

석사학위 청구논문

수중 흰 키크 유형이
신체 중심 추진에 미치는 영향

지도교수 류 재 청



제주대학교 교육대학원

체육교육전공

오 현 수

2006년 8월

수중 힌 킥 유형이 신체 중심 추진에 미치는 영향

지도 교수 류재청

이 논문을 교육학 석사 학위 논문으로 제출함

2006년 4월

제주대학교 교육대학원

체육교육전공



이 논문을 교육학 석사 학위 논문으로 인준함.

2006년 6월

심사위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

위 원 _____ (인)

수중 흰 키크 유형이 신체 중심 추진에 미치는 영향

오 현 수

제주대학교 교육대학원

체육교육전공

지도교수 류 재 청

본 연구는 스쿠버 다이빙의 플러터 키크, 돌핀 키크, 사이드 키크 동작의 세 유형을 운동학적 비교분석 후 차이를 규명하여 스쿠버 다이빙을 가르치는 데 있어서 지도지침을 제시하는 데 있다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 숙련자 3명과 미숙련자 5명을 대상으로 플러터 키크, 돌핀 키크, 사이드 키크의 세가지 흰 키크 유형의 동작을 촬영한 후 영상분석을 통하여 숙련군과 미숙련군에서 우수한 동작을 보이는 숙련자와 미숙련자를 1명씩 선정하여 3차원 동작분석을 실시하였다. 동작분석은 세 유형의 시간 변인, 신체 중심의 선운동학적 변인, 동체 및 하지 관절의 각운동학적 변인을 중심으로 분석하였다. 흰 키크 유형에 따른 신체 중심 추진의 운동학적 변인의 차이는 일원변량분석을 이용하였고 흰 키크 유형별 숙련도에 따른 신체 중심 추진의 운동학적 차이는 독립 t-test를 이용하였으며 각 변인들을 비교하여 신체 중심 추진에 미치는 영향을 알아보기 위하여 상관관계분석을 실시하였다.

위와 같은 연구방법 및 분석결과를 바탕으로 도출된 결론은 다음과 같다.

1. 시간 변인

회복국면과 추진국면에서의 전체 소요시간에 대한 비율은 돌핀 키크 유형이 가장 적었으며 그 다음으로 플러터 키크 유형과 사이드 키크 유형의 순서였다. 다음으로 활주국면에서는 돌핀 키크 유형, 플러터 키크 유형, 사이드 키크 유형의 순서로 오랜 시간을 활주한 것으로 나타났다.

2. 선운동 변인

1) 신체중심의 변위

추진국면과 활주국면의 두 국면 모두에서 플러터 킥 유형, 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형의 순서로 진행방향으로 신체중심의 위치가 많이 변한 것으로 나타났다.

2) 신체중심의 속도

추진국면과 활주국면 두 국면 모두에서 돌핀 킥 유형, 플러터 킥 유형, 사이드 킥 유형의 순서로 신체중심의 속도가 빠른 것으로 나타났다.

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후경각 및 좌우경각

평균 동체의 전후경각이 세가지의 국면을 거치면서 플러터 킥 유형과 사이드 킥 유형의 경우는 진행방향과 수평을 이룰수록 돌핀 킥 유형의 경우 진행방향에 파동 모양을 형성할수록 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미쳤다.

2) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절, 좌우하지각)

하지관절의 상대각도는 세가지의 국면을 거치면서 플러터 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 많이 상하방향으로 벌리고 모아주는 것이 돌핀 킥 유형은 양쪽 무릎을 최대한 많이 구부렸다 펴주는 것이 사이드 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 많이 좌우방향으로 벌리고 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미쳤다.

3) 하지관절에서의 상대각속도(무릎관절, 좌우하지각)

하지관절에서의 상대각속도는 세가지의 국면을 거치면서 플러터 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 빨리 상하방향으로 벌리고 최대한 빨리 모아주는 것이 돌핀 킥 유형은 양쪽 무릎을 최대한 빨리 구부렸다 최대한 빨리 펴주는 것이 사이드 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 빨리 좌우방향으로 벌리고 최대한 빨리 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미쳤다.

4. 흰 킥 유형에 따른 변인 간 상관관계

플러터 킥 유형의 경우 동체는 진행방향과 수평으로 한 후 무릎과 발목을 펴고 상하방향으로 양쪽 다리를 최대한 큰 각으로 빠르게 벌렸다가 최대한 작은 각으로 빠르게 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미치고 돌핀 킥 유형의 경우 양쪽 무릎을 최대한 빠르게 많은 각을 구부렸다가 최대한 빨리 많은 각을 펴주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미치며 사이드 킥 유형의 경우 동체는 진행방향과 수평으로 한 후 무릎과 발목을 펴고 좌우방향으로 양쪽 다리를 최대한 큰 각으로 빠르게 벌렸다가 최대한 작은 각으로 빠르게 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구의 결과 수중에서 신체중심추진에 가장 효율적인 흰 킥 유형은 플러터 킥으로 나타났으며 다음으로 돌핀 킥, 사이드 킥 순서로 나타났다.

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	2
3. 연구의 문제	3
4. 용어의 정의	4
II. 이론적 배경.....	6
1. 스쿠버 다이빙의 물리적 이해	6
2. 수중에서 부력과 추진력.....	7
3. 흰 키크의 종류.....	10
4. 수중 운동 관련 선행연구	11
III. 연구 방법	13
1. 연구 대상	13
2. 실험 도구	13
1) 수중 촬영 장비	14
2) 통제점 틀 및 기준점.....	14
3) 흰 키크의 선택.....	14
4) 컴퓨터 및 분석 프로그램.....	15
3. 실험 절차	15
1) 연구 대상자 선정	16
2) 인체 관절점 마커 부착.....	17
3) 수중 영상 촬영	17
4. 자료 분석 절차.....	19
1) 기준점 및 인체 관절점의 좌표화	20
2) 3차원 좌표의 계산	21
3) 이벤트와 분석 국면 설정.....	21
4) 변인 산출.....	22
5. 통계처리.....	25

IV. 연구 결과	26
1. 시간변인	26
2. 선운동변인	29
1) 신체중심의 변위	29
2) 신체중심의 속도	34
3. 각운동변인	38
1) 동체의 전후경각 및 좌우경각	38
2) 하지관절의 상대각도	42
3) 하지관절에서의 상대각속도	50
4. 흰 킱 유형에 따른 변인 간 상관관계	54
V. 논의	58
1. 시간변인	58
2. 선운동변인	60
1) 신체중심의 변위	60
2) 신체중심의 속도	62
3. 각운동변인	65
1) 동체의 전후경각 및 좌우경각	65
2) 하지관절의 상대각도	67
3) 하지관절에서의 상대각속도	69
4. 흰 킱 유형에 따른 변인 간 상관관계	65
VI. 결론	71
1. 시간변인	71
2. 선운동변인	71
1) 신체중심의 변위	71
2) 신체중심의 속도	72
3. 각운동변인	72
1) 동체의 전후 및 좌우경각	72
2) 하지관절의 상대각도	72
3) 하지관절에서의 상대각속도	73
4. 흰 킱 유형에 따른 변인 간 상관관계	73
참고문헌	74
Abstract	77

표 차례

표 1. 피험자의 특성	12
표 2. 실험 도구	12
표 3. 인체 관절점과 디지털 타이징 순서	18
표 4. 흰 킥 유형에 따른 국면별 소요시간	25
표 5. 진행방향(Y)에서 흰 킥 유형에 따른 신체중심의 변위	27
표 6. 좌우방향(X)과 상하방향(Z)에서 유형에 따른 평균 신체중심변위 ...	29
표 7. 좌우방향(X)과 상하방향(Z)에서 숙련도에 따른 평균 신체중심변위..	30
표 8. 진행방향(Y)에서 유형에 따른 신체중심의 속도	33
표 9. 진행방향(Y)에서 숙련도에 따른 신체중심의 속도	34
표 10. 흰 킥 유형에 따른 국면별 동체의 전후경각과 좌우경각	37
표 11. 숙련도에 따른 국면별 동체의 전후경각과 좌우경각	38
표 12. 회복국면에서 유형에 따른 상대각도	41
표 13. 추진국면에서 유형에 따른 상대각도	42
표 14. 활주국면에서 유형에 따른 상대각도	42
표 15. 회복국면에서 숙련도에 따른 상대각도	43
표 16. 추진국면에서 숙련도에 따른 상대각도	43
표 17. 활주국면에서 숙련도에 따른 상대각도	44
표 18. recovery event에서 숙련도에 따른 하지관절의 상대각도	46
표 19. end of gliding event에서 숙련도에 따른 하지관절의 상대각도 ...	47
표 20. 유형에 따른 무릎각속도와 좌우하지각속도	49
표 21. 숙련도에 따른 무릎각속도와 좌우하지각속도	50
표 22. 숙련자의 변인간 상관관계	53
표 23. 미숙련자의 변인간 상관관계.....	54

그림 차례

그림 1. 연구에 사용한 흰	13
그림 2. 실험절차	14
그림 3. 반사 마커의 부착 위치	15
그림 4. 실험장면	16
그림 5. 자료 획득과 자료 분석 절차	17
그림 6. 인체 디지털라이징 모델	18
그림 7. 분석 국면의 결정	19
그림 8. 흰 킥 유형에 따른 국면별 소요시간	26
그림 9. 진행방향(Y)에서 추진국면, 활주국면의 신체중심의 변위	28
그림 10. 좌우방향(X)에서 신체중심의 변위	31
그림 11. 상하방향(Z)에서 신체중심의 변위	31
그림 12. 진행방향(Y)에서 신체중심속도의 변화	34
그림 13. 진행방향(Y)에서 추진국면과 활주국면의 최대 신체중심속도.....	35
그림 14. 동체의 국면별 전후경각의 변화	38
그림 15. 동체의 국면별 좌우경각의 변화	39
그림 16. 국면별 좌우하지각변위	44
그림 17. 국면별 무릎각변위	45
그림 18. 국면별 좌우하지각속도의 변화	50
그림 19. 국면별 무릎각속도의 변화	51
그림 20. 흰 킥 유형에 따른 시간변인의 비율	57
그림 21. 흰 킥 유형에 따른 국면별 신체중심변위	58
그림 22. 흰 킥 유형에 따른 추진국면과 활주국면의 평균 신체중심속도...	60
그림 23. 흰 킥 유형에 따른 추진국면과 활주국면의 최대 신체중심속도...	60
그림 24. 플러터 킥 유형에서 숙련도에 따른 좌우하지각속도	64
그림 25. 돌핀 킥 유형에서 숙련도에 따른 무릎각속도.....	64
그림 26. 사이드 킥 유형에서 숙련도에 따른 좌우하지각속도	65

I. 서론

1. 연구의 필요성

주 5일 근무제가 실시되고 현대인들의 삶의 질이 향상되면서 여가시간이 많아지게 되었다. 이러한 여가시간을 활용하는 방향으로 레저 스포츠에 대한 관심이 증대되고 있으며 그 영역은 산악 등반, 오름 트래킹, 인라인 스케이트, 사이클링 등의 육상을 비롯하여 행글라이딩, 패러글라이딩, 스카이 다이빙 등의 공중을 넘어 윈드서핑, 스쿠버 다이빙 등의 수중으로까지 이어지고 있다. 현재의 레저 스포츠는 육, 해, 공의 모든 영역에서 이루어지고 있는 현실이다. 이러한 현실에서 스쿠버 다이빙에 대한 관심도 높아지고 있는 실정이다.

이에 현재 수중 레저 스포츠 활동 동호인의 수는 전국적으로 80만명에 이르고, 매년 증가율은 30%이상의 증가 추세를 보이고 있다(SSI Korea, 2002).

또한, 신체 일부분만을 물에 노출시켜 운동을 통하여 건강을 추구하는 물요법(Water Therapy)과 달리 수중 잠수활동(Scuba Diving)은 현재 일반화되어 웰빙 문화의 일환인 레저-생활-건강스포츠 종목으로 입지를 굳혀가고 있는 실정에 있다. 잠수활동은 신체가 수중에 완전히 잠수한 상태에서 발의 추진체(휠)을 이용하여 신체를 전방으로 추진하는 과정에서 발휘하는 운동량과 수중의 아름다움과 신비로움을 체험할 수 있는 종합적 건강운동(정신적, 신체적) 수단이 될 수 있다(류재청, 우철호, 2005).

인간은 동작이 서툰 어린 시절부터 성장하면서 중력 상황의 환경에 적응을 하게 되면 신체를 자유자재로 움직이는데 어려움이 없다. 수중 환경에서도 이 원리는 마찬가지로 적용이 된다. 이 두 상황의 차이점은 각각 환경에 적응이 되어있고 없음에 있다. 중력 상황에 충분히 적응되어 있는 사람이 갑자기 적응되어 있지 못한 수중에 들어가면 중력이 훨씬 감소된 환경을 맞이하게 된다. 따라서, 신체 동작은 목적인 의도대로 따라주지 않는다. 그러므로, 새로운 환경

에 적응할수 있는 충분한 기초과정을 학습해야 한다. 기초 교육 과정을 이수하고 나면 최소한 의도한 대로 일을 수행하고 각각의 목적을 추구할 수 있게 된다(류재청, 윤상택, 1998).

따라서, 중력 상황에서와는 다른 수중 환경에서 스킨 스쿠버 다이빙의 동작에 대한 연구를 통해 수중에서의 동작 분석이 필요함을 인식하였다.

현재 국내에서 스쿠버 다이빙에 대한 과학적인 접근은 생리학적, 사회 심리학 적 문제를 다룬 측면이 주로 다루어졌을 뿐이고 운동 역학적인 접근은 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

국내의 스쿠버 다이빙에 대한 운동 역학적인 접근은 안우(2003)의 풀풋트형, 제트핀형, 스트랩형, 스플릿형의 4가지 종류로 플러터 킥을 실시하여 국면별 운동학적 변인을 분석하여 운동효과를 검증한 연구와 박재범(2003)의 숙련도, 스트로크 빈도수, 흰 종류에 따른 운동학적 변인과 추진력의 차이를 분석한 연구 그리고, 류재청, 우철호(2005)의 흰 유형별 신체중심의 추진에 미치는 영향을 분석한 연구로 수중에서의 운동 역학적인 접근이 부족한 실정이다.

그 동안의 선행 연구에서는 주로 흰의 유형에 따른 운동 효과나 흰의 유형에 따른 추진력의 차이를 분석했었다. 스쿠버 다이빙에서 추진에 영향을 미치는 것은 흰의 종류에 따른 차이도 있지만 흰 킥의 유형에 따른 차이 역시 추진에 영향을 미친다. 따라서, 그동안 연구되지 않았던 스쿠버 다이빙의 흰 킥 유형에 따른 연구가 필요하다고 생각된다. 본 연구를 통해 흰 킥 유형별 효율적인 킥 동작의 요인을 파악할 수 있으며 연구 결과를 교육 현장에서도 활용할 수 있을 것이고 더 나아가서는 재활 운동으로서의 기초 자료로 활용할 수도 있을 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 스쿠버 다이빙의 숙련도와 흰 킥 유형에 따른 운동학적 변

인 을 산출한 후 산출된 변인들과 신체중심추진의 상관관계를 분석하여 더 우수한 동작의 요인과 특성을 알아보는 것이다. 더 나아가 본 연구의 자료를 토대로 하지 분절에 미치는 운동 효과를 중력 상황과 비교하여 더 나은 운동 방법을 모색할 수 있을 것이다.

3. 연구의 문제

본 연구의 목적을 수행하기 위해 연구 문제로서 스쿠버 다이빙 흰 킥 동작유형별 플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥의 분석 국면별 연구 문제는 다음과 같다.

1) 시간 변인

숙련도와 흰 킥 유형에 따른 국면별 소요 시간 변인 분석



2) 운동학적 변인

(1) 선운동

- ① 숙련도와 흰 킥 유형에 따른 국면별 신체 중심 변위
- ② 숙련도와 흰 킥 유형에 따른 국면별 신체 중심 속도

(2) 각운동

- ① 동체의 전후경각 및 좌우 경각
- ② 숙련도와 흰 킥 유형에 따른 국면별 하지 분절의 각변위

③ 숙련도와 흰 킥 유형에 따른 국면별 하지 분절의 각속도

위의 각 연구문제를 분석한 후 스쿠버 다이빙 흰 킥 유형별 각 변인들이 신체 중심추진에 미치는 영향을 비교 분석을 하여 하지 분절이 신체중심추진에 미치는 운동 효과를 규명하여 더 나은 운동 방법과 재활 차원에서 접근 방법을 모색한다.

4. 용어의 정의

본 연구의 과정에서 자주 인용되는 용어에 대한 정의는 다음과 같다.

1) 숙련자 : 숙련자는 다이빙 회수 1000회 이상의 마스터 다이버(Master Diver)급 이상으로 정한다.

2) 미숙련자 : 미숙련자는 다이빙 회수 12회 미만의 오픈워터 다이버(Openwater Diver)급으로 정한다.

3) 운동학적 변인 : 운동의 원인이 되는 힘의 결과를 설명하는 변인으로서 연구 대상의 위치, 속도, 가속도, 각도, 각속도 등을 포함한다.

4) 좌표 설정 : 연구 대상이 진행되는 방향을 Y축으로, 지면에 수직인 방향을 Z축으로, Z축에서 Y축으로의 벡터의 외적을 X축으로 정의한다.

5) 플러터 킥(Flutter Kick) : 쉽게 수영에서의 자유형 킥(Freestyle swimming kick)과 유사하다. 일반적인 자세는 양다리를 발끝까지 쭉 뻗은 상태에서 무릎을 약간 구부려 발목을 느슨하게 한 채로 천천히 힘 있게 다리 전체 길이를 이용하여 킥을 하되 허리 전체를 이용한다. 이러한 킥을 플러터 킥이라 한다.

