀 선수 중 제일 나중에 투구하는 만큼 매우 중요한 위치이다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 국가대표급(2003) 여자선수들을 대상으로 하였다.

컬링 선수들 중 경력이 6년 이상인 국가대표선수군 4명과 실적이 없는 경력이 2년 이하의 등록선수군 4명으로 선정하였으며, 이들의 특성은 <표1>과 같다.

<표 1> 연구대상자의 신체적 특성

연구대상자	신장(cm)	체중(kg)	나이(age)	경력(yrs)	
국가 대표	A1	165	53	26	7
	A2	160	56	26	7
	A3	166	60	25	7
	A4	160	50	25	7
	M±SD	162.75(±3.20)	54.75(±4.27)	25.5(±0.57)	7(±0)
등록 선수	B1	161	46	16	2
	B2	160	48	17	1
	B3	160	60	18	1
	B4	154	50	17	2
	M±SD	158.75(±3.20)	51(±6.21)	17(±0.81)	1.5(±0.57)

2. 실험 장비

본 연구에 사용된 실험장비는 동작수행을 위한 촬영장비와 분석장비로 분류되며, 그 자세한 사항은 <표2>와 같다.

<표 2> 실험장비의 특성

구분	명칭	모델명	제조회사
촬영장비	비디오카메라3대	S-VHS D-5100	Panasonic
	통제점 막대	Variable control object	V-TEK
	비디오테이프4개	PX-120 S-VHS	Kodac
영상분석 및 자료처리장비	컴퓨터	586-DX	Samsung
	S-VHS 모니터	PVM-1942Q	Sony
	비디오분석 Program	KWON3D Version3.1	V-TEC
	S-VHS VCR	AG-7350	Panasonic

1) 촬영장비

본 연구에서는 연구 대상자를 영상 분석하기 위하여 Panasonic D-5100 카메라 3대를 사용하였다. 이 비디오 카메라의 특징은 S-VHS 비디오 테이프를 사용하여 고해상도로 촬영할 수 있고 카메라의 속도는 60fields/sec이다.

2) 영상 분석장비

비디오 카메라에서 촬영된 영상은 S-VHS VCR(Panasonic AG-7350)과 S-VHS모니터(Sony PVM-1942Q)와 Kwon(2004)이 개발한 KWON3D 3.1프로그램을 이용하여 분석하였다. 컴퓨터를 이 시스템과 연결시켜 영상의 좌표화 및 좌표화된 좌표값의 저장과 분석에 사용하였다.

3. 실험절차

공간좌표설정을 위해 컬링 링크에 통제점 틀을 설치, 실험장면이 들어올 수 있는 범위 내의 연구대상자를 정면과 45° 각도에서 각각 3대의 비디오카메라를 설치하였다. 모든 카메라의 셔터가 동시에 열리고 닫히도록 하기 위하여 이벤트 동조기(Peak Performance, ESU-4000)와 조명등을 사용하였다.

기준좌표 설정을 위한 통제점은 전 구간을 포함할 수 있도록 하여 피험자의 동작을 촬영하기 전에 1분 동안 촬영하고 이를 제거하였다. 이때 실공간의 좌표설정을 위해 이미 좌표값을 알고 있는 통제점을 이용하였다. 통제점 막대는 길이 1m의 봉을 조인트로 연결하여 2m로 하였으며, 각각에는 10개의 통제점이 표시되어 있는데, 매 mark마다 6개씩 5개를 수직으로 설치하여 약10m의 구간을 포함할 수 있도록 하였다.



그림 12 실험장비 설치장면

피실험자의 신체관절과 동작의 body line을 잘 나타내기 위해, 스케이팅 선수복을 착용시키고, 디지털화(digitizing)을 위한 신체 관절을 백색테이프로 동그랗게 감아서 각 부위의 랜드마크를 표시하였다.

각 피험자는 충분한 연습을 한 후 각1명씩 출발시켜 기존의 딜리버리 동작을 여러번 시행하여 백라인에서 호그라인까지의 거리가 3.55(sec)에 가까운 딜리버리를 선정하여 동일한 조건하에 실험하였다.

여기서 3.55(sec)라 함은 보통 하우스에 드로우(draw)되는 시간을 말한다.

4. 자료처리

본 연구의 자료처리 프로그램은 KWON3D 3.1(Kwon, 2004)를 사용하여 3차원 좌표값의 계산, 그리고 운동학적 변인등을 계산하였다.

1) 좌표화

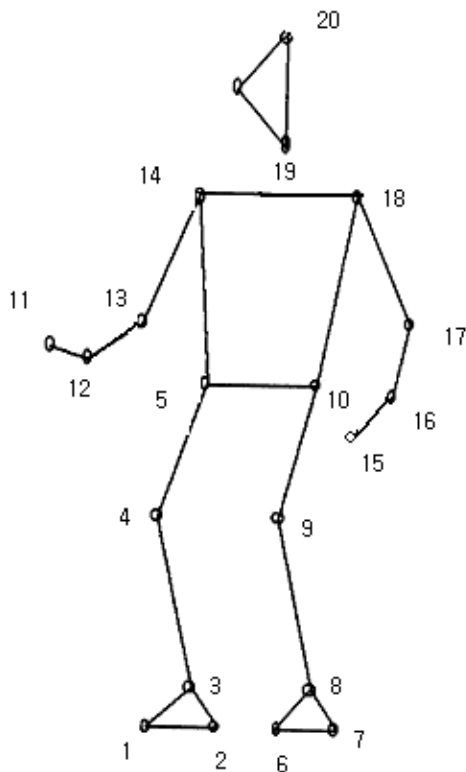
좌표화는 영상으로 나타나는 표시점의 위치를 실 공간상의 좌표값으로 변환시키는 과정을 말하며, 이러한 좌표화는 기준공간을 좌표화하는 통제점 좌표화와 공간상에서 실제로 움직이는 인체관절 중심점에 대한 좌표화로 나누어 처리하였다.

① 통제점 좌표화

총 25개의 통제점을 5번 디지털화하여 평균값을 파일로 저장하도록 하여 디지털화시 발생할 수 있는 오차를 최대한 줄일 수 있도록 하였다. 이 연구의 축 설정은 덜리버리 동작 운동진행 방향을 y축, 좌우 방향을 x축, 수직방향을 z축으로 설정하였다.

② 인체관절 중심점의 좌표화

인체의 모델은 총 20개의 관절점에 대한 16개의 신체분절로 연결된 강제 시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체 분절 모수치(body segment parameters)는 Chavdler등(1975)의 자료를 이용하였다. 인체관절 중심점의 좌표화는 <그림13>과 같다.



1. 오른 발 끝(R. toe)
2. 오른 발뒤꿈치(R. heel)
3. 오른 발목관절(R. ankle)
4. 오른 무릎관절(R. knee)
5. 오른 고관절(R. hip)
6. 왼 발끝(L. toe)
7. 왼 발뒤꿈치(L. heel)
8. 왼 발목관절(L. ankle)
9. 왼 무릎관절(L. knee)
10. 왼 고관절(L. hip)
11. 오른 손가락 끝(R. finger)
12. 오른 손목관절(R. wrist)
13. 오른 팔꿈치관절(R. elbow)
14. 오른 어깨관절(R. shoulder)
15. 왼 손가락 끝(L. finger)
16. 왼 손목관절(L. wrist)
17. 왼 팔꿈치관절(L. elbow)
18. 왼 어깨관절(L. shoulder)
19. 턱(chin)
20. 머리 상단끝(vertex)

그림 13 인체모델의 관절점

2) 3차원 좌표의 계산

디지털화 하여 얻은 2차원 좌표를 이용하여 3차원 좌표를 얻기 위해 공간의 자료를 이미 알고 있는 통제점 틀을 이용하여 DLT 계수들을 계산하고, 이들계수와 동조된 2차원 좌표로부터 인체 관절점의 3차원 좌표를 계산하는 방식인 DLT방법을 사용하였다.

3대의 카메라 영상 녹화 속도는 60fields/sec였으며, 이로부터 얻은 정보를

3차원 스플라인 함수를 이용, 0.017초 간격으로 보간(interpolation) 동조(synchronization)시켰다.

디지털화 과정에서 오는 노이즈를 제거하기 위해서 Butter-worth의 2차 저역 통과필터를 사용하여 Smoothing하였다.

이때 차단 주파수(cut-off frequency)는 6.0Hz로 설정하였다.

각 변인에 대한 통계적 검정은 두 집단간 t-test를 이용하였다. 통계 프로그램으로는 SPSS 12.0을 사용하였다. 가설검정은 Levene의 등분산 검정을 실시하였다.

5. 분석 동작 및 구간 설정

1) 분석동작

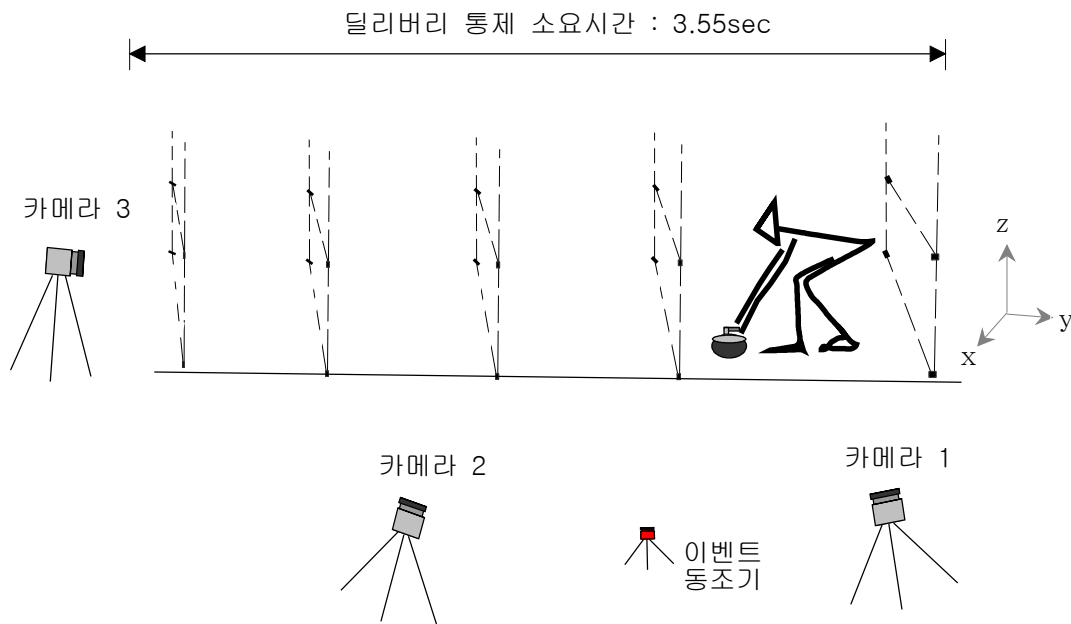


그림 14 3차원 딜리버리 자료취득을 위한 비디오카메라 및 통제틀 배치도

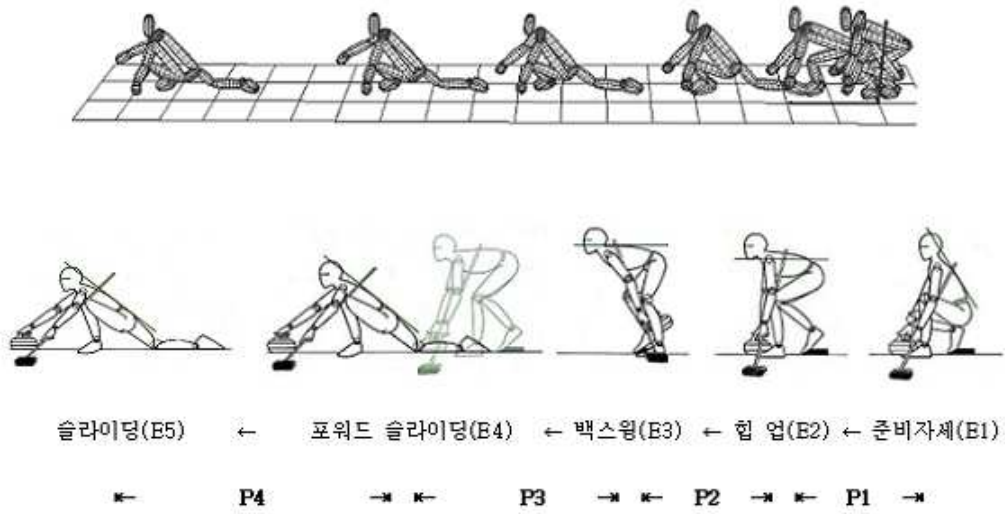


그림 15 딜리버리의 연속동작

2) 구간설정

<표 3> 이벤트와 국면

국면(Phase)	구분
Phase(P1)	E1-E2
Phase(P2)	E2-E3
Phase(P3)	E3-E4
Phase(P4)	E4-E5

- ① Event(E1): Set-up 자세.
- ② Event(E2): Hip-up자세에서 Hip의 위치가 최고점인 순간.
- ③ Event(E3): Back-step자세에서 왼발이 최대 뒤로 물러나는 순간.
- ④ Event(E4): 핵(hack)에서 오른발이 떨어져서 퍼진 순간.
- ⑤ Event(E5): 스톤이 호그라인에 닿는 순간.

6. 변인계산방법

하지관절의 L. ankle joint, L. knee joint, L. hip joint를 설정하여 구간별 P1, P2, P3, P4에 대한 다음과 같은 요인을 설정하였다.

1) 시간요인: 구간별 P1, P2, P3, P4에 대한 시간분석.

