



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

이 학 박 사 학 위 논 문

고령여성의 아쿠아로빅

Noodle-Riding 동작 숙련도에 따른

역학변인 비교 분석



2018년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

체 육 학 과

정 성 희

정성희의 이학박사 학위논문을 인준함

2018년 8월 24일

위 원 장 교육학박사 박 종 진 (인)

위 원 이 학 박 사 김 태 규 (인)

위 원 이 학 박 사 허 보 섭 (인)

위 원 이 학 박 사 서 정 일 (인)

위 원 이 학 박 사 김 용 재 (인)

이학 박사 학위 논문

고령여성의 아쿠아로빅
Noodle-Riding 동작 숙련도에 따른
역학변인 비교 분석

지도교수 김 용 재

이 논문을 이학박사 학위논문으로 제출함.

2018년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

체 육 학 과

정 성 희

목 차

목차	i
표목차	iv
그림목차	v
Abstract	vii
I. 서 론	1
1. 연구 필요성	1
2. 연구 목적	5
3. 연구 문제	6
4. 연구 제한점	7
5. 용어의 정의	8
II. 연구방법	10
1. 연구대상	10
2. 측정기구 및 용도	11
3. 측정항목	12
4. 실험방법	13
가. 수중 촬영	14
나. 신체분절의 각도 정의	18
다. Noodle-Riding 동작의 국면 및 구간 설정	19
5. 자료처리 분석방법	21
가. 자료수집 방법	21

나. 통계처리방법	21
-----------------	----

III. 연구결과 22

1. Noodle-Riding 동작 시 소요시간	22
2. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 각도	24
가. Noodle-Riding 동작 시 고관절 굴곡각도 변화	24
나. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 굴곡각도 변화	26
다. Noodle-Riding 동작 시 족관절 굴곡각도 변화	28
3. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 가동범위	30
가. Noodle-Riding 동작 시 고관절 가동범위의 차이	30
나. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 가동범위의 차이	32
다. Noodle-Riding 동작 시 족관절 가동범위의 차이	34
4. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 소요시간	36
5. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 각도	39
가. Basic과 Swing 동작 시 고관절 굴곡각도 변화	39
나. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 굴곡각도 변화	41
다. Basic과 Swing 동작 시 족관절 굴곡각도 변화	43
6. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 가동범위	45
가. Basic과 Swing 동작 시 고관절 가동범위의 차이	45
나. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 가동범위의 차이	47
다. Basic과 Swing 동작 시 족관절 가동범위의 차이	49

IV. 논 의 51

1. Noodle-Riding 동작 시 소요시간	51
2. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 각도	52

3. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 가동범위	55
4. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 소요시간	56
5. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 각도	57
6. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 가동범위	59
 V. 결 론	 60
 참고문헌	 63



표 목 차

표 1. 피험자 신체적 특성	10
표 2. 측정기구 및 용도	11
표 3. 관절점의 좌표화	17
표 4. Noodle-Riding 동작 시 국면별 소요시간	22
표 5. Noodle-Riding 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도	24
표 6. Noodle-Riding 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도	26
표 7. Noodle-Riding 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도	28
표 8. Noodle-Riding 동작 시 고관절 가동범위	30
표 9. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 가동범위	32
표 10. Noodle-Riding 동작 시 족관절 가동범위	34
표 11. Basic과 Swing 동작 시 국면별 소요시간	36
표 12. Basic과 Swing 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도	39
표 13. Basic과 Swing 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도	41
표 14. Basic과 Swing 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도	43
표 15. Basic과 Swing 동작 시 고관절 가동범위	45
표 16. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 가동범위	47
표 17. Basic과 Swing 동작 시 족관절 가동범위	49

그림 목 차

그림 1. 아쿠아누들	13
그림 2. 통제점틀	14
그림 3. 카메라 설치	15
그림 4. 인체 관절점 중심의 좌표화	16
그림 5. 수중랜턴	18
그림 6. 구간(Event) 및 국면(Phase)	19
그림 7. Noodle-Riding 동작 시 국면별 소요시간	22
그림 8. 구간별 누적시간 변화	29
그림 9. Noodle-Riding 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도	24
그림 10. Noodle-Riding 전체 구간 고관절 각도 변화	25
그림 11. Noodle-Riding 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도	26
그림 12. Noodle-Riding 전체 구간 슬관절 각도 변화	27
그림 13. Noodle-Riding 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도	28
그림 14. Noodle-Riding 전체 구간 족관절 각도 변화	29
그림 15. Noodle-Riding 동작 시 고관절 가동범위	30
그림 16. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 가동범위	32
그림 17. Noodle-Riding 동작 시 족관절 가동범위	34
그림 18. Basic과 Swing 동작 시 국면별 소요시간	36
그림 19. 구간별 누적시간 변화	38
그림 20. Basic과 Swing 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도	39
그림 21. Basic과 Swing 동작 전체 구간 고관절 각도 변화	40
그림 22. Basic과 Swing 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도	41

그림 23. Basic과 Swing 동작 전체 구간 슬관절 각도 변화	42
그림 24. Basic과 Swing 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도	43
그림 25. Basic과 Swing 동작 전체 구간 족관절 각도 변화	44
그림 26. Basic과 Swing 동작 시 고관절 가동범위	45
그림 27. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 가동범위	47
그림 28. Basic과 Swing 동작 시 족관절 가동범위	49



A Comparative Analysis of Kinematic Variables Depending on Skill Levels of Aquarobics Noodle-Riding Exercise in Elderly Women

Sung Hee Jung

Department of Physical Education, The Graduate School

Pukyong National University

Directed by Professor Kim, Yong Jae, PhD

Abstract

A stationary bike ride and a water exercise are recommended for elderly people with osteoarthritis or a healthy knee-care regimen, and the best way to do both is noodle-riding. The purpose of this study was to analyze the difference between the experienced and the unskilled in the underwater noodle riding movement and to present the ideal posture and to propose the type of motion that the range of the hip joint use is larger than the existing motion. As a result of an experiment with 10 unskilled and 10 skilled people aged 70-75 with less than one year of experience participating in Aquarobics. First, the elapsed time between the skilled and the unskilled persons was long in the P2(that raise your knees and send your heel forward) and P4(to pull water up and send back heel), and statistically significant. Second, there was a statistically significant difference in hip joint(E1, E3, E6), knee joint(E1, E3, E5, E6) and ankle joints(E1, E4, E5, E6) between skilled and unskilled.

Third, hip joint, knee joint , and ankle joint were significantly higher in the skilled. Fourth, the operating time of the Basic(P1, P2) and, Swing(P3, P5) was long, and there was a statistically significant difference. Fifth, the hip joints were statistically significantly higher in the Swing(E1, E5, E6) and Basic(E3). Knee joints were statistically significantly higher in Swing (E1, E2, E5, E6) and Basic (E4). Ankle joints were statistically significantly higher in Basic motion in the E1 event. Sixth, There was a statistically significant difference in the ROM of the swing in the hip joint and basic in the knee joint.

The conclusion based on the above results is as follows.

1. In order to perform accurate and efficient noodle-riding operation, prepare the posture with maintaining the hip, ankle angle of about 100° and knee joint at about 84° , increasing the time required for the P2 phase, pulling water by using the calf and foot sufficiently I repeat the rotation movement as pulling.

2. In the case of the skilled person, the swing motion is actively used in the E3 and E5 events to create a range of motion of approximately 90° using the hip flexor and extensor muscles.

Key word : Noodle-riding, Aquarobics, Elderly, Mechanical analysis

I. 서론

1. 연구 필요성

고령자 건강증진과 삶의 질 향상을 위한 체육 분야의 기여가 점점 높아지고 있는 가운데 국가 정책의 일환으로 지자체를 중심으로 다양한 운동프로그램이 운영되고 있다(홍승연, 2010). 노화를 연구하는 대부분의 학자들은 체력증진과 노화방지를 위한 현존하는 방법 중 가장 확실한 방법은 운동이라는 사실에 동의한다(배철영, 2004). 이와 같은 사실을 뒷받침하는 자료로써 국민생활체육 참여 실태조사를 살펴보면 70대 이상 고령자가 주 2회 이상 규칙적 체육활동에 참여하는 비율은 2006년 24.3%에서 2016년 49.3%로 꾸준한 증가 추세를 보이고 있다(문화체육관광부, 2016).

고령자에게 특히 요구되는 체력은 근력과 평형성이라 할 수 있으며 사람의 근력은 25세부터 해마다 2%씩 감소되어 50-70세 사이에는 평균 약 30% 소실을 보이는데 고령자는 하지와 체간부 근력이 현저히 떨어지면서 보행능력 감소가 수반될 수밖에 없다고 한다(최영희 등, 2014; 은선덕, 이기광, 2004). 거기에 노화로 인한 균형능력 저하까지(김선진, 김석진, 2013) 더해져서 고령자는 낙상사고를 빈번히 경험하게 되고, 이중 53%는 보행시 걸려서 넘어지는 것으로 보고되었다(Pavol et al., 2001; Tory & Grabiner, 2005).

또한 낙상으로 입원한 고령자의 50%는 대체로 1년 이내에 사망하고(김선경, 김종임 2011), 골절 등의 신체적 손상이나 기능장애가 발생하면 고령으로 인해 회복이 쉽지 않아 활동과 신체기능이 감소되어 삶의 질 저하로 이어지게 된다(강기선, 양지, 2017; Hill & Schwarz, 2004; Scheffer et al.,

2008).

한편 통계청의(2016) 20대 이상 성인의 스포츠활동참여 조사에 의하면 매일 자전거를 탄다고 응답한 비율 5.4%는 수영 2%, 등산 2.9% 보다 높게 나타나 자전거 타기가 수영이나 등산에 비해 참여 인구가 2배 가까이 많은 스포츠임을 확인할 수 있었다. 도심 공영자전거 시스템 도입, 자전거 전용도로 구축으로 자전거를 이용한 교통인구 및 여가인구의 꾸준한 증가가 예상되지만(정경렬 등, 2009) 자전거는 두 바퀴로 중심을 잡으며 빠르게 이동하는 교통수단이기 때문에 길 위 돌출부분과 같은 작은 위험요소에도 중심이 쉽게 무너져 큰 사고로 이어질 가능성이 높다. 이와 관련하여 살펴보면, 전국 자전거 사고 건수는 2005년 7,976건에서 2015년 18,310건으로 10년 동안 무려 129%나 증가하였다(경찰청, 2016). 자전거 타기를 통해 얻을 수 있는 효과는 다양하나, 고령자는 근력이 약해 페달링(pedaling)에 어려움을 겪는다. 또한 저하된 평형성으로 인해 자전거를 출발하고 멈추기 위해 지속적으로 주행하는 동안 균형을 잃고 넘어지기 쉬운 상태가 된다(정경렬 등, 2009). 이처럼 평형성과 지각능력, 근력과 관절가동능력이 저하된 고령자가 즐기기에는 위험요소가 존재하므로 아쿠아로빅이 그 대안이 될 수 있을 것이다(강성선, 소재무, 2012).

아쿠아로빅은 물의 점성과 밀도의 특성으로 인한 저항이 근력과 관절가동범위를 증가시키고 균형능력을 향상시켜 노인의 낙상 위험을 예방하는데 도움을 주는 것으로 보고하고 있다(최종운, 2016; Arnold & Faulkner, 2010; Kastsura et al., 2010; McNeal, 1990; Melzer, Elbar, Tsedek & Oddsson, 2008; Rahmann, Brauer & Nitz, 2009). 또한, 단체 활동 중 하나로 긍정적인 신체상 확립과 노인성 우울증 및 고독감을 극복하고 사회성 발달과 뇌 기능개선에도 긍정적인 영향을 준다(임호남, 2011; 장남숙, 2016; Bherer, Erickson, & Liu-Ambrose, 2013; Henwood et al., 2015).

수중에서는 신체 모든 부위에 동일한 저항이 작용하여 등속성 근수축을 가능하게 하고(Carrie, 2012) 주동근과 길항근의 균형적인 발달을 증가시키는 역할을 하므로 지상운동에 비해 체력적으로 불리한 위치에 있는 고령자에게 적합한 운동 환경 제공은 아쿠아로빅이 각광받는 이유 중 하나이다(고재욱, 2011; 문경숙, 2018).

그러므로 고령자를 위한 기존의 운동프로그램들과 비교 시 관절의 부담을 최소화하여 자유롭고 편안하게 즐기면서 운동효과까지 얻을 수 있어 아쿠아로빅 운동에 참여하는 고령자 수는 꾸준히 증가해 왔다(강성선, 소재무, 최혜정, 2014; 송민선, 유영권, 김남초, 2015; 윤석민, 2016; 임용택, 박동수, 2015; 최중운, 2016; 황연희, 김동희, 2016).

선행 연구에서도 아쿠아로빅은 노인들의 근육감소를 막고 낙상 예방의 관건이라 할 수 있는 근력, 민첩성, 평형성을 향상시키는데 효과적인 운동이라고 보고한 바 있다(강성선, 소재무, 2012; 김석범, 2009; 문경숙, 2018).

한편, 무릎은 체중 부하 영향을 가장 많이 받는 관절로(Yázquez et al., 2013) 국내 70세 이상자 무릎관절염 유병률은 36%에 이르러 고령자 삶의 질을 위협하는 질병 중 하나이다(우경지, 오경원, 2015). 고정식 자전거타기와 아쿠아로빅은 골관절염환자나 건강한 무릎 관리를 위한 고령자에게 권고되는 운동요법이며(임순영 등, 2016; Rewald et al., 2015; Yázquez et al., 2013), 특히 아쿠아로빅은 노화로 인해 기능이 쇠퇴하는 고령자를 위해 무릎의 체중 부하가 적고 안정성이 높은 이유로 자주 권장되고 있다(문경숙, 2018; Lund et al., 2008).

고정식 자전거타기의 효과와 장점은 살리면서 아쿠아로빅의 이점을 동시에 경험할 수 있는 최적의 방법은 부력용구인 아쿠아누들을 이용한 수중 자전거타기 동작인 Noodle-Riding이라고 할 수 있을 것이다.

질병 감수성이 높은 계층의 질병발생 예방과 악화방지에 Noodle-Riding

동작은 도움이 될 것으로 생각된다.

아쿠아로빅 수업에서 사용되는 부력도구 중 하나인 아쿠아누들(Aqua-noodle)은 펀누들(Fun-noodle)이라고도 부르며 폴리에틸렌 폼으로 제작된다. 대략적인 길이는 155cm, 직경은 7cm로 다리사이에 끼우면 발이 수영장 바닥으로 부터 떨어져 수중에서 자전거 타기 동작이 가능하다(Shimizu & Tachikawa, 2009). Noodle-Riding은 Riding a bicycle, 누들 Cycle, 아쿠아봉자전거, 누들자전거 등으로 명칭되며 아쿠아로빅 관련 연구(강동근 등, 2015; 강성선, 김재정, 소재무, 2013; 김창숙 등, 2009; 박희석, 최공집, 2016; 임순영 등, 2014; 정정욱, 김종호, 2012; Rewald et al., 2015)의 운동프로그램 안에 포함되어 있다.

위 연구를 포함한 아쿠아로빅 연구동향은 프로그램이나 운동효과 중심의 연구가 대부분을 이루고 있다. 수중에서의 역학적 분석을 다룬 선행연구로는 이효택과 김용재의(2013) 스쿼팅 동작 시 손바닥 각도에 따른 연구, 강성선의(2016) 수중과 지상에서 에어 페이스 보행 동작의 역학적 에너지 변화연구, 백진호, 이순호, 문영진의(2004) 접영선수의 방향 전환 동작 평가 연구 등이 있다. 어떤 스포츠 종목이건 역학적 접근의 정확한 동작 연구 토대가 경기력 향상과 운동효과의 극대화를 이끌어 낼 수 있다(Lauer et al., 2016).