6) 돌핀 킥(Dolphin Kick) : 쉽게 수영에서의 접영 킥(Butterfly swimming kick)과 유사하다. 양다리와 몸을 파도처럼 움직이면서 다리뿐 아니라 몸 전체

를 사용하여 전진한다. 무릎을 가볍게 구부려 등을 둥글게 구부리면서 편을 함께 흔든다. 다음, 다리를 똑바로 펴서 아래로 향하게 누르고 동시에 허리로부터 동체를 앞으로 구부린다. 이 킥은 마치 돌고래의 수영 동작과 흡사하다. 이러한 킥을 돌핀 킥이라 한다.

7) 사이드 킥(Side Kick) : 플러터 킥의 자세에서 몸통을 옆으로 반쯤 기울인 자세를 취하여 누운 자세에서 다리를 벌린 후 힘 있게 차면서 양다리를 맞춘 상태로 몸이 몇 초간 미끄러지게 전진시킨다. 벌렸던 다리를 모으는 동작을 파워 스트로크라 하고 모아진 상태를 글라이드 스트로크라 한다. 이 킥은 주로 구조 활동에서 많이 사용된다. 이러한 킥을 사이드 킥이라 한다.



II. 이론적 배경

1. 스쿠버 다이빙의 물리적 이해

수중 활동시 활용하는 가스는 압축된 혼합가스로서 그 구성성분은 질소(nitrogen, N₂)가 78.084%, 아르곤(argon, inert)이 0.934%, 산소(oxygen, O₂)가 20.946%, 이산화탄소(carbon dioxide, CO₂)가 0.033%, 기타 가스(rare gases)가 0.003%이지만 일반적으로 질소 80%, 산소 20%로 간주하고 있다(류재청, 윤상택, 1998).

수중에서 활동하는 스쿠버 다이빙은 공기 1cm³ 당 10960m상공에서 누르는 공기 압력(1ATM = 1.033kg/cm²)과 바닷물 1cm³ 당 10m로 누르는 압력과 같다. 바닷물의 밀도는 1cm³ = 1.025g/cc이므로, 이를 대기압과 비교하면 1.033kg/1.025g = 1007로서, 수심 1007cm(10.7m)씩 깊어질 때마다 1ATM의 값 만큼씩 압력이 일정하게 높아진다. 민물의 밀도는 1cm³=1g/cc 이므로 대기압과 비교하면 1.033kg/1g = 1.033으로 민물 1g의 물을 1033개 더하여진 것과 같다. 그래서 다이버가 수중으로 하강 시 바닷물은 약 10m에 1ATM씩 증가하고 민물은 1033cm(10.3m)에 1ATM이 증가하게 된다.

따라서 수심 20m이면 대기압력 1ATM에 수압 2ATM이 보태어져 대기압의 3배(3절대압=3.0996g/cm²)이 되고, 레저 스포츠 다이빙의 한계수심 40m는 5절대압이 되는 셈이다. 수심이 깊어지면 압력이 증가함에 따라 부분압도 증가하게 되는데 부분압이 증가한다는 것은 공기소모가 증가한다는 것을 의미한다(서상일, 2001).

수심변화에 따른 부피의 변화를 살펴보면 다이버들에게 압력이 부피에 미치는 영향을 설명하기 위하여 공기로 가득 찬 탄력이 있는 용기를 생각하여 보자. 그러한 용기는 실제 풍선이나 부력 조절기 혹은 우리의 폐를 생각할 수 있는데 이러한 것들은 수면에서 1리터의 공기를 차지하여 수심 10미터(33feet; 2기압)

에 도달하면 부력조절기 속의 공기는 줄어들어 본래 부피의 1/2밖에는 되지 않고 수심 20미터(66feet;3기압)에서는 1/3, 수심 30미터(99feet;4기압)에서는 1/4이 될 것이다.

반대로 상승할 때에는 수압이 낮아지므로 부력조절기는 원래대로 팽창하여 수면에 도착하면 본래의 부피(1리터)로 돌아간다. 참고로 물체를 이루고 있는 다른 기체도 위와 같은 방법으로 압축될 수 있으며 우리 몸의 공기 공간과 네오플랜으로 만들어진 다이버의 잠수복도 압력에 의해 부피가 줄거나 늘어날 수 있다. 그러나 다행하게도 우리의 신체를 구성하고 있는 조직은 액체로 되어 있어 직접적 혹은 간접적인 압력의 영향에는 변화되지 않는다.

수심이 깊어지면 압력 또한 증가하게 되는데 이는 일반적으로 물체는 주위의 환경에 따라 세 가지 형태로 나타난다. 그것은 고체와 액체상태 그리고 기체상태인데 말하자면 물체를 구성하고 있는 분자의 결합력에 의해 그 상태가 변하기 때문이다. 예를 들어, 물체를 구성한 분자의 운동과 그 범위가 상태변화를 일으키게 됨을 쉽게 이해될 것이다. 고체 및 액체 상태에서 압력을 가하여도 그 부피라든지 밀도에 대한 변화는 기대하기가 힘들다는 예이고 기체상태에서는 그 변화가 잘 나타난다. 그래서 보일이라는 사람이 이상적인 기체상태 즉 기체에서 압력과 부피는 반비례하고 그 밀도는 비례한다는 내용을 발표하였다. 이 말은 온도가 일정할 때 이상기체에서는 「처음압력×기체의 부피=변화한 압력×변화한 부피」이다. 보일의 법칙을 정리하면 기체에서 압력과 부피는 반비례하고 그 밀도는 비례한다.

2. 수중에서 부력과 추진력

수중에서 호흡하는 혼합가스의 밀도는 수중에 따라서 변화하며, 가스의 밀도는 압력에 따라서 다양해지고, 증가된 밀도는 공기의 흐름에 영향을 준다. 최대 호흡능력은 증가된 공기밀도로 인해 100피트(33m)에서 50%감소되고, 반면에

공기 소비는 매 호흡마다 더 많은 공기소비 분자로 인해 증가된다.

수중에서 인체의 비중은 약 10이며, 사람의 체질 및 체형에 따라서 약간씩 다르다. 즉 보통 사람은 물에 뜨지만 뚱뚱한 사람은 더 쉽게 뜨고, 가늘고 야윈 사람은 뜨려할 때 어려움을 겪을 수 있다.

나무 조각이든, 강철로 만든 선박이든 물체를 뜨게 하려는 힘은 부력으로 알려졌다. 이는 처음으로 그리스 수학자 아르키메데스(Archimedes)가 정의하였는데 즉 액체에 담겨진 물체가 부분적이든 전부이든 물체에 의해 차지한 만큼 액체의 무게와 동등한 힘에 의해 부력을 받게 된다고 정의하고 이는 액체 속의 모든 물체에 적용이 된다(Culverwell, 1991).

액체 속에 있는 부력은 그 밀도에 의해 좌우되는 데 바닷물은 민물보다 약간 더 크다. 바로 이것이 동일한 장비를 착용했을 때 민물에서 다이빙을 했던 다이버들이 바닷물에서 다이빙을 하기 위해서는 추가적인 웨이트를 차는 이유가 된다.

물체의 부력상태를 결정해주는 두 요인은 밀도(weight/volume)와 그 물체의 부피이다. 물체의 무게는 하방으로 힘을 발휘하지만, 그 물체의 부피는 물의 같은 부피를 옮기게 된다. 감소된 물의 무게는 그 물체를 상방으로 혹은 밀어 내려는 힘을 갖는다. 바로 이 현상이 물체가 뜨고(양성부력), 가라앉고(음성부력), 혹은 중성부력을 결정하는 두 힘간의 차이를 말한다. 이때 잠겨진 물체의 무게보다 없어진 물의 무게가 더 클 때 부력은 양성이 되고, 물체는 뜨게 되고, 상방으로 부상하게 된다. 만약 물체가 중성일 때 액체 속에서 그냥 떠있게 된다. 가라앉은 물체의 무게가 없어진 물의 무게보다 더 클 때 부력은 음성이 되고, 물체는 가라앉게 된다.

수중 활동시 가스의 흐름에 영향을 주는 요인들은 중력(gravity), 점성도(viscosity), 압축성(compressibility), 압력(pressure), 전단력(shear force) 등에 영향을 받는다. 다이버들에서 가스유통의 가장 중요한 두 측면은 호흡할 공기의 밀도와 속도이다.

공기의 밀도가 높아감에 따라 호스나 구멍을 통과하기에 더 어렵다. 결국 수

심에 따라서 공기의 밀도는 높아지기 때문에 다이빙을 깊게 할수록 호흡의 저항은 더 커진다.

수중에서 유영을 하게 될 때 항력(drag), 추진(propulsion), 자세유지(trim)에 따라서 저항의 크기는 달라진다. 항력이란 물 속을 지나가는 움직임에 대한 저항력을 말한다. 항력의 방향은 물체를 지나는 운동 추진방향과 반대방향으로 작용한다.

자세유지(trim)는 머리를 들고, 머리를 낮추고 등의 적절한 자세에 따라서 부력(buoyant force), 추진력(trust force), 항력(drag force) 중력(weight force), 양력(lift force)등이 영향을 받게된다. 부력은 항상 상방으로 향하고, 중력은 하방으로 작용한다. 양력은 부력이 양성일 때 양력은 상방으로 향하고, 음성일 때 하방으로 향한다(류재청, 윤상택,1998).

양력은 공격각(angle of attack)이 감소하거나 0일때 감소한다. 공격각은 신체의 종축(longitudinal axis)과 트림(신체자세)사이의 각을 말한다. 항력은 신체의 자세에 관계없이 추진방향에 항상 반대이고, 추진력은 종축과 일직선 전방으로 향한다.

추진력(propulsion)은 핀을 착용하고 수영하는 것과 같이 전방으로 추진하는 작용이며, 유영할 때 추진력의 일부는 전방으로 추진을 하게 되고 다른 힘은 중성을 취하지 않으면 부력 혹은 중력으로 작용하며 전진방향은 추진력 방향과 평형을 이루고, 전체 추진력은 전방으로 추진을 위해 사용된다.

항력은 전단면적에 비례한다. 수영할 때 공격각이 클수록 전단면적은 더 커지고, 신체가 받는 저항은 더 커지게 된다. 항력과 관련된 두 번째 요인은 속도이다. 항력은 속도의 자승에 비례한다. 이는 속도가 두 배로 증가되면 4배의 저항력이 생긴다. 즉 속도가 배로 될 때 4배의 힘을 발휘해야 한다는 의미가 된다.

추진을 위해 가장 많이 고려해야 할 것은 항력을 극복하는 것이며, 항력은 공격각에 의해 영향을 받기 때문에 중성부력을 위해서는 적절한 자세를 유지하는 것이 필요하다. 또한 빠르게 유영하려 노력할 때 그 만큼 비효율적이 된다(고

대오, 2000).

훤은 수중에서 큰 추진력을 얻기 위한 장비이다. 훤을 사용하면 자세가 안정되며 손을 자유롭게 하여 다른 용도에 사용할 수 있도록 해준다. 훤은 풋 포켓형(foot-pocket)과 슬리퍼형(open-heel) 두 가지 형태가 있는데 풋 포켓형은 주로 스킨다이빙이나 난류가 심한 지역에 쓰인다. 훤을 고를 때는 날개의 크기와 강도를 고려해야 한다. 너무 딱딱한 훤은 빨리 피곤해지고 근육경련이 일어날 수 있는 반면에 작고 부드러운 훤은 추진력이 약하다. 다이빙 할 장소와 개인의 하지 근력에 알맞은 훤을 선택해야 한다(Culverwell, 1991).

3. 훤 킥의 종류

훤을 신고 수중에서 이동할 때 손을 사용하지 않아도 훤킥 만으로 쉽게 전진할 수 있기 때문에 양손은 몸통 양 옆구리에 붙여서 편안한 자세를 취하고 앞에서 팔장을 낀다거나 여러 장비를 잡는다거나 하여 필요에 따라 즉각적으로 손을 사용할 수 있도록 한다. 이동할 때 가능한 물의 저항을 적게 받는 유선형 자세를 취해 에너지 소모를 줄일 수 있다.

훤 킥의 종류에는 플러터 킥(flutter kick), 사이드 킥(side kick), 백 킥(back kick), 돌핀 킥(dolphin kick)등이 있으나 한가지만 계속 사용하면 다리에 쥐가 날 우려가 있기 때문에 다양한 킥을 구사하는 것이 좋다.

먼저 플러터 킥(flutter kick)의 일반적인 자세는 양다리를 발끝까지 쭉 뻗은 상태에서 무릎을 약간 구부려 발목을 느슨하게 한 채로 천천히, 힘있게 다리 전체길이를 이용하여 킥을 하되, 허리 전체를 이용한다.

사이드 킥(side kick)은 플러터 킥의 자세에서 몸통을 옆으로 반쯤 기울인 자세를 취하여 누운 자세에서 다리를 벌린 후 힘있게 차면서 양다리를 맞춘 상태로 몸이 몇 초간 미끄러지게 하듯이 전진시킨다. 벌렸던 다리를 모으는 동작을 파워 스트로크이라 하고 모아진 상태를 글라이드 스트로크이라 한다. 이 킥은 주로

구조활동에서 많이 사용된다.

백 킥(back kick)은 수면에 누운 자세에서 후방 쪽으로 전진하면서 고개를 들어 스노클이 물속으로 가라앉지 않도록 하며 추진하는 킥을 말하며 돌핀 킥(dolphin kick)은 양다리 몸과 파도처럼 움직이면서 다리뿐 아니라 몸 전체를 사용하여 전진한다. 무릎을 가볍게 구부려 등을 둥글게 구부리면서 흰을 함께 흔든다. 다음 다리를 똑바로 펴서 아래로 향하게 누르고 동시에 허리로부터 동체를 앞으로 구부린다. 이 킥은 마치 고래의 수영동작과 유사하며, 추진력이 가장 좋은 유형이다. 특히 수중에서 한쪽 핀을 잃었을 때 한쪽에 다리를 걸쳐서 전진할 수 있는 킥 방법이다(류재청, 윤상택, 1998).

4. 수중 운동 관련 선행연구

수중활동과 관련하여 수중에서 압축된 공기를 흡입함으로 인해서 운동수행능력에 영향을 주는 기전을 규명하고, 정신적 및 물리적 능력의 결함을 정량화하려는 많은 연구(Adolfson, 1964; Adolfson 등, 1972; Bennett와 Glass, 1961; Bennett, 1967, 1971; Case와 Haldane, 1941; Dickson 등, 1971; Fowler와 Ackles, 1972; Fowler, 1973; Fowler 등, 1980, 1985; Frankenheuser 등, 1963; Hamilton 등, 1995; Hesser 등, 1978; Jones 등, 1979; Kiessling과 Maag, 1962; Mekjavi, 1995; O'Reilly, 1974; Shilling과 Wilgrube, 1937; Sledkov 등, 1996)와 수중 활동으로 인한 유·무산소성 운동능력의 변화와 관련한 연구(고대오, 2000; 류재청, 2002; 류재청과 김은영, 2002; 이창준, 1999)등 이 보고되었다. 위의 선행연구의 결과는 수중에서 잠수 활동의 결과로 나타나는 신체의 변화 현상 및 건강 상태 개선을 위한 연구들로 보고되었다.

이창준(1999)은 수중에서 잠수활동을 함으로서 신체에 미치는 운동능력의 효과를 규명하기 위해 계획적인 운동프로그램을 가지고 지속적으로 실시된 연구로서 레크리에이션 잠수활동이 유산소성 운동능력과 하지 신·골근군의 근력강

화에 대한 연구 결과 지속적인 수중활동으로 인한 유산소성 운동능력의 변화를 분석한 결과 전신 유산소성 운동능력에서 큰 향상이라기 보다는 국부적인 유산소성 운동능력에서 유의한 효과를 보였고, 이는 수중의 유체저항과 조류에 대항하는 환경을 극복하기 위해 지속적으로 다양한 킁을 함으로서 전방으로 추진하기 때문에 전신지구력보다는 국부 지구성(하지의 신·골근군) 운동능력에서 탁월한 운동효과가 있는 것으로 보고했다.

류재청, 이계산(2003)은 수중활동에서 과제 수행능력 결함에 미치는 운동학적 요인을 분석하여 30m이상에서 운동수행능력에 결함을 보일수 있는 요인은 시간대별 요인보다는 수심요인이며 30m이상의 특수 목적 잠수를 할 경우 일반적인 공기를 사용하는 것보다 질소, 산소, 헬륨의 혼합가스 비율을 조절하여 사용하는 것이 운동수행능력의 결함과 위험율을 감소시킬수 있을 것이라고 보고했다.

안우(2003)는 풀푸트형, 제트핀형, 스트랩형, 스플릿형의 4가지 종류로 플러터 킁을 실시하여 국면별 운동학적 변인을 분석하여 운동효과를 검증하여 스포츠 강화훈련용으로는 스트랩형과 스플릿형, 보강운동용으로는 제트핀형, 레저용으로는 풀푸트형이 적합한 것으로 보고했고, 박재범(2003)은 숙련도, 스트로크 빈도수, 흰 종류에 따른 운동학적 변인과 추진력의 차이를 분석하여 미숙련자에게 프로펠러형 흰이 적합하다고 보고했다. 류재청, 우철호(2005)는 잠수용 흰 유형별 신체중심추진에 미치는 영향을 분석하여 제트형, 풀푸트형, 스트랩형, 스플릿형의 순서로 신체중심의 운동에 유리한 유형은 제트형과 풀푸트형이라고 보고했다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 피험자는 숙련자와 미숙련자로 나누었으며 숙련자는 마스터 다이버 이상의 강사급 1명을 연구 대상으로 하였으며 미숙련자는 오픈워터 다이버급 1명을 연구 대상으로 하였다. 연구 대상자 선정시 숙련자 3명과 미숙련자 5명을 대상으로 흰 킥하는 동작을 촬영하여 영상분석을 실시한 후 숙련자군과 미숙련자군에서 우수한 동작을 보여주는 각각 1명씩을 연구의 분석대상으로 하였다. 피험자들의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 특성

구분	이름	신장(cm)	체중(kg)	나이(yr)	다이빙 횟수(회)	비고
숙련자	KSI	172.2	67.3	26	1000 이상	Instructor
미숙련자	CYS	178.2	65.6	22	11	Open water Diver

2. 실험 도구

본 연구에 사용한 실험 도구는 영상 촬영 장비와 영상 자료 분석 장비로 구분할 수 있으며, 사용한 실험 도구는 <표 2>와 같다.