2) 선 운동요인: 구간별 P1, P2, P3, P4에 대한 거리, 속도 그리고 가속도에 대한 분석

3) 각운동 요인

구간별 P1, P2, P3, P4에 대한 관절각, 각속도 그리고 각가속도에 대한 분석

- * 발목관절각(θ_1): 하퇴와 발이 이루는 3차원 각도
- * 무릎관절각(θ_2): 대퇴와 하퇴가 이루는 3차원 각도
- * 고관절각(θ_3): 대퇴와 상체가 이루는 3차원 각도

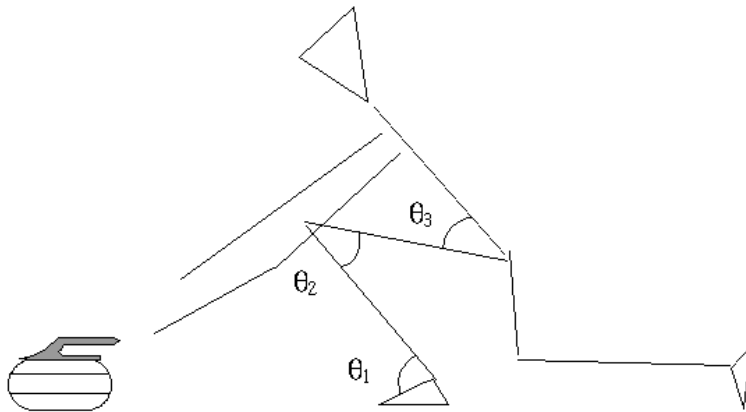


그림 16 관절각도 정의

IV. 연구 결과

1. 시간요인

킬링 딜리버리 동작에 대한 각 국면별 소요시간을 분석한 결과는 <표4>와 <그림17>과 같다.

<표 4> 연구대상자의 국면별 평균 시간변화

단위(sec)

국가대표선수	P1	P2	P3	P4	P total	등록선수	P1	P2	P3	P4	P total
A1	0.63	2.65	1.24	3.14	7.70	B1	0.60	1.10	1.17	3.13	6.10
A2	0.63	1.33	1.37	3.20	6.57	B2	0.10	1.23	1.57	3.27	6.90
A3	0.63	3.97	1.10	3.07	8.83	B3	1.60	0.60	1.07	3.67	6.97
A4	0.67	1.00	1.17	3.40	6.27	B4	0.80	1.10	1.15	3.02	6.13
M±SD	0.64 ±0.02	2.24 ±1.36	1.22 ±0.12	3.20 ±0.14	7.34 ±0.17	M±SD	0.78 ±0.62	1.01 ±0.28	1.24 ±0.22	3.27 ±0.28	6.53 ±0.47

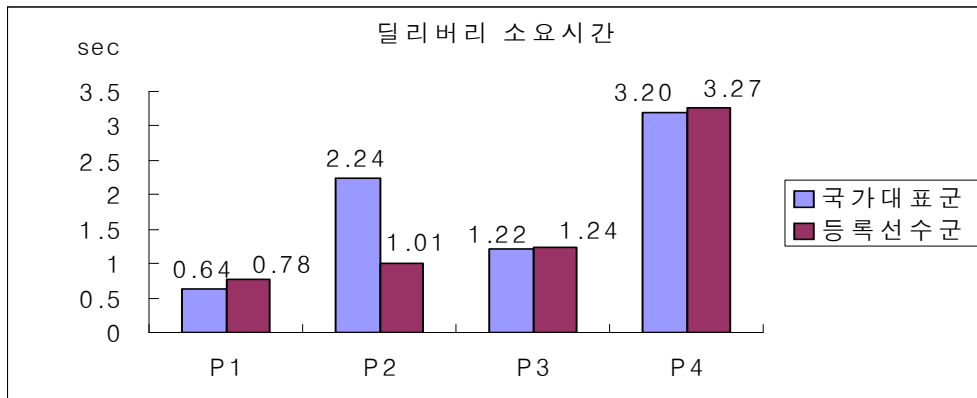


그림 17 연구대상자의 국면별 평균 소요시간

본 연구에서 킥링 딜리버리 동작의 P1에서의 소요시간을 살펴보면, 국가대표선수는 평균 0.64 ± 0.02 (s)로 나타났고, 등록선수는 평균 0.78 ± 0.62 (s)로 나타났다. P1에서 국가대표선수와 등록선수의 평균 소요시간이 0.14(s)차이로 큰 차이는 보이지 않았다.

P2에서의 소요시간을 살펴보면, 국가대표선수는 평균 2.24 ± 1.36 (s)로 나타났고, 등록선수는 평균 1.01 ± 0.28 (s)로 나타났다. P1에서와 마찬가지로 P2에서도 국가대표선수와 등록선수간의 소요시간이 1.23(s)차이로 큰 차이는 보이지 않았다.

P3에서의 소요시간은 국가대표선수가 평균 1.22 ± 0.12 (s)로 나타났고, 등록선수는 평균 1.24 ± 0.22 (s)로 나타났다. 0.02(s)차이로 큰 차이를 보이지 않았다.

P4에서의 소요시간은 국가대표선수가 평균 3.20 ± 0.14 (s)로 나타났고, 등록선수는 평균 3.27 ± 0.28 (s)로 나타났다. 0.07(s)차이로 큰 차이를 보이지 않았다.

이는 동일한 조건하에 실험을 시행하여 시간요인에 있어서는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 사료된다.

다만, P2는 P1, P3, P4에 비하여 약간 시간이 더 소요된 점을 미루어 보아 국가대표선수가 힘업에서 백스윙시에 더 신중하게 투구하는 것으로 보여진다.

2. 선 운동 요인

1) 변위

① 발목관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 거리를 분석한 결과는 <표5>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림18>과 같다.

<표 5> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 거리

국가대표선수	L ankle				등록선수	L ankle			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	22.79	24.40	57.33	529.20	B1	23.04	27.80	53.63	510.47
A2	22.79	25.26	53.30	529.78	B2	20.61	26.47	50.14	505.26
A3	22.78	23.54	61.36	528.61	B3	22.14	31.81	52.77	524.61
A4	20.46	21.97	51.32	514.00	B4	16.69	27.98	58.00	504.63
M±SD	22.21 ±1.16	23.79 ±1.40	55.83 ±4.46	525.40 ±7.61	M±SD	20.62 ±2.81	28.52 ±2.30	53.64 ±3.27	511.24 ±9.29
t-Value	P1(0.254)		P2(0.442)		P3(0.373)		P4(0.770)		
Pr> t	P1(0.337) *		P2(0.013)		P3(0.458) *		P4(0.056)		

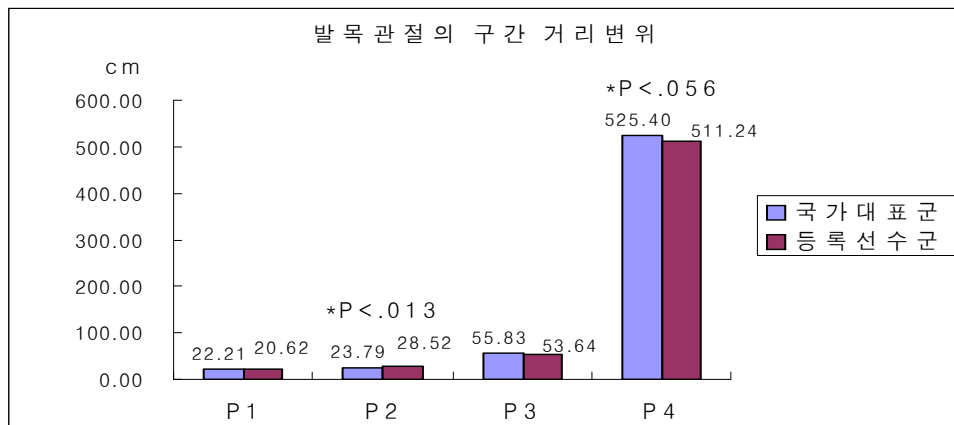


그림 18 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 거리 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $22.21 \pm 1.16(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $20.62 \pm 2.81(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 거리가 1.59cm 더 길게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $23.79 \pm 1.40(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $28.52 \pm 2.30(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 거리가 4.73cm 더 길게 나타났다. P2 구간에서 유의 확률이 0.013으로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $55.83 \pm 4.46(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $53.64 \pm 3.27(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 거리가 2.19cm 더 길게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $525.40 \pm 7.61(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $511.24 \pm 9.29(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4를 비교해보면 국가대표선수의 평균 거리가 14.16cm 더 길게 나타났다. P4 구간에서 유의 확률이 0.056으로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

각 국면별 발목관절 거리를 살펴보면 국가대표선수가 P2 구간을 제외한 P1, P3, P4 구간에서 등록선수보다 더 길게 나타나고 있다.

② 무릎관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 거리를 분석한 결과는 <표6>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림19>와 같다.

<표 6> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 거리

국가대표선수	L knee				등록선수	L knee			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	49.86	47.69	77.18	549.14	B1	50.23	46.54	58.59	526.99
A2	50.72	45.60	68.74	545.05	B2	52.50	48.07	61.10	525.21
A3	49.00	49.78	85.62	553.22	B3	44.54	38.27	63.75	534.97
A4	51.11	46.46	71.42	530.17	B4	49.39	47.26	67.32	598.34
M±SD	50.17 ±0.94	47.38 ±1.81	75.74 ±7.47	544.39 ±10.05	M±SD	49.17 ±3.35	45.04 ±4.55	62.69 ±3.74	546.38 ±34.90
t-Value	P1(0.179)		P2(0.158)		P3(0.212)		P4(0.091)		
Pr> t	P1(0.584)		P2(0.375)		* P3(0.020)		P4(0.917)		

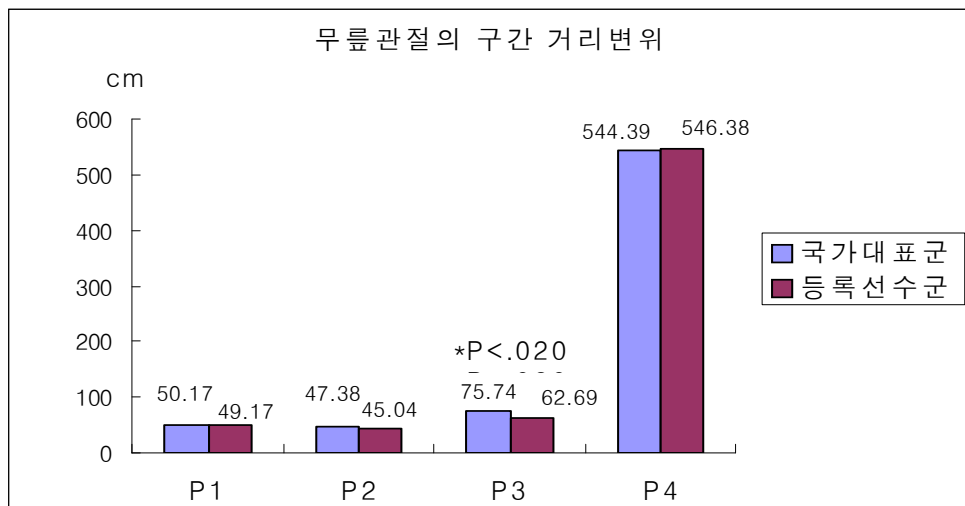


그림 19 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 거리 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $50.17 \pm 0.94(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $49.17 \pm 3.35(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 거리가 1.00cm 더 길게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $47.38 \pm 1.81(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $45.04 \pm 4.55(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 거리가 2.34cm 더 길게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $75.74 \pm 7.47(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $62.69 \pm 3.74(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 거리가 13.05cm 더 길게 나타났다.

P3 구간에서 유의 확률이 0.020으로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $544.39 \pm 10.05(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $546.38 \pm 34.90(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 거리가 1.98cm 더 길게 나타났다.

각 국면별 무릎관절 거리를 살펴보면 국가대표선수가 P4 구간을 제외한 P1, P2, P3 구간에서 등록선수보다 더 길게 나타나고 있다.

③ 고관절

킬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 거리를 분석한 결과는 <표7>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림20>과 같다.

<표 7> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 거리

국가대표선수	L hip				등록선수	L hip				단위(cm)
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4	
A1	55.58	66.01	75.43	507.26	B1	39.33	59.77	74.56	487.29	
A2	49.83	65.20	76.24	508.95	B2	52.18	57.37	73.56	484.70	
A3	61.32	66.81	74.62	505.56	B3	55.70	65.01	72.67	494.81	
A4	52.69	67.35	81.77	497.29	B4	47.39	69.13	76.57	478.68	
M±SD	54.85 ±4.91	66.34 ±0.94	77.02 ±3.24	504.76 ±5.17	M±SD	48.65 ±7.09	62.82 ±5.28	74.34 ±1.68	486.37 ±6.68	
t-Value	P1(0.474)		P2(0.012)		P3(0.279)		P4(0.711)			
Pr> t	P1(0.200)		P2(0.275)		P3(0.193)		* P4(0.005)			

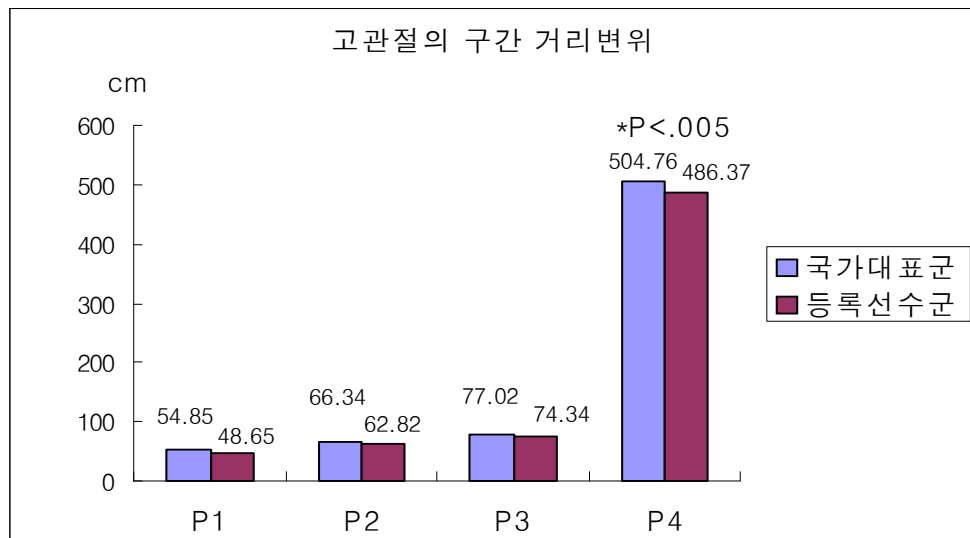


그림 20 연구대상자의 고관절 평균 국면별 거리 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $54.85 \pm 4.91(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $48.65 \pm 7.09(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 거리가 6.20cm 더 길게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $66.34 \pm 0.94(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $62.82 \pm 5.28(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 거리가 3.52cm 더 길게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $77.02 \pm 3.24(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $74.34 \pm 1.68(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 거리가 2.68cm 더 길게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 거리는 $504.76 \pm 5.17(\text{cm})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 거리는 $486.37 \pm 6.68(\text{cm})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 거리가 18.39cm 더 길게 나타났다.