특히 아쿠아로빅의 각 동작에 관한 연구는 부족한 현실이므로, 지도자의 경험이나 감각에 의존하는 실정이다(Mineta et al., 2012). 아쿠아로빅이 대중화된 현 시점에서는 동작분석 분야 연구의 요구가 증가되고 있으며 Noodle-Riding에 관한 연구 또한 필요하다고 생각된다.

아쿠아로빅 운동 세션에서 자주 수행되는 동작임에도 불구하고 현실은 Noodle-Riding 동작에 대한 명확한 지침이 없는 실정이다. 단체 수업 특성상 수준이 서로 다른 숙련자와 비숙련자가 공존하는 상황에서 운동능력 향

상에 도움을 주는 올바른 동작법 제시가 요구되고 있으며 더 나아가서는 숙련자를 위해 고관절 가동범위가 더 큰 형태의 운동 강도를 증가시킨 동작의 필요성이 높다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 수중 Noodle-Riding 동작 시 숙련자와 비숙련자 간 차이를 분석하여 이상적인 자세를 제시하고 숙련자들을 대상으로 기존 Basic 동작과 고관절 가동범위가 더 큰 형태의 Swing 동작 간의 역학적 변인을 비교 분석함으로써 향후 아쿠아로빅 참여자들에게 운동효과 제공과 체력 증진에 도움을 주고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 고령여성의 아쿠아로빅 Noodle-Riding 동작 시 숙련자와 비숙련자 간의 구간별 소요시간과 하지 관절의 각도 및 가동범위 등 운동역학적 변인을 비교분석하고, 숙련자의 Basic 동작과 Swing 동작에 따른 운동역학적 변인을 규명함으로써, Noodle-Riding의 올바른 동작법 제시와 트레이닝 방법 중 점진적과부하의 원리에 근거해 숙련자를 위한 기존 Basic 동작보다 고관절 가동범위가 더 큰 형태의 Swing 동작을 제안하는데 그 목적이 있다.

3. 연구 문제

본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, Noodle-Riding 동작 시 숙련자와 비숙련자의 국면별 소요시간은 어떤 차이가 있는가?

둘째, Noodle-Riding 동작 시 숙련자와 비숙련자의 고관절, 슬관절의 굴곡각도와 족관절의 배측 굴곡각도는 어떤 차이가 있는가?

셋째, 수중 Noodle-Riding 동작 시 숙련자와 비숙련자의 고관절, 슬관절, 족관절의 가동범위는 어떤 차이가 있는가?

넷째, 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 국면별 소요시간은 어떤 차이가 있는가?

다섯째, 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 고관절, 슬관절의 굴곡각도와 족관절의 배측 굴곡각도는 어떤 차이가 있는가?

여섯째, 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 고관절, 슬관절, 족관절의 가동범위는 어떤 차이가 있는가?

4. 연구 제한점

본 연구를 수행하는데 있어서 제한점은 다음과 같다.

첫째, 혈압약 상시 복용자의 의사 처방에 따른 약물 복용에 대해서는 통제하지 못하였다.

둘째, 개인 신체조건, 생활습관, 과거 운동경력, 식습관 등의 변인에 대해서 통제하지 못하였다.

셋째, 하지 근골격계 과거병력은 고려하였으나 다른 질병의 과거병력은 고려하지 못하였다.



5. 용어의 정의

가. 고령자(the elderly)

노령화 과정에서 나타나는 육체적, 정신적, 심리적 행동 변화가 상호 작용하는 복합적 형태 과정에 있는 사람으로(김석범, 2009), 노인복지법 및 국민기초생활보장법에는 65세 이상인 자로 규정하고 있다(최영희 등, 2014).

나. 아쿠아로빅(Aquarobics)

19세기 유럽에서 수치료 기법이 역동적으로 변화되면서 발전하기 시작하였고 1998년 한국아쿠아운동협회(AEA)가 설립되어 현재의 생활체육으로 널리 보급되고 정착하게 되었다(강성선, 2016). 물의 특성을 이용하여 심폐지구력, 근력, 근지구력, 유연성과 신체구성 등을 향상시키며 치료적인 목적으로 지상에서 운동이 힘든 사람들에게 적용할 수 있는 대체운동으로 응용되고 있다(박미희, 2016).

다. 아쿠아누들(Aqua noodle)

물에서 이루어지는 여가활동, 치료프로그램 및 다양한 연령 집단을 대상으로하는 훈련에 사용된다. 아쿠아누들, 풀누들(pool noodle), 펀누들(fun-noodle), 아쿠아튜브(aquatube) 등의 이름으로 사용되며 아쿠아로빅 필수 도구이다(Shimizu & Tachikawa, 2009).

라. Noodle-Riding

폴리에틸렌 폼으로 제작된 아쿠아누들을 다리 사이에 끼우고 앉으면
부력으로 인해 발이 채공상태가 되어 자전거를 탈 때와 같은 페달링
(pedaling) 동작이 가능하다. 아쿠아로빅 수업에 빠지지 않는 동작이며 선
행연구에서는 아쿠아봉타고자전거굴리기(김창숙 등, 2009), Riding bicycle
with noodle(강동근 등, 2015), 아쿠아누들자전거타기(임순영 등, 2014), 아
쿠아바 자전거타기(박희석, 최공집, 2016) 등과 같이 명칭하고 있다.

마. 다트피쉬 프로그램(Dartfish Program)

Dartfish는 스위스에서 개발된 프로그램으로 동영상을 이용하여 동
작을 분석 및 해석(interpretation)하며 대상물의 궤적(trajecory)을 추적
(tracing)할 수 있는 소프트웨어로 재활치료, 스포츠, 진단 및 운동처방 등
에 널리 사용되고 있다(Goetz et al., 2012; Yuhong et al., 2016).

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 B광역시에 거주하는 70-75세 여성고령자로 아쿠아로빅을 주3회 꾸준히 참여해온 경력자 중에서 1년 미만자 10명, 3년 이상자 10명으로 선정하였다. 모든 피험자는 실험 전 연구 목적과 실험 방법에 대한 전반적인 내용을 듣고 자발적 동의를 한 후 실험에 참여하였다. 또한 부경대학교 기관생명윤리위원회(IRB) 승인(1041386-20160930-HR-018-03)을 받아 지침대로 2017년 4월 1일 실험 연구를 실시하였다.

골절이나 기형, 중증 골관절염 등 정형외과적 문제가 있는 자와 보행과 관련된 하지 정렬에 심각한 이상이 있는 자는 대상자 선정에서 제외하였으며, 피험자 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자 신체적 특성

대상(n)	연령(y)	신장(cm)	체중(kg)	BMI(kg/m ²)
숙련자(10)	72.88±1.8	158.75±5.09	61.38±6.23	24.32±1.94
비숙련자(10)	71.75±1.9	155.25±4.02	63.38±6.09	26.23±1.42
<i>t</i>	.857	.826	.931	.941
<i>p</i>	.246	.151	.527	.349

2. 측정기구 및 용도

본 연구를 수행하는데 있어 사용된 측정기구 및 용도는 <표 2>와 같다.

표 2. 측정기구 및 용도

Instrument	Model	Company	Purpose
Underwater Camera	GoPro HERO5	GoPro Inc(USA)	수중촬영
	GoPro HERO3		
	SJ9000Plus	GS System(Korea)	
Control Point	1m*2m*2m	VISOL(Korea)	좌표기준설정
Software	Dartfish 7	DFKOREA(Korea)	분석 및 자료처리
Underwater Light	DARK BUSTER	BSTW(Taiwan)	반사마커 인식용 조명
	UK D8 LIGHT	Underwater Kinetics(Germany)	
Aqua Noodle	Aqua Power Noodle	Onnuri(Korea)	아쿠아로빅용
Knee Support	LP647	Plus Meditech (Taiwan)	반사마커부착

3. 측정 항목

본 연구에서는 아쿠아로빅 참여 여성 고령자의 수중 Noodle-Riding 동작의 역학적 분석을 위하여 다음과 같이 측정항목을 선정하였다.

첫째, Noodle-Riding 동작 시 각 국면별 소요시간

둘째, Noodle-Riding 동작 시 고관절의 굴곡각도, 슬관절의 굴곡각도, 족관절의 배측 굴곡각도

셋째, Noodle-Riding 동작 시 하지관절의 가동범위



4. 실험방법

피험자에게 실험 전 연구 목적과 실험 절차 및 주의사항에 대하여 충분히 설명하고 사전 동의를 얻어 실시하였다. 수중에서의 정확한 자료 획득을 위하여 수영복을 착용 후 반사마커가 부착된 타이즈 하의와 무릎보호대, 양말을 착용하도록 하였다. 모든 피험자들은 실험 환경과 동작에 익숙하도록 5분간 수중 Noodle-Riding 연습을 한 후, 수심 110m 위치에서 본 실험에 응하였으며 누들에 앉아 상체를 수직으로 세우고 양팔을 자연스럽게 떨어뜨린 채 실험에 영향을 줄 수 있는 손 동작은 배제하고 하지의 회전운동만 하도록 지시하였다. 실험에 사용된 아쿠아누들은 길이 155cm 지름 7cm 제품을 사용하였으며 [그림 1]과 같다.



그림 1. 아쿠아누들

가. 수중 촬영

수중 Noodle-Riding 동작을 촬영하기 위해 부산소재 P사회체육센터 내 수영장에서 공간좌표 설정에 필요한 직사각형의 통제점틀($1\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m}$)을 테크에서 조립한 후 수중에 [그림 2]와 같이 설치하였다.

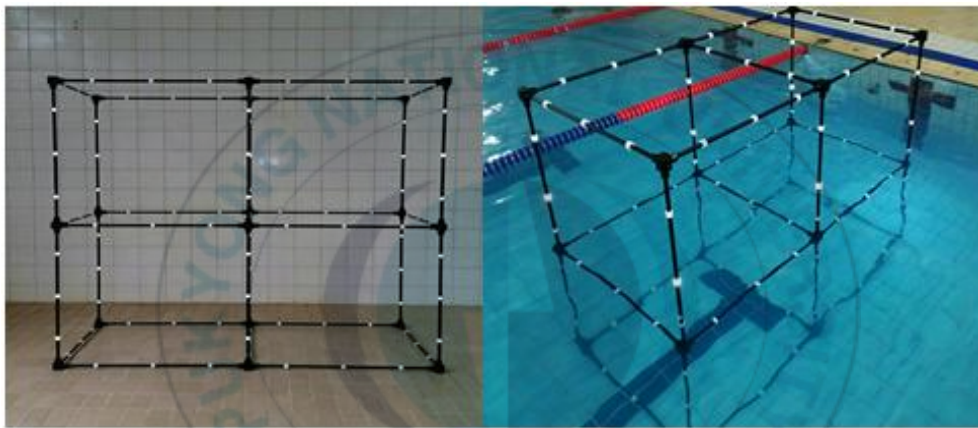


그림 2. 통제점틀

통제점이 모두 들어오는 위치에 실험을 수행하기 위해 충분한 공간을 확보하여 GoPro사와 GS system사의 수중 카메라(GoPro Hero3, Hero5, SJ9000) 3대를 피험자가 동작을 수행하는 위치에서 2.5m 간격으로 전방, 우전방 45°, 우측면 위치에 각각 설치하고, 피험자들이 그 위치와 공간을 확인할 수 있도록 바닥에 3kg 덤벨을 놓아 표시하였으며, 카메라 설치는 [그림 3]과 같다.

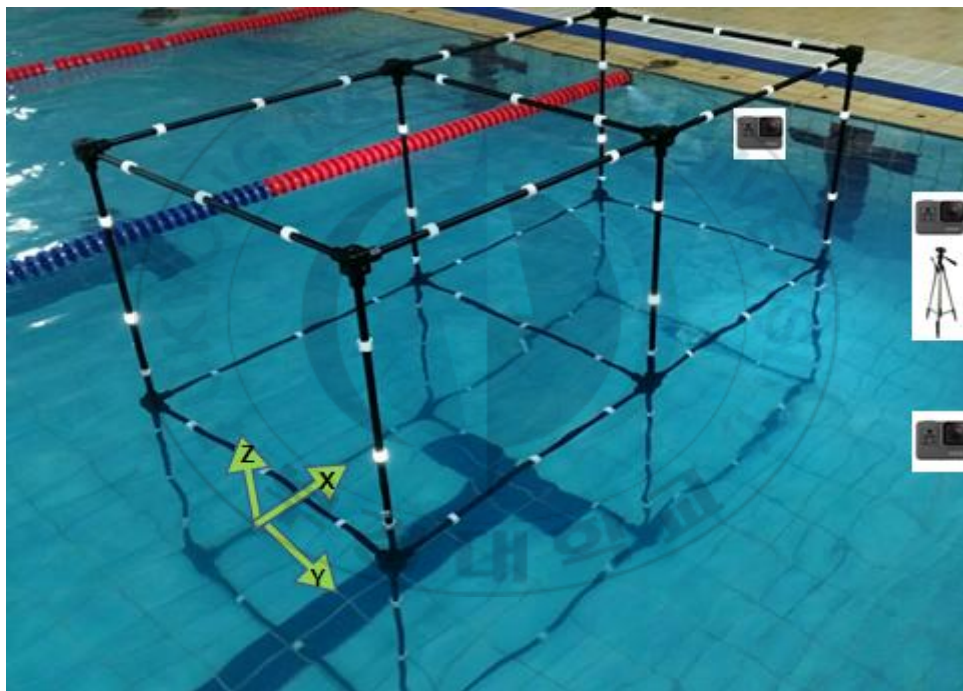


그림 3. 카메라 설치

카메라 촬영속도는 60frames/sec로 설정하였다. 카메라 작동 후 통제점들을 2초 정도 촬영한 후 수중랜턴 불빛으로 카메라 3대를 동조 시킨 뒤 통제점들을 제거한 후 동작을 실시하였다. 각 피험자가 착용한 타이즈와 무릎보호대 및 양말에는 디지타이징을 정확하고 용이하게 하기 위해서 반사마커를 부착하였으며 수중 환경에서 떨어지지 않도록 강력 접착제로 단단히 고정하였다(강성선, 2016; 류재청 등, 2007). 하지의 관절점 및 분절에는 총 15개의 반사 마커를 부착하였으며 인체 관절점의 좌표화는 [그림 4], <표 3>과 같다.



그림 4. 인체 관절점 중심의 좌표화

표 3. 관절점의 좌표화

Description	Cortex marker name	Placement
①Left ASIS	L. ASIS	Anterior superior iliac spine
②Right ASIS	R. ASIS	
③Medial PSIS	M. PSIS	Posterior superior iliac spine
④Left lateral epicondyle	L. Knee	Along the flexion / extension axis of rotation at lateral femoral condyle
⑤Right lateral epicondyle	R. Knee	
⑥Left lateral malleolus	L. Ankle	Along the flexion / extension axis of rotation at lateral malleolus
⑦Right lateral malleolus	R. Ankle	
⑧Left heel	L. Heel	Posterior calcaneus at same height from floor as toe marker
⑨Right heel	R. Heel	
⑩Left toe	L. Toe	Center of the foot between the 2nd and 3rd metatarsal
⑪Right toe	R. Toe	
⑫Left medial epicondyle	L. Knee medial	Along the flexion / extension axis of rotation at medial femoral condyle
⑬Right medial epicondyle	R. Knee medial	
⑭Left medial malleolus	L. Ankle medial	Along the flexion / extension axis of rotation at medial
⑮Right medial malleolus	R. Knee medial	

피험자 신체적 특성을 측정하고 해부학적 자세를 고려한 자료를 추출하기 위해 실험 전 스태틱 캘리브레이션(static calibration)을 실시한 후 Noodle-Riding 동작을 5회 반복 실시하여 데이터를 수집하였다. 촬영한 후 가장 바르고 질적으로 우수하다고 판단되는 동작 1회를 선정하여 분석에 사용하였다(허보섭, 2015). 데이터 분석 시 반사마커 인식을 용이하게 하기 위해 수영장 데크 가장자리에 [그림 5]와 같은 수중랜턴을 카메라 촬영 방향으로 빛을 비추도록 설치하였다.