표 2. 실험도구

명칭	모델명	제조회사	비고
고속 비디오 카메라	DCR VX-1000	Sony	
수중 비디오 하우징	VH-1000	Amphibico	
기준척	reference ruler	V-Tek	
분석프로그램	Kwon3D	Visol	

1) 수중 촬영 장비

본 연구에서는 3차원 영상분석을 위하여 SONY DCR VX-1000 비디오 카메라 Amp-hibico VH-1000 비디오하우징을 장착한 수중비디오 장비 4세트를 사용하였으며, 60fr./sec로 촬영하였다. 각각의 프레임은 2개의 필드(fields)로 나눌 수 있기 때문에 분석시 시간 해상도는 1/60초가 된다. 촬영시 노출시간은 1/1000초로 고정하였다. 필름은 고해상도로 촬영할 수 있는 6mm S-DV 필름을 사용하였다.

2) 통제점 틀 및 기준점

3차원 영상분석에서 공간좌표를 얻기 위하여 2m × 2m × 1m의 V-TEK 제작된 직사각형으로 된 통제점 틀을 이용하였으며 통제점 틀이 모두 비디오 카메라의 필드 안에 들어오도록 설치하였다.

3) 흰의 선택

본 연구의 목적을 달성하기 위해 한가지 종류의 흰으로 실험하였으며 연구에

사용된 흰은 S사의 고무제질의 제트 흰을 사용하였다. 실험에 사용된 흰은 <그림 1>과 같다.



그림 1. 연구에 사용된 흰

4) 컴퓨터 및 분석프로그램

분석용 계산 프로그램은 3차원 좌표와 운동학적 변인의 계산을 위해 KWON3D 3.0 프로그램이 장착된 Pentium IV 컴퓨터를 이용하였다. KWON3D 3.0 프로그램은 운동학적 변인에 대한 자료산출, DLT방법에 의한 실공간 3차원 좌표계산 및 평활화(Smoothing)를 위한 프로그램이다(Kwon, 2001).

3. 실험 절차

본 연구의 실험 절차는 <그림 2>와 같이 연구 대상자의 선정, 대상자의 인체 관절점 마커 부착, 통제점 틀 영상 촬영, 흰 킥 동작 영상 촬영 순서로 진행하였다.

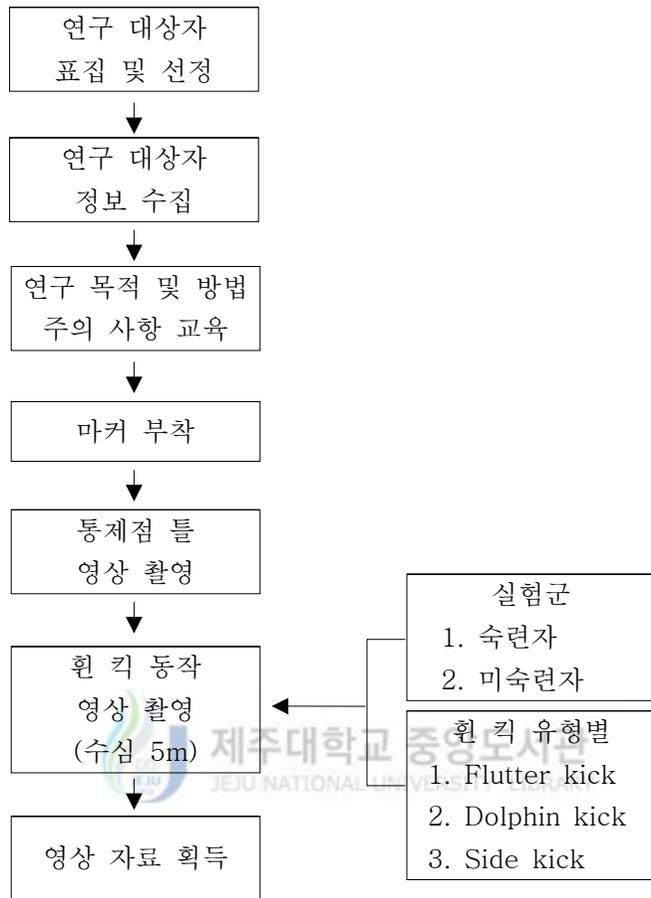


그림 2. 실험 절차

1) 연구 대상자 선정

본 연구의 대상자 선정시 숙련자는 다이빙 회수 1000회 이상의 다이빙 경력을 가진 다이브 마스터이상의 강사급 3명에 대해 흰 킥 동작을 수중촬영하여 영상 분석한 후 동작이 우수한 1명을 선정하였고 미숙련자는 제주대학교 스킨스쿠버 교양 수업을 받은 다이빙 회수 12회 미만의 학생들 중 사전 체크 다이빙을 실시한 후 5명을 선정하고 흰 킥 동작을 수중촬영하여 영상분석한 후 우수한 동작을 보인 1명을 선정하였다.

2) 인체 관절점 마커 부착

본 연구의 디지털라이징 과정의 정확성을 위하여 반사 마커를 부착하였다. 반사 마커의 부착 위치는 디지털라이징 관절점 중 부착이 용이한 관절점에 부착하였다. 부착 위치는 다음 <그림 3>과 같다.

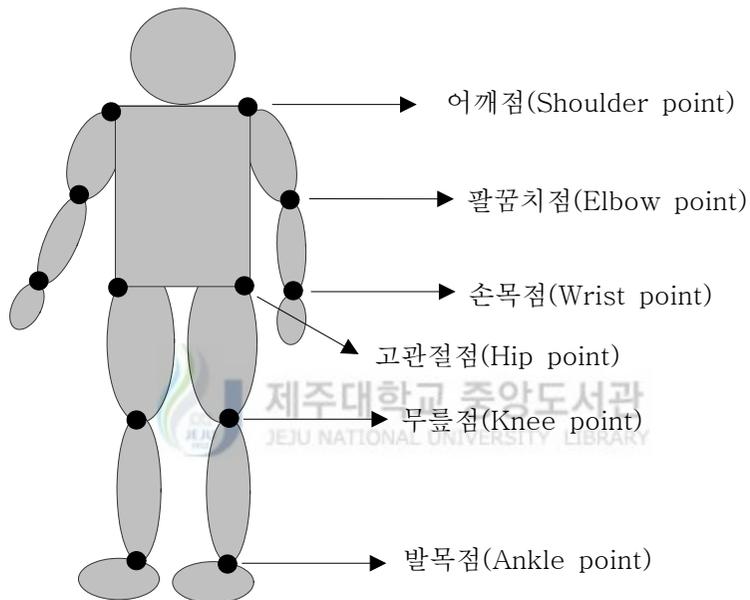


그림 3. 반사 마커의 부착 위치

3) 수중 영상 촬영

본 연구를 위하여 5M 수심의 다이빙 전용풀에 실험도구를 설치하고 분석을 위한 영상을 촬영하였다. 실험도구 설치 및 영상 촬영 장면은 다음 <그림 4>과 같다.

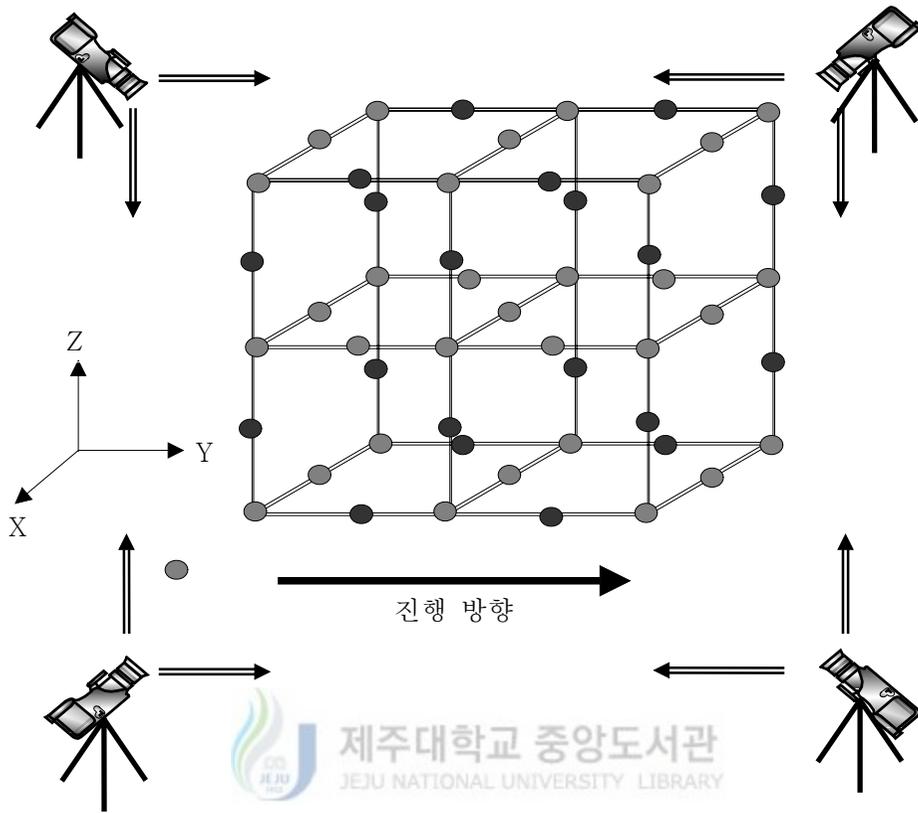


그림 4. 실험 장면

4. 자료 분석 절차

영상으로 촬영된 자료의 분석은 kwon3D 3.0 동작 분석 프로그램을, 자료 처리 및 그래픽 처리는 MS Excel 2002 프로그램을 사용하였다. 자료 분석 절차는 다음의 <그림 5>와 같다.

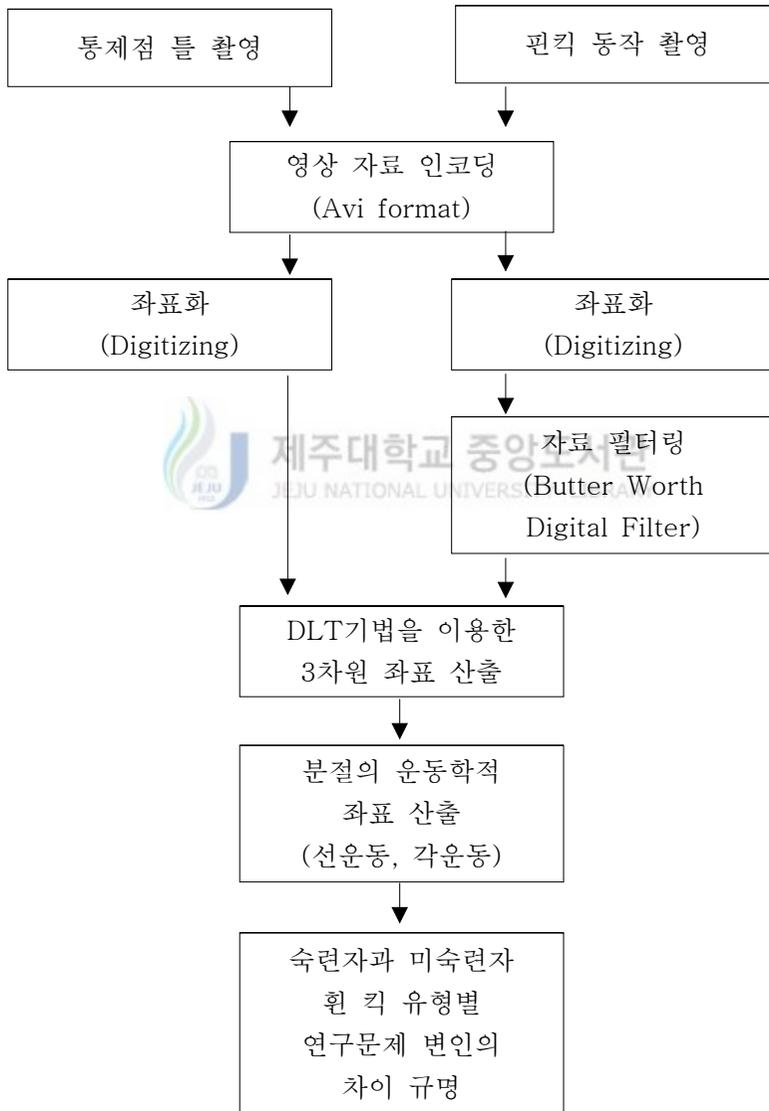


그림 5. 자료 획득 및 자료 분석 절차

1) 기준점 및 인체 관절점의 좌표화

기준점 및 인체 관절점은 Kwon3D 3.0 디지털라이징 시스템을 이용하여 좌표화하였다. 분석 모델의 관절점은 모두 21개이고 장치는 6개이며 기준점은 1개이다. 신체 분절 무게의 중심 위치에 대한 인체 분절자료는 Plagenhoef, Evans & Abdelnour(1983)의 자료를 이용하였다. 디지털라이징 포인트는 신체 관절점 21개 외에 기준점 1개를 포함하여 모두 한 프레임에 22개로 하였다. 프레임마다의 인체 관절점과 디지털라이징 순서는 다음 <그림 6>, <표 3>과 같다.

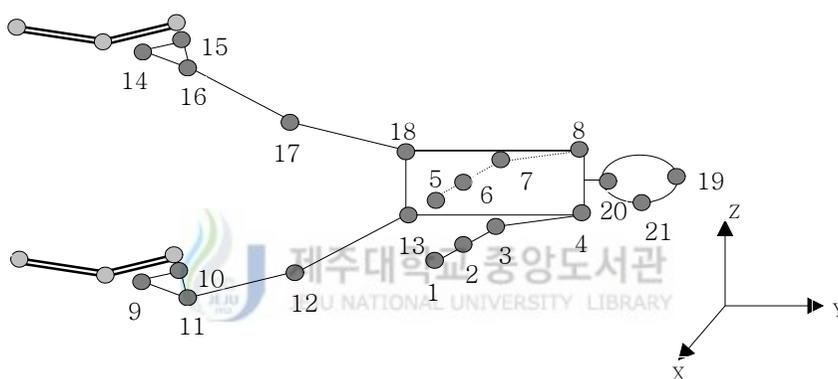


그림 6. 인체 디지털라이징 모델

표 3. 인체 관절점과 디지털라이징 순서

순서	인체 관절점	순서	인체 관절점
1	R. Finger	12	R. Knee
2	R. Wrist	13	R. Hip
3	R. Elbow	14	L. Toe
4	R. Shoulder	15	L. Heel
5	L. Finger	16	L. Ankle
6	L. Wrist	17	L. Knee
7	L. Elbow	18	L. Hip
8	L. Shoulder	19	Vertex
9	R. Toe	20	Neck
10	R. Heel	21	Nose
11	R. Ankle		

2) 3차원 좌표의 계산

3차원 자료는 Abdel-Ariz와 Karara(1971)의 DLT방법을 이용하였다. DLT방법을 이용하여 3차원의 좌표값을 계산할 때 여러 원인에 의하여 노이즈가 발생하게 되는데 이러한 노이즈로 인한 오차를 줄이기 위하여 버터워스 저역통과 디지털 필터(Butter Worth Low-Pass Digital Filter)를 사용하였으며, 이때 차단주파수(cut-off frequency)는 6.0Hz의 저역통과 필터 방법(low-pass filtering)을 사용하였다.

3) 이벤트와 분석 국면 설정

이벤트는 총 4개로 설정할 것이며 국면의 분석은 총 4개 국면으로 설정하였다. 이벤트 및 분석 국면은 <그림 7>과 같다.

- (1) 제 1국면(회복국면) : 준비(RE)-하지 최대 신전(RC)
- (2) 제 2국면(추진국면) : 하지 최대 신전(RC)-추진(PP)
- (3) 제 3국면(활주국면) : 추진(PP)-추진 종료(EG)

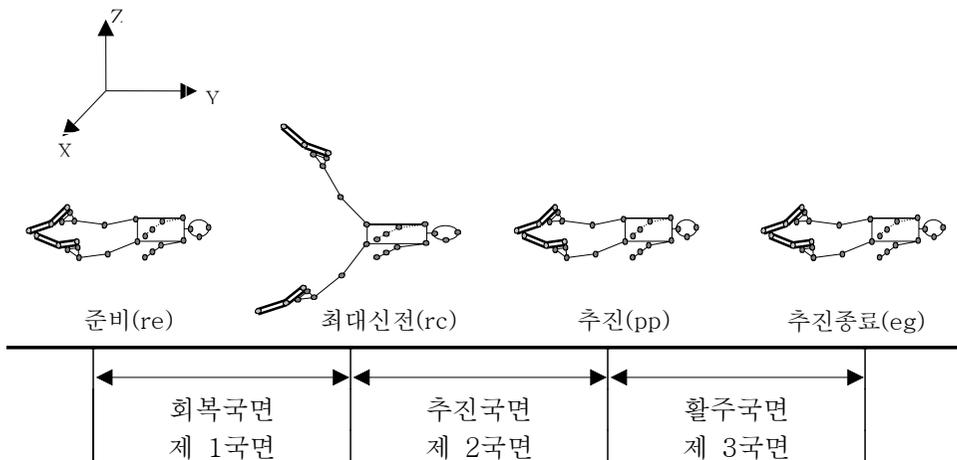


그림 7. 분석 국면의 설정

4) 변인 산출

(1) 선운동변인

① 소요시간

본 연구에서 분석한 국면별 소요시간은 각 프레임 간의 시간 간격이 0.0167초로서 각 국면별 소요된 프레임에 대한 1프레임의 소요시간을 곱하여 산출하고, 각각의 이벤트 시작(D_1)부터 다음 이벤트의 시작 직전(D_2)까지의 프레임 수를 계산하여 프레임 수에다 0.0167초를 곱해 구한다.

$$\text{국면별 소요 시간} = (D_2 - D_1) \times 0.0167(\text{s})$$

② 신체 중심 위치, 속도 및 가속도

본 연구에서 분석한 직선의 운동학적 변인은 신체 중심 위치, 속도 그리고 가속도이다. 우선 전신의 신체 중심 위치는 전역 좌표계에 대한 각 분절의 중심 위치를 통해 얻어진다. 전역 좌표계에 대한 각 분절을 구성하는 좌표점의 위치 벡터의 성분 x_i, y_j, z_k 각각에 대하여 분절 i 의 중심 좌표 cg_i 는

$$cg_i = P_i + (D_i - P_i)P1 / 100$$

(여기서, P_i 는 i 번째 분절의 근위단 좌표, D_i 는 i 번째 분절의 원위단 좌표, $P1$ 은 분절 길이의 백분율로 표시된 근위단으로부터 중심까지의 거리)

로 구할수 있으며, 전역 좌표계에 대한 각 분절 중심의 위치 벡터의 성분 x_i, y_j, z_k 각각에 대하여 전신의 무게 중심 위치 CG 는

$$CG = \sum_{i=1}^5 (cg_i \cdot m_i) / M$$

(여기서, cg_i 는 i 번째 분절의 무게 중심 위치, m_i 는 전체 질량의 백분율로 표

시된 i 번째 분절의 질량, M 은 인체 측정학 자료의 백분율로 표시된 분절 질량을 합한 전체 질량)

으로 구할수 있다.