P4 구간에서 유의 확률이 0.005로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

각 국면별 고관절 거리를 살펴보면 국가대표선수가 P1, P2, P3, P4 모든 구간에서 등록선수보다 더 길게 나타나고 있다.

2) 선 속도

① 발목관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 속도를 분석한 결과는 <표8>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림21>과 같다.

<표 8> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 속도

		단위(cm/s)							
국가대표선수	L ankle				등록선수	L ankle			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	20.36	29.31	141.63	229.68	B1	13.51	40.51	180.69	213.04
A2	25.71	40.74	134.52	226.99	B2	14.51	38.64	119.93	203.45
A3	15.00	17.87	148.73	232.36	B3	26.23	20.33	166.76	182.60
A4	43.23	29.24	142.28	202.56	B4	20.28	52.03	171.56	209.53
M±SD	26.07 ±12.24	29.29 ±9.34	141.79 ±5.81	222.90 ±13.73	M±SD	18.63 ±5.88	37.88 ±13.11	159.74 ±27.16	202.16 ±13.63
t-Value	P1(0.339)		P2(0.588)		P3(0.074)		P4(0.943)		
Pr> t	P1(0.315)		P2(0.327)		P3(0.244)		P4(0.076)		

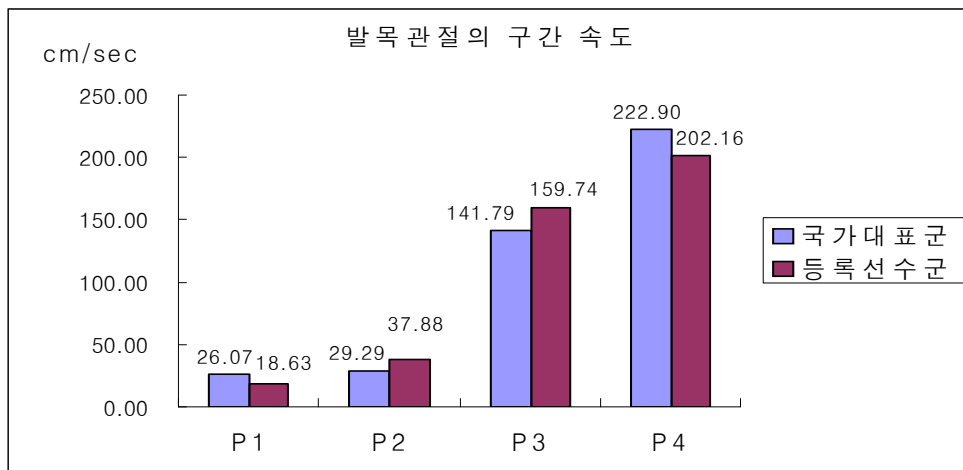


그림 21 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 속도 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 26.07 ± 12.24 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 18.63 ± 5.42 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 속도가 7.34cm/s 더 빠르게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 29.29 ± 9.34 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 37.88 ± 13.11 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 속도가 8.59cm/s 더 빠르게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 141.79 ± 5.81 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 159.74 ± 27.16 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 속도가 17.95cm/s 더 빠르게 나타났다.

각 국면별 발목관절 속도를 살펴보면 국가대표선수가 P1, P4 구간에서는 등록선수보다 빠르게 나타났으며 P2, P3 구간에서 등록선수가 더 빠르게 나타나고 있다.

또한, 통계적 검정 결과 발목관절에 대한 유의 있는 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

② 무릎관절

킬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 속도를 분석한 결과는 <표9>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림22>와 같다.

<표 9> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 속도

단위(cm/s)

국가대표선수	L knee				등록선수	L knee			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	24.23	24.94	136.68	229.35	B1	23.53	31.55	172.51	211.34
A2	26.38	30.60	128.66	226.08	B2	14.69	38.23	116.60	205.14
A3	22.08	19.28	144.70	232.61	B3	32.00	27.95	153.82	183.70
A4	12.65	20.83	136.01	202.18	B4	38.62	42.50	173.77	210.84
M±SD	21.34 ±6.05	23.91 ±5.06	136.51 ±6.56	222.55 ±13.84	M±SD	27.21 ±10.38	35.06 ±6.54	154.18 ±26.66	202.76 ±13.01
t-Value	P1(0.231)		P2(0.414)		P3(0.111)		P4(0.900)		
Pr> t	P1(0.366)		* P2(0.036)		P3(0.246)		P4(0.082)		

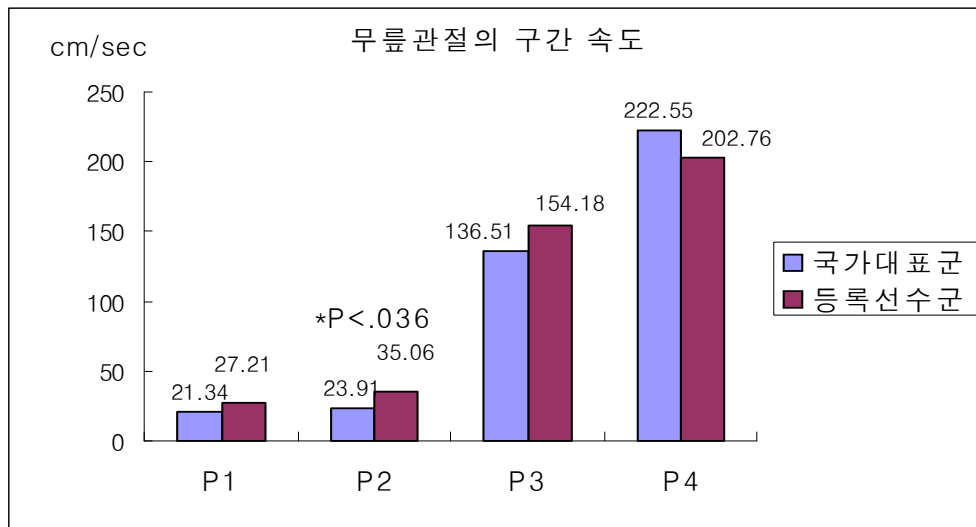


그림 22 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 속도 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 21.34 ± 6.05 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 27.21 ± 10.38 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 등록선수의 평균 속도가 5.87cm/s 더 빠르게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 23.91 ± 5.06 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 35.06 ± 6.54 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 속도가 11.15cm/s 더 빠르게 나타났다.

P2 구간에서 유의 확률이 0.036으로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 136.51 ± 6.56 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 154.18 ± 26.66 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 속도가 17.67cm/s 더 빠르게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 222.55 ± 13.84 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 202.76 ± 13.01 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 속도가 19.79cm/s 더 빠르게 나타났다.

각 국면별 무릎관절 속도를 살펴보면 등록선수가 P4 구간을 제외한 P1, P2, P3 구간에서 국가대표선수보다 더 빠르게 나타나고 있다.

③ 고관절

킬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 속도를 분석한 결과는 <표10>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림23>과 같다.

<표 10> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 속도

국가대표선수	L hip				등록선수	L hip			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	53.43	50.36	152.01	230.73	B1	54.83	40.89	141.21	213.59
A2	43.94	40.79	126.84	227.40	B2	56.50	49.19	112.92	203.63
A3	62.91	59.92	177.18	234.06	B3	40.25	28.57	138.08	184.14
A4	22.89	27.11	132.95	201.73	B4	49.15	34.05	150.04	211.47
M±SD	45.79 ±17.12	44.54 ±14.00	147.25 ±22.65	223.48 ±14.75	M±SD	50.18 ±7.33	38.18 ±8.91	135.56 ±15.92	203.21 ±13.41
t-Value	P1(0.222)		P2(0.383)		P3(0.420)		P4(0.814)		
Pr> t	P1(0.654)		P2(0.472)		P3(0.431)		P4(0.088)		

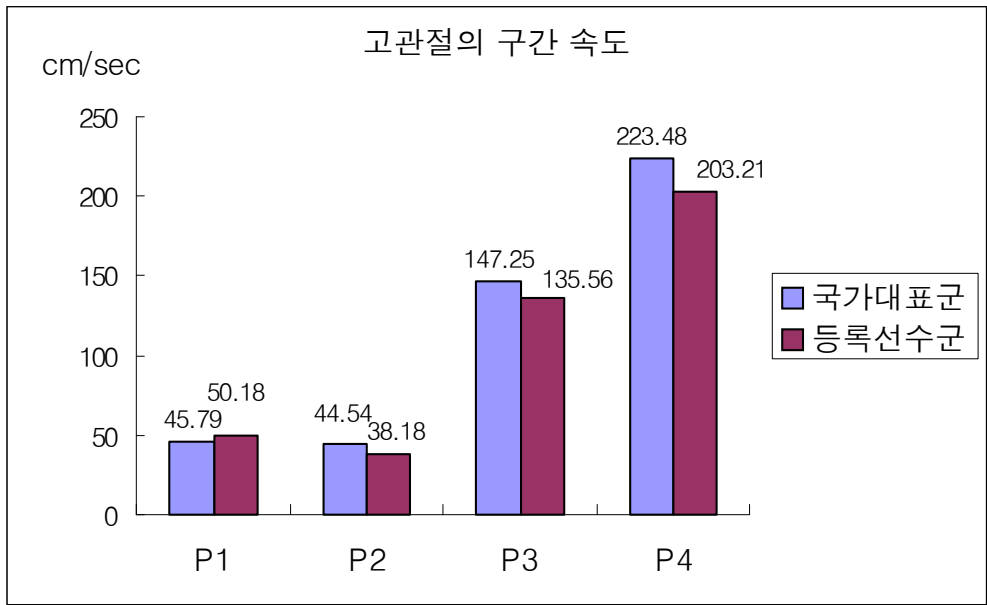


그림 23 연구대상자의 고관절 평균 국면별 속도 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 45.79 ± 17.12 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 50.18 ± 7.33 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 등록선수의 평균 속도가 4.39cm/s 더 빠르게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 44.54 ± 14.00 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 38.18 ± 8.91 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 속도가 6.36cm/s 더 빠르게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 147.25 ± 22.65 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 135.56 ± 15.92 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 속도가 11.69cm/s 더 빠르게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 223.48 ± 14.75 (cm/s)로 나타났고, 등록선수 평균 속도는 203.21 ± 13.41 (cm/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 속도가 20.27cm/s 더 빠르게 나타났다.

각 국면별 고관절 속도를 살펴보면 국가대표선수가 P1 구간을 제외한 P2, P3, P4 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타나고 있다.

또한, 통계적 검정 결과 고관절에 대한 유의 있는 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

3) 선 가속도

① 발목관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 가속도를 분석한 결과는 <표 11>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림 24>와 같다.