그림 5. 수중랜턴

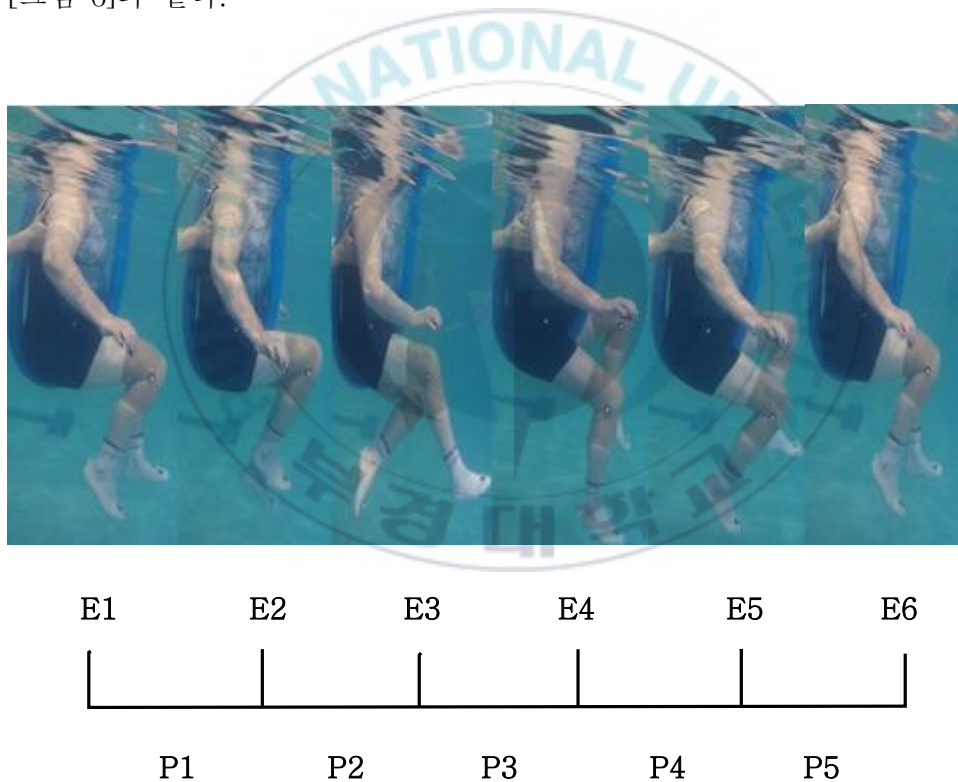
나. 신체분절의 각도 정의

관절의 각도를 분석하기 위한 고관절, 슬관절 및 족관절에 대한 각도의 정의는 분절간의 각을 상대각으로 정의하였다(허보섭, 2015).

- ① 고관절 각도 : 고관절 각도는 동체와 대퇴가 이루는 상대각이다.
- ② 슬관절 각도 : 슬관절 각도는 대퇴와 하퇴가 이루는 상대각이다.
- ③ 족관절 각도 : 족관절 각도는 하퇴와 발이 이루는 상대각이다.

다. Noodle-Riding 동작의 구간(event) 및 국면(phase)

Noodle-Riding 동작의 Basic은 누들에 앉아 상체를 수직으로 세우고 양 팔을 자연스럽게 떨어뜨린 채 자전거 페달을 밟는 것과 유사한 하지의 회전운동이며 Swing은 고관절을 축으로 하여 하지를 전·후 방향으로 흔드는 스윙계(진동계)의 움직임(조효구 등, 2010)을 만드는 형태이다. 영상분석을 위해 6개 구간(Event)과 5개 국면(Phase)을 설정하였으며 구체적인 내용은 [그림 6]과 같다.



[그림 6] 구간(Event) 및 국면(Phase)

(1) 구간(Event) 설정

- ① Event 1 : 준비자세
- ② Event 2 : 오른쪽 무릎을 들어 올리는 순간
- ③ Event 3 : 오른쪽 무릎이 신전되며 뒤통치가 최전방에 놓이는 순간
- ④ Event 4 : 오른쪽 무릎이 최대로 신전되는 순간
- ⑤ Event 5 : 오른쪽 무릎이 굴곡되며 뒤통치가 최후방에 놓이는 순간
- ⑥ Event 6 : 준비자세로 복귀

(2) 국면(Phase)설정

- ① Phase 1 : E1 ~ E2까지
- ② Phase 2 : E2 ~ E3까지
- ③ Phase 3 : E3 ~ E4까지
- ④ Phase 4 : E4 ~ E5까지
- ⑤ Phase 5 : E5 ~ E6까지



5. 자료처리 분석방법

가. 자료수집방법

본 연구에서는 Dartfish 프로그램을 사용하여 자료처리 하였다. 애널라이저(Analyzer), 인디액션(In the Action), 사이멀캠(SimulCam), 스트로모션(StroMotion), 태깅(Tagging) 기능 중 Dartfish 7.0버전의 Analyzer 기능을 이용하여 영상을 캡처한 후 준비 자세에서 시작하여 준비 자세로 돌아오는 완벽한 한 주기(cycle)를 보이는 하지관절을 산출하였다(이중호, 2013).

나. 통계처리방법

실험을 통해 수집된 모든 자료에 대해 통계처리는 IBM SPSS Statistics Ver. 23 프로그램을 이용하여 다음과 같은 방법으로 통계처리 하였다.

첫째, 각 변인들 간 기술통계로 평균값과 표준편차를 산출하였다.

둘째, 숙련자와 비숙련자 간의 Noodle-Riding 동작에 따른 운동역학적 변인을 비교분석하기 위해 독립표본 t-검증(Independent t-test)을 실시하였다.

셋째, 숙련자의 Basic 동작과 Swing 동작에 따른 운동역학적 변인의 비교 분석을 위해 대응표본 t-검증(paired t-test)을 실시하였다.

넷째, 모든 통계적 유의수준은 $\alpha .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. Noodle-Riding 동작 시 소요시간

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 소요시간은 다음과 같다. <표 4>, [그림 7].

표 4. Noodle-Riding 동작 시 국면별 소요시간 (단위: sec)

Phase	Skilled	Unskilled	<i>t</i>	<i>p</i>
P1	0.08±0.02	0.08±0.04	-0.417	.682
P2	0.32±0.12	0.17±0.09	3.613	.001
P3	0.40±0.09	0.37±0.15	0.638	.531
P4	0.28±0.11	0.18±0.10	2.550	.015
P5	0.22±0.10	0.19±0.21	0.888	.380

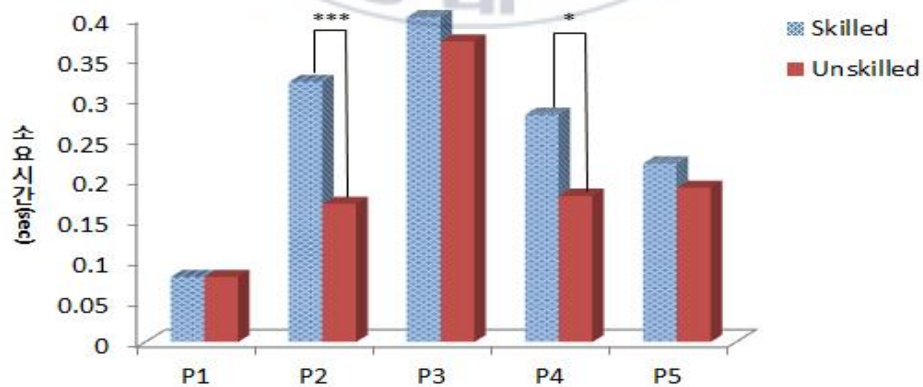


그림 7. Noodle-Riding 동작 시 국면별 소요시간

숙련자의 국면별 평균 소요시간은 P1 국면 $0.08 \pm 0.02\text{sec}$, P2 국면 $0.32 \pm 0.12\text{sec}$, P3 국면 $0.40 \pm 0.09\text{sec}$, P4 국면 $0.28 \pm 0.11\text{sec}$, P5 국면 $0.22 \pm 0.10\text{sec}$ 로 나타났으며, 비숙련자의 국면별 평균 소요시간은 P1 국면 $0.08 \pm 0.04\text{sec}$, P2 국면 $0.17 \pm 0.09\text{sec}$, P3 국면 $0.37 \pm 0.15\text{sec}$, P4 국면 $0.18 \pm 0.10\text{sec}$, P5 국면 $0.19 \pm 0.21\text{sec}$ 로 나타났다. P2 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 평균 0.15sec 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). P4 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 평균 0.10sec 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

총 수행시간을 살펴보면 숙련자 1.32sec , 비숙련자 1.00sec 으로 나타났으며 E1~E6 구간별 누적시간 변화는 [그림 8]과 같다.



	E1	E2	E3	E4	E5	E6
skilled	0.00	0.08	0.41	0.81	1.10	1.32
unskilled	0.00	0.09	0.27	0.64	0.83	1.00

그림 8. 구간별 누적시간 변화

2. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 각도

가. Noodle-Riding 동작 시 고관절 굴곡각도 변화

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 고관절의 굴곡각도는 <표 5>, [그림 9]와 같다.

표 5. Noodle-Riding 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도

(단위: *deg*)

Event	Skilled	Unskilled	<i>t</i>	<i>p</i>
E1	100.58±4.26	108.99±12.57	-2.424	.029
E2	92.54±6.86	94.85±13.33	-.605	.553
E3	98.93±8.83	89.62±14.11	2.234	.038
E4	139.86±9.42	139.60±13.01	.074	.941
E5	138.05±11.67	132.15±15.81	1.330	.192
E6	99.98±4.73	108.37±12.81	-2.361	.032

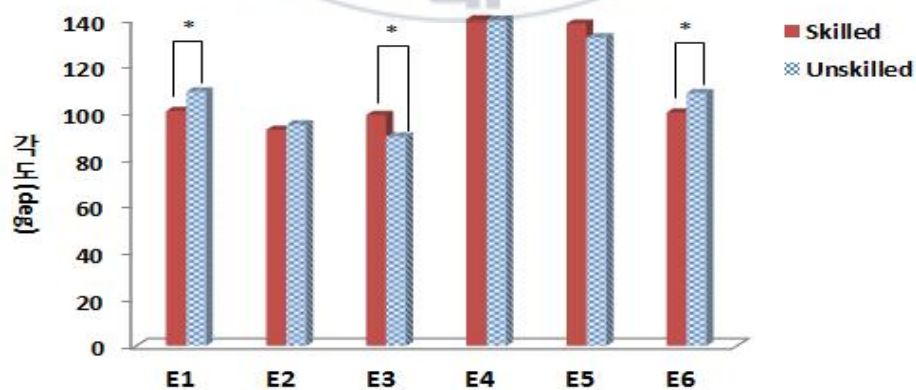


그림 9. Noodle-Riding 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도

E1 구간의 고관절 굴곡각도는 비숙련자 $108.99 \pm 12.57^\circ$ 숙련자 $100.58 \pm 4.26^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 8.41° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E2 구간에서는 비숙련자($94.85 \pm 13.33^\circ$)가 숙련자($92.54 \pm 6.86^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E3 구간에서는 숙련자 $98.93 \pm 8.83^\circ$ 비숙련자 $89.62 \pm 14.11^\circ$ 로 나타났으며 숙련자가 8.31° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).

E4 구간에서는 숙련자($139.86 \pm 9.42^\circ$)가 비숙련자($139.60 \pm 13.01^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E5 구간에서도 숙련자($138.05 \pm 11.67^\circ$)가 비숙련자($132.15 \pm 15.81^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E6 구간에서는 비숙련자 $108.37 \pm 12.81^\circ$ 숙련자 $99.98 \pm 4.73^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 8.39° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). Noodle-Riding 동작 E1~E6 전체 구간에서 고관절 굴곡각도 변화는 [그림 10]과 같은 흐름으로 나타났다.

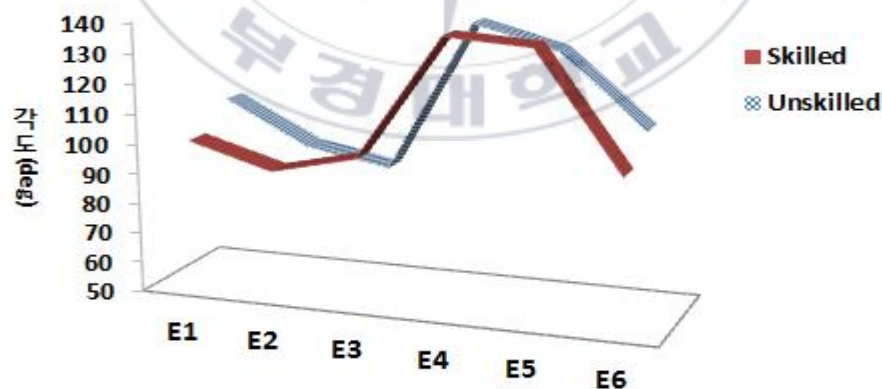


그림 10. Noodle-Riding 전체 구간 고관절 굴곡각도 변화

나. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 굴곡각도 변화

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 슬관절 굴곡각도는 <표 6>, <그림 11>과 같다.

표 6. Noodle-Riding 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도

(단위: *deg*)

Event	Skilled	Unskilled	<i>t</i>	<i>p</i>
E1	84.80±12.99	97.87±15.97	-2.773	.009
E2	87.79±13.26	96.24±14.30	-1.856	.071
E3	139.20±11.23	113.13±13.89	6.382	.000
E4	149.78±13.85	147.50±19.79	.383	.706
E5	112.16±11.93	128.09±22.56	-2.457	.025
E6	85.55±13.28	101.19±20.97	-2.855	.007

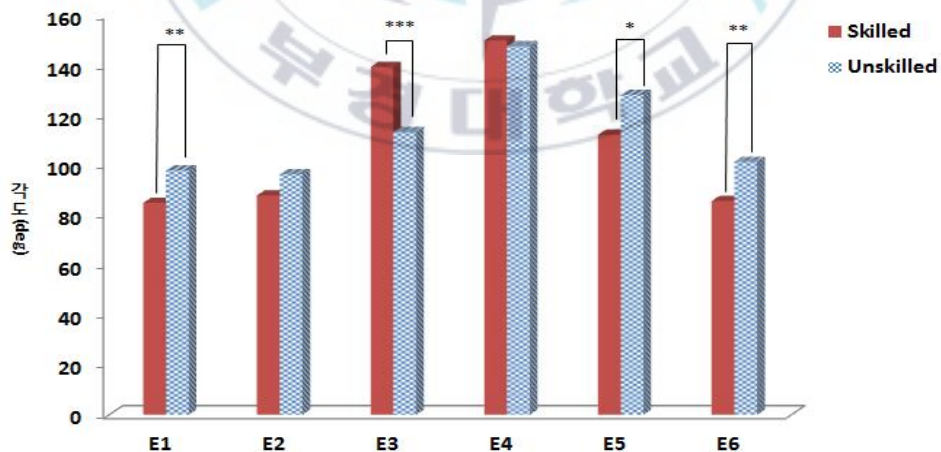


그림 11. Noodle-Riding 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도

E1 구간의 슬관절 각도는 비숙련자 $97.87 \pm 15.97^\circ$ 숙련자 $84.80 \pm 12.99^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 13.07° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < .01$). E2 구간은 비숙련자($96.24 \pm 14.30^\circ$)가 숙련자($87.79 \pm 13.26^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E3 구간의 각도는 숙련자 $139.20 \pm 11.23^\circ$ 비숙련자 $113.13 \pm 13.89^\circ$ 로 나타났으며 숙련자가 26.07° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$).