위의 방법에 의해 산출된 전신의 신체 중심의 위치에 대하여 3차 스플라인 함수(cubic spline function)를 이용해 시간에 대해 변위 함수 $S(t)$ 를 산출한다. 이러한 변위 함수를 일차 미분하여 시간에 대한 위치의 변화율을 나타내는 속도 함수 $S'(t)$ 를 구하고 이차 미분하여 가속도 함수 $S''(t)$ 를 얻음으로써 신체 중심 속도와 가속도를 산출한다.

$$S(t) = C_3t^3 + C_2t^2 + C_1t + C_0$$

$$S'(t) = 3C_3t^2 + 2C_2t + C_1$$

$$S''(t) = 6C_3t + 2C_2$$

(여기에서, S 는 변위, t 는 시간, C_3, C_2, C_1, C_0 는 스플라인 계수)

(2) 각 운동의 변인



① 각도와 각속도

본 연구에서 각도는 발목 관절, 무릎 관절, 고관절에 대하여 각 관절의 굴곡-신전각을 산출할수 있으며 이러한 관절각에 대하여 각속도를 계산한다. 우선, 각 관절각은 각도를 구성하는 두 벡터의 내적(dot product)을 이용하여 구한다. 즉, 내적의 정의에 의해 두 벡터 $U(X_i, X_j, X_k)$ 와 $V(Y_i, Y_j, Y_k)$ 가 이루는 각 θ 는

$$\cos\theta = \frac{U \cdot V}{|U| \cdot |V|} = \frac{X_i Y_i + X_j Y_j + X_k Y_k}{\sqrt{X_i^2 + X_j^2 + X_k^2} \cdot \sqrt{Y_i^2 + Y_j^2 + Y_k^2}}$$

로 정의되므로 계산된 $\cos\theta$ 의 값을 x 라고 하면 $\theta = \arccos x$ 로 구한다.

▶ 발목관절각의 계산

발의 분절 벡터 \vec{S}_{fo} (X_i, X_j, X_k)와 하퇴의 부적 분절 벡터 $-\vec{S}_{sh}$ (Y_i, Y_j, Y_k)이 이루는 각

$$\alpha = \arccos \frac{\vec{S}_{fo} \cdot \vec{S}_{sh}}{|\vec{S}_{fo}| \cdot |\vec{S}_{sh}|}$$

▶ 무릎관절각의 계산

하퇴의 분절 벡터 \vec{S}_{sh} (X_i, X_j, X_k)와 대퇴의 부적 분절 벡터 $-\vec{S}_{th}$ (Y_i, Y_j, Y_k)가 이루는 각

$$\beta = \arccos \frac{\vec{S}_{sh} \cdot \vec{S}_{th}}{|\vec{S}_{sh}| \cdot |\vec{S}_{th}|}$$

▶ 고관절각의 계산

대퇴의 분절 벡터 \vec{S}_{sh} (X_i, X_j, X_k)와 상체의 분절 벡터 \vec{S}_{tr} (Y_i, Y_j, Y_k)가 이루는 각

$$\gamma = \arccos \frac{\vec{S}_{fo} \cdot \vec{S}_{sh}}{|\vec{S}_{fo}| \cdot |\vec{S}_{sh}|}$$

▶ 좌우하지각의 계산

왼쪽 대퇴의 분절 벡터 \vec{S}_{thL} (X_i, X_j, X_k)와 오른쪽대퇴의 부적 분절 벡터 \vec{S}_{thR} (Y_i, Y_j, Y_k)가 이루는 각

$$\beta = \arccos \frac{\vec{S}_{sh} \cdot \vec{S}_{th}}{|\vec{S}_{sh}| \cdot |\vec{S}_{th}|}$$



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

▶ 각속도의 계산

각 관절의 각속도는 위에서 구한 관절각에 대하여 스플라인 함수(spline function)를 이용해 일차 미분하여 각속도를 구한다.

5. 통계 처리

본 연구의 목적을 규명하기 위한 통계 처리는 윈도우용 SPSS 12.0 분석 프로그램을 이용하였다. 이에 대한 구체적인 통계처리 내용은 다음과 같다.

1) 흰 킥 유형에 따른 신체 중심 추진의 운동학적 차이를 알아보기 위하여 일원변량분석(ANOVA)을 시행하였고, 사후 검증으로 Scheffe의 방법을 시행하였다.

2) 흰 킥 유형별 숙련도에 따른 신체 중심 추진의 운동학적 차이를 알아보기 위하여 독립 t-test를 시행하였다.

3) 운동학적 변인과 신체중심추진의 관계를 알아보기 위하여 상관관계분석(correlation analysis)을 시행하였다.

IV. 연구결과

본 연구는 스쿠버 다이빙의 플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥 동작의 세가지 유형을 운동학적 비교분석 후 차이를 규명하여 스쿠버 다이빙을 가르치는 데 있어서 지도지침을 제시하는 데 있다. 이를 위해 동작분석은 플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥의 세가지 유형의 시간 변인, 신체 중심의 선운동학적 변인, 동체 및 하지 관절의 각운동학적 변인을 중심으로 분석하였으며 산출된 각 변인들을 비교하여 신체 중심 추진에 미치는 영향을 알아보기 위하여 상관관계분석을 실시하였다.

1. 시간 변인

플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥 유형의 회복국면(Recovery ; ready-recovery), 추진국면(Propulsion ; recovery-propulsion), 활주국면(Gliding ; propulsion - end of glidig)의 국면별 소요시간을 분석한 결과는 <표 4> 및 <그림8>과 같다.

숙련자와 미숙련자의 세가지 킥 유형 모두를 평균한 결과 회복국면에 소요한 시간은 $1.34 \pm .47$ 초로 전체 소요시간의 43.97%의 비율을 차지했고 추진국면에 소요한 시간은 $.72 \pm .11$ 초로 전체 소요시간의 24.07%의 비율을 차지했으며 활주국면에 소요한 시간은 $.95 \pm .31$ 초로 전체 소요시간의 31.96%의 비율을 차지하였다. 세가지의 국면에서 시간이 가장 많이 소요된 국면은 회복국면이었으며 그 다음으로 활주국면, 추진국면의 순서로 나타났다.

숙련자의 킥 유형별로 살펴보면 플러터 킥 유형의 경우 전체 소요시간 3.600에 대한 회복국면의 39.82%, 추진국면의 24.07%, 활주국면의 36.11%로 회복국면은 전체 평균보다 0.094초 더 소요됐으며 추진국면은 0.146초, 활주국면은 0.350초 더 소요된 것으로 나타났다. 돌핀 킥 유형의 경우 전체 소요시간은

2.483초로 회복국면의 30.87%, 추진국면의 23.49%, 활주국면의 45.64%의 비율을 나타냈으며 전체평균보다 회복국면은 0.574초, 추진국면은 0.136초 덜 소요하였으며 활주국면은 0.183초 더 소요된 것으로 나타났다. 사이드 킥 유형의 경우 전체 소요시간은 3.317초로 회복국면의 41.71%, 추진국면의 24.62%, 활주국면의 33.67%의 비율을 나타냈으며 전체 평균보다 회복국면은 0.043초, 추진국면은 0.097초, 활주국면은 0.167초 더 소요된 것으로 나타났다.

미숙련자의 킥 유형별로 살펴보면 플러터 킥 유형의 경우 전체 소요시간은 2.967초로 회복국면의 58.43%, 추진국면의 24.72%, 활주국면의 16.85%로 나타났으며 전체 평균보다 회복국면은 0.394초, 추진국면은 0.013초가 더 소요되었으며 활주국면은 0.45초 덜 소요된 것으로 나타났다. 돌핀 킥 유형의 경우 전

표 4. 흰 킥 유형에 따른 국면별 소요시간

		(단위 : frame, sec, %)			
숙련도	유형	회복국면	추진국면	활주국면	Total
	Flutter	86(1.434)	52(0.866)	78(1.300)	216(3.600)
Skill	Dolphin	46(0.766)	35(0.584)	68(1.133)	149(2.483)
	Side	83(1.383)	49(0.817)	67(1.117)	199(3.317)
비율	Flutter	39.82	24.07	36.11	100
	Dolphin	30.87	23.49	45.64	100
	Side	41.71	24.62	33.67	100
Unskill	Flutter	104(1.734)	44(0.733)	30(0.500)	178(2.967)
	Dolphin	49(0.816)	41(0.684)	58(0.966)	148(2.466)
	Side	118(1.917)	39(0.650)	40(0.666)	197(3.283)
비율	Flutter	58.43	24.72	16.85	100
	Dolphin	33.11	27.70	39.19	100
	Side	59.90	19.80	20.30	100
Total	M±SD	81.00±28.90 (1.34±.47)	43.33±6.35 (.72±.11)	56.83±18.33 (.95±.31)	181.17±28.02 (3.02±.47)
	비율	43.97	24.07	31.96	100

체 소요시간은 2.466초로 회복국면이 33.11%, 활주국면이 27.70%, 추진국면이 39.19%의 비율을 차지하였고 전체 평균보다 회복국면은 0.524초, 추진국면은 0.036초 덜 소요되었으며 활주국면은 0.016초 더 소요된 것으로 나타났다. 사이드 킥 유형의 경우 전체 소요시간은 3.283초로 회복국면이 59.90%, 추진국면이 19.80%, 활주국면이 20.30%의 비율을 차지하였으며 전체 평균보다 회복국면은 0.577초가 더 소요되었으며 추진국면은 0.07초, 활주국면은 0.284초 덜 소요된 것으로 나타났다.

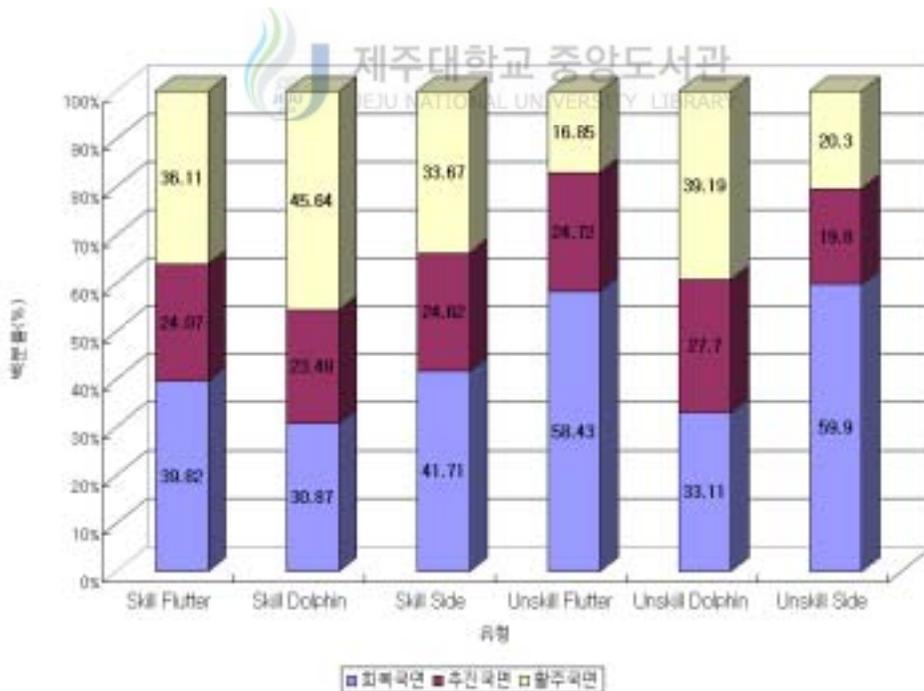


그림 8. 흰 킥 유형에 따른 국면별 소요시간

2. 선운동 변인

1) 신체중심의 변위

흰 킱 유형별 모든 국면에서 진행방향(Y)으로 신체 중심의 변위를 분석한 결과는 <표 5> 및 <그림 9>과 같다.

숙련자의 흰 킱 유형별로 신체중심변위를 살펴보면 플러터 킱 유형의 경우 추진 국면에서 43.74cm, 활주국면에서 73.40cm의 신체중심의 위치가 변하여 추진과 활주에서 모두 117.14cm의 신체중심위치의 변화를 보였다. 돌핀 킱 유형의 경우 추진국면에서 34.47cm, 활주국면에서 72.00cm의 신체중심위치가 변하여 추진과 활주에서 모두 106.47cm의 신체중심위치의 변화를 보였다. 사이드 킱 유형의 경우 추진국면에서 27.96cm, 활주국면에서 53.67cm의 신체중심위치가 변하여 추진과 활주에서 모두 81.63cm의 신체중심위치의 변화를 보였다.

미숙련자의 흰 킱 유형별 신체중심변위를 살펴보면 플러터 킱 유형의 경우 추진국면에서 40.81cm, 활주국면의 30.24cm의 신체중심위치가 변하여 추진과 활주에서 모두 71.05cm의 신체중심위치의 변화를 보였다. 돌핀 킱 유형의 경우 추진 국면에서 36.87cm, 활주국면에서 47.01cm의 신체중심위치가 변하여 추진과 활주에서 모두 83.88의 신체중심위치의 변화를 보였다. 사이드 킱 유형의 경우 추진국면에서 33.20cm, 활주국면에서 34.78cm의 신체중심위치의 변화를 보여 추진과 활주에서 모두 67.98의 신체중심위치의 변화를 보였다.

숙련자에서는 플러터 킱, 돌핀 킱, 사이드 킱 유형의 순서로 신체중심변위의 차이를 보였으며 미숙련자에서는 돌핀 킱, 플러터 킱, 사이드 킱 유형의 순서로 신체중심변위의 차이를 보였다. 그리고, 숙련자에서는 플러터 킱, 돌핀 킱, 사이드 킱 유형 모두 활주국면에서 더 많은 신체중심변위의 양상을 보였지만 미숙련자에서는 플러터 킱 유형의 경우 추진국면보다 활주국면에서 더 작은 신체중심변위의 양상을 보였으며 돌핀 킱, 사이드 킱 유형의 경우에서 추진국면

보다 활주국면에서 조금 더 많거나 비슷한 양상의 신체중심변위를 보인 것으로 나타났다.

표 5. 진행방향(Y)에서 흰 킱 유형에 따른 국면별 신체 중심의 변위

(단위 : cm)

숙련도	유형	회복국면	추진국면	활주국면	추진+ 활주
	Flutter	0.77	43.74	73.40	117.14
Skill	Dolphin	31.28	34.47	72.00	106.47
	Side	-10.33	27.96	53.67	81.63
Unskill	Flutter	59.01	40.81	30.24	71.05
	Dolphin	33.01	36.87	47.01	83.88
	Side	39.55	33.20	34.78	67.98

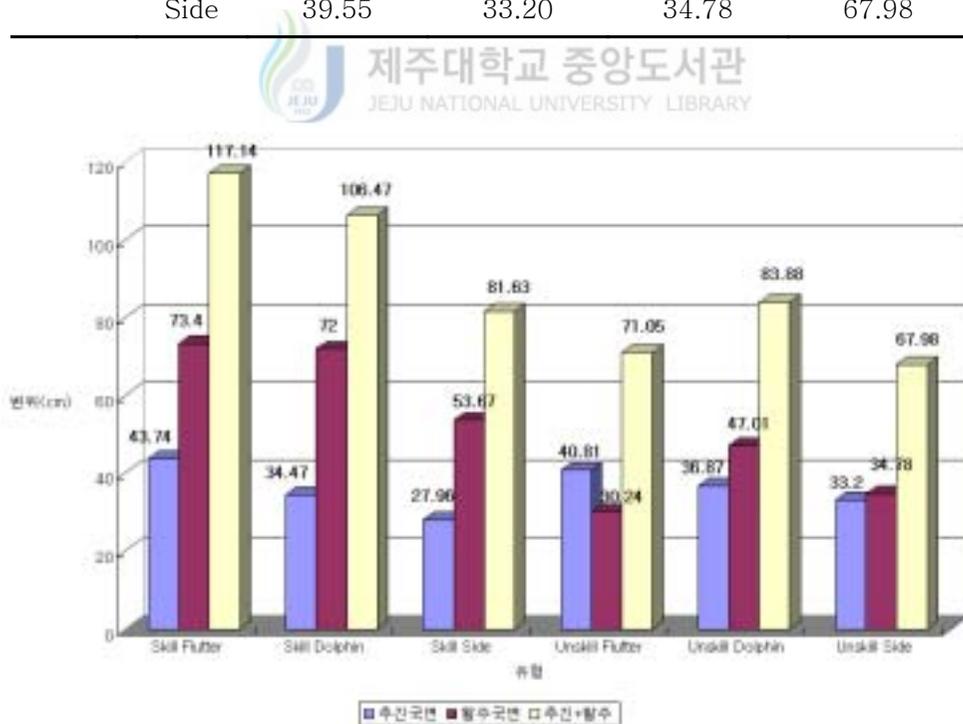


그림 9. 진행방향(Y)에서 추진국면, 활주국면의 신체중심의 변위

흰 킱 유형별 좌우방향(X)와 상하방향(Z)에서 국면별 평균 신체중심의 변위는 <표 6>, <표 7> 및 <그림 10>, <그림 11>과 같다.