<표 11> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 가속도

단위(cm/s²)

국가대표선수	L ankle				등록선수	L ankle			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	616.15	860.31	1298.11	715.27	B1	462.67	901.50	1328.19	641.53
A2	783.89	1194.13	1413.23	864.58	B2	374.38	494.31	1335.40	929.53
A3	448.40	526.48	1182.99	565.96	B3	599.11	528.35	1138.67	582.72
A4	1315.01	647.42	1011.32	452.57	B4	728.48	855.26	1948.23	1289.30
M±SD	790.86 ±375.32	807.09 ±292.61	1226.41 ±171.46	649.60 ±179.21	M±SD	541.16 ±155.37	694.86 ±213.21	1437.62 ±352.38	860.77 ±323.39
t-Value		P1(0.273)	P2(0.636)	P3(0.277)	P4(0.243)				
Pr> t		P1(0.265)	P2(0.558)	P3(0.322)	P4(0.297)				

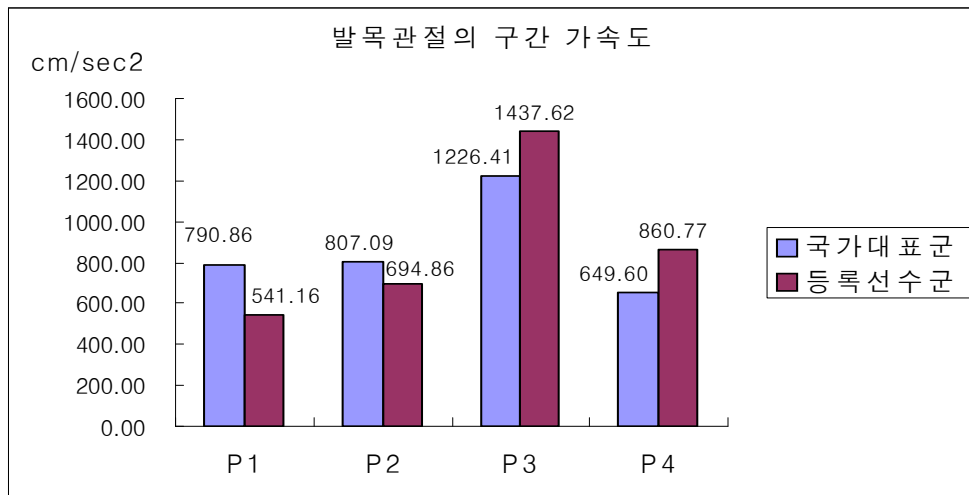


그림 24 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 가속도 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $790.86 \pm 375.32(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $541.16 \pm 155.37(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 가속도가 249.70cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $807.09 \pm 292.61(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $694.86 \pm 213.21(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 가속도가 112.23cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $1226.41 \pm 171.46(\text{cm/s})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $1437.62 \pm 352.38(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 가속도가 211.21cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $649.60 \pm 179.21(\text{cm/s})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $860.77 \pm 323.39(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 가속도가 211.17cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

각 국면별 발목관절 가속도를 살펴보면 국가대표선수가 P1, P2 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타나고 있으며, P3, P4 구간에서는 등록선수가 더 빠르게 나타나고 있다.

또한, 통계적 검정 결과 발목관절에 대한 유의 있는 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

② 무릎 관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 가속도를 분석한 결과는 <표 12>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림 25>와 같다.

<표 12> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 가속도

단위(cm/s²)

국가대표선수	L knee				등록선수	L knee			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	814.20	5055.76	1114.21	1101.31	B1	799.48	846.05	1562.37	886.11
A2	968.66	9574.44	1179.04	1425.60	B2	417.33	645.46	1195.55	1218.61
A3	659.74	537.08	1049.38	777.02	B3	830.56	942.69	1587.25	1151.07
A4	342.24	221.85	710.26	317.78	B4	977.78	743.95	2217.33	1068.75
M±SD	696.21 ±267.57	3847.28 ±410.67	1013.22 ±208.80	905.43 ±472.85	M±SD	756.29 ±238.98	794.54 ±128.30	1640.63 ±424.13	1081.14 ±143.73
t-Value		P1(0.804)	P2(0.011)	P3(0.376)	P4(0.081)				
Pr> t		P1(0.749)	P2(0.260)	*P3(0.038)	P4(0.504)				

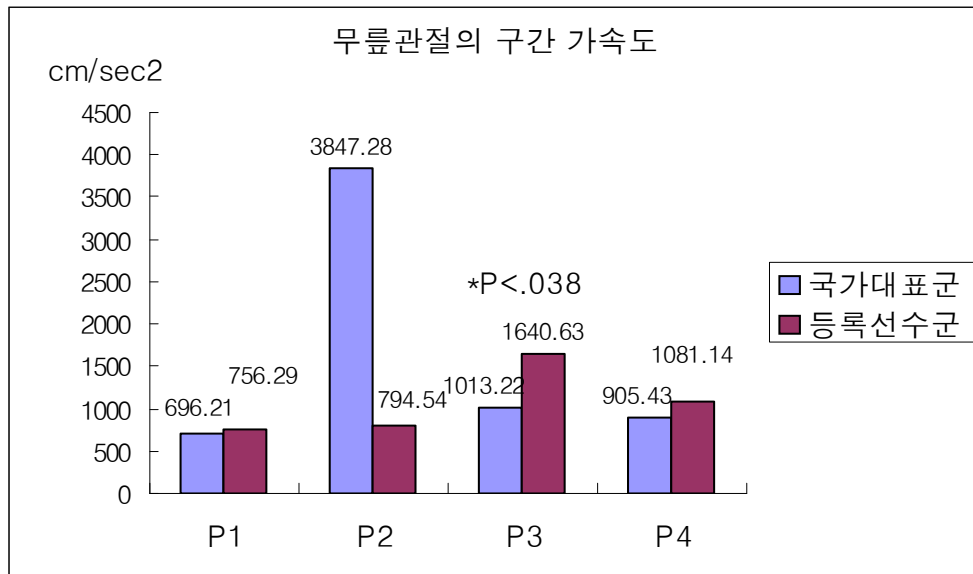


그림 25 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 가속도 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $696.21 \pm 267.57(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $756.29 \pm 238.98(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 등록선수의 평균 가속도가 60.08cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $3847.28 \pm 410.67(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $794.54 \pm 128.30(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 가속도가 3052.74cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $1013.22 \pm 208.80(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $1640.63 \pm 424.13(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 가속도가 627.41cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P3 구간에서 유의 확률이 0.038로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $905.43 \pm 472.85(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $1081.14 \pm 143.73(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 가속도가 175.71cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

각 국면별 무릎관절 가속도를 살펴보면 P2를 제외하고 등록선수가 P1, P3, P4 구간에서 국가대표선수보다 더 빠르게 나타나고 있다.

③ 고관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 가속도를 분석한 결과는 <표13>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림26>과 같다.

<표 13> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 가속도 변화

단위(cm/s²)

국가대표선수	L hip				등록선수	L hip			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	1824.42	1768.21	2127.83	1604.46	B1	1489.47	1044.81	1360.01	1222.41
A2	1291.90	1220.50	1246.10	1572.44	B2	782.22	992.71	1054.57	1046.59
A3	2356.93	2315.92	3009.55	1636.48	B3	1090.92	796.87	1564.04	1298.38
A4	246.09	439.43	718.63	370.67	B4	774.90	753.07	1098.35	1172.65
M±SD	1429.84 ±901.01	1436.02 ±800.88	1775.53 ±700.35	1296.01 ±617.45	M±SD	1034.38 ±337.25	896.87 ±143.47	1269.24 ±238.35	1185.01 ±105.77
t-Value	P1(0.161)		P2(0.048)		P3(0.031)		P4(0.049)		
Pr> t	P1(0.442)		P2(0.272)		P3(0.393)		P4(0.745)		

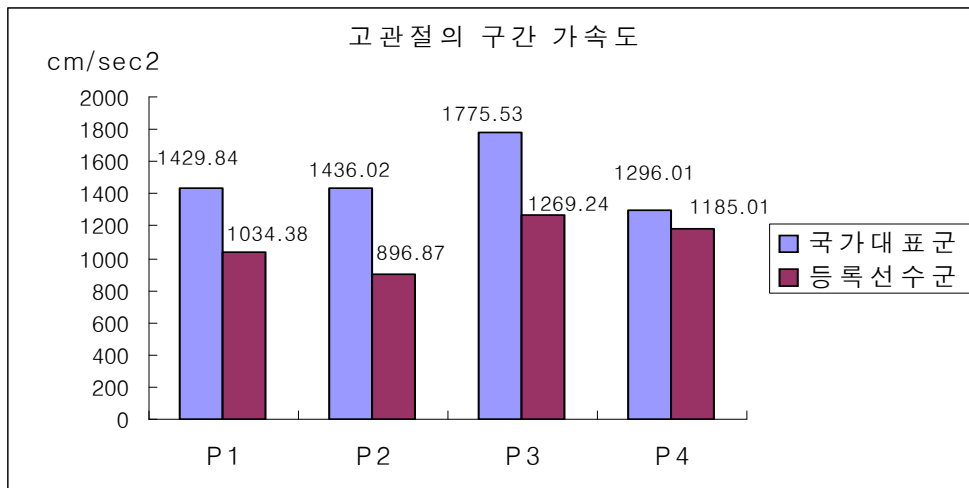


그림 26 연구대상자의 고관절 평균 국면별 가속도 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $1429.84 \pm 901.01(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $1034.38 \pm 337.25(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 가속도가 395.46cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 속도는 $1436.02 \pm 800.88(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $896.87 \pm 143.47(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 가속도가 539.15cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $1775.53 \pm 700.35(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $1269.24 \pm 238.35(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 속도가 506.29cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

P4구간에서 국가대표선수의 평균 가속도는 $1296.01 \pm 617.45(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 가속도는 $1185.01 \pm 105.77(\text{cm/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 속도가 111.00cm/s^2 더 빠르게 나타났다.

각 국면별 고관절 가속도를 살펴보면 국가대표선수가 전 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타나고 있다.

또한, 통계적 검정 결과 고관절에 대한 유의 있는 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

3. 각운동 요인

1) 관절각

① 발목 관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 관절각을 분석한 결과는 <표 14>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림 27>과 같다.

<표 14> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 관절각

단위(degree)

국가대표선수	L ankle				등록선수	L ankle			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	93.05	92.20	74.19	63.83	B1	68.57	68.61	58.81	48.84
A2	115.00	106.08	72.65	66.82	B2	72.58	65.29	58.49	48.43
A3	71.10	78.31	75.73	60.84	B3	55.42	54.07	52.78	54.45
A4	105.45	107.87	88.27	75.88	B4	65.31	66.54	49.17	51.64
M±SD	96.15 ±18.96	96.12 ±13.78	77.71 ±7.15	66.84 ±6.50	M±SD	65.47 ±7.33	63.63 ±6.52	54.81 ±4.67	50.84 ±2.80
t-Value		P1(0.145)		P2(0.119)		P3(0.500)		P4(0.296)	
Pr> t		*P1(0.023)		*P2(0.005)		*P3(0.002)		*P4(0.004)	

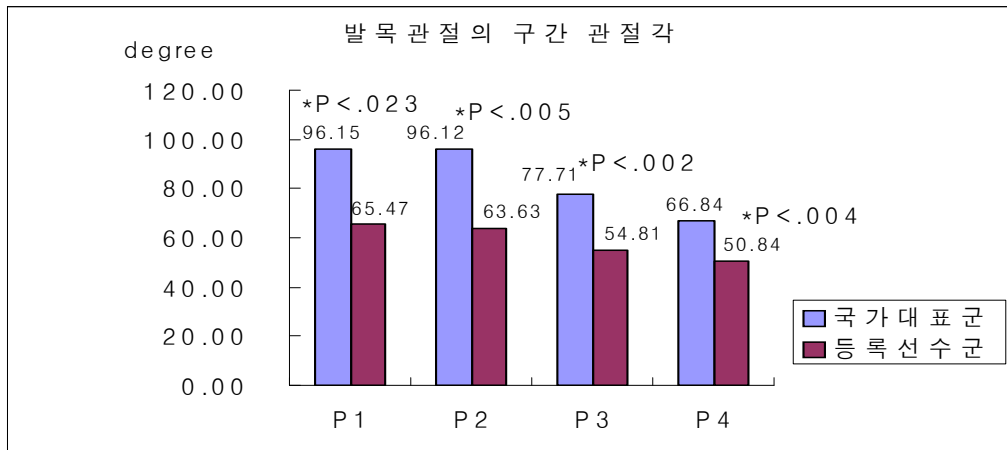


그림 27 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 관절각 변화

발목관절의 관절각 궤적변화는 <그림 28>과 같다.

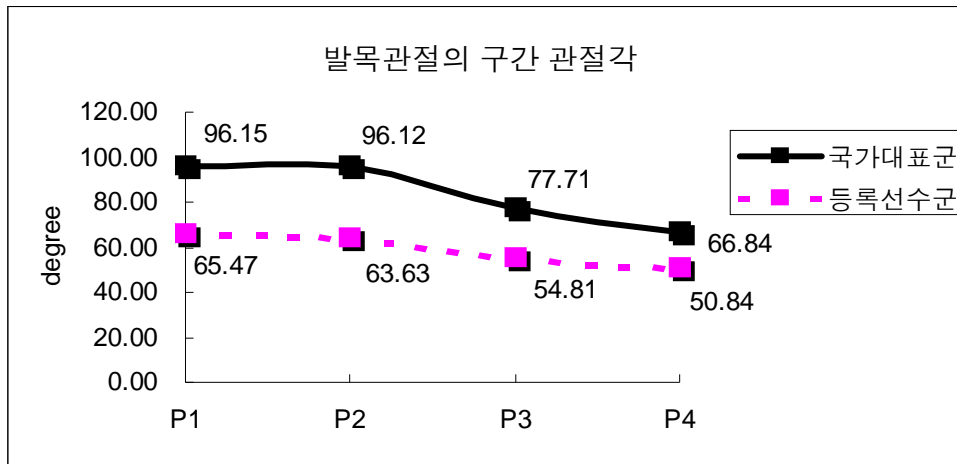


그림 28 발목관절의 관절각 궤적변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $96.15 \pm 18.96(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $65.47 \pm 7.33(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 관절각이 30.68° 더 크게 나타났다. P1 구간에서 유의 확률이 0.023으로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $96.12 \pm 13.78(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $63.63 \pm 6.52(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 관절각이 32.49° 더 크게 나타났다. P2 구간에서 유의 확률이 0.005로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $77.71 \pm 7.15(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $54.81 \pm 4.67(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 관절각이 22.90° 더 크게 나타났다.

P3 구간에서 또한, 유의 확률이 0.002로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $66.84 \pm 6.50(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $50.84 \pm 2.80(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 관절각이 16.00° 더 크게 나타났다.

P4 구간에서 또한, 유의 확률이 0.004로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

각 국면별 발목관절 관절각을 살펴보면 국가대표선수가 전 구간에서 등록선수보다 더 크게 나타나고 있다. 또한 전 구간에서 유의한 차이가 나타나 국가대표선수들이 등록선수들보다 발목관절 관절각이 전체적으로 크게 나타난다고 볼 수 있다.