E4 구간은 숙련자($149.78 \pm 13.85^\circ$)가 비숙련자 ($147.50 \pm 19.79^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E5 구간에서는 비숙련자 $128.09 \pm 22.56^\circ$ 숙련자 $112.16 \pm 11.93^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 15.83° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E6 구간에서는 비숙련자 $101.19 \pm 20.97^\circ$ 숙련자 $85.55 \pm 13.28^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 15.64° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$).

Noodle-Riding 동작 E1~E6 전체 구간에서 슬관절 굴곡각도 변화는 [그림 12]와 같은 흐름으로 나타났다.

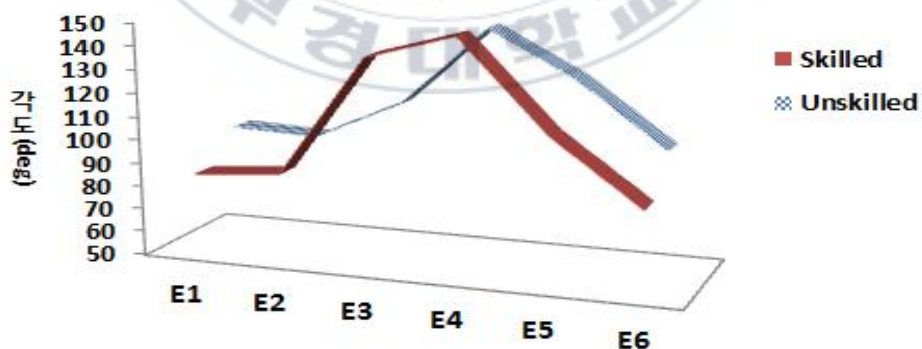


그림 12. Noodle-Riding 전체 구간 슬관절 굴곡각도 변화

다. Noodle-Riding 동작 시 족관절 굴곡각도 변화

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 족관절 굴곡각도는 <표 7>, [그림 13]과 같다.

표 7. Noodle-Riding 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도

(단위: deg)

Event	Skilled	Unskilled	<i>t</i>	<i>p</i>
E1	100.10±12.01	108.54±10.21	-2.217	.033
E2	99.64±18.49	102.61±17.58	-.489	.627
E3	101.35±15.84	103.78±16.20	-.456	.651
E4	90.76±14.04	109.91±18.06	-3.682	.001
E5	101.85±15.23	113.83±16.43	-2.291	.028
E6	99.32±13.91	110.85±15.13	-2.408	.021

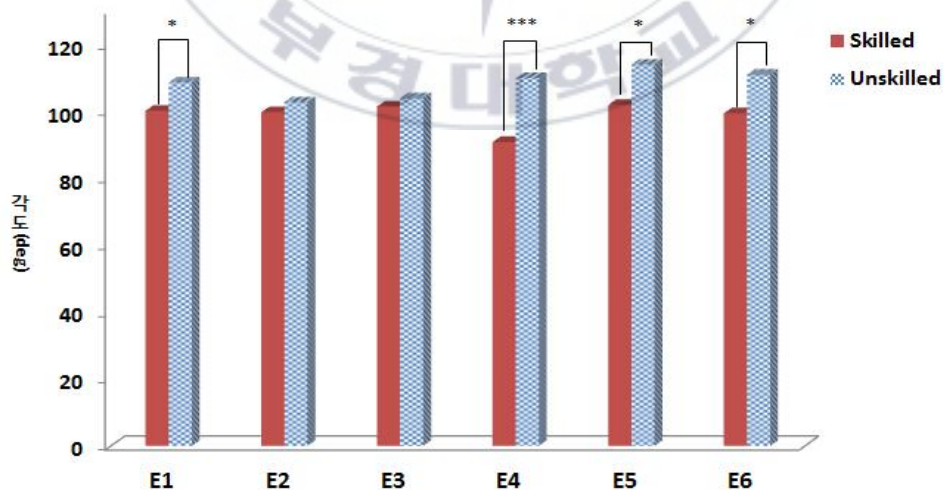


그림 13. Noodle-Riding 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도

E1 구간의 족관절 굴곡각도는 비숙련자 $108.54 \pm 10.21^\circ$ 숙련자 $100.10 \pm 12.01^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 8.44° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E2 구간에서는 비숙련자($102.61 \pm 17.58^\circ$)가 숙련자($99.64 \pm 18.49^\circ$) 보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E3 구간에서도 비숙련자($103.78 \pm 16.20^\circ$)가 숙련자($101.35 \pm 15.84^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

E4 구간은 비숙련자 $109.91 \pm 18.06^\circ$, 숙련자 $90.76 \pm 14.04^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 19.15° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$). E5 구간에서는 비숙련자 $113.83 \pm 16.43^\circ$ 숙련자 $101.85 \pm 15.23^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 11.98° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E6 구간에서도 비숙련자 $110.85 \pm 15.13^\circ$ 숙련자 $99.32 \pm 13.91^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 11.53° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).

Noodle-Riding 동작 E1~E6 전체 구간에서 족관절 굴곡각도 변화는 [그림 14]와 같은 흐름으로 나타났다.

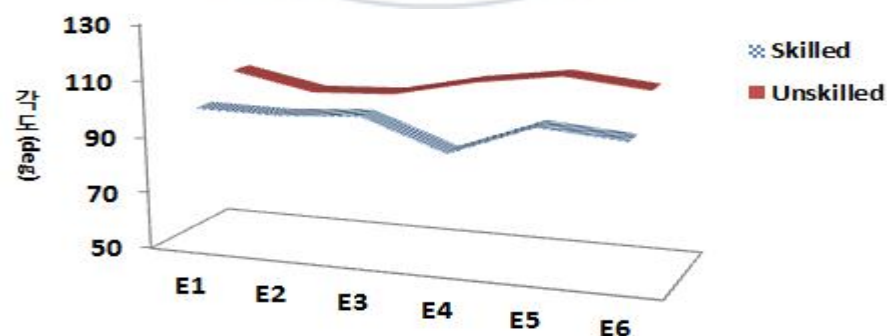


그림 14. Noodle-Riding 전체 구간 족관절 각도 변화

3. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 가동범위

가. Noodle-Riding 동작 시 고관절 가동범위의 차이

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 고관절 가동범위는 <표 8>, [그림 15]와 같다.

표 8. Noodle-Riding 동작 시 고관절 가동범위

(단위: *deg*)

ROM	Skilled	Unskilled	<i>t</i>	<i>p</i>
Min	91.40±6.35	93.93±11.39	-7.12	.488
Max	143.81±8.41	138.88±13.99	1.119	.280
ROM	52.40±10.22	44.95±8.88	2.137	.040

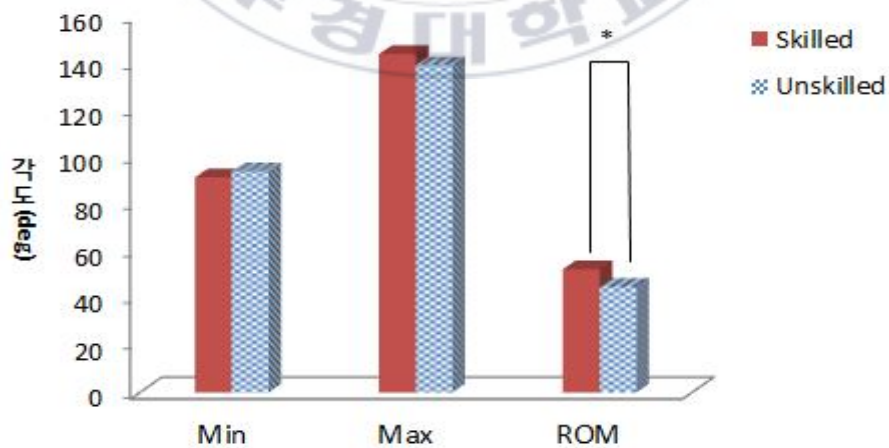


그림 15. Noodle-Riding 동작 시 고관절 가동범위

고관절 굴곡 시 최소각은 비숙련자($93.93 \pm 11.39^\circ$)가 숙련자($91.40 \pm 6.35^\circ$)보다 더높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 신전 시 최대각은 숙련자($143.81 \pm 8.41^\circ$)가 비숙련자($138.88 \pm 13.99^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 고관절 가동범위는 숙련자 $52.40 \pm 10.22^\circ$, 비숙련자 $44.95 \pm 8.88^\circ$ 로 나타났으며 숙련자가 7.45° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).



나. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 가동범위의 차이

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 슬관절 가동범위는 <표 9>, [그림 16]과 같다.

표 9. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 가동범위

(단위: *deg*)

ROM	Skilled	Unskilled	<i>t</i>	<i>p</i>
Min	79.34±11.13	88.25±12.42	-2.299	.027
Max	153.30±10.32	149.02±18.52	.798	.435
ROM	73.96±12.43	60.77±13.34	3.096	.004

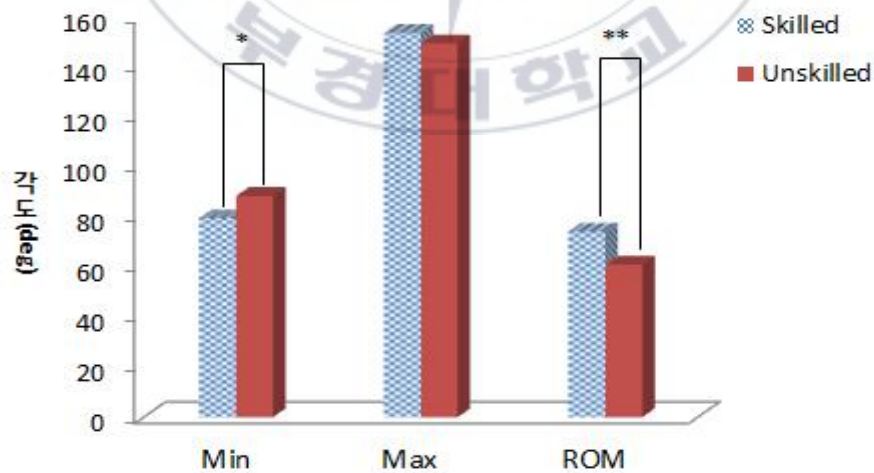


그림 16. Noodle-Riding 동작 시 슬관절 가동범위

슬관절 굴곡 시 최소각은 비숙련자 $88.25 \pm 12.42^\circ$, 숙련자 $79.34 \pm 11.13^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 8.91° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < .05$). 신전 시 최대각은 숙련자($153.30 \pm 10.32^\circ$)가 비숙련자($149.02 \pm 18.52^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 슬관절 가동범위는 숙련자 $73.96 \pm 12.43^\circ$, 비숙련자 $60.77 \pm 13.34^\circ$ 로 나타났으며 숙련자가 13.19° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$).



다. Noodle-Riding 동작 시 족관절 가동범위의 차이

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 족관절 가동범위는 <표 10>, [그림 17]과 같다.

표 10. Noodle-Riding 동작 시 족관절 가동범위

(단위: *deg*)

ROM	Skilled	Unskilled	<i>t</i>	<i>p</i>
Min	82.75±11.02	97.96±14.95	-3.631	.001
Max	112.29±12.62	118.95±14.34	-1.506	.141
ROM	29.53±10.93	20.99±9.69	2.434	.020

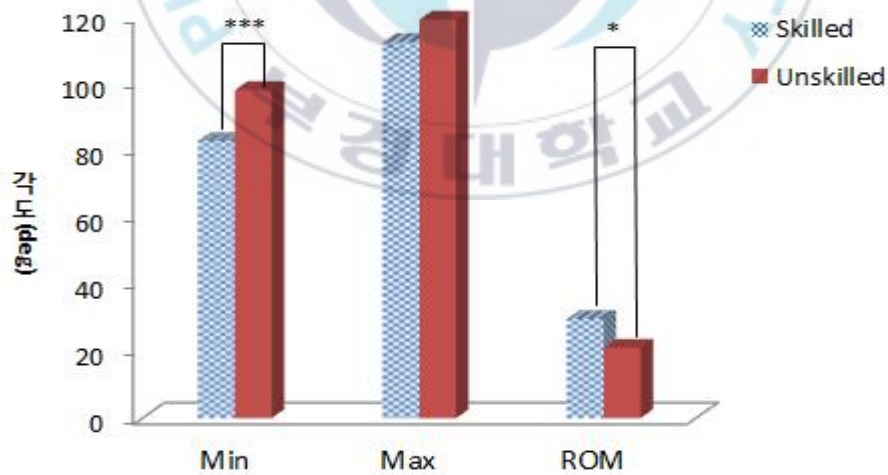


그림 17. Noodle-Riding 동작 시 족관절 가동범위

족관절 저측굴곡 시 최소각은 비숙련자 $97.96 \pm 14.95^\circ$, 숙련자 $82.75 \pm 11.02^\circ$ 로 나타났으며 비숙련자가 15.21° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$). 배측굴곡 시 최대각은 비숙련자($118.95 \pm 14.34^\circ$)가 숙련자($112.29 \pm 12.62^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 족관절 가동범위는 숙련자 $29.53 \pm 10.93^\circ$, 비숙련자 $20.99 \pm 9.69^\circ$ 로 나타났으며 숙련자가 8.54° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).



4. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 소요시간

숙련자 집단의 Noodle-Riding Basic 동작과 Swing 동작 시 소요시간은 <표 11>, [그림 18]과 같다.

표 11. Basic과 Swing 동작 시 국면별 소요시간

(단위: sec)

Phase	Basic	Swing	<i>t</i>	<i>p</i>
P1	0.08±0.02	0.06±0.02	2.571	.017
P2	0.32±0.12	0.19±0.05	5.787	.000
P3	0.40±0.09	0.51±0.12	-4.112	.000
P4	0.28±0.11	0.34±0.17	-1.504	.146
P5	0.22±0.10	0.46±0.14	-5.832	.000

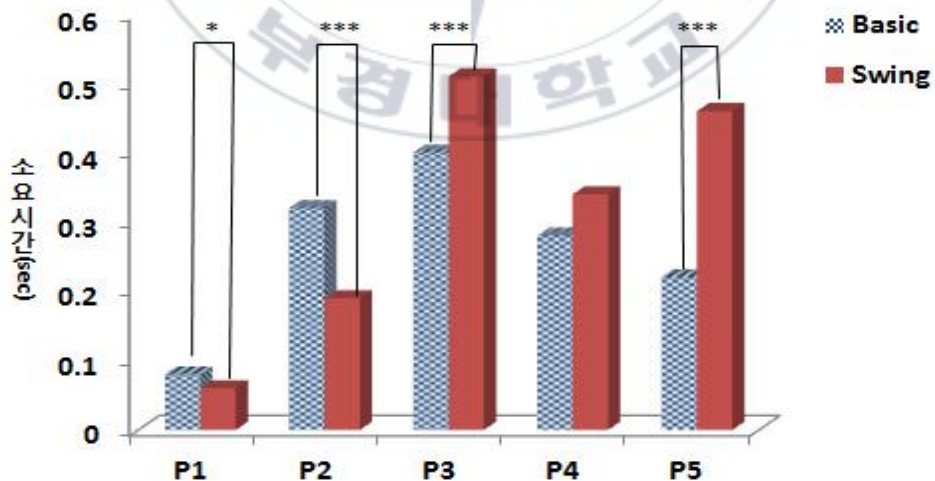


그림 18. Basic과 Swing 동작 시 국면별 소요시간

숙련자의 Noodle-Riding Basic 동작 국면별 평균 소요시간은 P1 국면 $0.08 \pm 0.02\text{sec}$, P2 국면 $0.32 \pm 0.12\text{sec}$, P3 국면 $0.40 \pm 0.09\text{sec}$, P4 국면 $0.28 \pm 0.11\text{sec}$, P5 국면 $0.22 \pm 0.10\text{sec}$ 로 나타났으며, Swing 동작 국면별 평균 소요시간은 P1 국면 $0.06 \pm 0.02\text{sec}$, P2 국면 $0.19 \pm 0.05\text{sec}$, P3 국면 $0.51 \pm 0.12\text{sec}$, P4 국면 $0.34 \pm 0.17\text{sec}$, P5 국면 $0.46 \pm 0.14\text{sec}$ 로 나타났다.