좌우방향(X)에서 숙련자의 흰 킱 유형별 신체중심변위를 살펴보면 회복국면에서 돌핀 킱 유형은 플러터 킱, 사이드 킱 유형과 통계적으로 유의한 차이를 보였지만 플러터 킱 유형과 사이드 킱은 유의한 차이를 보이지 않았다. 추진국면과 활주국면에서는 세 유형이 각각 유의한 차이를 보였다. 미숙련자의 흰 킱 유형별 신체중심변위는 회복국면에서는 돌핀 킱 유형은 플러터 킱과 사이드 킱 유형과는 유의한 차이를 보였지만 플러터 킱과 사이드 킱 유형 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았고 추진국면, 활주국면에서 모두 세 유형이 각각 유의한 차이를 보였다.

상하방향(Y)에서 숙련자의 흰 킱 유형별 신체중심변위를 살펴보면 회복국면, 추진국면, 활주국면 모두에서 플러터 킱, 돌핀 킱, 사이드 킱 유형이 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 미숙련자의 경우 신체중심변위는 회복국면에서는 플러터 킱, 돌핀 킱, 사이드 킱 유형 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였으며

표 6. 좌우방향(X)과 상하방향(Z)에서 유형에 따른 국면별 평균 신체중심변위

(단위 : cm)

숙련도	유형	회복국면		추진국면		활주국면	
		X	Z	X	Z	X	Z
Skill	Flutter	.83±1.23 ^b	-4.61±1.97 ^a	5.39±1.52 ^c	-7.21±.63 ^b	1.25±1.87 ^c	-6.61±1.50 ^c
	Dolphin	-1.89±.96 ^a	.54±4.42 ^b	-3.28±.83 ^a	-13.06±2.63 ^a	-.69±.79 ^b	2.41±2.65 ^b
	Side	1.18±1.42 ^b	6.15±4.91 ^c	.56±.25 ^b	20.21±2.36 ^c	-2.48±1.44 ^a	24.21±1.53 ^a
F		99.51	164.87	747.80	3631.33	118.56	4686.10
P		.000	.000	.000	.000	.000	.000
Unskill	Flutter	-1.06±1.56 ^b	2.82±2.09 ^b	-4.60±.99 ^a	10.36±1.19 ^b	-6.49±.35 ^a	15.37±1.51 ^b
	Dolphin	.25±.60 ^b	6.23±2.84 ^c	3.29±.96 ^c	5.66±2.49 ^a	3.03±.88 ^c	15.29±2.26 ^b
	Side	-.84±.56 ^a	.96±3.50 ^a	-1.03±.65 ^b	11.27±1.15 ^b	.53±.95 ^b	14.09±1.68 ^a
F		26.74	58.32	841.83	125.147	1357.04	5.57
P		.000	.000	.000	.000	.000	.005

a, b, c ; significant difference among group.

추진국면에서는 돌핀 킥 유형은 플러터 킥과 사이드 킥 유형과는 유의한 차이를 보였지만 플러터킥과 사이드 킥 유형 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았고 활주국면에서는 사이드 킥 유형은 플러터 킥과 돌핀 킥 유형과는 유의한 차이를 보였지만 플러터킥과 돌핀 킥 유형 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

각각의 유형에서 숙련도간에 차이를 살펴보면 플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥 유형 모두 회복국면, 추진국면, 활주국면 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.



표 7 . 좌우방향(X)과 상하방향(Z)에서 숙련도에 따른 국면별 평균 신체중심변위

(단위 : cm)

유형	숙련도	회복국면		추진국면		활주국면	
		X	Z	X	Z	X	Z
Flutter	Skill	.83±1.23	-4.61±1.97	5.39±1.52	-7.21±.63	1.25±1.87	-6.61±1.50
	Unskill	-1.06±1.56	2.82±2.09	-4.60±.99	10.36±1.19	-6.49±.35	15.37±1.51
	t	9.17	-25.19	37.32	-92.60	22.49	-68.16
	p	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Dolphin	Skill	-1.89±.96	.54±4.42	-3.28±.83	-13.06±2.63	-.69±.79	2.41±2.65
	Unskill	.25±.60	6.23±2.84	3.29±.96	5.66±2.49	3.03±.88	15.29±2.26
	t	-13.27	-7.59	-31.68	-31.83	-24.99	-29.08
	p	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Side	Skill	1.18±1.42	6.15±4.91	.56±.25	20.21±2.36	-2.48±1.44	24.21±1.53
	Unskill	-.84±.56	.96±3.50	-1.03±.65	11.27±1.15	.53±.95	14.09±1.68
	t	14.08	8.82	15.65	21.72	-11.74	31.96
	p	.000	.000	.000	.000	.000	.000

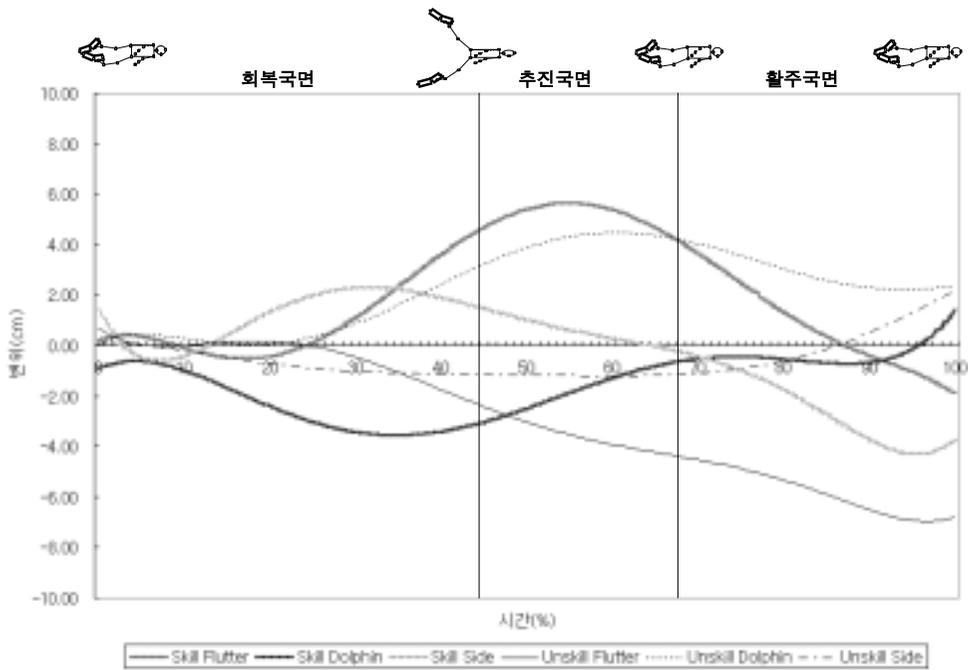


그림 10. 좌우방향(X)에서 국면별 신체중심의 변위

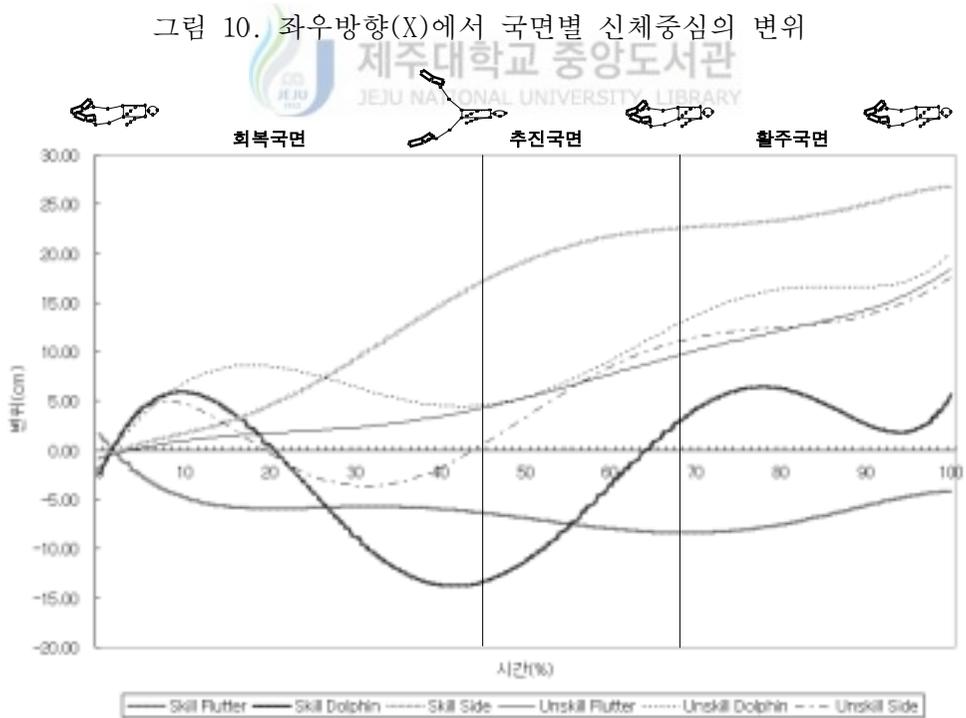


그림 11. 상하방향(Z)에서 국면별 신체중심의 변위

2) 신체중심의 속도

진행방향(Y)에서 각 국면별 흰 킥 유형에 따른 신체중심속도의 차이는 <표 8>, <표 9> 및 <그림 12>, <그림 13>와 같다.

진행방향(Y)에서 숙련자의 흰 킥 유형에 따른 신체중심속도를 살펴보면 회복 국면에서 세가지 유형에서 유의한 차이를 보였다. 돌핀 킥 유형의 신체중심속도가 평균 40.38cm/s에 이르고 플러터 킥 유형이 0.52cm/s이며 사이드 킥 유형은 -7.57cm/s였다. 추진국면에서는 플러터 킥 유형과 돌핀 킥 유형은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아서 각각 평균 51.42cm/s와 59.83cm/s의 속도를 보였지만 사이드 킥 유형은 나머지 두 킥 유형과 통계적으로 유의한 차이를 보이면서 평균 35.01cm/s의 상대적으로 낮은 속도를 나타냈다. 활주국면에서는 세 가지 유형 모두에서 유의한 차이를 보였는데 돌핀 킥 유형이 평균 63.34cm/s의 속도로 가장 빨랐으며 그 다음이 플러터 킥 유형으로 평균 56.33cm/s의 속도를 보였고 마지막으로 사이드 킥 유형이 평균 47.81의 속도로

표 8. 진행방향(Y)에서 유형에 따른 국면별 신체 중심의 속도

		(단위 : cm/s)					
숙련도	유형	회복국면		추진국면		활주국면	
		M±SD	Max	M±SD	Max	M±SD	Max
	Flutter	.52±10.29 ^b	99.22	51.42±35.97 ^b	94.45	56.33±19.48 ^b	
	Skill Dolphin	40.38±21.11 ^c	89.72	59.83±14.13 ^b	100.57	63.34±14.77 ^c	
	Side	-7.57±6.79 ^a	78.07	35.01±30.66 ^a	68.47	47.81±10.08 ^a	
	F	236.86		7.76		16.95	
	P	.000		.001		.000	
Un skill	Flutter	33.88±13.73 ^c	82.03	56.32±15.75	84.31	59.99±13.64 ^b	
	Dolphin	40.04±10.39 ^b	68.26	54.09±6.30	68.45	48.58±9.23 ^a	
	Side	20.05±14.91 ^a	80.17	51.09±20.62	76.03	51.98±11.84 ^a	
	F	48.02		.86		10.28	
	P	.000		.426		.000	

a, b, c ; significant difference among group.

가장 낮은 속도를 보였다.

진행방향(Y)에서 미숙련자의 흰 킱 유형에 따른 신체중심속도를 살펴보면 회복국면에서는 세가지 유형에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 돌핀 킱 유형이 평균 40.04cm/s, 플러터 킱이 평균 33.88cm/s, 사이드 킱 유형이 20.05cm/s의 속도를 보였다. 그런 반면 추진국면에서는 신체중심속도가 세가지 유형에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 활주국면에서는 플러터 킱 유형이 평균 59.99cm/s로 돌핀 킱 유형의 평균 48.58cm/s와 사이드 킱 유형의 평균 51.98cm/s에 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 돌핀 킱 유형과 사이드 킱 유형은 유의한 차이를 보이지 않았다.

진행방향(Y)에서 흰 킱 유형별 숙련도에 따른 국면별 신체중심속도를 살펴보면 다음과 같다.

표 9. 진행방향(Y)에서 숙련도에 따른 국면별 신체 중심의 속도

유형	숙련도	제주대학교 중앙도서관 (단위 : cm/s)				
		회복국면	추진국면	활주국면		
		M±SD	Max	M±SD	Max	M±SD
Flutter	Skill	.52±10.29	99.22	51.42±35.97	94.45	56.33±19.48
	Unskill	33.88±13.73	82.03	56.32±15.75	84.31	59.99±13.64
	t	-18.72		-.84		-.94
	P	.000		.404		.347
Dolphin	Skill	40.38±21.11	89.72	59.83±14.13	100.57	63.34±14.77
	Unskill	40.04±10.39	68.26	54.09±6.30	68.45	48.58±9.23
	t	.10		2.35		6.59
	P	.918		.022		.000
Side	Skill	-7.57±6.79	78.07	35.01±30.66	68.47	47.81±10.08
	Unskill	20.05±14.91	80.17	51.09±20.62	76.03	51.98±11.84
	t	-15.85		-2.95		-1.94
	P	.000		.004		.055

플러터 킥 유형에서는 회복국면에서는 숙련자와 미숙련자 사이에 유의한 차이를 보였지만 추진국면과 활주국면 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 돌핀 킥 유형에서는 회복국면에서는 숙련자와 미숙련자 사이에 유의한 차이가 나타나지 않았지만 추진국면에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이며 숙련자가 평균 59.83cm/s의 속도로 미숙련자의 평균 54.09cm/s의 속도보다 빠르게 나타났으며 활주국면에서도 유의한 차이를 보였으며 숙련자가 평균 63.34cm/s의 속도로 미숙련자의 평균 48.58cm/s의 속도보다 빠른 양상을 보였다.

사이드 킥 유형에서는 회복국면과 추진국면에서 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 반해 활주국면에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

또한, 신체중심추진에 영향을 미치는 추진국면과 활주국면에서의 신체중심 최대 속도를 살펴보면 숙련자의 경우 추진국면에서 플러터 킥 유형이 99.22cm/s, 돌핀 킥 유형이 89.72cm/s, 사이드 킥 유형이 78.07cm/s의 속도로 플러터 킥 유형, 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형의 순서로 속도의 빠르기가 나타났으며 활주국면에서의 최고속도는 플러터 킥 유형이 94.45cm/s, 돌핀 킥 유형이 100.57cm/s, 사이드 킥 유형이 68.47cm/s의 속도를 나타내어 돌핀 킥 유형, 플러터 킥 유형, 사이드 킥 유형의 순서로 빠르기를 보였다. 이에 반해 미숙련자에서는 조금 다른 양상을 보였는데 추진국면에서는 플러터 킥 유형이 82.03cm/s, 돌핀 킥 유형이 68.26cm/s, 사이드 킥 유형이 80.17cm/s의 속도를 나타내어 플러터 킥, 사이드 킥, 돌핀 킥 유형의 순서로 빠르기를 보였다. 그리고, 미숙련자의 활주국면에서는 플러터 킥 유형이 84.31cm/s, 돌핀 킥 유형이 68.45cm/s, 사이드 킥 유형이 76.03cm/s의 속도로 추진국면에서와 마찬가지로 플러터 킥, 사이드 킥, 돌핀 킥 유형의 순서로 빠르기를 보였다.