② 무릎 관절

킬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 관절각을 분석한 결과는 <표 15>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림 29>와 같다.

<표 15> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 관절각
단위(degree)

국가대표선수	L knee				등록선수	L knee			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	77.01	86.48	78.00	53.36	B1	49.09	94.87	110.32	7.94
A2	67.69	79.61	86.52	66.82	B2	76.35	69.15	89.63	44.90
A3	86.33	93.34	69.48	39.89	B3	77.08	94.04	92.95	72.81
A4	78.79	99.39	107.33	67.28	B4	64.70	97.30	92.89	52.35
M±SD	77.46 ±7.66	89.71 ±8.55	85.33 ±16.23	56.84 ±13.01	M±SD	66.81 ±13.10	88.84 ±13.20	96.45 ±9.38	44.50 ±27.08
t-Value	P1(0.277)		P2(0.439)		P3(0.405)		P4(0.400)		
Pr> t	P1(0.210)		P2(0.916)		P3(0.280)		P4(0.443)		

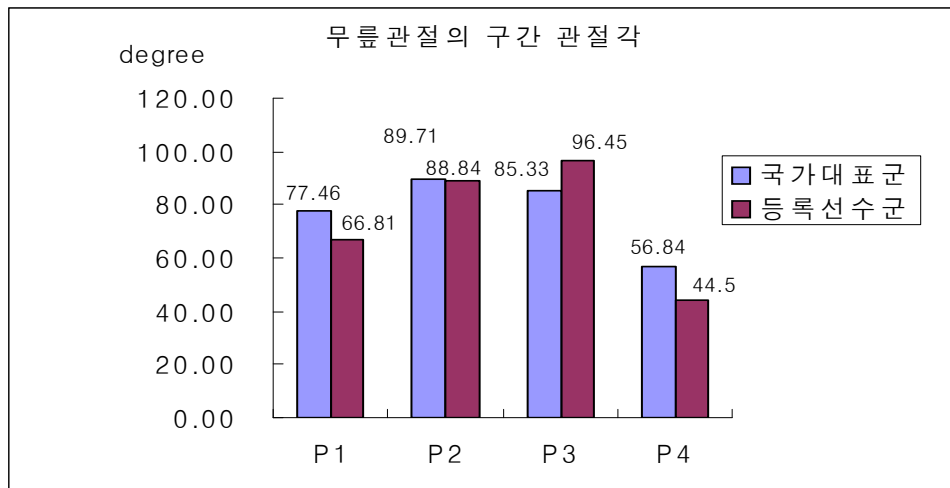


그림 29 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 관절각 변화

무릎관절의 관절각 궤적변화는 <그림30>과 같다.

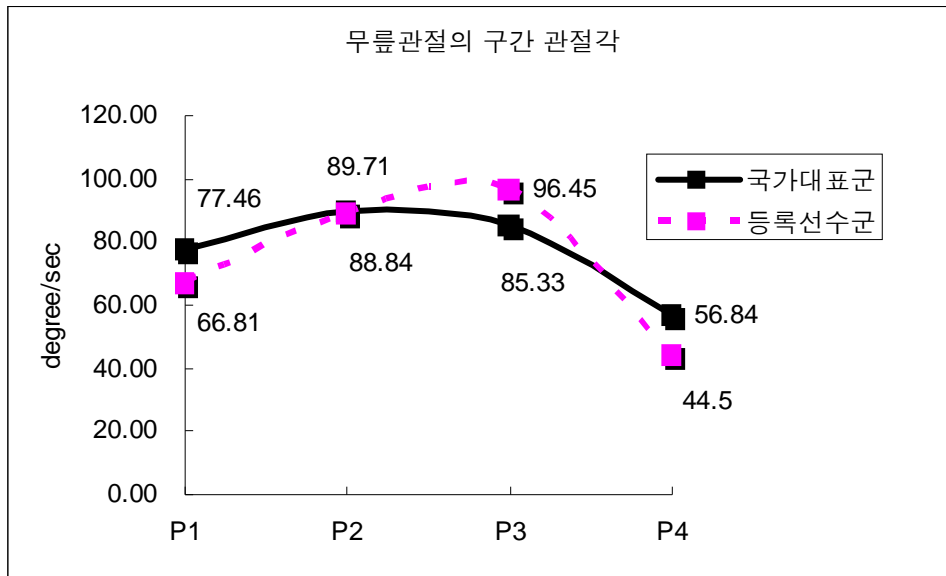


그림 30 무릎관절 관절각 궤적변화

P1구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $77.46 \pm 7.66(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $66.81 \pm 13.10(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 관절각이 10.65° 더 크게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $89.71 \pm 8.55(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $88.84 \pm 13.20(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 관절각이 0.87° 더 크게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $85.33 \pm 16.23(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $96.45 \pm 9.38(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 관절각이 11.12° 더 크게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $56.84 \pm 13.01(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $44.50 \pm 27.08(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의

P4를 비교해보면 국가대표선수의 평균 관절각이 12.34° 더 크게 나타났다.

각 국면별 무릎관절 관절각을 살펴보면 국가대표선수가 P3 구간을 제외하고 P1, P2, P4 구간에서 등록선수보다 더 크게 나타나고 있다.

또한, 통계적 검정 결과 무릎관절에 대한 유의 있는 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

③ 고관절

킬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 관절각을 분석한 결과는 <표16>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림31>과 같다.

<표 16> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 관절각
단위(degree)

국가대표선수	L knee				등록선수	L knee			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	46.30	45.15	43.59	37.98	B1	37.75	53.62	87.00	33.96
A2	44.97	42.35	48.84	41.96	B2	37.69	40.46	56.56	27.19
A3	47.63	47.94	38.33	33.99	B3	63.60	75.79	76.48	53.83
A4	37.20	48.99	59.03	47.62	B4	40.18	57.37	76.06	34.13
M±SD	44.03 ±4.68	46.11 ±2.98	47.45 ±8.83	40.39 ±5.82	M±SD	44.81 ±12.58	56.81 ±14.58	74.03 ±12.70	37.28 ±11.50
t-Value	P1(0.131)		P2(0.163)		P3(0.636)		P4(0.310)		
Pr> t	P1(0.911)		P2(0.200)		*P3(0.014)		P4(0.646)		

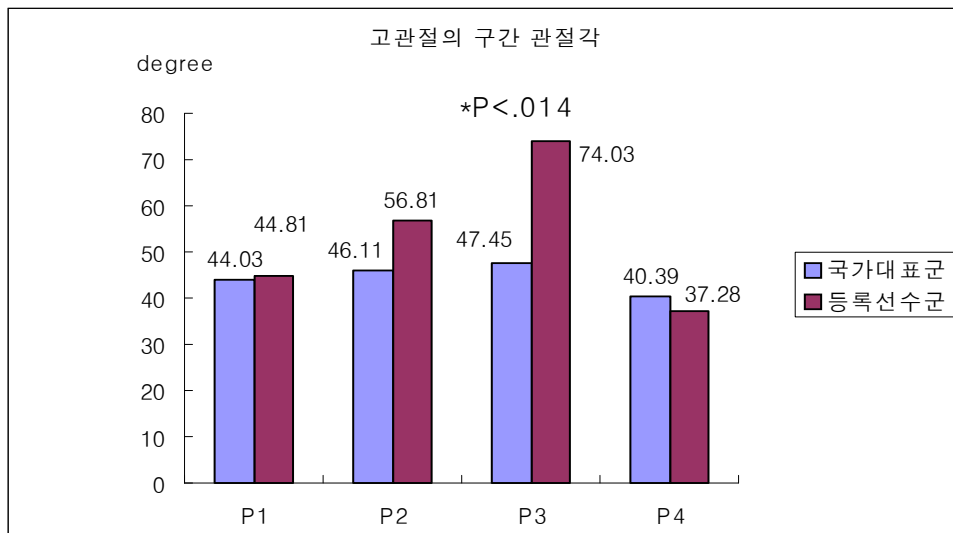


그림 31 연구대상자의 고관절 평균 국면별 관절각 변화

고관절의 관절각 궤적변화는 <그림32>와 같다.

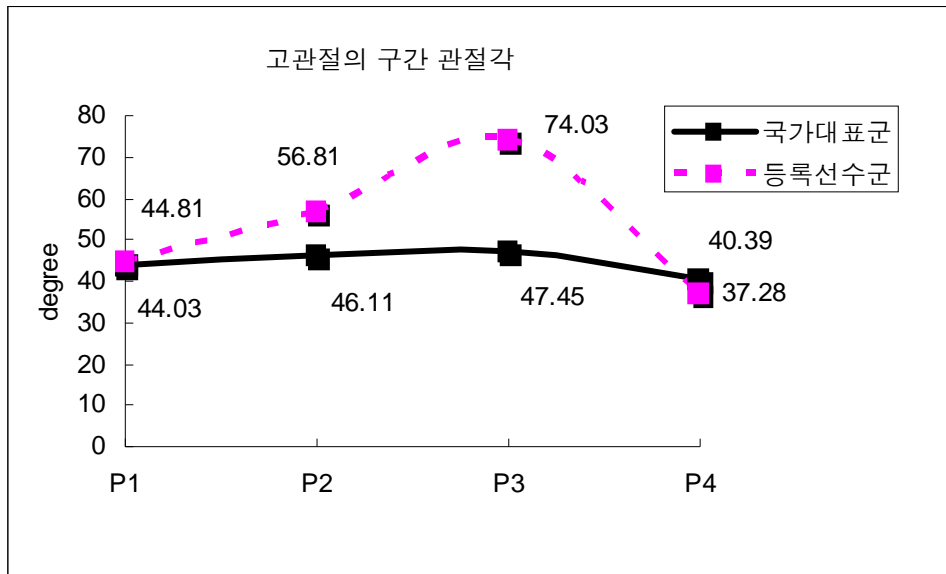


그림 32 고관절 관절각 궤적 변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $44.03 \pm 4.68(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $44.81 \pm 12.58(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 등록선수의 평균 관절각이 0.78° 더 크게 나타났다.

P2 구간에서 등록선수의 평균 관절각은 $46.11 \pm 2.98(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $56.81 \pm 14.58(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 관절각이 10.70° 더 크게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $47.45 \pm 8.83(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 관절각은 $74.03 \pm 12.70(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 관절각이 26.58° 더 크게 나타났다.

P3 구간에서 유의 확률이 0.014로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 관절각은 $40.39 \pm 5.82(^{\circ})$ 로 나타났고, 등록

선수 평균 관절각은 $37.28 \pm 11.50(^{\circ})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4를 비교해보면 국가대표선수의 평균 관절각이 2.91° 더 크게 나타났다.

각 국면별 고관절 관절각을 살펴보면 P4 구간을 제외하고 등록선수가 P1, P2, P3 구간에서 국가대표선수보다 더 크게 나타나고 있다.

2) 각속도

① 발목 관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 각속도를 분석한 결과는 <표 17>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림33>과 같다.

<표 17> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각속도

국가대표선수	L ankle				등록선수	L ankle			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	23.88	41.89	45.75	25.25	B1	10.95	15.09	145.52	31.21
A2	40.72	61.91	48.39	30.82	B2	9.56	16.72	60.17	14.73
A3	7.04	21.87	43.11	19.68	B3	12.32	16.14	64.53	63.79
A4	36.66	38.27	53.34	26.21	B4	8.52	22.29	51.02	24.53
M±SD	27.08 ±15.16	40.99 ±16.45	47.65 ±4.36	25.49 ±4.57	M±SD	10.34 ±1.65	17.56 ±3.22	80.31 ±43.84	33.57 ±21.26
t-Value	P1(0.027)		P2(0.161)		P3(0.040)		P4(0.101)		
Pr> t	P1(0.114)		*P2(0.031)		P3(0.233)		P4(0.488)		

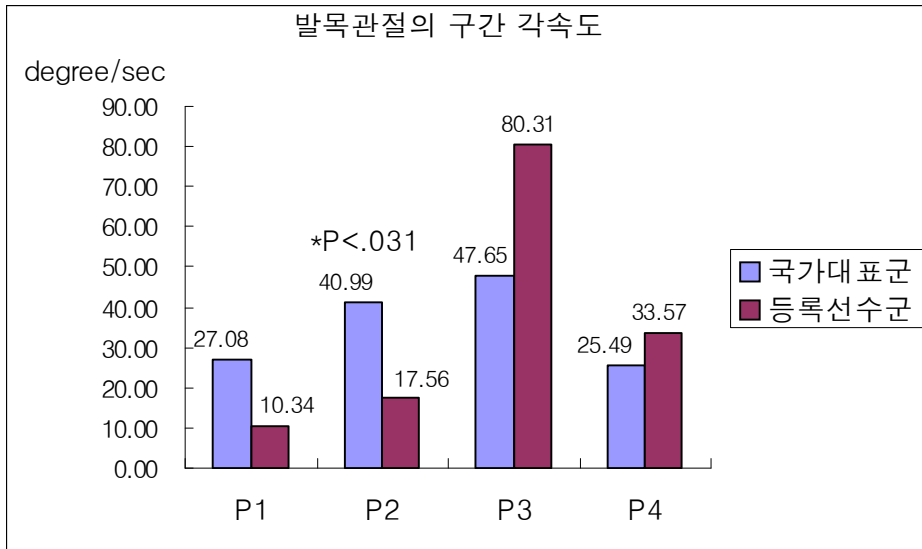


그림 33 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각속도 변화

발목관절의 각속도 궤적변화는 <그림34>와 같다.