P1 국면에서 Basic 동작이 Swing 동작 보다 평균 0.02sec 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). P2 국면에서 Basic 동작이 Swing 동작 보다 평균 0.23sec 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). P3 국면에서 Swing 동작이 Basic 동작 보다 평균 0.11sec 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). P5 국면에서 Swing 동작이 Basic 동작 보다 평균 0.24sec 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$).

총 수행시간을 살펴보면 Basic 동작 1.32sec , Swing 동작 1.59sec 로 나타났으며 E1~E6 구간별 누적시간 변화는 [그림 19]와 같다.

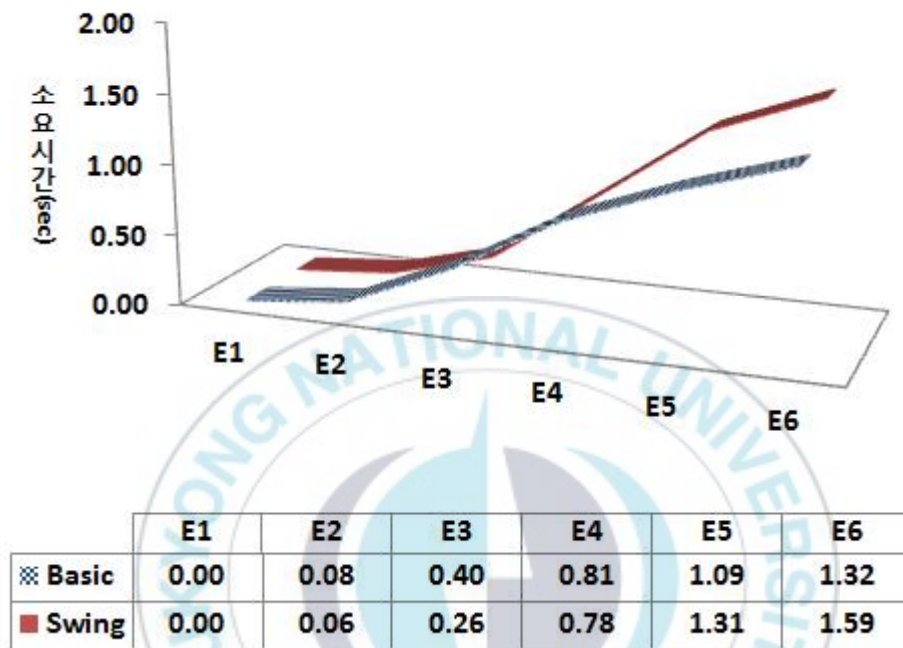


그림 19. 구간별 누적시간 변화

5. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 각도

가. Basic과 Swing 동작 시 고관절 굴곡각도 변화

숙련자 집단의 Basic과 Swing 동작 시 고관절 굴곡각도는 <표 12>, [그림20]과 같다.

표 12. Basic과 Swing 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도

(단위: deg)

Event	Basic	Swing	<i>t</i>	<i>p</i>
E1	100.58±4.26	106.62±7.43	-3.309	.003
E2	92.54±6.86	96.45±9.89	-1.554	.133
E3	98.93±8.83	81.08±11.38	5.942	.000
E4	139.86±9.42	145.01±12.27	-1.893	.071
E5	138.05±11.67	173.12±16.10	-8.056	.000
E6	99.98±4.73	105.86±6.50	-3.362	.003

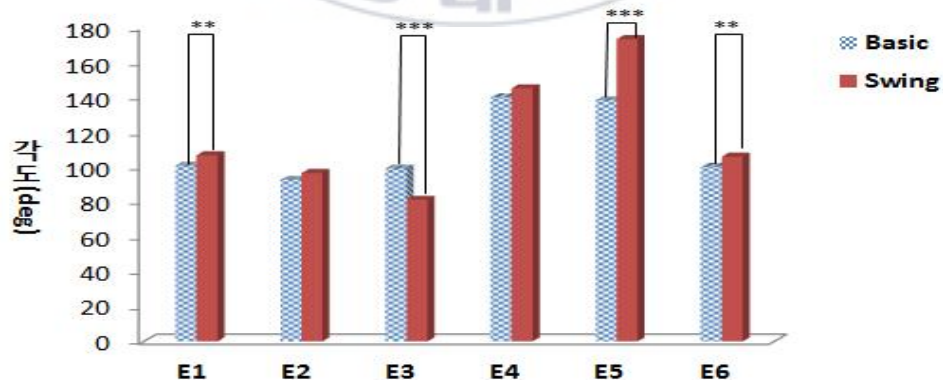


그림 20. Basic과 Swing 동작 시 구간별 고관절 굴곡각도

E1 구간의 고관절 굴곡각도는 Swing 동작에서는 $106.62 \pm 7.43^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $100.58 \pm 4.26^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 6.04° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$). E2 구간의 고관절 각도는 Swing($96.45 \pm 9.89^\circ$)이 Basic ($92.54 \pm 6.86^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E3 구간의 고관절 각도는 Basic 동작에서는 $98.93 \pm 8.83^\circ$ 인 반면 Swing 동작에서는 $81.08 \pm 11.38^\circ$ 로 나타났으며 Basic 동작이 17.85° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$).

E4 구간의 고관절 각도는 Swing($145.01 \pm 12.27^\circ$)이 Basic($139.86 \pm 9.42^\circ$)보다 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E5 구간의 고관절 각도는 Swing 동작에서는 $173.12 \pm 16.10^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $138.05 \pm 11.67^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 35.07° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$). E6 구간의 고관절 각도는 Swing 동작에서는 $105.86 \pm 6.50^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $99.98 \pm 4.73^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 5.88° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$).

Basic과 Swing 동작 E1~E6 전체 구간에서 고관절 굴곡각도 변화는 [그림 21]과 같은 흐름으로 나타났다.

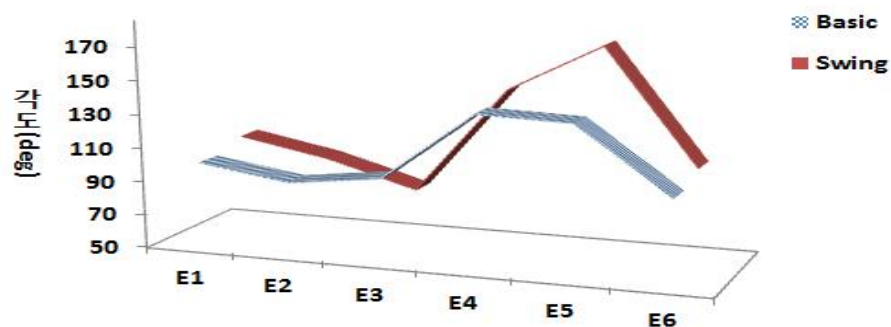


그림 21. Basic과 Swing 동작 전체 구간 고관절 굴곡각도 변화

나. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 굴곡각도 변화

숙련자 집단의 Basic과 Swing 동작 시 슬관절 굴곡각도는 <표 13>, [그림 22]와 같다.

표 13. Basic과 Swing 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도

(단위: deg)

Event	Basic	Swing	<i>t</i>	<i>p</i>
E1	84.80±12.99	97.52±19.43	-2.519	.019
E2	87.79±13.26	100.65±24.35	-2.192	.038
E3	139.20±11.23	126.21±24.28	2.407	.024
E4	149.78±13.85	135.65±21.42	2.416	.024
E5	112.16±11.93	127.97±16.89	-3.562	.002
E6	85.55±13.28	102.11±19.59	-3.260	.003

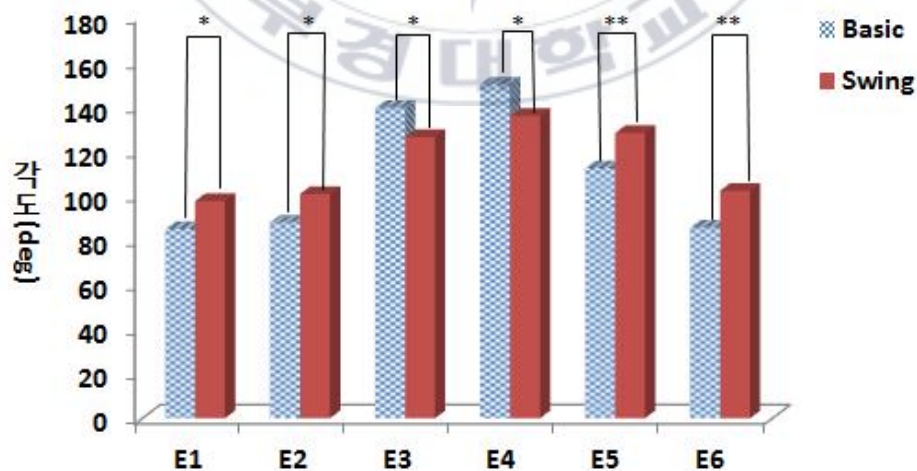


그림 22. Basic과 Swing 동작 시 구간별 슬관절 굴곡각도

E1 구간의 슬관절 굴곡각도는 Swing 동작에서는 $97.52 \pm 19.43^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $84.80 \pm 12.99^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 12.72° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E2 구간의 슬관절 각도는 Swing 동작에서는 $100.65 \pm 24.35^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $87.79 \pm 13.26^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 12.86° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E3 구간의 슬관절 각도는 Basic 동작에서는 $139.20 \pm 11.23^\circ$ 인 반면 Swing 동작에서는 $126.21 \pm 24.28^\circ$ 로 나타났으며 Basic 동작이 12.99° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E4 구간의 슬관절 각도는 Basic 동작에서는 $149.78 \pm 13.85^\circ$ 인 반면 Swing 동작에서는 $135.65 \pm 21.42^\circ$ 로 나타났으며 Basic 동작이 14.13° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E5 구간의 슬관절 각도는 Swing 동작에서는 $127.97 \pm 16.89^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $112.16 \pm 11.93^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 15.81° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$). E6 구간의 슬관절 각도는 Swing 동작에서는 $102.11 \pm 19.59^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $85.55 \pm 13.28^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 16.56° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$). Basic과 Swing 동작 E1~E6 전체 구간에서 슬관절 굴곡각도 변화는 [그림 23]과 같은 흐름으로 나타났다.

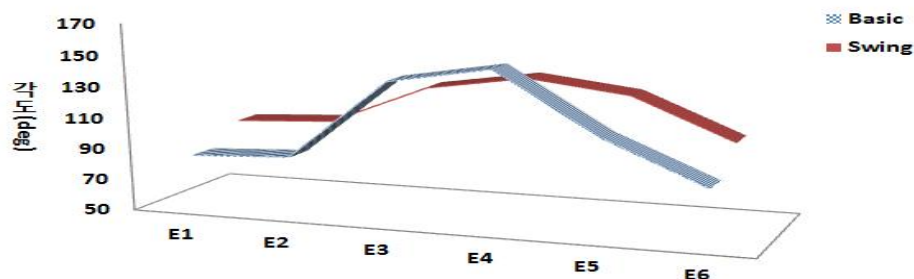


그림 23. Basic과 Swing 동작 전체 구간 슬관절 굴곡각도 변화

다. Basic과 Swing 동작 시 족관절 굴곡각도 변화

숙련자 집단의 Basic과 Swing 동작 시 족관절 굴곡각도는 <표 14>, [그림24]와 같다.

표 14. Basic과 Swing 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도

(단위: deg)

Event	Basic	Swing	<i>t</i>	<i>p</i>
E1	100.10±12.01	91.03±13.53	2.284	.032
E2	99.64±18.49	90.58±14.82	1.732	.096
E3	101.35±15.84	96.43±14.95	1.381	.180
E4	90.76±14.04	98.03±13.68	-1.838	.078
E5	101.85±15.23	104.49±13.97	-.507	.617
E6	99.32±13.91	91.86±13.35	1.891	.071

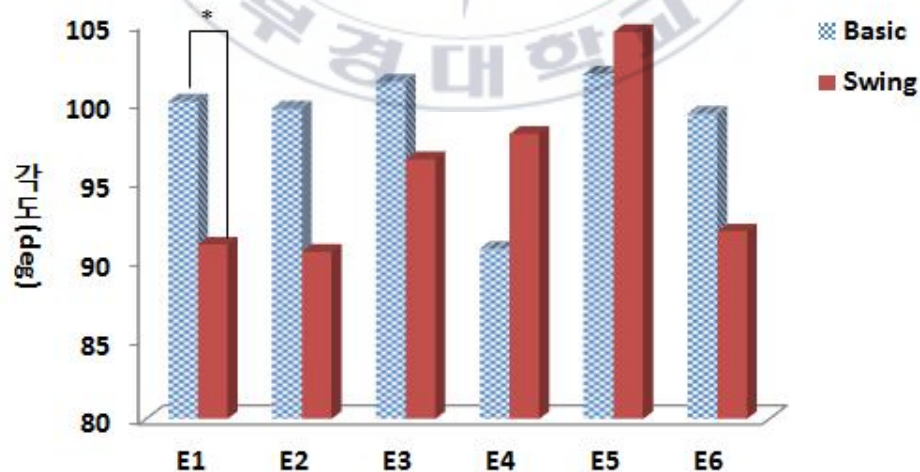


그림 24. Basic과 Swing 동작 시 구간별 족관절 굴곡각도

E1 구간의 족관절 굴곡각도는 Basic 동작에서는 $100.10 \pm 12.01^\circ$ 인 반면 Swing 동작에서는 $91.03 \pm 13.53^\circ$ 로 나타났으며 Basic 동작이 9.07° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). E2 구간의 족관절 각도는 Basic($99.64 \pm 18.49^\circ$)이 Swing($90.58 \pm 14.82^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E3 구간의 족관절 각도는 Basic($101.35 \pm 15.84^\circ$), Swing ($96.43 \pm 14.95^\circ$) 순으로 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

E4 구간의 족관절 각도는 Swing($98.03 \pm 13.68^\circ$)이 Basic($90.76 \pm 14.04^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E5 구간의 족관절 각도는 Swing($104.49 \pm 13.97^\circ$)이 Basic($101.85 \pm 15.23^\circ$)보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. E6 구간의 족관절 각도는 Basic($99.32 \pm 13.91^\circ$), Swing($91.86 \pm 13.35^\circ$) 순으로 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Basic과 Swing 동작 E1~E6 전체 구간에서 족관절 굴곡각도 변화는 [그림 25]와 같은 흐름으로 나타났다.

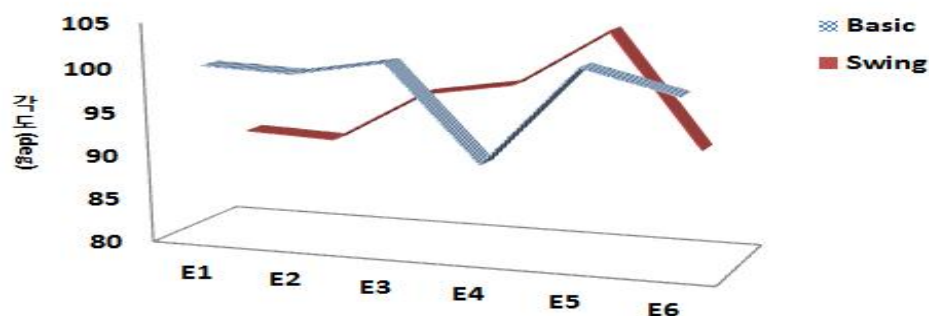


그림 25. Basic과 Swing 동작 전체 구간 족관절 굴곡각도 변화

6. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 가동범위

가. Basic과 Swing 동작 시 고관절 가동범위의 차이

숙련자 집단의 Noodle-Riding Basic 동작과 Swing 동작 시 고관절 가동범위는 <표 15>, [그림 26]과 같다.