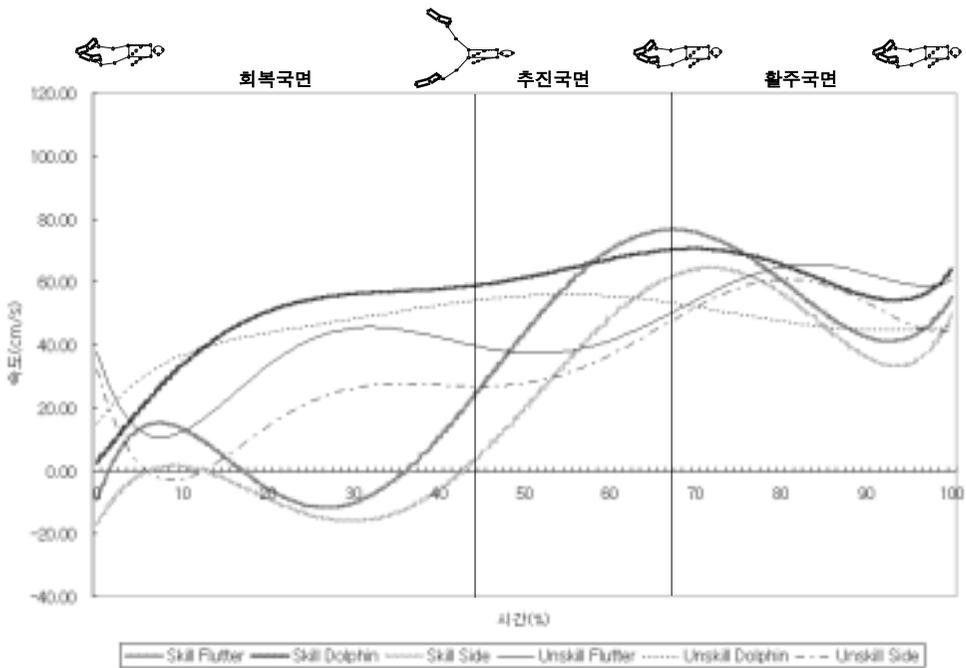


그림 12. 진행방향(Y)에서 국면별 신체중심속도의 변화

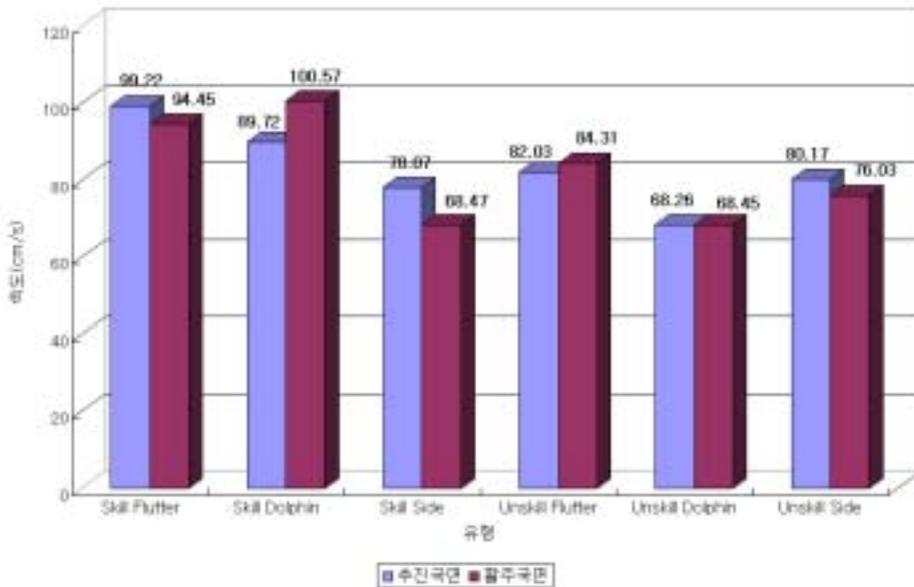


그림 13. 진행방향(Y)에서 추진국면과 활주국면의 최대 신체중심속도

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후경각 및 좌우경각

흰 킱 유형에 따른 국면별 동체의 전후 경각과 좌우 경각을 분석한 결과는 <표 10>, <표 11> 및 <그림 14>, <그림 15>와 같다. 본 연구에서 전후경각이란 피험자가 흰 킱을 하는 동안 피험자의 우측면에서 보았을 때 피험자 전후의 동체경사각을 의미하고 좌우경각이란 피험자가 흰 킱을 하는 동안 피험자의 전면에서 보았을 때 피험자 좌우의 동체경사각을 의미한다.

숙련자의 국면별 동체의 전후경각을 유형별로 살펴본다면 다음과 같다. 플러터 킱 유형의 경우 회복국면에서 평균 15.54도였다가 추진국면에서는 평균 7.48도, 다시 활주국면에서는 평균 9.69도의 전후경각을 나타냈고 돌핀 킱 유형의 경우 회복국면에서 평균 20.18도, 추진국면에서 평균 10.16도, 활주국면에서는 평균 24.55도를 나타냈으며 사이드 킱 유형의 경우 회복국면에서 평균 10.20도, 추진국면에서 11.03도, 활주국면에서 12.02도로 나타났다. 회복국면에서는 세 유형의 유의한 차이가 나타났으며 추진국면에서는 플러터 킱 유형이 돌핀 킱 유형과 사이드 킱 유형에 유의한 차이를 보였지만 돌핀 킱 유형과 사이드 킱 유형 사이에는 유의한 차이가 없었다. 활주국면에서는 세가지 유형 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

숙련자의 국면별 동체의 좌우경각을 유형별로 살펴본다면 다음과 같다. 플러터 킱 유형의 경우 회복국면에서는 평균 101.13도, 추진국면에서 평균 96.68도, 활주국면에서 평균 93.41도를 보였으며 돌핀 킱 유형의 경우 회복국면에서는 평균 90.28도, 추진국면에서 평균 87.16도, 활주국면에서 평균 90.30도를 보였고 사이드 킱 유형의 경우 회복국면에서는 평균 94.31도, 추진국면에서는 평균 92.75도, 활주국면에서 평균 94.37도를 보였다. 좌우경각에서는 플러터 킱, 돌핀 킱, 사이드 킱 유형의 경우 회복국면, 추진국면, 활주국면의 모든 국면에서

세가지 유형 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

휨 킥 유형별 숙련도의 차이에 따른 국면별 전후경각을 살펴보면 다음과 같다. 플러터 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자 평균 15.54도, 미숙련자 평균 9.69도로 유의한 차이를 보였고 추진국면에서 숙련자 평균 7.48도, 미숙련자 평균 5.97도로 유의한 차이를 보였으며 활주국면에서 숙련자 평균 9.69도, 미숙련자 평균 5.42도로 유의한 차이를 보였다. 돌핀 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자와 미숙련자 각각 평균 20.18도와 22.42도를 보여 유의한 차이가 없었으며 추진국면에서도 숙련자와 미숙련자 각각 평균 10.16도와 13.90도를 보여 통계적으로 유의한 차이가 없었지만 활주국면에서는 숙련자 평균 24.55도, 미숙련자 평균 32.52도를 보여 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 사이드 킥 유형의 경우 회복국면, 추진국면, 활주국면의 모든 국면에서 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 회복국면에서는 숙련자와 미숙련자 평균이 각각 10.20도와 14.44도로 나타났고 추진국면에서는 숙련자와 미숙련자 평균이 각각 11.03도와 15.56도로 나타났으며 활주국면에서는 숙련자와 미숙련자 평균이 각각 12.02도

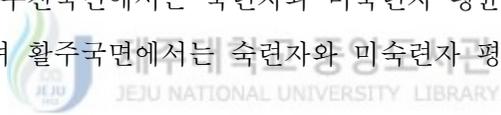


표 10. 휨 킥 유형에 따른 국면별 동체의 전후경각과 좌우경각

(단위 : deg)

숙련도	유형	회복국면		추진국면		활주국면	
		전후경각	좌우경각	전후경각	좌우경각	전후경각	좌우경각
Skill	Flutter	15.54±4.72 ^b	101.13±2.39 ^c	7.48±1.41 ^a	96.68±.97 ^c	9.69±1.59 ^a	93.41±1.43 ^b
	Dolphin	20.18±10.16 ^c	90.28±2.01 ^a	10.16±3.44 ^b	87.16±1.54 ^a	24.55±5.54 ^c	90.30±2.60 ^a
	Side	10.20±3.98 ^a	94.31±1.89 ^b	11.03±2.87 ^b	92.75±2.31 ^b	12.02±1.33 ^b	94.37±.60 ^c
F		42.61	449.16	25.37	328.50	398.33	102.15
P		.000	.000	.000	.000	.000	.000
Un skill	Flutter	9.69±1.25 ^a	96.78±2.23 ^c	5.97±1.17 ^a	94.39±1.01 ^c	5.42±.45 ^a	93.51±.72 ^c
	Dolphin	22.42±11.15 ^c	89.59±.78 ^a	13.90±11.62 ^b	90.74±.81 ^b	32.52±1.45 ^c	88.91±1.31 ^b
	Side	14.44±4.41 ^b	91.47±2.01 ^b	15.56±1.94 ^b	89.34±1.94 ^a	17.15±1.21 ^b	87.33±.80 ^a
F		87.48	312.21	24.01	162.86	5305.03	312.75
P		.000	.000	.000	.000	.000	.000

a, b, c ; significant difference among group.

와 17.15도로 나타났다.

휨 킥 유형별 숙련도의 차이에 따른 국면별 좌우경각을 살펴보면 다음과 같다. 플러터 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자는 평균 101.13도, 미숙련자는 평균 96.78도를 보여 유의한 차이를 나타냈고 활주국면에서 숙련자는 평균 96.68도, 미숙련자는 평균 94.39도를 보여 유의한 차이를 나타냈지만 활주국면에서는 숙련자 평균 93.41도, 미숙련자 평균 93.51도를 보여 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 돌핀 킥 유형의 경우는 숙련자와 미숙련자 사이에 세 국면 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났는데 회복국면에서는 숙련자 평균 90.28도, 미숙련자 평균 89.59도, 추진국면에서는 숙련자 평균 87.16도, 미숙련자 평균 90.74도, 활주국면에서는 숙련자 평균 90.30도, 미숙련자 평균 88.91도를 보였다. 사이드 킥 유형의 경우에서도 숙련자와 미숙련자 사이에 세 국면 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났는데 회복국면에서는 숙련자 평균 94.31도, 미숙련자 평균 91.47도, 추진국면에서 숙련자 평균 92.75도, 미숙련자 평균 89.34도, 활주국면에서는 숙련자 평균 94.37도, 미숙련자 평균 87.33도로 나타났다.

표 11. 숙련도에 따른 국면별 동체의 전후경각과 좌우경각

(단위 : deg)

유형	숙련도	회복국면		추진국면		활주국면	
		전후경각	좌우경각	전후경각	좌우경각	전후경각	좌우경각
Flutter	Skill	15.54±4.72	101.13±2.39	7.48±1.41	96.68±.97	9.69±1.59	93.41±1.43
	Unskill	9.69±1.25	96.78±2.23	5.97±1.17	94.39±1.01	5.42±.45	93.51±.72
	t	12.21	13.03	5.64	11.34	14.44	-.36
	P	.000	.000	.000	.000	.000	.718
Dolphin	Skill	20.18±10.16	90.28±2.01	10.16±3.44	87.16±1.54	24.55±5.54	90.30±2.60
	Unskill	22.42±11.15	89.59±.78	13.90±11.62	90.74±.81	32.52±1.45	88.91±1.31
	t	-1.03	2.27	-1.84	-12.96	-10.64	3.70
	P	.305	.025	.071	.000	.000	.000
Side	Skill	10.20±3.98	94.31±1.89	11.03±2.87	92.75±2.31	12.02±1.33	94.37±.60
	Unskill	14.44±4.41	91.47±2.01	15.56±1.94	89.34±1.94	17.15±1.21	87.33±.80
	t	-7.03	10.16	-8.42	7.39	-20.00	51.52
	P	.000	.000	.000	.000	.000	.000

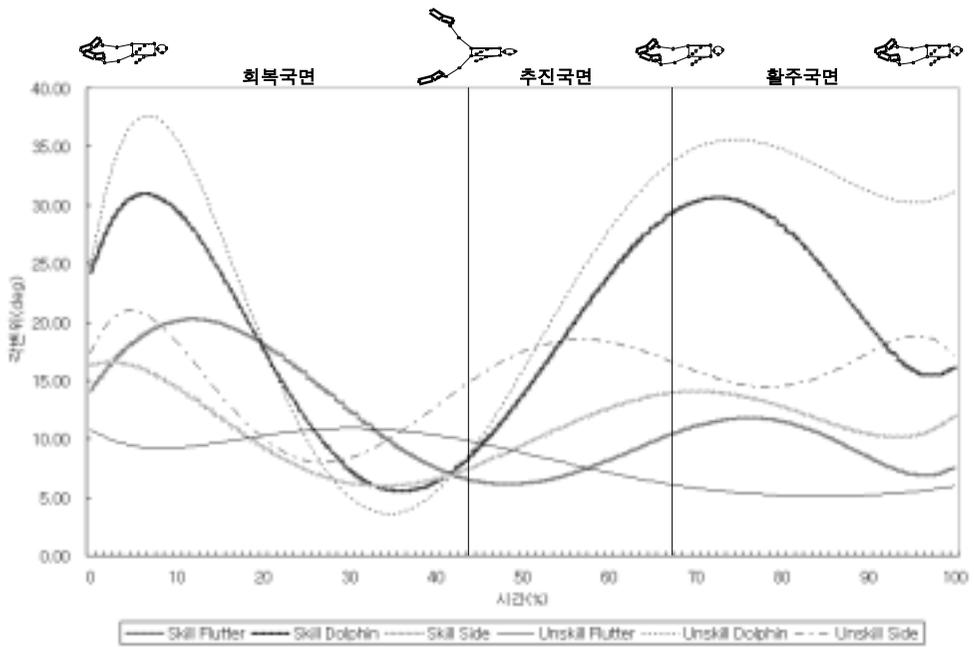


그림 14. 동체의 국면별 전후경각의 변화

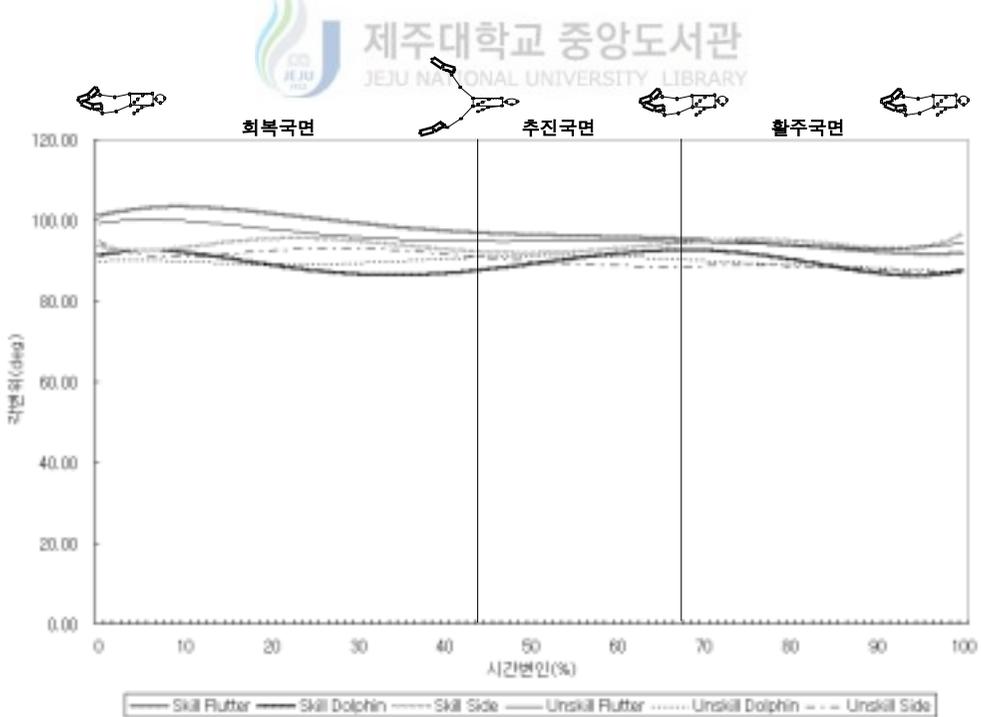


그림 15. 동체의 국면별 좌우경각의 변화

2) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절, 좌우하지각)

흰 킱 유형에 따른 국면별 하지관절의 상대각도는 <표 12>, <표 13>, <표 14>, <표 15>, <표 16>, <표 17> 및 <그림 16>, <그림 17>과 같다. 여기에서 좌우하지각(LR leg angle)이란 왼쪽과 오른쪽의 대퇴가 이루는 각을 의미한다.

숙련자의 유형에 따른 국면별 하지관절의 상대각도를 살펴보면 다음과 같다. 회복국면에서는 오른쪽 무릎관절의 상대각도만 제외하고 모든 하지관절에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났는데 좌우하지각에서 보면 플러터 킱 유형은 평균 50.65도, 돌핀 킱 유형의 경우 평균 7.24도, 사이드 킱 유형의 경우 평균 33.13도를 나타내고 있는데 회복국면에서는 플러터 킱 유형이 양쪽 하지를 상하로 최대한 벌리게 되고 돌핀 킱 유형은 양쪽 하지를 모은채 무릎을 구부리게 되며 사이드 킱 유형의 경우는 양쪽 하지를 좌우방향으로 최대한 벌리게 된다. 이러한 동작의 차이 특성으로 인하여 모든 하지관절에서의 상대각도의 차이가

표 12. 회복국면에서 유형에 따른 상대각도 (단위 : deg)

숙련도	유형	회복국면						LR leg angle
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle	
Skill	Flutter	148.10	151.74	144.60	157.22	135.46	115.88	50.65
		±17.65 ^a	±9.05	±4.61 ^c	±14.74 ^{ab}	±15.33 ^a	±19.33 ^a	±37.41 ^c
	Dolphin	161.52	152.79	131.59	161.90	150.14	134.67	7.24
		±15.93 ^b	±28.80	±20.63 ^b	±12.35 ^b	±25.56 ^b	±16.50 ^b	±3.36 ^a
	Side	161.39	153.13	118.94	153.57	163.16	130.83	33.13
		±14.96 ^b	±7.00	±8.95 ^a	±12.74 ^a	±6.22 ^c	±16.87 ^b	±28.74 ^b
F	17.53	.19	107.80	5.80	66.00	22.64	32.80	
P	.000	.825	.000	.004	.000	.000	.000	
Un skill	Flutter	167.90	169.26	157.36	162.60	169.11	155.53	21.85
		±5.67 ^b	±3.16 ^b	±10.70 ^c	±9.44 ^b	±6.64 ^b	±8.03 ^b	±21.36 ^b
	Dolphin	160.80	164.55	130.90	158.92	164.50	125.20	9.72
		±7.19 ^a	±15.04 ^a	±14.98 ^a	±8.05 ^a	±12.21 ^a	±8.45 ^a	±4.46 ^a
	Side	163.84	166.61	149.68	156.84	168.38	152.59	19.26
		±9.83 ^b	±11.18 ^{ab}	±18.67 ^b	±6.51 ^a	±9.99 ^b	±15.11 ^b	±19.67 ^b
F	15.03	4.23	50.29	14.52	4.35	125.13	7.34	
P	.000	.016	.000	.000	.014	.000	.001	

a, b, c ; significant difference among group.