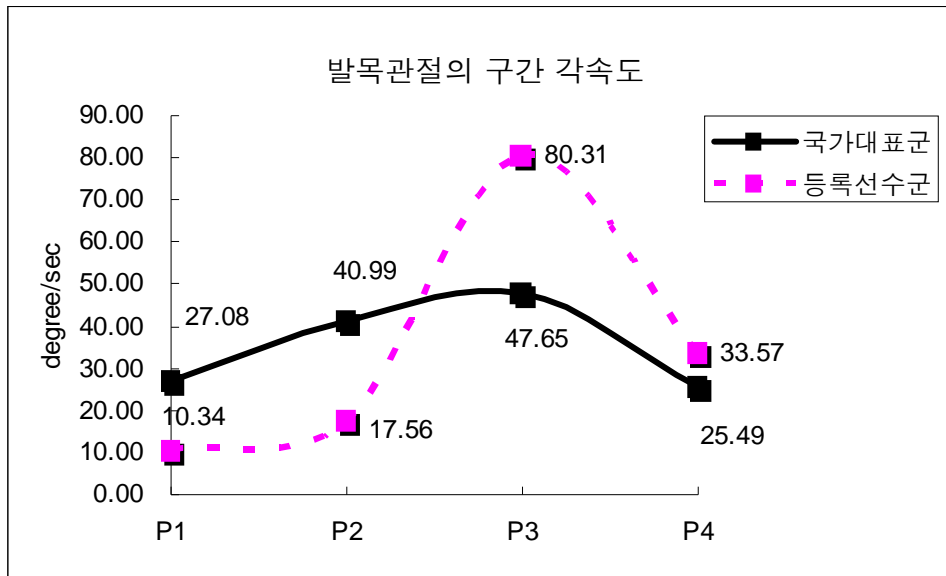


그림 34 발목관절 각속도 궤적변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 27.08 ± 15.16 (deg/s)으로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 10.34 ± 1.65 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 각속도가 16.74(deg/s) 더 높게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 40.99 ± 16.45 (deg/s)로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 17.56 ± 3.22 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 각속도가 23.43(deg/s) 더 높게 나타났다. P2 구간에서 또한 유의 확률이 0.031로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 47.65 ± 4.36 (deg/s)으로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 80.31 ± 43.84 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각속도가 32.66(deg/s)

더 높게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 $25.49 \pm 4.57(\text{deg/s})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 $33.57 \pm 21.26(\text{deg/s})$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각속도가 $8.08(\text{deg/s})$ 더 높게 나타났다.

② 무릎 관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 각속도를 분석한 결과는 <표 18>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림 35>와 같다.

<표 18> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각속도

단위(deg/s)

국가대표선수	L knee				등록선수	L knee			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	31.00	33.48	60.68	26.16	B1	24.46	43.66	98.14	29.25
A2	32.09	39.40	55.20	28.45	B2	24.80	32.89	55.50	26.36
A3	29.91	27.55	66.16	23.87	B3	32.91	25.03	69.79	28.81
A4	51.32	23.53	56.32	18.47	B4	53.53	47.00	72.76	25.16
M±SD	36.08 ±10.20	30.99 ±6.94	59.59 ±4.98	24.24 ±4.28	M±SD	33.93 ±13.64	37.15 ±10.07	74.05 ±17.74	27.40 ±1.96
t-Value		P1(0.652) P2(0.274)		P3(0.194) P4(0.287)					
Pr> t		P1(0.809) P2(0.353)		P3(0.168) P4(0.228)					

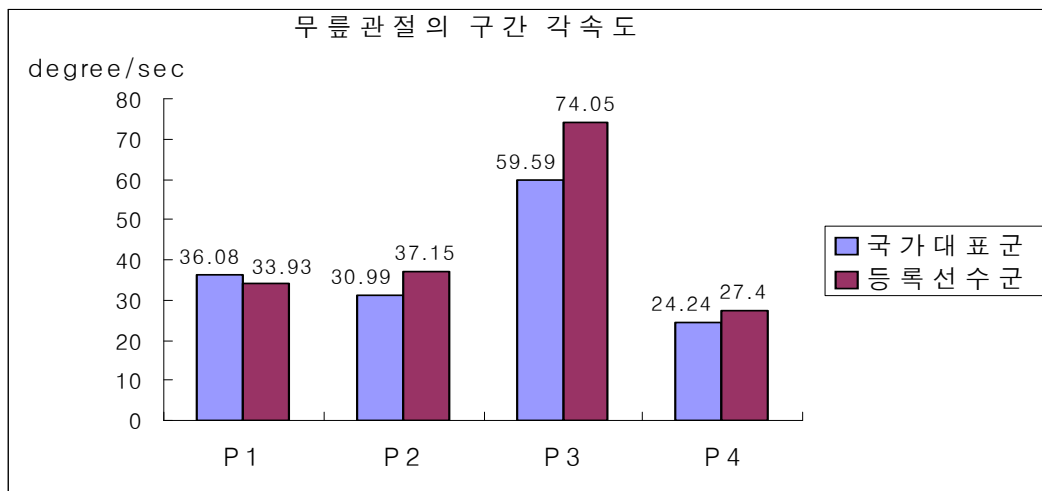


그림 35 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각속도 변화

무릎관절 각속도 궤적변화는 <그림 36>과 같다.

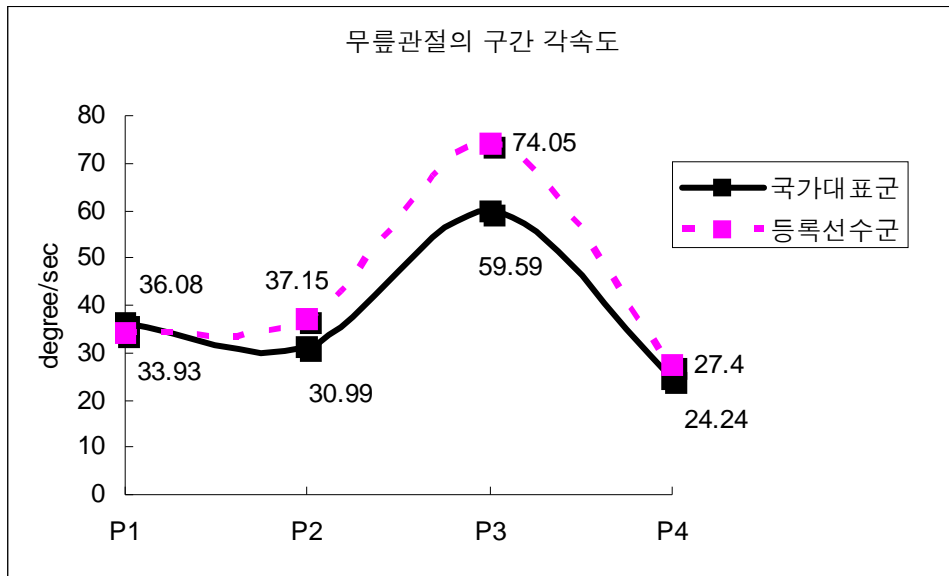


그림 36 무릎관절 각속도 궤적변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 36.08 ± 10.20 (deg/s)으로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 33.93 ± 13.64 (deg/s)으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 각속도가 2.15(deg/s) 더 높게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 30.99 ± 6.94 (deg/s)로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 37.15 ± 10.07 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 각속도가 6.16(deg/s) 더 높게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 59.59 ± 4.98 (deg/s)로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 74.05 ± 17.74 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각속도가 14.46(deg/s) 더 높게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 $24.24 \pm 4.28(\text{deg/s})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 $27.40 \pm 1.96(\text{deg/s})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각속도가 $3.16(\text{deg/s})$ 더 높게 나타났다.

각 국면별 무릎관절 각속도를 살펴보면 등록선수가 P1 구간을 제외하고 P2, P3, P4구간에서 국가대표선수보다 더 높게 나타나고 있다.

또한, 통계적 검정 결과 무릎관절에 대한 유의 있는 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

③ 고관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 각속도를 분석한 결과는 <표19>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림37>과 같다.

<표 19> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각속도

단위(deg/s)

국가대표선수	L hip				등록선수	L hip			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	38.19	29.38	65.94	12.96	B1	60.56	51.66	163.97	26.11
A2	29.95	25.52	54.94	12.46	B2	75.16	45.81	91.37	11.42
A3	46.43	33.24	76.93	13.46	B3	31.01	39.77	80.27	11.62
A4	26.00	34.59	50.84	11.41	B4	58.00	442.23	114.82	14.55
M±SD	35.14	30.68	62.16	12.57	M±SD	56.18	144.87	112.61	15.93
	±9.08	±4.09	±11.73	±0.88		±18.41	±198.30	±37.15	±6.94
t-Value	P1(0.397)		P2(0.026)		P3(0.148)		P4(0.053)		
Pr> t	P1(0.086)		P2(0.333)		*P3(0.041)		P4(0.406)		

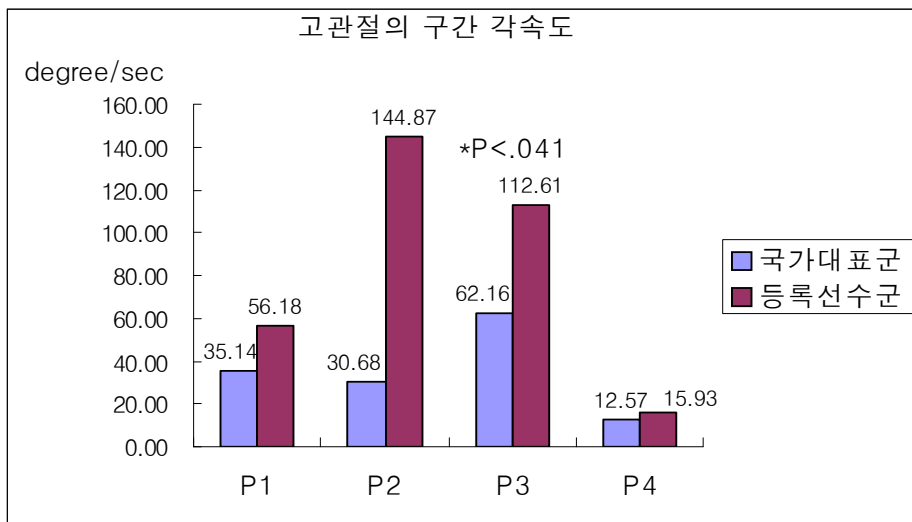


그림 37 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각속도 변화

고관절의 각속도 궤적변화는 <그림38>과 같다.

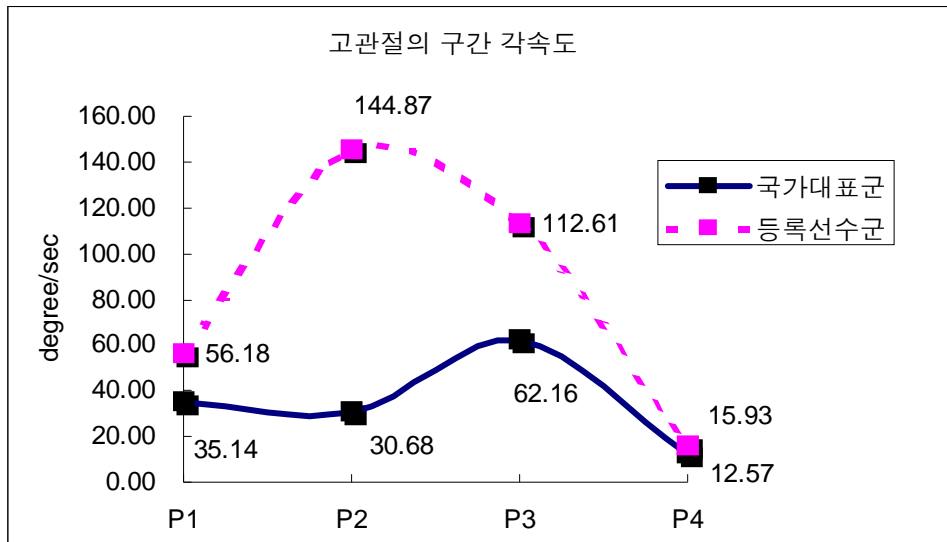


그림 38 고관절의 각속도 궤적변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 35.14 ± 9.08 (deg/s)으로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 56.18 ± 18.41 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 등록선수의 평균 각속도가 21.04(deg/s) 더 높게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 30.68 ± 4.09 (deg/s)로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 144.87 ± 198.30 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 각속도가 114.19(deg/s) 더 높게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 62.16 ± 11.73 (deg/s)로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 112.61 ± 37.15 (deg/s)로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각속도가 50.45(deg/s) 더 높게 나타났다. P3 구간에서 유의 확률이 0.041로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 각속도는 $12.57 \pm 0.88(\text{deg/s})$ 로 나타났고, 등록선수 평균 각속도는 $15.93 \pm 6.94(\text{deg/s})$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P4를 비교해보면 등록선수의 평균 각속도가 $3.36(\text{deg/s})$ 더 높게 나타났다.

고관절의 각속도의 경우 전 구간에서 등록선수가 국가대표선수보다 더 높게 나타나고 있다.

3) 각가속도

① 발목 관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 각가속도를 분석한 결과는 <표20>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림39>와 같다.