표 15. Basic과 Swing 동작 시 고관절 가동범위

(단위: *deg*)

ROM	Basic	Swing	<i>t</i>	<i>p</i>
Min	91.40±6.34	81.03±11.41	4.029	.000
Max	143.81±10.15	173.14±16.10	-7.044	.000
ROM	52.40±12.32	92.11±15.37	-8.787	.000

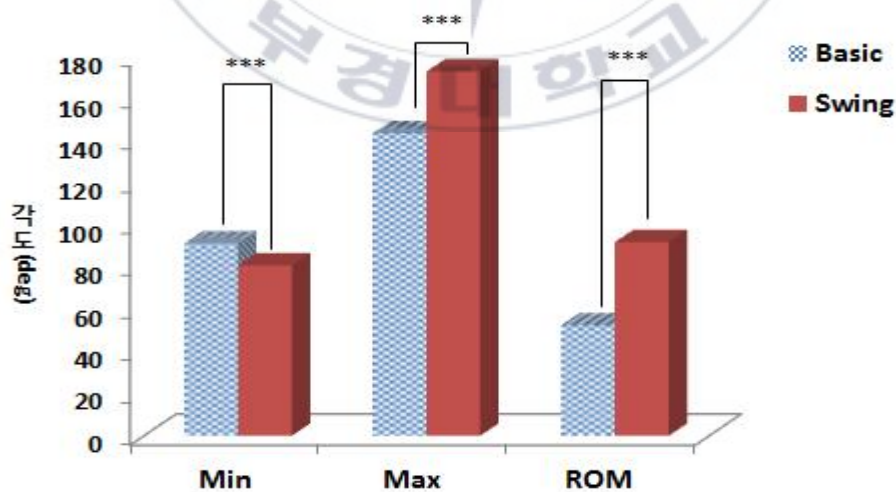


그림 26. Basic과 Swing 동작 시 고관절 가동범위

고관절 굴곡 시 최소각은 Basic 동작에서는 $91.40 \pm 6.34^\circ$ 인 반면 Swing 동작에서는 $81.03 \pm 11.41^\circ$ 로 나타났으며 Basic 동작이 10.37° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$). 신전 시 최대각은 Swing 동작에서는 $173.14 \pm 16.10^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $143.81 \pm 10.15^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 29.33° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$).

고관절 가동범위는 Swing 동작에서는 $92.11 \pm 15.37^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $52.40 \pm 12.32^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 39.71° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$).



나. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 가동범위의 차이

숙련자 집단의 Noodle-Riding Basic 동작과 Swing 동작 시 슬관절 가동범위는 <표 16>, [그림 27]과 같다.

표 16. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 가동범위

(단위: *deg*)

ROM	Basic	Swing	<i>t</i>	<i>p</i>
Min	79.34±11.13	91.16±17.23	-2.500	.020
Max	153.30±10.32	147.74±15.49	1.518	.142
ROM	73.96±12.43	56.57±18.30	4.236	.000

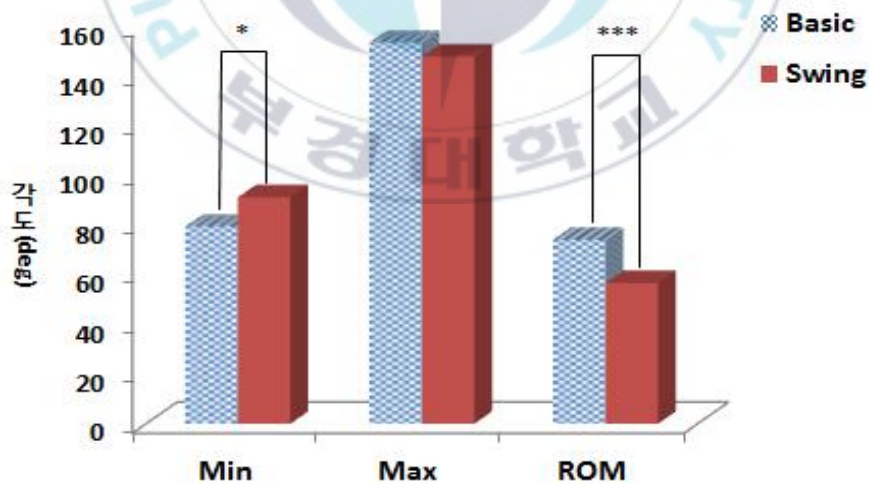


그림 27. Basic과 Swing 동작 시 슬관절 가동범위

슬관절 굴곡 시 최소각은 Swing 동작에서는 $91.16 \pm 17.23^\circ$ 인 반면 Basic 동작에서는 $79.34 \pm 11.13^\circ$ 로 나타났으며 Swing 동작이 11.82° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 신전 시 최대각은 Basic($153.30 \pm 10.32^\circ$)이 Swing($147.74 \pm 15.49^\circ$) 보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

슬관절 가동범위는 Basic 동작에서는 $73.96 \pm 12.43^\circ$ 인 반면 Swing 동작에서는 $56.57 \pm 18.30^\circ$ 로 나타났으며 Basic 동작이 17.39° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .001$).



다. Basic과 Swing 동작 시 족관절 가동범위의 차이

숙련자 집단의 Noodle-Riding Basic 동작과 Swing 동작 시 족관절 가동범위는 <표 17>, [그림 28]과 같다.

표 17. Basic과 Swing 동작 시 족관절 가동범위

(단위: *deg*)

ROM	Basic	Swing	<i>t</i>	<i>p</i>
Min	82.75±11.02	84.75±11.08	-.624	.539
Max	112.29±12.62	110.85±12.75	.411	.685
ROM	29.53±10.93	26.09±14.52	.959	.347

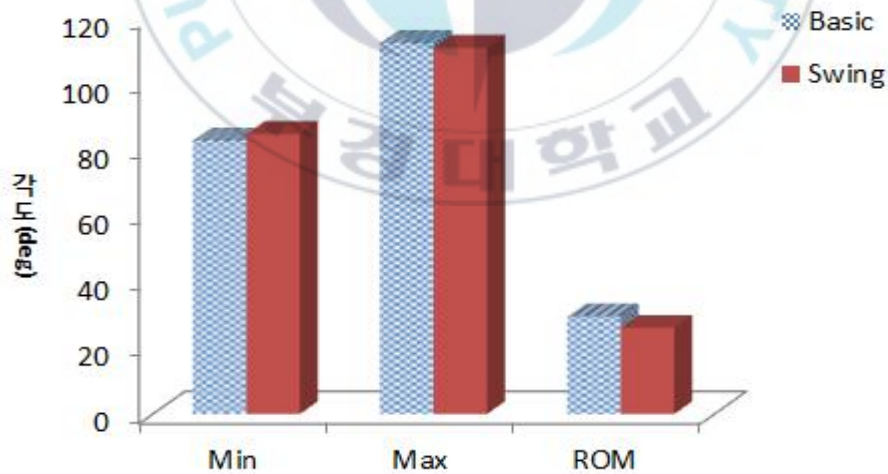


그림 28. Basic과 Swing 동작 시 족관절 가동범위

족관절 굴곡 시 최소각은 Swing($84.75 \pm 11.08^\circ$), Basic($82.75 \pm 11.02^\circ$) 순으로 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 신전 시 최대각은 Basic($112.29 \pm 12.62^\circ$)이 Swing($110.85 \pm 12.75^\circ$) 보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

족관절 가동범위는 Basic($29.53 \pm 10.93^\circ$)이 Swing($26.09 \pm 14.52^\circ$) 보다 더 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.



IV. 논의

1. Noodle-Riding 동작 시 소요시간

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 소요시간을 분석한 결과 숙련자의 전체 소요시간은 $1.32 \pm 0.44\text{sec}$ 비숙련자는 $1.00 \pm 0.59\text{sec}$ 로 숙련자가 0.32sec 길게 나타났다. 특히 무릎을 올리며 뒤킴치를 전방으로 보내는 P2 국면과 물을 최대한 끌어당기며 뒤킴치를 후방으로 보내는 P4 국면에서는 유의한 차이를 보였으며, P1, P3, P5 국면에서는 숙련자가 비숙련자보다 소요시간이 더 길었으나 통계적인 차이는 없었다.

Noodle-Riding 동작과 같은 회전운동을 수행하기 위해서는 하지에 부착된 근육이 수축과 이완을 반복하게 되는데(강동원 등, 2012), 비숙련자가 무릎과 발을 상하로 움직이며 작은 사이클을 그린다면 숙련자는 슬관절 신근군과 굴근군을 적절히 사용하고 비복근과 전경골근의 힘을 이용해 각 관절의 움직임을 극대화시켜 가동범위를 최대한으로 사용함으로써 소요시간이 더 길게 나타난 것으로 판단된다. 비숙련자의 농구 자유투 동작을 연구한 이종훈과 남기정(2014)은 숙련자의 투사시간이 길게 나타난 이유가 손목관절각 변화량과 팔꿈치각 변화량이 비숙련자 집단보다 크기 때문이며 비숙련자 집단은 상지를 제대로 활용하지 못한 이유라고 주장하였다. 비록 본 연구와 종목과 동작은 다르지만 비숙련자는 관절의 움직임을 충분히 활용하지 못한다는 점에서 유사한 결과를 보인 것으로 생각된다.

2. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 각도

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 하지관절 각도를 분석한 결과 고관절 각도는 E1 구간에서 비숙련자가 8.41° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 비숙련자의 하지근력이 숙련자보다 상대적으로 낮아서 하중을 극복하지 못해 고관절이 더 신전된 상태에서 준비 자세를 취하기 때문인 것으로 판단된다(정성희, 2015). E3 구간에서는 숙련자가 8.31° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. Noodle-Riding 동작의 핵심은 하지 관절 가동범위를 최대한 이용하여 회전운동을 하며 사이클을 그리는 것이다. 숙련자는 E3 구간에서 슬관절을 신전시키며 뒤꿈치를 전방에 두지만 비숙련자는 단지 고관절을 굴곡시키며 무릎을 상부로 올리며 피스톤운동만 하는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 물에 저항하여 정확한 페달링 동작을 구현하여 회전운동을 반복하면 근력향상과 하지의 가동범위를 보장받을 수 있다는 Rewald 등(2017)의 연구결과를 부분적으로 지지한다.

E6 구간의 고관절 각도는 비숙련자가 8.39° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 대퇴이두근은 페달링 수행 시 고관절을 굴곡시키고 무릎관절을 신전시키는 기능을 담당하는데 페달을 통해 전달된 힘이 크랭크의 저항과 관성을 극복하며 앞으로 나아가는 힘을 내게 된다(서정우 등, 2012; Hug et al., 2006). 비숙련자 집단은 사이클 마지막 단계인 준비자세로 돌아오는 구간에서도 고관절 굴곡근을 충분히 활용하여 대퇴부를 들어 올리지 못하고 100° 이상의 관절 각도를 보인 것으로 판단된다. 이러한 이유로 비숙련자들은 Noodle-Riding 동작을 반복 수행하여도 숙련자에 비해 추진력을 제대로 얻지 못하는 상황이 생기게 된다.

슬관절 각도를 살펴보면 E1 구간에서 비숙련자가 13.07° 더 큰 것으로

나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 이는 비숙련자의 하지근력이 숙련자보다 상대적으로 낮아서(정성희, 2015) 슬관절이 더 신전된 상태에서 준비 자세를 취하기 때문인 것으로 생각된다. Noodle-Riding 동작은 수직상방의 부력과 수직하방의 중력을 극복하며 페달에 발을 올린 듯 기본 자세를 취하기 위해 하지근력이 필요한데 비숙련자는 중력을 이기지 못해 슬관절이 더 신전된 것이다. E3 구간에서는 숙련자가 26.07° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. E5 구간에서는 비숙련자가 15.83° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. E6 구간에서는 비숙련자가 15.64° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 비숙련자는 슬관절을 굴곡하여 더 물을 끌어당기지 못하고 아래로 뺄기만 하여 정상적인 사이클을 만들어내지 못하는 것으로 설명된다. Hug 등(2006)은 대퇴이두근의 증진과 긍정적인 사용이 페달링 능력의 향상과 관련지을 수 있다고 보고하였다. 대퇴이두 근육은 무릎을 신전시키며 하퇴를 전방에 놓이게 하는데 이때 무릎의 움직임은 페달과위에 중요한 역할을 수행하게 된다(Peveler & Green, 2011).

본 연구에서 나타난 비숙련자의 수직상하 운동 사이클 패턴은 대퇴이두근의 단련을 통해 슬관절의 신전력이 향상되어 E3 구간에서 하퇴를 더 전방에 둔다면 숙련자와 같은 회전운동 패턴으로 바꿀 수 있을 것이다.

족관절 각도를 살펴보면 E1 구간에서 비숙련자가 8.44° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. E4 구간에서 비숙련자가 19.15° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. E5 구간에서 비숙련자가 11.98° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. E6 구간에서도 비숙련자가 11.53° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

페달링 동작은 회전운동으로 누르기와 끌기 밀기 등의 조화를 통해 수행

되는데(강동원 등, 2012) Noodle-Riding은 족부를 페달에 올린 상태가 아니기 때문에 피험자의 자력으로 일정 각도를 유지하는 노력이 필요하다. 비숙련자는 근력 부족으로 약 100° 에 이르는 족관절 각도를 유지하지 못하고 발끝을 아래로 떨어뜨리기 때문인 것으로 판단된다. 강성선(2016)의 연구에서도 수중에서 체공 보행 시 고령자 그룹은 발목 움직임이 부드럽지 않고 부양된 상황에서 물의 밀도에 저항하여 발등을 들어 올리는 전경골근 힘이 부족해 배측 굴곡각이 크게 나타났다고 보고하였는데 본 연구 결과를 부분적으로 지지하고 있다.



3. Noodle-Riding 동작 시 하지관절 가동범위

Noodle-Riding 동작 시 집단 간 하지관절 가동범위를 분석한 결과 고관절, 슬관절, 족관절의 가동범위는 숙련자가 비숙련자보다 7.45°, 13.19°, 8.54° 더 큰 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 준비자세인 E1에서 숙련자가 고관절 100°, 슬관절 84°, 족관절 100°에서 회전운동을 시작했다면 비숙련자는 이미 관절이 신전된 자세(고관절 108°, 슬관절 97°, 족관절 110°)에서 출발하여 가동범위를 충분히 만들어 내는 운동을 할 수 없었기 때문인 것으로 생각된다. 강성선(2016)은 수중운동경험이 있는 고령자가 일반 여성에 비해 수중에서 고관절, 무릎, 발목관절의 가동범위가 모두 높게 나타났다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 특히 숙련자의 슬관절 가동범위 73.96°는 서정우 등(2012)의 경륜선수를 대상으로 한 연구에서 낮은 안장 높이 시 슬관절 가동범위 68.57°, 높은 안장 높이 시 73.31°와 유사한 수치를 나타내고 있어 본 연구에서의 숙련자는 수중 환경이라는 이점이 관절을 더 효율적으로 사용하게 하여 안정적인 회전운동을 하고 있는 것으로 판단된다.

4. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 소요시간

숙련자의 Noodle-Riding Basic과 Swing 동작의 소요시간을 분석한 결과 Basic 동작의 P1과 P2 국면 소요시간이 Swing 동작보다 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다. P1은 준비자세에서 니업(Knee Up) 국면이고 P2는 니업(Knee Up)에서 무릎이 최고점에 도달하는 국면에 해당된다. Swing 동작에서는 이때 고관절을 최대한 굴곡시키기 위한 파워가 요구되는 시점이기 때문에 Basic 보다 소요시간이 짧았던 것으로 생각된다. Swing 동작의 P3과 P5 국면 소요시간이 Basic 동작 보다 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다. P4 국면은 Swing 동작이 길었으나 유의한 차이는 없었다. Basic 동작이 슬관절과 족관절의 사용 비중이 크다면 Swing 동작은 고관절 가동범위에 더 큰 의미가 부여되는 동작이라 할 수 있다. 인체지레 구조는 뼈가 지렛대 역할을 하고, 관절이 축 역할, 근육이 힘을 만들어냄으로써 인체 움직임이 가능하게 된다. 무릎을 펴거나 발목을 아래로 굴곡시켜서 다리를 길게 할 수 있고 팔꿈치를 펴거나 손목을 중립 위치에 두고 손을 펴서 팔 길이를 길게 할 수 있다(박미희, 2010). 즉 인체 지레를 길게 하면 더 큰 난류와 저항을 만들어서 운동 강도를 높일 수가 있다. Swing 동작은 Basic 동작에 고관절의 역할을 추가함으로써 Basic 보다 인체 지레의 길이가 길어진 형태이다. 따라서 하지에 작용하는 더 커진 물의 항력을 극복해야 하므로 P3, P4, P5 국면에서 소요시간이 길어진 것으로 판단된다. 총 소요시간은 Swing 동작이 Basic 보다 0.27sec 더 길게 나타났다. Kilding 등(2007)의 연구에서도 깊은 물 달리기 시 물속에서는 힙과 무릎의 굴곡, 신전이 함께 이루어지기 때문에 시간이 지연 된다고 보고하였는데 본 연구와 부분적으로 일치하였다.

5. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 각도

숙련자의 Noodle-Riding Basic과 Swing 동작의 하지관절 각도를 분석한 결과 고관절 각도는 E3 구간을 제외한 전 구간에서 Swing이 더 높게 나타났다으며 E1, E5, E6 구간에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. Kaneda 등(2008)의 연구에서 채공 상태의 깊은 물에서 달리기(Deep-Water Running; DWR) 시 후방 스윙 단계에서 대퇴이두근의 Maximal Voluntary Contraction(%MVC)값이 높았고 전방 스윙 단계에서 대퇴직근의 %MVC 값이 높게 나타나 DWR 환경이 고관절의 굴곡근과 신근을 자극한다는 사실을 확인할 수 있었다. 본 연구에서도 Swing 동작 중 E3 지점은 엉덩관절이 17.85° 더 굴곡 되었고 E5 지점에서는 무려 35.07° 더 신전되어 선행연구 결과를 부분적으로 지지하고 있다.

슬관절 각도는 전 구간에서 유의한 차이가 나타났다. E1, E2, E5, E6 구간에서는 Swing이 더 높았고 E3, E4에서는 Basic이 더 높았다. E3, E4 구간은 뒤꿈치가 전방에 놓이고 무릎이 신전되는 지점으로 슬관절 움직임에 의존을 많이 하는 Basic 동작이 각도가 크게 나타난 것으로 생각된다. 두 구간을 제외한 나머지 구간에서 Swing 동작의 각도가 크게 나타난 것은 Basic 보다 하지의 지레 길이를 길게 하여 대퇴, 하퇴, 발의 움직임을 유도하였기 때문인 것으로 판단된다. Frohman 등(2015)은 물의 점성 항력을 이용하여 운동강도 훈련이 가능하며 물을 통해 움직이는 사지는 의도된 운동에 대해 속도에 저항하는 힘을 받는다고 강조하였다. 따라서 Basic 보다 Swing 동작 시 물의 항력을 크게 받게 되어 그로 인한 근력강화 효과가 발생하게 된다. Alberton 등(2011)은 수중에서 걷기와 달리기 시 물의 저항을 감소시키기 위하여 무릎 관절의 굴곡이 하체의 표면적 감소를 위해 사용되었다고 보고한 것과 달리 본 연구에서는 물을 저항을 이용하고자 슬관

절 신전을 통해서 하지의 표면적을 넓힌 상반된 결과를 보였다.

족관절 각도는 E1 구간에서 Basic 동작이 9.07° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다. E2, E3, E6 구간은 Basic이 E4, E5 구간은 Swing이 더 높았으나 유의한 차이는 없었다. Swing 동작에서 족관절의 역할은 그리 크기 않으나 무릎이 최대로 신전되는 구간과 뒤꿈치가 최후방에 놓이는 구간에서 Basic 동작 보다 족관절의 저축굴곡이 더 큰 것은 물을 후방으로 밀어내면서 전방으로 나아가고자 하는 힘이 더 크게 형성되기 때문이라 생각된다.



6. 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 하지관절 가동범위

숙련자의 Noodle-Riding Basic과 Swing 동작의 하지관절 가동범위를 분석한 결과 고관절 가동범위는 Swing 동작이 39.71° 더 높았고 슬관절은 Basic 동작이 17.39° 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 족관절은 Basic과 Swing 동작 간 수치적인 차이는 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 두 동작의 극명한 차이는 Basic은 슬관절의 기여도가 높은 동작이고 Swing은 고관절의 기여도가 높은 동작이라는 것이다. Mineta 등 (2012)의 연구에서는 성인 남성을 대상으로 통제집단, 지구력운동집단, 근력운동집단으로 나누어 아쿠아로빅의 기본동작인 점핑, 킥잉, 시저스, 락킹을 실시한바 모든 집단에서 킥잉과 시저스의 %HRmax(%maximal heart rate), RPE(ratings of perceived exertion)가 높게 나타나 두 동작이 다른 동작보다 운동 강도가 높은 동작임을 보고하였다. 킥잉과 시저스는 대퇴가 전후로 움직이는 형태로 Swing 동작과 부분적으로 유사하다.

즉, 숙련자에게 내성이 생긴 Basic 동작의 움직임 패턴에 변화를 주어 운동 강도를 증가시킨 형태가 Swing 동작이라 할 수 있다. Killgore 등 (2006)은 부력벨트를 차고 발이 바닥에 닿지 않는 물에서 Knee-High 달리기와 Cross-Country 달리를 비교한 바 있으며, CC 동작이 KH 동작보다 산소섭취량, 심박수, 운동자각강도에서 모두 높은 결과 값을 보인 것으로 보고 하였다. 환경과 동작 면에서 본 연구와 유사한 선행연구의 결과로 볼 때 Swing 동작이 Basic 동작보다 고관절의 가동범위를 극대화시켜 인체의 지레가 길어져 운동량과 운동 강도를 증가시킨 것으로 생각되며 숙련자의 운동 목표를 높이는 전략으로 활용하면 좋을 것이다.

V. 결론

본 연구는 고령여성의 아쿠아로빅 Noodle-Riding 동작 시 숙련자와 비숙련자 간의 구간별 소요시간과 하지 관절의 각도 및 가동범위 등 운동역학적 변인을 비교분석하고, 숙련자의 Basic 동작과 Swing 동작에 따른 운동역학적 변인을 규명함으로써, Noodle-Riding의 올바른 동작법 제시와 숙련자를 위한 기존 Basic 동작보다 고관절 가동범위가 더 큰 형태의 Swing 동작을 제안하는데 그 목적이 있다.. 이를 위하여 숙련자 집단 10명과 비숙련자 집단 10명을 수중 촬영하여 하지관절의 시상면을 역학적으로 비교 분석하였다. 연구 결과와 논의를 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, Noodle-Riding 동작 시 국면별 소요시간은 P2, P4 국면에서 숙련자가 길었으며 통계적으로 유의하였다. 총 소요시간은 숙련자가 1.32sec, 비숙련자 1.00sec로 숙련자가 통계적으로 유의하게 더 길게 나타났다.

둘째, 고관절 굴곡각도는 E1과 E6 구간은 비숙련자가, E3 구간은 숙련자가 통계적으로 유의하게 더 높았다. 슬관절 굴곡각도 E1, E5, E6 구간에서 비숙련자가 통계적으로 유의하게 더 높았고 E3 구간은 숙련자가 통계적으로 유의하게 더 높았다. 족관절 배측굴곡 각도는 E1, E4, E5, E6 구간에서 비숙련자가 통계적으로 유의하게 더 높았다.

셋째, 고관절, 슬관절, 족관절의 가동범위는 모두 숙련자가 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

넷째, 숙련자의 Basic과 Swing 동작 시 소요시간은 P1, P2 국면에서 Basic이 Swing 동작 보다 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 국면P3, P5에서 Swing 동작이 Basic보다 길게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

다섯째, 고관절 굴곡각도는 E1, E5, E6 구간에서 Swing 동작이, E3 구간은 Basic 동작이 통계적으로 유의하게 더 높았다. 슬관절 굴곡각도는 E1, E2, E5, E6 구간에서 Swing 동작이, E4 구간은 Basic 동작이 통계적으로 유의하게 더 높았다. 족관절 배측굴곡 각도는 E1 구간에서 Basic 동작이 통계적으로 유의하게 더 높았다.

여섯째, 고관절의 가동범위는 Swing 동작이, 슬관절의 가동범위는 Basic 동작이 더 높아 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이와 같이 결론을 종합하여 보면 수중 Noodle-Riding 동작 시 정확하고 효율적인 동작을 수행하기 위해서 고관절, 족관절 각도는 약 100° , 슬관절은 약 84° 를 유지한 상태에서 준비자세를 취하며 P2 국면 즉, 무릎을 들어 올리며 뒷꿈치를 최전방에 놓는 국면의 소요시간을 늘리고 종아리와 발을 충분히 이용해 물을 끌어당기듯이 회전운동을 반복하는 것이 하지근력과 슬관절 기능향상에 도움이 되며 하지의 가동범위를 최대한 활용할 수 있을 것이다. 숙련자의 경우 Swing 동작은 E3, E5 구간에서 고관절 굴곡근과 신전근을 적극적으로 사용하여 대략 90° 의 가동범위를 만들어 내도록 한다. 이로써 운동 목표를 높이는 전략을 취하게 하여 숙련자의 운동 내성을 향상시킬 수 있을 것이라 생각된다. 향후 더 효율적인 동작법을 제안하기

위해 누들의 위치를 변경하거나 관절 각도의 변화와 근육 활성화의 변화를 병행하여 효과를 검증하는 비교 연구가 필요할 것으로 판단되며 본 연구에서 충족되지 못한 한계점들을 보완한 새로운 연구들이 진행되기를 기대한다.



참고 문헌

- 강기선, 양지(2017). 노인의 낙상두려움, 일상생활수행능력과 삶의 질에 관한 연구 -낙상경험유무, 만성질환유무, 거주지역별 비교-. **한국산학기술학회논문지**, 18(7), 193~199.
- 강동근, 박정연, 정주하, 박정준(2015). 경증치매노인의 기능적 체력 및 인지기능 향상을 위한 복합 수중운동프로그램 개발. **운동과학회지**, 24(4), 415~423.
- 강동원, 최진승, 서정우, 배재혁, 탁계래(2012). 페달링 시 시상면, 전두면에서의 무릎관절 궤적과 각도에 대한 연구. **체육과학연구**, 23(4), 794~801.
- 강설중, 류부호(2014). 복합운동이 노인 당뇨병 환자의 당화혈색소, 심혈관질환 위험인자 및 체력에 미치는 영향. **대한운동학회지**, 16(2), 21~30.
- 강성선(2016). 여성고령자의 수중과 지상에서의 에어 페이스 보행 시 하지의 역학적 에너지 변화. 미간행 박사학위논문, 건국대학교 대학원, 14, 21, 38.
- 강성선, 김재정, 소재무(2013). 비만 여성고령자의 수중운동 시 수심차이에 따른 신체구성 및 보행체력 효과. **한국체육과학회지**, 22(1), 1133~1144.
- 강성선, 소재무(2012). 수중운동이 비만 여성 고령자의 보행체력에 미치는 영향. **발육발달학회지**, 20(2), 111~116.
- 강성선, 소재무, 최혜정(2014). 수중운동이 여성 고령자의 낙상관련 체력과 자세 안정성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 22(2), 209~216.
- 강현주, 김수빈, 이병근(2013). 리듬운동과 근력-유산소운동이 고령여성의 체력과 주관적 통증에 미치는 영향. **대한운동학회지**, 15(2), 1~14.
- 경찰청(2016). 2016 교통사고통계(2015년 통계). 6, 119.
- 고재욱(2011). 수중운동의 트레이닝 효과에 대한 Systematic Review. **한국여성체육학회지**, 25(1), 101~120.
- 권호준(2006). 탄력밴드운동과 전기치료가 만성요통 여성노인의 근기능과 근활성도 및 주관적 통증정도에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 강릉대학교 대학원, 4.

- 김경, 전선희(2012). 수영참가 노인들의 사회적지지, 여가만족, 심리적 행복감 및 참여행동의 관계. **한국체육학회지**, 51(3), 53~62.
- 김석범(2009). 수중 운동이 여성 노인의 체력 및 보행능력에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원, 8, 72.
- 김선경, 김종임(2011). 지역사회 노인의 낙상경험에 따른 일상생활수행능력과 건강관련 삶의 질. **근관절건강학회지**, 18(2), 227~237.
- 김선진, 김석진(2013). 노화와 운동수행. **한국체육학회지**, 52(5), 279~289.
- 김수빈, 이병근, 강현주, 신제민, 국윤진(2013). 근력-유산소 복합운동과 리듬운동이 고령여성의 체력과 주관적 통증에 미치는 효과. 대한운동사협회 학술대회, 14, 88.
- 김유련(2014). 소도구를 이용한 단한 힘 사슬 운동이 여성노인의 체력, 낙상효능감, 우울, 생리적 스트레스, 체력 및 건강자각에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 이화여자대학교 대학원, 6.
- 김창숙, 장숙희, 김영재, 박명희, 이숙자(2009). 아쿠아로빅 운동프로그램이 여성노인의 체력과 혈중지질에 미치는 효과. **환경위생공학회지**, 24(4), 49~59.
- 노현정, 김석환, 김태윤, 송명수(2013). 탄력밴드를 이용한 저항운동프로그램이 여성노인의 낙상예방에 미치는 효과. **대한고유수용성신경근촉진법학회**, 11(2), 57~65.
- 류재청, 오현수, 김진현(2007). 잠수 흰 킥 유형별 신체중심 추진 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 17(2), 11~21.
- 문경숙(2018). 수중 기능성 밸런스 보행운동이 어지럼증 여성 노인환자의 일상생활 체력과 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 충남대학교 대학원, 21~22.
- 문화체육관광부(2016). 2016 국민생활체육 참여실태 조사. 42~46.
- 박미희(2010). 수중운동 전문가 교본. 경주: 신지서원, 3, 69, 70, 121.
- 박미희(2016). 아쿠아테라피 전문가 교본. 한국아쿠아운동협회.
- 박희석, 최공집(2016). 수중재활운동이 노인여성 퇴행성관절염 환자의 하지 근 활성도 및 노화지연 호르몬에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 55(2), 579~589.