나타난 것으로 사료된다. 이러한 특성은 미숙련자에게서도 비슷한 양상으로 나타났다. 추진국면에서도 회복국면에서처럼 숙련자와 미숙련자의 모든 하지관절의 상대각도에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났는데 추진국면에서 플러터 킥 유형은 상하로 최대한 벌린 양쪽 하지를 모아주는 동작이고 돌핀 킥 유형의 경우 양쪽하지의 구부렸던 무릎을 펴주는 동작이며 사이드 킥 유형은 좌우로 최대한 벌린 양쪽 하지를 모아주는 동작이어서 모든 하지관절의 상대각도가 유의하게 나타난 것으로 사료된다. 반면, 활주국면에서는 모든 추진이 완료되고 활주하는 국면이므로 세 유형의 하지관절의 상대각도의 차이성이 의미있다고 사료되어 활주국면에서의 유형에 따른 하지관절의 상대각도를 살펴보았다. 활주국면에서도 모든 하지관절의 상대각도에서 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 숙련자의 경우 무릎에서의 상대각도는 플러터 킥 유형이 평균 168.09도(좌)와 167.37도(우), 돌핀 킥 유형이 평균 174.59도(좌)와 173.36도(우), 사이드 킥 유형이 평균 173.82도(좌)와 169.15도(우)로 나타나 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형, 플러터 킥 유형의 순서로 무릎이 펴져 있는 것으로 나타났다. 또한,

표 13. 추진국면에서 유형에 따른 상대각도 (단위 : deg)

숙련 도	유형	추진국면						LR leg angle
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle	
Skill	Flutter	158.07	168.08	143.41	144.54	148.49	152.66	50.42
		±20.06 ^b	±6.50 ^b	±7.53 ^c	±11.92 ^a	±20.54 ^b	±15.75 ^b	±36.17 ^b
	Dolphin	147.66	125.36	165.57	150.04	121.97	164.84	3.86
		±7.20 ^a	±38.56 ^a	±6.15 ^b	±8.03 ^{ab}	±38.71 ^a	±6.26 ^c	±1.64 ^a
	Side	161.77	162.55	126.14	151.66	169.18	125.51	46.28
		±14.10 ^b	±6.49 ^b	±12.98 ^a	±16.19 ^b	±4.27 ^c	±18.00 ^a	±32.25 ^b
F	8.82	51.55	172.31	4.19	41.31	79.45	29.64	
P	.000	.000	.000	.017	.000	.000	.000	
Un skill	Flutter	169.69	174.75	159.82	160.23	165.60	166.08	16.67
		±5.45 ^b	±3.07 ^c	±2.95 ^b	±6.08	±7.03 ^a	±5.45 ^b	±17.51 ^{ab}
	Dolphin	159.94	161.56	162.84	158.52	161.65	163.54	9.74
		±8.48 ^a	±16.34 ^a	±8.54 ^b	±5.85	±10.76 ^a	±6.75 ^b	±4.98 ^a
	Side	159.21	168.81	138.85	160.48	171.71	150.58	23.56
		±10.63 ^a	±6.55 ^b	±15.71 ^a	±8.18	±4.26 ^b	±10.33 ^a	±20.63 ^b
F	20.85	17.59	65.13	1.01	16.65	47.21	7.62	
P	.000	.000	.000	.364	.000	.000	.001	

a, b, c ; significant difference among group.

숙련자의 경우 좌우하지에서 상대각도는 플러터 킥 유형이 평균 4.45도, 돌핀 킥 유형이 평균 6.63도, 사이드 킥 유형이 평균 8.51도로 나타나 플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥 유형의 순서로 양쪽 하지를 잘 모은 것으로 나타났다. 미숙련자의 경우에는 숙련자와는 조금 다른 양상을 보였는데 무릎에서의 상대각도는 플러터 킥 유형, 사이드킥 유형, 돌핀 킥 유형의 순서로 무릎이 펴져 있는 것으로 나타났고 좌우하지에서 상대각도는 사이드 킥, 플러터 킥, 돌핀 킥 유형의 순서로 다리가 잘 모아진 것으로 나타났다.

흰 킥 유형별 숙련도의 차이에 따른 국면별 하지의 상대각도를 살펴보면 다음과 같다. 플러터 킥 유형의 경우 좌우하지각이 회복국면에서 숙련자는 평균 50.65도, 미숙련자는 평균 21.85도를 나타내어 유의한 차이를 보였으며 추진국면에서 추진국면에서도 숙련자는 평균 50.42도, 미숙련자는 평균 16.67도를 나타내어 유의한 차이를 보였지만 활주국면에서는 숙련자 평균 4.45도, 미숙련자 평균 4.61도로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 돌핀 킥 유형의 경우 무릎에서의 상대각도가 회복국면에서 숙련자는 평균 152.79도(좌)와 150.14도

표 14. 활주국면에서 유형에 따른 상대각도 (단위 : deg)

숙련도	유형	활주국면						LR leg angle
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle	
Skill	Flutter	175.75	168.09	155.48	168.49	167.37	151.53	4.45
		±2.53 ^b	±3.84 ^a	±2.74 ^c	±4.42 ^b	±1.68 ^a	±3.02 ^b	±3.09 ^a
	Dolphin	158.75	174.59	140.49	162.96	173.36	138.25	6.63
		±15.05 ^a	±2.79 ^b	±10.24 ^a	±11.00 ^a	±3.39 ^c	±6.03 ^a	±2.75 ^b
	Side	174.12	173.82	152.83	168.13	169.15	157.07	8.51
		±1.59 ^b	±.65 ^b	±3.27 ^b	±2.14 ^b	±2.45 ^b	±3.84 ^c	±2.08 ^c
F	81.57	116.76	113.95	14.14	102.26	324.92	41.15	
P	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
Un skill	Flutter	172.70	177.74	165.19	161.91	173.80	156.54	4.61
		±2.18 ^c	±.57 ^b	±.79 ^b	±2.56 ^a	±2.16 ^b	±4.32 ^a	±2.65 ^b
	Dolphin	160.27	174.83	150.93	166.15	168.75	154.89	10.47
		±6.61 ^a	±1.62 ^a	±3.70 ^a	±6.67 ^b	±2.61 ^a	±2.00 ^a	±1.81 ^c
	Side	164.79	177.36	164.65	171.07	169.73	167.66	2.51
		±1.72 ^b	±1.09 ^b	±5.29 ^b	±2.08 ^c	±1.89 ^a	±4.99 ^b	±1.52 ^a
F	69.52	70.54	204.06	31.68	48.93	149.22	216.26	
P	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	

a, b, c ; significant difference among group.

(우), 미숙련자는 평균 164.55도(좌)와 164.50도(우)로 유의한 차이를 보였고 추진국면에서 숙련자는 평균 125.36도(좌)와 121.97도(우), 미숙련자는 평균 161.54도(좌)와 161.65도(우)를 나타내어 유의한 차이를 보였으며 활주국면에서 숙련자는 174.59도(좌)와 173.36도(우), 미숙련자는 174.83도(좌)와 168.75도(우)를 나타내어 왼쪽 무릎에서의 상대각도에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 오른쪽 무릎에서의 상대각도에서는 유의한 차이를 보였다. 사이드 킥 유형의 경우 좌우하지각이 회복국면에서 숙련자는 평균 33.13도, 미숙련자는 19.26도로 통계적으로 유의한 차이를 보였고 추진국면에서 숙련자는 평균 46.28도, 미숙련자는 23.56도를 나타내어 유의한 차이를 보였으며 활주국면에서 숙련자는 평균 8.51도, 미숙련자는 2.51도를 나타내어 유의한 차이를 보였다.

표 15. 회복국면에서 숙련도에 따른 상대각도 단위 : deg)

유형	숙련도	회복국면						LR leg angle
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle	
Flutter	Skill	148.10	151.74	144.60	157.22	135.46	115.88	50.65
		±17.65	±9.05	±4.61	±14.74	±15.33	±19.33	±37.41
	Unskill	167.90	169.26	157.36	162.60	169.11	155.53	21.85
		±5.67	±3.16	±10.70	±9.44	±6.64	±8.03	±21.36
	t	-10.85	-18.54	-10.53	-3.06	-20.32	-19.13	6.69
P	.000	.000	.000	.003	.000	.000	.000	
Dolphin	Skill	161.52	152.79	131.59	161.90	150.14	134.67	7.24
		±15.93	±28.80	±20.63	±12.35	±25.56	±16.50	±3.36
	Unskill	160.80	164.55	130.90	158.92	164.50	125.20	9.72
		±7.19	±15.04	±14.98	±8.05	±12.21	±8.45	±4.46
	t	.29	-2.54	.19	1.42	-3.56	3.59	-3.09
P	.771	.013	.850	.159	.001	.001	.003	
Side	Skill	161.39	153.13	118.94	153.57	163.16	130.83	33.13
		±14.96	±7.00	±8.95	±12.74	±6.22	±16.87	±28.74
	Unskill	163.84	166.61	149.68	156.84	168.38	152.59	19.26
		±9.83	±11.18	±18.67	±6.51	±9.99	±15.11	±19.67
	t	-1.41	-9.77	-13.99	-2.39	-4.24	-9.63	4.08
P	.160	.000	.000	.018	.000	.000	.000	

표 16. 추진국면에서 숙련도에 따른 상대각도

(단위 : deg)

유형	숙련도	추진국면						LR leg angle
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle	
Flutter	Skill	158.07	168.08	143.41	144.54	148.49	152.66	50.42
		±20.06	±6.50	±7.53	±11.92	±20.54	±15.75	±36.17
	Unskill	169.69	174.75	159.82	160.23	165.60	166.08	16.67
		±5.45	±3.07	±2.95	±6.08	±7.03	±5.45	±17.51
	t	-3.73	-6.23	-13.58	-7.90	-5.27	-5.38	5.65
P	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
Dolphin	Skill	147.66	125.36	165.57	150.04	121.97	164.84	3.86
		±7.20	±38.56	±6.15	±8.03	±38.71	±6.26	±1.64
	Unskill	159.94	161.56	162.84	158.52	161.65	163.54	9.74
		±8.48	±16.34	±8.54	±5.85	±10.76	±6.75	±4.98
	t	-6.74	-5.47	1.58	-5.32	-6.29	.87	-6.67
P	.000	.000	.119	.000	.000	.389	.000	
Side	Skill	161.77	162.55	126.14	151.66	169.18	125.51	46.28
		±14.10	±6.49	±12.98	±16.19	±4.27	±18.00	±32.25
	Unskill	159.21	168.81	138.85	160.48	171.71	150.58	23.56
		±10.63	±6.55	±15.71	±8.18	±4.26	±10.33	±20.63
	t	.94	-4.48	-4.16	-3.10	-2.76	-7.74	3.82
P	.349	.000	.000	.003	.007	.000	.000	

표 17. 활주국면에서 숙련도에 따른 상대각도

(단위 : deg)

유형	숙련도	활주국면						LR leg angle
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle	
Flutter	Skill	175.75	168.09	155.48	168.49	167.37	151.53	4.45
		±2.53	±3.84	±2.74	±4.42	±1.68	±3.02	±3.09
	Unskill	172.70	177.74	165.19	161.91	173.80	156.54	4.61
		±2.18	±.57	±.79	±2.56	±2.16	±4.32	±2.65
	t	5.81	-13.68	-19.06	7.66	-16.45	-6.80	-.25
P	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.806	
Dolphin	Skill	158.75	174.59	140.49	162.96	173.36	138.25	6.63
		±15.05	±2.79	±10.24	±11.00	±3.39	±6.03	±2.75
	Unskill	160.27	174.83	150.93	166.15	168.75	154.89	10.47
		±6.61	±1.62	±3.70	±6.67	±2.61	±2.00	±1.81
	t	-.71	-.58	-7.36	-1.92	8.42	-20.09	-9.09
P	.477	.566	.000	.057	.000	.000	.000	
Side	Skill	174.12	173.82	152.83	168.13	169.15	157.07	8.51
		±1.59	±.65	±3.27	±2.14	±2.45	±3.84	±2.08
	Unskill	164.79	177.36	164.65	171.07	169.73	167.66	2.51
		±1.72	±1.09	±5.29	±2.08	±1.89	±4.99	±1.52
	t	28.40	-21.06	-14.29	-6.94	-1.27	-12.33	15.91
P	.000	.000	.000	.000	.206	.000	.000	

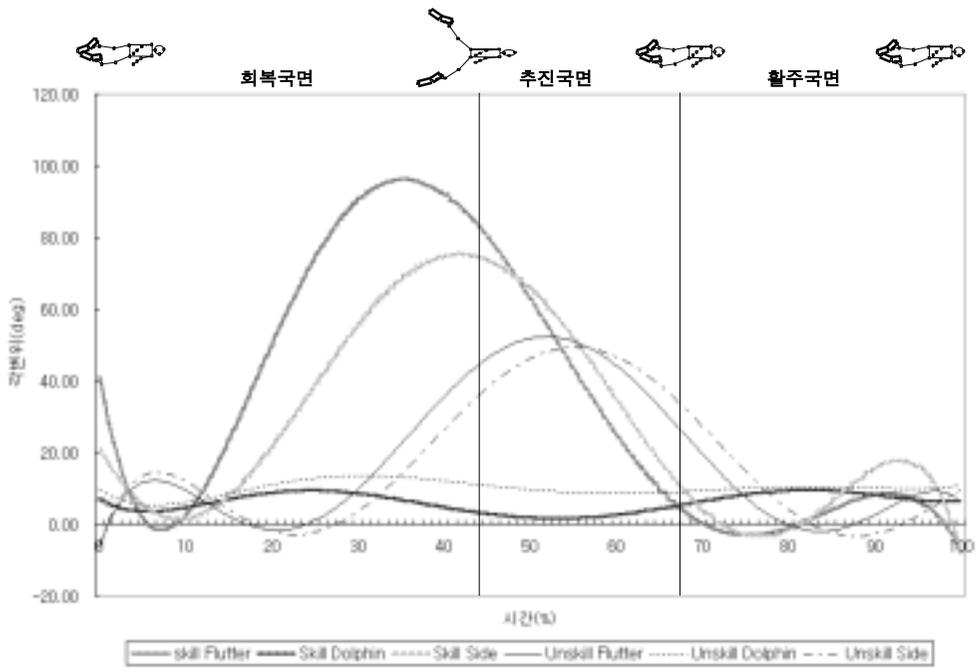


그림 16. 국면별 좌우하지각변위

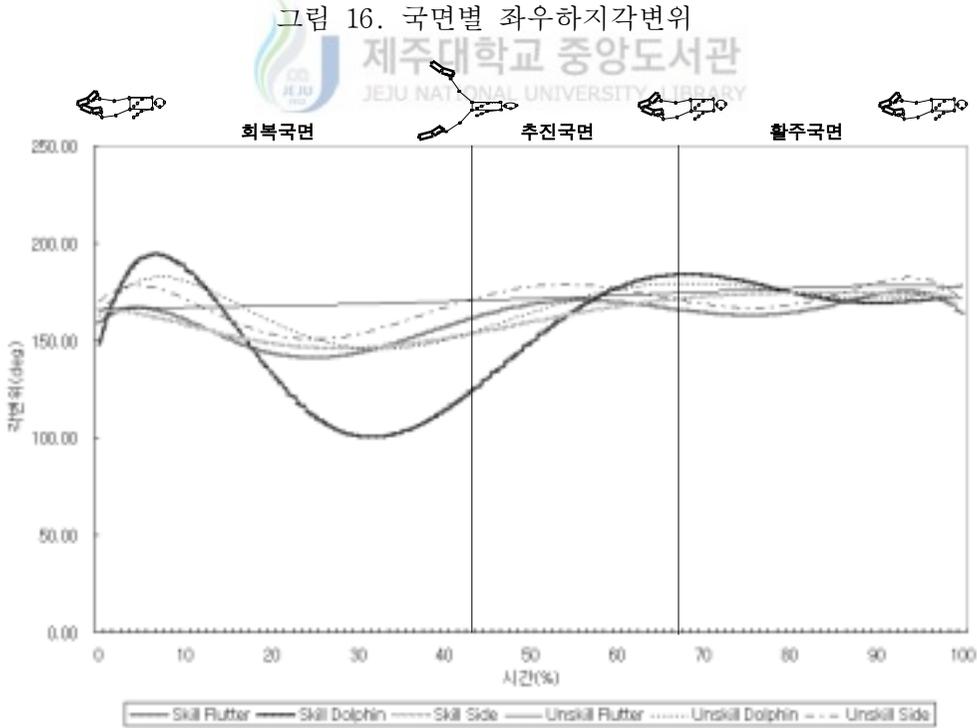


그림 17. 국면별 무릎각변위

recovery event와 end of gliding event에서 유형에 따른 숙련도별 하지관절의 상대각도는 <표 18>, <표 19>와 같다.

recovery event에서 플러터 킥 유형의 경우 양쪽의 하지를 최대한 상하로 벌리는 동작인데 숙련도별 좌우하지각을 살펴보면 숙련자는 112.30도, 미숙련자는 56.79도로 숙련자가 미숙련자보다 55.51도 더 벌린 것으로 나타났고 전후경각은 숙련자가 4.64도, 미숙련자가 7.08도로 미숙련자가 숙련자보다 2.44도 동체각이 세워져 있는 것으로 나타났다. 돌핀 킥 유형의 경우 recovery event에서 양쪽 무릎을 구부려야 하는 동작인데 숙련도별 양쪽 무릎의 상대각도를 살펴보면 숙련자는 81.29도(좌)와 79.10도(우), 미숙련자는 131.77도(좌)와 135.93도(우)를 나타내어 숙련자가 미숙련자보다 좌우 각각 50.48도와 56.83도 더 무릎을 구부린 것으로 나타났고 전후경각은 숙련자가 11.48도, 미숙련자가 1.79도로 숙련자가 미숙련자보다 9.69도 동체각이 세워져 있던 것으로 나타났다. 사이드킥 유형의 경우 recovery event에서 양쪽의 하지를 최대한 좌우로 벌리는 동작인데 숙련도별 좌우하지각을 살펴보면 숙련자는 86.65도, 미숙련자는 63.10도로 숙련자가 미숙련자보다 23.55도 더 벌린 것으로 나타났고 전후경각은 숙련자가 6.19도, 미숙련자가 20.30도로 미숙련자가 숙련자보다 14.11도 동체각이 세워져 있는 것으로 나타났다.

end of gliding event에서 플러터 킥 유형의 경우 recovery event에서 상하로

표 18. recovery event에서 숙련도에 따른 하지관절의 상대각도

(단위 : deg)

유형	숙련도	recovery event							
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle	LR leg angle	FR angle
Flutter	Skill	123.30	155.05	132.94	126.29	111.93	114.01	112.30	4.64
	Unskill	158.40	173.61	165.53	144.70	159.18	148.91	56.79	7.08
Dolphin	Skill	157.09	81.29	172.66	162.45	79.10	168.94	5.08	11.48
	Unskill	157.54	131.77	157.90	157.51	135.93	151.84	19.89	1.79
Side	Skill	139.20	152.28	108.33	135.76	162.25	98.61	86.65	6.19
	Unskill	139.53	176.81	142.76	151.71	175.59	147.08	63.10	20.30

최대한 벌렸던 양쪽 하지를 propulsion event에서 모아주고 그 모아준 양쪽 하지를 유지하면서 활주하는 동작인데 좌우하지각은 숙련자가 3.45도, 미숙련자가 9.37도로 미숙련자가 숙련자보다 5.92도 더 벌어져 있는 것으로 나타났고 전후경각은 숙련자가 6.52도, 미숙련자가 5.18도로 숙련자가 미숙련자보다 1.34도 동체각이 세워져 있는 것으로 나타났다. end of gliding event에서 돌핀 킥 유형의 경우 recovery event에서 구부렸던 양쪽 무릎을 propulsion event에서 펴주고 활주하는 동작인데 양쪽 무릎의 상대각도는 숙련자가 167.35도(좌)와 166.03도(우), 미숙련자가 178.81도(좌)와 172.74도(우)로 미숙련자가 숙련자보다 좌우 각각 11.46도, 6.71도 더 편 것으로 나타났고 좌우하지각은 숙련자가 6.15도, 미숙련자가 8.83도로 미숙련자가 숙련자보다 2.68도 더 양쪽 하지를 벌린 것으로 나타났으며 전후경각은 숙련자가 13.13도, 미숙련자가 28.12도로 미숙련자가 숙련자보다 14.99도 더 동체각이 세워졌던 것으로 나타났다. end of gliding event에서 사이드 킥 유형의 경우 recovery event에서 좌우로 최대한 벌렸던 양쪽 하지를 propulsion event에서 모아주고 그 모아준 양쪽 하지를 유지하면서 활주하는 동작인데 좌우하지각은 숙련자가 8.59도, 미숙련자가 3.19도로 숙련자가 미숙련자보다 5.4도 더 양쪽 하지를 벌린 것으로 나타났고 전후경각은 숙련자가 10.95도, 미숙련자가 18.34도로 미숙련자가 숙련자보다 7.39도 더 동체각이 세워져 있던 것으로 나타났다.