<표 20> 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각가속도

		단위(deg/s ²)							
국가대표선수	L ankle				등록선수	L ankle			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	485.10	761.70	748.96	468.05	B1	93.53	158.60	1572.00	685.59
A2	860.57	1216.29	691.72	588.34	B2	122.11	186.34	878.59	297.77
A3	109.63	307.11	806.20	347.75	B3	209.01	245.57	659.57	1346.16
A4	749.31	628.31	867.42	449.32	B4	108.83	265.08	747.39	573.69
M±SD	551.15 ±333.82	728.35 ±377.12	778.58 ±75.45	463.36 ±98.67	M±SD	133.37 ±51.76	213.90 ±49.80	964.39 ±414.95	725.80 ±444.53
		t-Value P1(0.037) P2(0.102) P3(0.071) P4(0.120)							
		Pr> t P1(0.086) *P2(0.035) P3(0.412) P4(0.293)							

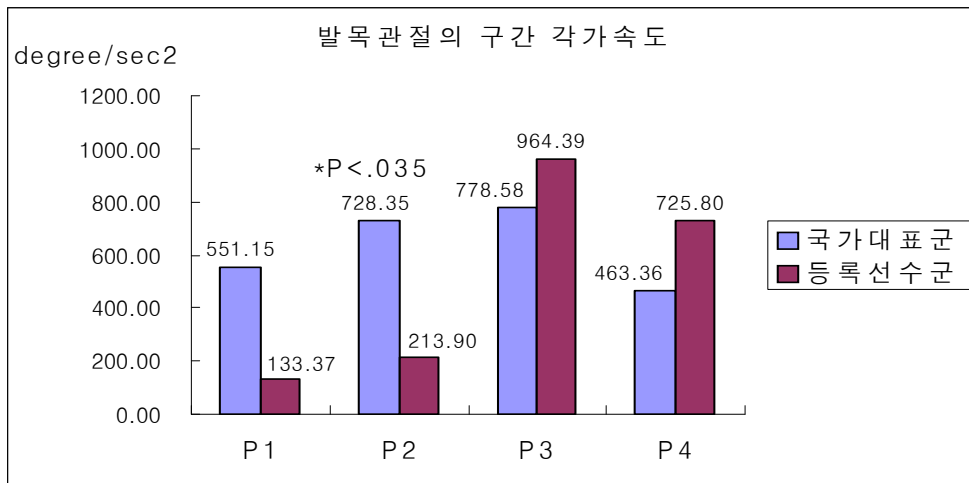


그림 39 연구대상자의 발목관절 평균 국면별 각가속도 변화

발목관절 각가속도 궤적변화는 <그림40>과 같다.

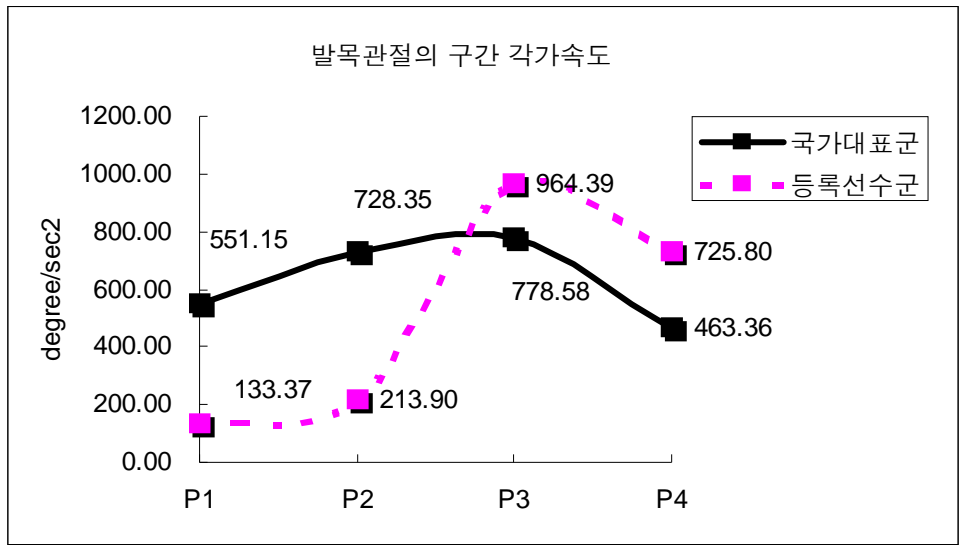


그림 40 발목관절 각가속도 궤적변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $551.15 \pm 333.82(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $133.37 \pm 51.76(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 각가속도가 $417.78(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $728.35 \pm 377.12(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $213.90 \pm 49.80(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 각가속도가 $514.45(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다. P2 구간에서 또한 유의 확률이 0.035으로 유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $778.58 \pm 75.45(\text{deg}/\text{s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $964.39 \pm 414.95(\text{deg}/\text{s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각가속도가 $185.81(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $463.36 \pm 98.67 (\text{deg/s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $725.80 \pm 444.53 (\text{deg/s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각가속도가 $262.44 (\text{deg/s}^2)$ 더 높게 나타났다.

② 무릎 관절

컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 각가속도를 분석한 결과는 <표21>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림41>과 같다.

<표 21> 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각가속도

국가대표선수	L knee				등록선수	L knee			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	574.66	728.75	952.74	606.59	B1	465.56	736.64	720.38	604.32
A2	653.72	873.89	874.31	670.58	B2	427.34	595.80	667.52	492.87
A3	495.60	583.61	1031.17	542.59	B3	510.41	666.08	813.34	665.42
A4	1296.90	544.51	823.42	369.11	B4	731.76	745.96	668.26	603.29
M±SD	755.22 ±366.84	682.69 ±150.10	920.41 ±91.00	547.22 ±129.73	M±SD	533.77 ±136.30	686.12 ±69.98	717.38 ±68.60	591.48 ±71.87
t-Value	P1(0.146)		P2(0.111)		P3(0.444)		P4(0.372)		
Pr> t	P1(0.301)		P2(0.968)		*P3(0.012)		P4(0.572)		

단위(deg/s²)

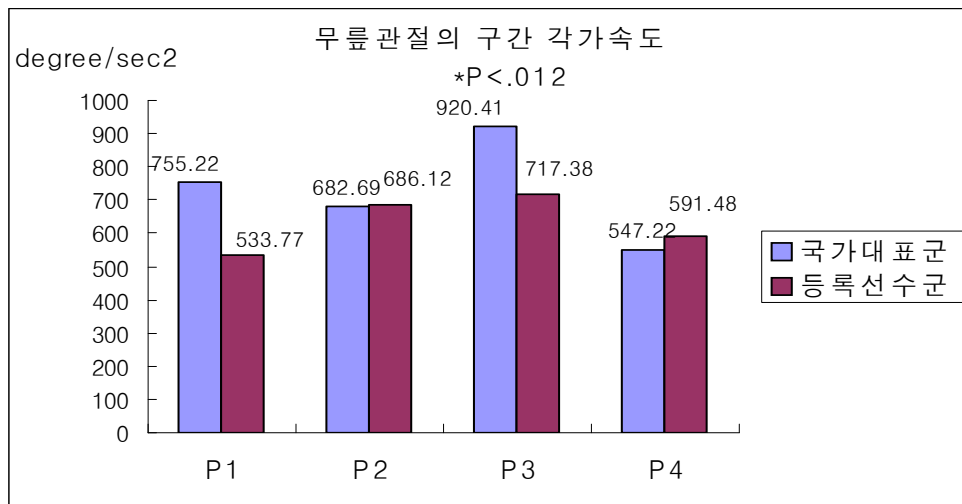


그림 41 연구대상자의 무릎관절 평균 국면별 각가속도 변화

무릎관절 각가속도 궤적변화는 <그림42>와 같다.

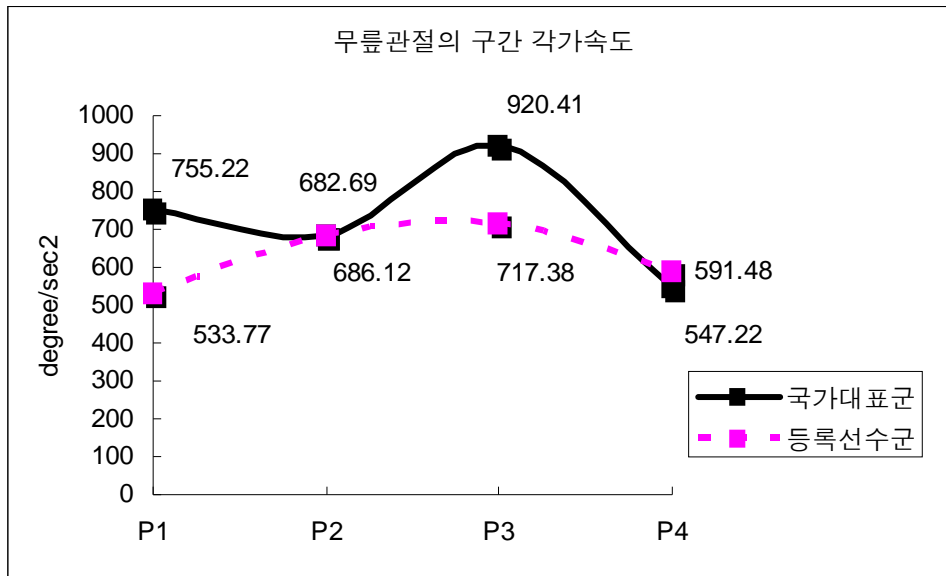


그림 42 무릎관절 각가속도 궤적변화

P1 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $755.22 \pm 366.84(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $533.77 \pm 136.30(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 각가속도가 $221.45(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $682.69 \pm 150.10(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $686.12 \pm 69.98(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 각가속도가 $3.43(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $920.41 \pm 91.00(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $717.38 \pm 68.60(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 각가속도가 $203.03(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다. P3 구간에서 유의 확률이 0.012로

유의 수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의한 차이가 있다고 볼 수 있다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $547.22 \pm 129.73(\text{deg/s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $591.48 \pm 71.87(\text{deg/s}^2)$ 로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 등록선수의 평균 각가속도가 $44.26(\text{deg/s}^2)$ 더 높게 나타났다.

③ 고관절

킬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 각가속도를 분석한 결과는 <표 22>에 제시되어 있으며, 변화 그래프는 <그림 43>과 같다.

<표 22> 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각가속도

단위(deg/s²)

국가대표선수	L hip				등록선수	L hip			
	P1	P2	P3	P4		P1	P2	P3	P4
A1	645.64	601.53	1105.35	282.27	B1	548.15	508.37	1187.46	419.91
A2	389.17	374.82	780.78	238.39	B2	438.69	332.43	840.34	168.65
A3	902.11	828.24	1429.92	326.14	B3	348.55	420.67	827.73	192.82
A4	129.30	249.42	622.42	88.07	B4	446.96	512.58	1016.57	231.34
M±SD	516.56 ±332.42	513.50 ±255.46	984.62 ±358.52	233.72 ±103.50	M±SD	445.59 ±81.62	443.51 ±85.32	968.03 ±169.80	253.18 ±114.11
t-Value	P1(0.042)	P2(0.053)	P3(0.118)	P4(0.815)					
Pr> t	P1(0.703)	P2(0.633)	P3(0.936)	P4(0.809)					

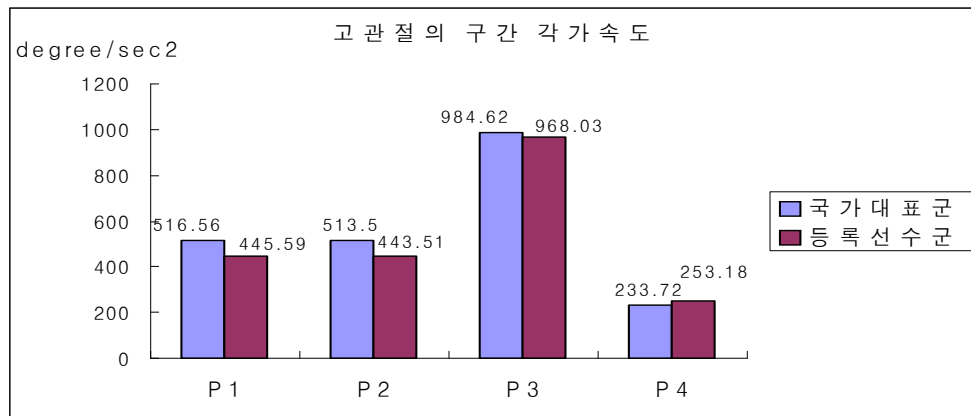


그림 43 연구대상자의 고관절 평균 국면별 각가속도 변화

고관절의 각가속도 궤적변화는 <그림44>와 같다.

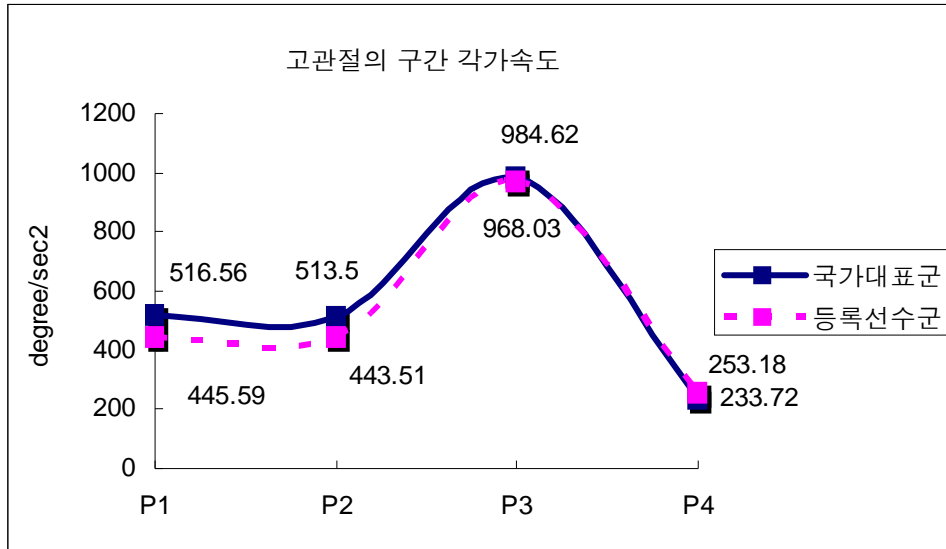


그림 44 고관절의 각가속도 궤적변화

P1구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $516.56 \pm 332.42(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $513.50 \pm 255.46(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P1을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 각가속도가 $70.97(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

P2 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $513.50 \pm 255.46(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $443.51 \pm 85.32(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P2를 비교해보면 국가대표선수의 평균 각가속도가 $69.99(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

P3 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $984.62 \pm 358.52(\text{deg}/\text{s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $968.03 \pm 169.80(\text{deg}/\text{s}^2)$ 으로 나타났다. 국가대표선수와 등록선수의 P3 구간을 비교해 보면 국가대표선수의 평균 각가속도가 $16.59(\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

P4 구간에서 국가대표선수의 평균 각가속도는 $233.72 \pm 103.50 (\text{deg}/\text{s}^2)$ 로 나타났고, 등록선수 평균 각가속도는 $253.18 \pm 114.11 (\text{deg}/\text{s}^2)$ 로 나타났다.