- 배철영(2004). 노화방지 클리닉의 실제 가이드. 대한임상노인의학회 추계학술대회, 393~397.
- 백진호, 이순호, 문영진(2004). 국가대표 접영선수의 방향전환동작 평가. **한국운동역학회지**, 14(1), 117~131.
- 서세미(2007). 탄성 저항 운동이 고령자 보행의 동적 안정성에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 한양대학교 대학원. 6.
- 서정우, 최진승, 강동원, 배재혁, 탁계래(2012). 사이클 페달링 시 안장높이에 따른 하지관절 각도와 근육활성화의 상관관계. **한국운동역학회지**, 22(3), 357~363.
- 송근영(2013). 장기간 복합운동이 노인의 인지기능과 자아탄력성 및 건강체력에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 영남대학교 대학원, 5..
- 송민선, 유용권, 김남초(2015). 수중운동이 골관절염 여성노인 환자의 관절각도, 관절통증, 관절강직 및 기능제한에 미치는 효과. **노인간호학회지**, 17(2), 89~97.
- 우경지, 오경원(2015). 우리나라 50세 이상 성인에서의 골관절염 유병률 (2010-2013). **주간 건강과 질병**, 8(4), 82~84.
- 윤석민(2016). 규칙적인 수중운동이 성인 지적장애인의 건강 체력에 미치는 효과. **한국특수체육학회지**, 24(1), 87-97.
- 은선덕, 이기광(2004). 노인의 계단 오르기 활동 시 보행패턴에 미치는 계단높이의 효과. **한국체육학회지**, 43(6), 575~584.
- 이경옥, 한혜원, 황영란, 김미예(2000). 깊은 물속에서 하는 운동(Deep Water Exercise)이 노년기 여성의 체격, 체력에 미치는 영향. **한국 유산소운동과학회지**, 4(2), 25~34.
- 이원희(2013). 노인의 게이트볼동호회 참여를 통한 사회구조의 재생산. 미간행 박사학위논문, 경북대학교 대학원. 7~8.
- 이종훈, 남기정(2014). 농구 자유투 동작 시 비숙련자의 운동역학적 특성. **한국체육학회지**, 53(3), 701~709.
- 이중호(2013). 체외 충격과 치료가 좌골신경 압박 손상 흰쥐의 신경재생과 통증

- 에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 대구대학교 대학원, 23.
- 이효택, 김용재(2013). 스쿼팅 수행 시 손바닥 각도에 따른 수중에서의 체중 변화. **수산해양교육연구학회**, 25(2), 405~409.
- 임순영, 김송준, 허성훈, 안경준, 이종삼(2014). 규칙적인 수중운동이 노인 골관절염 환자의 평형성, 근활성도 및 건강-수행체력에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 28(1), 37~54.
- 임순영, 어수주, 김송준, 허성훈, 안경준, 이장규, 이종삼(2016). 12주간의 수중운동이 노인 골관절염 환자의 동적평형성과 통증요인에 미치는 영향. **한국산학기술학회지**, 17(2), 601~609.
- 임용택, 박동수(2015). 12주간 수중운동 프로그램 실시에 따른 노인여성의 건강관련체력 및 상체 관절가동성의 변화. **한국스포츠학회지**, 13(2), 361~370.
- 임호남(2011). 수중운동이 노년기여성의 스트레스 및 심리적 안녕감에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 25(3), 11~22.
- 장남숙(2016). 아쿠아로빅스 운동이 노인여성의 치매관련인자와 뇌활성에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 경북대학교 대학원, 4.
- 정경렬, 형준호, 김사업, 최준호, 홍규석(2009). 고령자를 위한 자전거 개발 전략에 대한 연구. **한국디자인학회 국제학술대회 논문집**, 5, 186~187.
- 정다운, 한광령, 김우석, 김기섭(2011). 시니어로빅 참여동기와 여가활동 만족 및 성공적 노화의 관계. **한국체육학회지**, 20(3), 179~188.
- 정성희(2015). 고령자 여성의 수중운동시 하지 근활성도 및 평형성 비교 분석. 미간행 석사학위논문, 부경대학교 대학원, 33.
- 정정욱, 김중호(2012). 수중운동프로그램 참여가 슬관절 환자의 정적균형, ROM, 등속성 근기능 및 관절기능 상태에 미치는 영향. **한국체육과학학회지**, 21(3), 1005~1016.
- 조효규, 김의환, 김태완, 정태운, 김성섭, 노동인(2010). **스포츠생체역학20강**. 서울: 대한미디어, 16.
- 최금봉(2015). 노인 맞춤형 에어로빅 운동이 요양시설 노인의 신체적 건강, 자아존중감 및 삶의 만족도에 미치는 효과. **한국스포츠학회지**, 13(1), 255~264.

- 최영희, 신경림, 김옥수, 고성희, 공은숙, 김건희, 김순이, 신주현, 이영희, 이지원, 정덕유, 조명옥, 황은희 외 공저.(2014). 노인과 건강. 서울: 현문사, 2, 85, 86.
- 최종운(2016). 대학 태권도선수의 수중운동이 등속성 근력 및 근전도 반응에 미치는 효과. 미간행 박사학위논문, 군산대학교 대학원, 4.
- 통계청(2016). 2016 고령자 통계. 국민생활체육참여실태조사, 13~14.
- 한보람, 이대연, 정시우, 이해동(2014). 8주간의 체중을 이용한 저항운동 시 전신 진동 유·무에 따른 노인 여성하지의 발바닥쪽굽힘근의 생체역학적 특성 변화. **한국운동역학회지**, 24(4), 399~415.
- 홍승연(2010). 국내 고령자 신체활동 활성화를 위한 기본전제. **대한예방의학회**, 43(4), 362~365.
- 홍예주, 방현석(2010). 8주간 수영참가가 노인여성의 인지기능과 신체기능에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 49(2), 541~551.
- 허보섭(2015). 태권도 앞꼬아서기 옆차기의 운동역학적 분석. 미간행 박사학위 논문, 부경대학교 대학원, 22, 25.
- 황연희, 김동희(2016). 아쿠아로빅 운동이 비만노인여성의 신체조성과 혈중지질에 미치는 영향. **한국산학기술학회논문지**, 17(6), 226~232.
- Alberton C., Cadore E., Pinto S., Tartaruga M., Silva E., & Kruel L. (2011). Cardiorespiratory, neuromuscular and kinematic responses to stationary running performed in water and on dry land. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 1157~1166.
- Ana Claudia Petrini, Douglas Massoni Ramos, Luana Gomes de Oliveira, Carlos Alberto da Silva, & Adriana Pertille. (2016). Prior swimming exercise favors muscle recovery in adult female rats after joint immobilization. *The Journal of Physical Therapy Science*, 28(7), 2072~2077.
- Arnold, C. M., & Faulkner, R. A. (2010). The effect of aquatic exercise and education on lowering fall risk in older adults with hip osteoarthritis. *Journal of Aging and Physical Activity*, 18(3), 245~260.

- Bherer, L., Erickson, K. I., & Liu-Ambrose, T. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *Journal of Aging Research*, 657508.
- Carrie M. H. (2012). THERAPEUTIC EXERCISE. NY: Lippincott Williams & Wilkins, 295~303.
- Donald G. Manlapaz, Gisela Sole, Prasath Jayakaran, and Cathy M. Chapple. (2017). A narrative synthesis of nintendo wii fit gaming protocol in addressing balance among healthy older adults: what system works? *Games for Health Journal: Research, Development, and Clinical Applications*, 6(2), 1~10.
- Frohman, A. N., Okuda, D. T., Beh, S., Tredaway, K., Mooi, C., Davis, S. L., Shah, A., Frohman, T. C., & Frohman, E. M. (2015). Aquatic training in MS: neurotherapeutic impact upon quality of life. *Annals of clinical and Translational Neurology*, 2(8), 864~872.
- Goetz, L., Piallat, B., Thibaudier, Y., Montigon, O., David, O., & Chabardès, S. (2012). A non-human primate model of bipedal locomotion under restrained condition allowing gait studies and single unit brain recordings. *The Journal of Neuroscience Methods*, 204(2), 306~317.
- Henwood, T., Neville, C., Baguley, C., Clifton, K., & Beattie, E. (2015). Physical and functional implications of aquatic exercise for nursing home residents with dementia. *Geriatric Nursing*, 36(1), 35~39.
- Hill, K., & Schwarz, J. (2004). Assessment and management of falls in older people. *Internal medicine Journal*, 34(9-10). 557~564.
- Hug, F., Laplaud, D., Lucia, A., & Grelot, L. (2006). EMG threshold determination in eight lower limb muscles during cycling exercise. *The Journal of Sports Medicine*, 27(6), 456~462.
- Kaneda, K., McKean, M., Ohgi, Y., & Burkett, B. (2012). Walking and running kinesiology in water: A review of the literature. *The Journal of Fitness*

Research, 1, 1~11.

- Kaneda, K., Wakabayashi, H., Sato, D., & Nomura, T. (2008). Lower extremity muscle activity during deep-water running on self-determined pace. *The Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(6), 965~972.
- Kang Kwon-Young. (2014). Indoor gateball's influence on life satisfaction and the prevention of falls by the elderly. *The Journal of Physical Therapy Science*, 26(12), 1885~1886.
- Katsura Y, Yoshikawa T, Ueda SY, Usui T, Sotobayashi D, Nakao H, Sakamoto H, Okumoto T, Fujimoto S. (2010). Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 957~964.
- Kilding, A. E., Scott, M. A., & Mullineaux, D. R. (2007). A kinematic comparison of deep water running and overground running in endurance runners. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 476~480.
- Killgore, G. L., Wilcox, A. R., Caster, B. L., & Wood, T. M. (2006). A lower-extremities kinematic comparison of deep-water running styles and treadmill running. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 919~927.
- Kuei-Min Chen, Chun-Huw Li, Hsin-Ting Huang, Yin-Yin Cheng. (2016). Feasible modalities and long-term effects of elastic band exercises in nursing home older adults in wheelchairs: A cluster randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 55, 4~16.
- Lauer, J., Rouard, A. H., & Vilas, J. P. (2016). Upper limb joint forces and moments during underwater cyclical movements. *The Journal of Biomechanics*, 49, 3355~3361.
- Lund, H., Weile, U., Christensen, R., Rostock, B., & Downey, A. (2008). A randomized controlled trial of aquatic and landbased exercise in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Rehabilitation Medicine: Official*

- Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 40(2), 137~144.
- Martin G. Jorgensen., Uffe Laessoe., Carsten Hendriksen., Ole Bruno Faurholt Nielsen., & Per Aagaard. (2013). Efficacy of Nintendo Wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 68(7), 845~852.
- McNeal, R. L. (1990). Aquatic therapy for patients with rheumatic disease. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 16(4), 915~929.
- Melzer, I., Elbar, O., Tsedek, I., & Oddsson, L. I. E. (2008). A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomized controlled cross-over trial. *Bio Med Central Geriatrics*, 8, 19~26.
- Mineta, M., Kawano, H., Gando, Y., Asaka, M., & Higuchi, M. (2012). Exercise intensity and determinants in basic aquabics movements. *Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise*, 15(1), 1~10.
- Park JinKee. (2016). Effects of 24-week resistance exercise training on carotid peak systolic and end diastolic flow velocity in healthy older adults. *The Journal of Physical Therapy Science*, 28(10), 2793~2797.
- Pavol, M. J., Owing, T. M., Foley, K. T., & Grabiner, M. D. (2001). Mechanisms leading to a fall from an induced trip in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Series A: biologic*, 56, 428~437.
- Rahmann, A. E., Brauer, S. G., & Nitz, J. C. (2009). A specific inpatient aquatic physiotherapy program improves strength after total hip or knee replacement surgery: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(5), 745~755.
- Rewald, S., Emans, P. J., Lenssen, A. F., & Rob A. (2015). Aquatic circuit

- training including aqua-cycling in patients with knee osteoarthritis: A feasibility study. *The Journal of Rehabilitation Medicine*, 47, 376~381.
- Rewald, S., Mesters, I., Lenssen, A. F., Bansi, J., Lambeck, J., Rob, A., & Benjamin, W. (2017). Aquatic cycling—What do we know? A scoping review on head-out aquatic cycling. *PLOS ONE*, 12(5), 1~25.
- Scheffer A. C., Schuurmans, M. J., Dijk, N, Hooft, T & Rooij, S. E. (2008). Fear of falling: Measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older person. *Age and Ageing*, 37(1), 19-24.
- Shimizu Tomihiro & Tachikawa Noriko. (2009). Water exercises. New York: Meyer & Meyer Sport. 10~11.
- Troy, K. L., & Grabiner M. D. (2005). The presence of and obstacle influences the stepping response during induced trips and surrogate tasks. *Experimental Brain Research*, 32, 1146~1155.
- Weiss, B. D. (1994). Clinical syndromes associated with bicycle seats. *Clinics In Sports Medicine*, 13, 175~186.
- Yázigi, F · Espanha, M · Vieira, F · Messier, S. P · Monteiro, C & Veloso, A. P. (2013). The PICO project: aquatic exercise for knee osteoarthritis in overweight and obese individuals. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 14, 320.
- Yuhong, Wen., Yi, Peng., Feng, Zhao., & Kexin, Zhen. (2016). The effects of specific drills on the flip turns of freestyle swimmers based on a kinesiology analysis. *The Journal of Human Kinetics*, 52(4), 165~173.

<부록 1>

연구 설명서

이 설명서는 여러분에게 이번 연구에 대한 정보를 제공하기 위하여 제작되었습니다. 아래 내용을 신중하게 읽어보시고 궁금하신 점은 담당연구자가 성실하게 답변해드릴 것입니다.

본 연구는 부경대학교 체육학과 소속 박사학위과정 정성희가 실시하는 것으로 연구 목적은 70세 이상 어르신이 수중에서 Noodle-Riding 동작을 할 때 숙련자와 비숙련자간의 차이를 규명하고 올바른 동작법을 제시하기 위함입니다.

인구학적 특성에 관한 모든 답변은 철저히 비밀로 처리되며, 실험결과는 통계처리 후 국내 학술발표와 국내외 학회지에 발표될 것입니다. 연구 종료 후 개인 정보와 자료는 모두 폐기됩니다.

본 연구를 통해 얻어지는 결과는 아쿠아로빅 참여 어르신들의 올바른 Noodle-Riding 동작법 제시를 위한 유용한 자료가 될 것이며, 조사에 따른 위험이나 해는 없습니다. 또한 자발적인 의사에 따라 자유롭게 참여할 수 있습니다. 연구가 진행되는 중 언제든지 참여 중단 의사표시가 가능하며, 이로 인한 불이익은 없습니다.

본 연구에 관한 모든 궁금한 사항은 담당연구자가 답변 할 것입니다. 연구 기간 중 의문점이 있으면 언제든지 연락 주시기 바랍니다.

소속 : 부경대학교 자연과학대학 체육학과

주소 : 부산시 남구 용소로42 자연과학2관(C24동) 7427A 운동역학실험실

전화 : 010-9567-6705

연구책임자 정 성 희 올림

<부록 2>

연구 동의서

연구 주제 : 고령여성의 아쿠아로빅 Noodle-Riding 동작 숙련도에 따른
역학변인 비교 분석

연구 자 : 부경대학교 자연과학대학 체육학과 정 성 희

아래 내용을 읽고 충분히 이해가 되셨다면 서명하여 주십시오.

본인은 연구 설명서를 읽었고, 그 내용을 충분히 이해하였습니다.

본인은 연구담당자로부터 자세한 설명을 듣고 궁금한 사항을 질문하여
적절한 답변을 들었습니다.

본인의 정보를 사용하고 공유하는 것을 허락합니다.

본인은 참여 기간 중 언제라도 중도에 연구 참여를 거부하거나 중단할
수 있으며, 참여를 중단하더라도 본인에게 어떠한 불이익도 없
는 것을 알고 있습니다.

본인은 자유로운 의사에 따라 연구 참여에 동의하며, 동의서 사본 1부
를 수령합니다.

날짜 : 2017년 월 일

참 여 자 : _____ 서명 : _____

동의를 설명한 자 : _____ 서명 : _____