국가대표선수와 등록선수의 P4 구간을 비교해 보면 등록선수의 평균 각가속도가 $19.46 (\text{deg}/\text{s}^2)$ 더 높게 나타났다.

또한, 통계적 검정 결과 고관절에 대한 유의 있는 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

V. 결 론

본 연구는 컬링 딜리버리 동작을 3차원 영상분석을 통하여 국가대표선수와 등록선수 두 집단 간의 하지관절 중 발목관절, 무릎관절 그리고 고관절의 운동학적 요인을 분석하는데 목적이 있다. 또한 선수들의 과학적이고 보다 정확한 기술구사와 경기력 향상에 일반인들이 정확한 동작수행으로 수준 높은 경기에 참여할 수 있는 기초 자료를 제공하는데 의의가 있다.

이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 현재 컬링 국가대표에 있는 선수 4명, 등록 선수 4명씩을 대상으로 실시하였으며, 3대의 디지털 카메라를 이용하여 실험 상황을 촬영하였으며 3차원 DLT(direct linear transformation)방법을 활용하여 딜리버리 동작을 분석하였다. 동작분석을 용이하게 하기 위하여 전체 동작을 5개의 이벤트(E1, E2, E3, E4, E5)로 이루어진 4개의 국면(P1, P2, P3, P4)으로 정의하였다.

딜리버리와 관련된 주요 운동학적 변인들은 하지관절의 왼쪽 발목관절, 무릎관절 그리고 고관절에 대한 시간, 거리, 속도, 가속도, 관절각, 각속도, 각가속도로 설정하였다. 본 연구의 통계처리는 SPSS 12.0을 사용하여 유의수준 .05에서 실시하였다.

이러한 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연구대상자의 국면별 평균시간 요인에 있어서는 국가대표군과 등록선수군의 큰 차이가 나타나지 않았다. 이는 동일한 조건하에 실험을 실시하여 시간요인에 있어서는 차이가 나타나지 않았다.

2. 컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 거리를 분석한 결과 국가대표 선수가 P2구간을 제외한 P1, P3, P4 구간에서 등록선수보다 길게 나타났다. P2, P4 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.013$)($P<.056$).
3. 컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 거리를 분석한 결과 국가대표 선수가 P4 구간을 제외한 P1, P2, P3 구간에서 등록선수보다 더 길게 나타났다. P3 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.020$).
4. 컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 거리를 분석한 결과 국가대표 선수가 P1, P2, P3, P4 모든 구간에서 등록선수보다 더 길게 나타났다. P4 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.005$).
5. 컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 속도를 분석한 결과 국가대표 선수가 P1, P4 구간에서는 등록선수보다 빠르게 나타났으며 P2, P3 구간에서 등록선수가 더 빠르게 나타났다. 통계적 검정 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.
6. 컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 속도를 분석한 결과 등록선수가 P4 구간을 제외한 P1, P2, P3 구간에서 국가대표선수보다 더 빠르게 나타났다. P2 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.036$).
7. 컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 속도를 분석한 결과 국가대표 선수가 P1 구간을 제외한 P2, P3, P4 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타났다. 통계적 검정 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.
8. 컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 가속도를 분석한 결과 국가대표 선수가 P1, P2 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타나고 있으며, P3, P4 구간에서는 등록선수가 더 빠르게 나타나고 있다. 또한, 통계적 검정 결과 발목관절에 대한 유의한 차이는 모든 구간에서 발견되지 않았다.

9. 컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 가속도를 분석한 결과 등록 선수가 P2를 제외하고 P1, P3, P4 구간에서 국가대표선수보다 더 빠르게 나타났다. P3 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.038$).
10. 컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 가속도를 분석한 결과 국가 대표선수가 전 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타났다. 통계적 검정 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.
- *11. 컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 관절각을 분석한 결과 국가대표선수가 전 구간에서 등록선수보다 더 크게 나타났다. 또한, 전 구간에서 유의한 차이가 나타나 국가대표선수들이 등록선수들보다 발목관절 관절각이 전체적으로 크게 나타난다고 볼 수 있다.
12. 컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 관절각을 분석한 결과 국가대표선수가 P3 구간을 제외한 P1, P2, P4 구간에서 등록선수보다 더 크게 나타났다. 통계적 검정 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.
13. 컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 관절각을 분석한 결과 등록 선수가 P4 구간을 제외하고 P1, P2, P3구간에서 국가대표선수보다 더 크게 나타났다. P3구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.014$).
14. 컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 각속도를 분석한 결과 국가대표선수가 P1, P2 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타나고 있으며, P3, P4 구간에서는 등록선수가 더 빠르게 나타나고 있다. P2 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P<.031$).
15. 컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 각속도를 분석한 결과 등록 선수가 P1 구간을 제외하고 P2, P3, P4 구간에서 국가대표선수보다 더 높게 나타났다. 통계적 검정 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

16. 컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 각속도를 분석한 결과 전구간에서 등록선수가 국가대표선수보다 더 높게 나타나고 있다. P2 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P < .041$).
17. 컬링 딜리버리 동작에 대한 발목관절 국면별 각속도를 분석한 결과 국가대표선수가 P1, P2 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타나고 있으며 P3, P4 구간에서는 등록선수가 더 빠르게 나타나고 있다. P2 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P < .035$).
18. 컬링 딜리버리 동작에 대한 무릎관절 국면별 각속도를 분석한 결과 국가대표선수가 P1, P3 구간에서 등록선수보다 더 빠르게 나타나고 있으며 P2, P4 구간에서는 등록선수가 더 빠르게 나타나고 있다. P3 구간에서 유의한 차이가 나타났다($P < .012$).
19. 컬링 딜리버리 동작에 대한 고관절 국면별 각속도를 분석한 결과 국가대표선수가 P4 구간을 제외하고 P1, P2, P3 구간에서 등록선수보다 더 높게 나타났다. 통계적 검정 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

- 김경두(1999). 1급 경기지도자 현장적용 연구 보고서:컬링 선수의 심리적기술 분석. 체육과학연구원.
- 김로빈,이성철(2000). 보행시 속도변화에 따른 하지관절의 운동역학적 분석. 연세대학교 석사학위논문.
- 김종덕,김현경,김미영(2004). Curling의 no backswing delivery 동작의 운동학적 분석. 한국체육과학회지 제13권 2호. 857-863.
- 김유신(2002). 트레드밀 보행시 경사도와 속도에 따른 보행형태의 운동학적 분석. 강릉대학교 석사학위논문.
- 김유신,조규권(2005). 컬링 딜리버리 동작에 관한 운동학적 분석. 한국체육학회지 제44권 제1호. 331-340.
- 김현경,유경석(2002). 스피드스케이팅 선수들의 Slide Board 훈련시 하지관절의 근전도 및 운동학적 분석. 한국체육과학회지 제11권 2호. 871-882.
- 김현경,이현섭,김형수(2002). 클랩스케이팅 이용시 하지의 운동학적 분석. 한국사회체육학회지 제18호. 1085-1095.
- 대한컬링경기연맹(1998). 올림픽솔리다리티교재. 대한컬링경기연맹.
- 문성관(2001). 컬링 남·여 우수선수와 비우수선수 체력비교 연구. 수원대학교 석사학위논문.
- 박권일(2000). 컬링선수의 경기 내용 분석. 한국체육대학교 석사학위논문.
- 박만(2004). 컬링선수의 경기력 수준에 따른 몰입경험에 관한 연구. 수원대학교 석사학위논문.

- 백종철(2003). 컬링 경기의 팀 수준별 작전 비교 분석. 수원대학교 석사학위 논문.
- 백진호,전명규,정남주,정훈교,민경훈,이연종,이용식(2002). 2001 세계 쇼트트랙 스피드 스케이팅 선수권대회 여자 500m 종목의 출발구간 동작분석. 한국체육학회지 제41권 제2호. 753-762.
- 안성모(2003). 배드민턴 스매시동작에 대한 우수선수와 비우수선수간의 운동학적 비교분석. 순천대학교 석사학위논문.
- 유근직(2005). 동계올림픽 종목 컬링. 북스힐.
- 육기승(1999). 컬링 1급 경기지도자 현장적용 연구 보고서. 체육과학연구원.
- 육기승(2002). 컬링. 체육과학연구원 스포츠 과학 제79호. 45-52.
- 이대형(2002). 철봉에서 내리기 동작의 운동학적 특성. 한국체육학회지 제41권 제1호. 563-573.
- 이진택,윤희중,류재균(2002). 남자 높이뛰기 마지막 3보와 발구름 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지 제41권 제4호. 591-599.
- 도호영,이진택,백진호(2002). 국가대표 높이뛰기 선수들의 발구름 동작에 관한 운동학적 분석. 한국체육학회지 제41권 제5호. 837-850.
- 일본컬링협회(1998). 컬링 지도자 매뉴얼. 산케이종합인쇄(주).
- 전영주(2004). 심리기술훈련이 컬링 경기력 향상에 미치는 영향. 경희대학교 석사학위논문.
- 체육과학연구원(1998). 코칭론Ⅱ (1급지도자 연수교재). 동원사.

- Bolton, R. & Douglas, A.(1998). The complete IDIOT'S guide to curling.
Ontario: Prentice - Hall.
- Canadian Curling Association(1991). Discover Curling. Ontario: The C. S.
F. A. C. printing department.
- Canadian Curling Association(1995). The Basics Reviewed. Ontario:
Canadian Curling Association.
- Doug Maxwell(2003). Canada Curls. British Columbia: White Cap.
- Guy Scholz(1999). Gold on Ice. Coteau.
- Hansen, W.(1999). Curling. Toronto: Key Poter Books.
- Hansen, W. & Peckham, G.(1991). Instructor/Coach Training Course.
Edinburgh: World Curling Federation.
- Lukowich, Ed.(1990). The joy of Curling. Ontario: Mc Graw-Hill Ryerson.
- Lukowich, Ed.(1993). Power Curling. Ontario: Mc Graw- Hill Ryerson.
- Lukowich, Ed. Folk, R. & Grwsell, P.(1985). The Curling.
Saskatoon: Western Producer Prairie Books.
- Perry Lefko(2000). The Queen of Curling: The Sandra Schmirler story.
Stoddart Publishing.
- Scott Russell(2004). Open House :Canada And The Magic Of Curling.
Doubleday Canada.
- Weeks, Bob.(2001). Curling for Dummies. Toronto: CDG Books.
- W. H. Murray.(1981). The curling companion. Ontario: collins.
- Zeugin, M., and Schmidt, R.(1994). Curling. Edinburgh: World curling
Federation.

ABSTRACT

A Kinematic Analysis on Lower Extremity Joint during Curling Delivery Movement

Lee, Hyun-jung
Dept. of Physical Education
Graduate School of
Sungshin Women's University

The purpose of this study is to analyze kinematic factors in ankle joint, knee joint, and hip joint between two groups of Korean national sports team players and the registered players, through three-dimensional film analysis in terms of curling delivery movement. Also, there is a meaning in offering basic data in which general people can participate in a high-level game with accurate movement performance, in addition to players' scientific and more correct use of techniques and the enhancement in athletic performance.

Aiming to achieve these research objectives, it conducted targeting 4 players currently in national curling team players and 4 registered players, respectively, shot the experimental situations by using 3 digital cameras, and analyzed the delivery movement by utilizing a method of three-dimensional DLT (Direct Linear Transformation). In a bid to make the movement analysis easy, it defined the whole movements as 3 phases (P1, P2, P3) that consist of 4 events (E1, E2,

E3, E4).

In terms of major kinematic variables related to the delivery, it established time, distance, speed, acceleration, joint angle, each speed, and each acceleration as to left ankle joint, knee joint, and hip joint in lower extremity joint. The statistical processing of this study was conducted in .05 of a significant level by using SPSS 12.0. Based on these research results, the following conclusions were obtained.

1. In terms of an average-time factor by phase in research subjects, it was not shown the big difference in the national sports team player group and the registered player group. This did not indicate the difference in a time factor due to carrying out the experiment under same condition.

2. As a result of analyzing the speed by phase in knee joint as to the curling delivery movement, the registered players were indicated to be faster in the sections of P1, P2, P3 except the section of P4, compared to the national sports team players. The significant difference was indicated in the section of P2 ($P < .036$).

3. As a result of analyzing the joint angle by phase in ankle joint as to the curling delivery movement, the national sports team players were shown to be larger in the whole sections than the registered players. The significant difference was indicated in the section of P1 ($P < .023$) P2 ($P < .005$) P3 ($P < .002$) P4 ($P < .004$).