표 19. end of gliding event에서 숙련도에 따른 하지관절의 상대각도

(단위 : deg)

숙련도	유형	end of gliding event							LR leg angle	FR angle
		R hip	R knee	R ankle	L hip	L knee	L ankle			
Flutter	Skill	176.17	169.69	150.92	170.17	165.30	156.34	3.45	6.52	
	Unskill	169.83	177.85	164.67	163.26	169.81	148.17	9.37	5.18	
Dolphin	Skill	173.11	167.35	151.66	164.44	166.03	145.40	6.15	13.13	
	Unskill	171.47	178.81	144.57	177.04	172.74	149.20	8.83	28.12	
Side	Skill	174.03	171.25	147.04	166.74	168.19	152.36	8.59	10.95	
	Unskill	165.29	178.35	152.91	168.95	172.81	156.89	3.19	18.34	

3) 하지관절에서의 상대각속도(무릎관절, 좌우하지각)

유형에 따른 국면별 하지관절(무릎관절, 좌우하지각)의 상대각속도는 <표 20>, <표 21> 및 <그림 18>, <그림 19>과 같다.

숙련자의 유형에 따른 국면별 하지관절(무릎관절, 좌우하지각)의 상대각속도를 살펴보면 다음과 같다. 회복국면에서 무릎각속도와 좌우하지각속도에서 세 가지 유형 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타났는데 플러터 킥 유형의 경우 평균 4.65deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸고 돌핀 킥 유형의 경우 평균 111.96deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸으며 사이드 킥 유형의 경우 평균 8.46deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸다. 또한 플러터 킥 유형의 경우 평균 64.19deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 상하로 벌렸고 돌핀 킥 유형의 경우 평균 0.54deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 모았으며 사이드 킥 유형의 경우 평균 53.02deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 좌우로 벌렸다. 추진국면에서도 무릎각속

표 20. 유형에 따른 국면별 무릎각속도와 좌우하지각속도 (단위 : deg/s)

숙련도	유형	회복국면		추진국면		활주국면	
		Knee	LR leg angle	Knee	LR leg angle	Knee	LR leg angle
Skill	Flutter	-4.65	64.19	8.89	-110.62	5.73	-8.68
		±39.98 ^b	±89.98 ^b	±61.47 ^a	±99.66 ^a	±23.83 ^b	±31.51 ^a
	Dolphin	-111.96	-54	148.64	-10.59	-7.49	3.79
Uns kill	Dolphin	±97.10 ^a	±49.86 ^a	±170.04 ^b	±28.59 ^b	±19.09 ^a	±27.63 ^b
		-8.46	53.02	26.90	-89.85	-2.96	-3.90
	Side	±27.02 ^b	±72.01 ^b	±18.07 ^a	±105.62 ^b	±7.98 ^a	±22.66 ^{ab}
	F	69.85	11.67	25.36	13.75	9.63	3.71
	P	.000	.000	.000	.000	.000	.026
Uns kill	Flutter	2.89	28.60	6.21	-71.19	-1.14	10.98
		±22.85 ^b	±50.28	±21.76 ^a	±80.80 ^a	±17.29	±23.40 ^b
	Dolphin	-54.09	18.92	64.61	-13.34	3.03	-2.24
Uns kill	Dolphin	±70.21 ^a	±40.83	±62.87 ^b	±48.21 ^b	±24.56	±23.10 ^a
		1.20	28.15	-.57	-93.83	2.50	1.37
	Side	±53.96 ^b	±47.93	±64.44 ^a	±73.12 ^a	±23.21	±20.76 ^{ab}
	F	27.28	.803	18.90	14.61	.20	3.45
	P	.000	.449	.000	.000	.817	.035

a, b, c ; significant difference among group.

도와 좌우하지각속도에서 세가지 유형 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 플러터 킥 유형의 경우 평균 8.89deg/s의 각속도로 무릎을 폈고 돌핀 킥 유형의 경우 평균 148.64deg/s의 각속도로 무릎을 폈으며 사이드 킥 유형의 경우 평균 26.9deg/s의 각속도로 무릎을 폈다. 또한 플러터 킥 유형의 경우 평균 110.63deg/s의 각속도로 상하로 벌렸던 양쪽 하지를 모았고 돌핀 킥 유형의 경우 평균 10.59deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 모았으며 사이드 킥 유형의 경우 좌우로 벌렸던 양쪽 하지를 평균 89.85deg/s의 각속도로 모았다. 추진국면 역시 무릎각속도와 좌우하지각속도에서 세가지 유형 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 회복국면에서 플러터 킥 유형의 경우 평균 5.73deg/s의 각속도로 무릎을 폈고 돌핀 킥 유형의 경우 평균 7.49deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸으며 사이드 킥 유형의 경우 평균 2.96deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸다. 또한, 플러터 킥 유형의 경우 평균 8.68deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 모았고

표 21. 숙련도에 따른 국면별 무릎각속도와 좌우하지각속도

(단위 : deg/s)

유형	숙련도	회복국면		추진국면		활주국면	
		Knee	LR leg angle	Knee	LR leg angle	Knee	LR leg angle
Flutter	Skill	-4.65	64.19	8.89	-110.62	5.73	-8.68
		±39.98	±89.98	±61.47	±99.66	±23.83	±31.51
	Unskill	2.89	28.60	6.21	-71.19	-1.14	10.98
		±22.85	±50.28	±21.76	±80.80	±17.29	±23.40
	t	-1.64	3.46	.28	-2.10	1.23	-3.10
P	.103	.001	.784	.038	.222	.002	
Dolphin	Skill	-111.96	-5.54	148.64	-10.59	-7.49	3.79
		±97.10	±49.86	±170.04	±28.59	±19.09	±27.63
	Unskill	-54.09	18.92	64.61	-13.34	3.03	-2.24
		±70.21	±40.83	±62.87	±48.21	±24.56	±23.10
	t	-3.38	-2.11	2.94	.30	-2.70	1.32
P	.001	.038	.004	.768	.008	.191	
Side	Skill	-8.46	53.02	26.90	-89.85	-2.96	-3.90
		±27.02	±72.01	±18.07	±105.62	±7.98	±22.66
	Unskill	1.20	28.15	-5.7	-93.83	2.50	1.37
		±53.96	±47.93	±64.44	±73.12	±23.21	±20.76
	t	-1.51	2.96	2.85	.20	-1.77	-1.20
P	.132	.004	.005	.842	.080	.233	

돌핀 킥 유형의 경우 평균 3.79deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 벌렸으며 사이드 킥 유형의 경우 평균 3.90deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 모았다.

흰 킥의 유형별 숙련도에 따른 무릎각속도와 좌우하지각속도를 살펴보면 다음과 같다. 플러터 킥 유형의 경우 회복국면에서 무릎각속도에서는 숙련자와 미숙련자 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만 좌우하지각속도에서 숙련자는 평균 64.19deg/s, 미숙련자는 평균 53.02deg/s의 각속도를 나타내어 양쪽 하지를 상하로 벌리는데 있어서 통계적으로 차이를 보였고 추진국면에서도 역시 무릎각속도에서는 숙련자와 미숙련자 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았지만 좌우하지각속도에서 숙련자는 평균 110deg/s, 미숙련자는 평균 71.19deg/s의 각속도를 보여 양쪽하지를 모으는데 있어서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 활주국면에서도 회복국면과 활주국면에서처럼 무릎각속도에서는 숙련자와 미숙련자 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만 좌우하지각속도에서 숙련자는 평균 8.68deg/s의 각속도로 양쪽하지를 모아준것에 반해 미숙련자는 평균 10.98deg/s의 각속도로 다리를 다시 벌렸던 것으로 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 돌핀 킥 유형의 경우 회복국면에서 무릎각속도와 좌우하지각속도에서 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 숙련자는 평균 111.96deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸고 평균 0.54deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 모았으며 미숙련자는 평균 54.9deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸고 평균 18.92deg/s의 각속도로 양쪽 하지를 벌렸다. 추진국면에서 좌우하지각속도는 유의한 차이를 나타내지 않았지만 무릎각속도에서 숙련자는 평균 148.64deg/s, 미숙련자는 평균 64.61deg/s의 각속도로 무릎의 펴주는 것으로 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 회복국면에서도 추진국면에서처럼 좌우하지각속도에서 유의한 차이가 나타나지 않았지만 무릎각속도에서 숙련자는 평균 7.49deg/s의 각속도로 무릎을 구부린데에 반해 미숙련자는 평균 3.03deg/s의 각속도로 무릎을 폈던 것으로 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 사이드 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자와 미숙련자 사이에 무릎각속도에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 좌우하지각속도에서 숙련자는 평

균 53.02deg/s, 미숙련자는 평균 28.15deg/s의 각속도를 가지며 좌우로 양쪽
 하지를 벌렸던 것으로 나타나 유의한 차이를 보였다. 추진국면에서 숙련자와
 미숙련자 사이에 좌우하지각속도에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 무릎각
 속도에서 숙련자는 평균 26.90deg/s의 각속도로 무릎을 펴주었던 것에 반해 미
 숙련자는 평균 0.57deg/s의 각속도로 무릎을 구부렸던 것으로 나타나 유의한
 차이를 보였다. 활주국면에서는 숙련자와 미숙련자 사이에 무릎각속도와 좌우
 하지각속도의 유의한 차이는 나타나지 않았다.

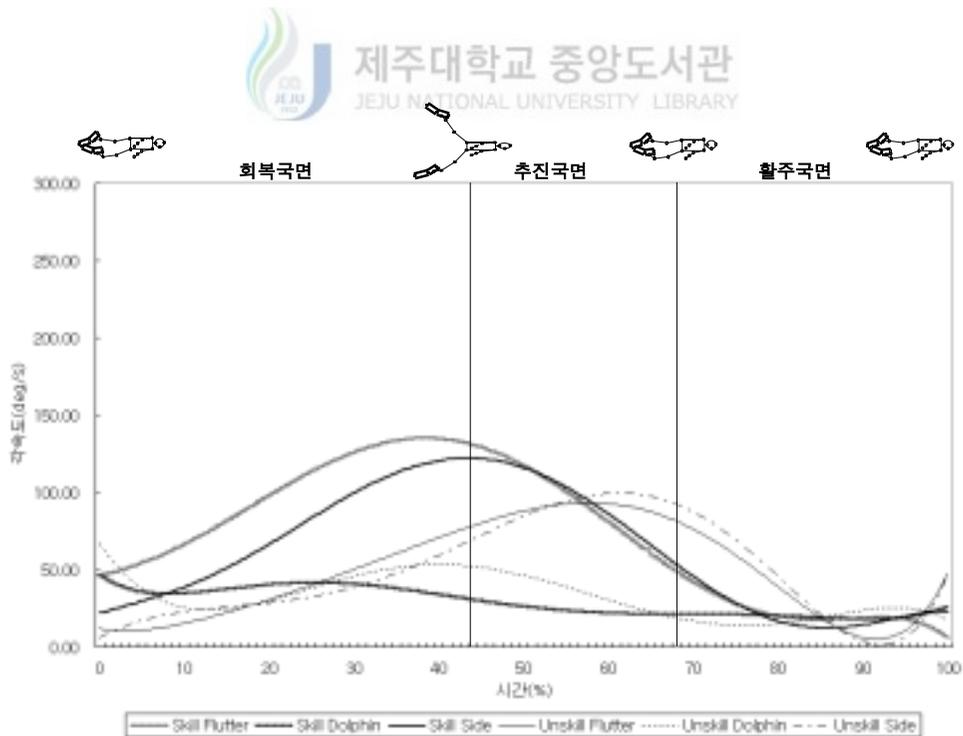


그림 18. 국면별 좌우하지각속도의 변화

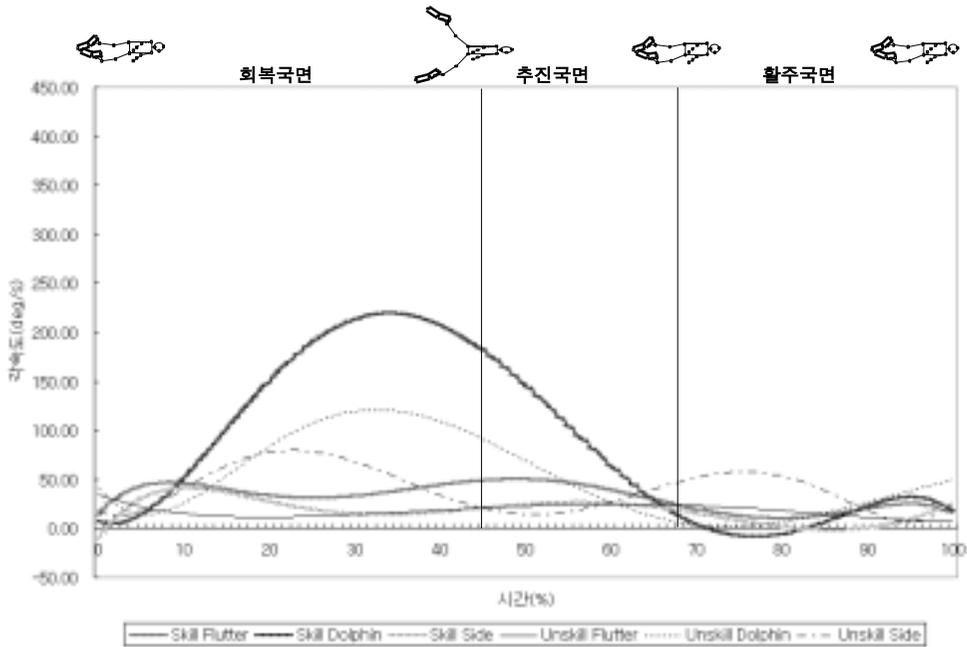


그림 19. 국면별 무릎각속도의 변화



4. 흰 킱 유형에 따른 변인 간 상관관계

흰 킱 유형에 따른 신체중심추진에 미치는 변인 간의 관련성을 알아보기 위해 상관관계분석을 실시하였다. 변인 간의 상관관계를 정리한 결과는 <표 22>, <표 23>과 같다. 변인 간의 상관관계를 분석하기 위해 설정한 변인은 신체중심 변위, 소요시간, 신체중심속도, 상하방향, 고관절각, 무릎각, 발목각, 좌우하지각, 전후경각, 좌우하지각속도, 무릎각속도로 하였다.

숙련자의 흰 킱 유형에 따른 변인 간의 상관관계는 다음과 같다.

플러터 킱 유형의 경우 신체중심변위에 영향을 미치는 변인들로는 신체중심속도($r=.565(p<.001)$), 고관절각($r=.670(p<.001)$), 무릎각($r=.544(p<.001)$), 발목각($r=.737(p<.001)$)이 정적상관을 보였으며 상하방향($r=-.194(p<.01)$), 좌우하지각($r=-.636(p<.001)$), 전후경각($r=.375(p<.001)$)가 부적상관을 보였다. 또

한, 신체중심변위에 높은 상관관계를 보이는 신체중심속도에 좌우하지각속도 ($r=-.385(p<.001)$), 무릎각속도($r=.156(p<.05)$)가 부적상관을 보였다. 이러한 결과는 플러터 킥 유형의 경우 고관절각, 무릎각, 발목각이 클수록 신체중심속도가 증가하며 신체중심변위 역시 증가함을 보여주었다. 또한, 좌우하지각과 좌우하지각속도 즉, 양쪽의 하지가 상하방향으로 빨리 모아질수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났고 전후경각, 즉 동체가 진행방향과 평행할수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났다.

돌핀 킥 유형의 경우 신체중심변위에 영향을 미치는 변인들로는 신체 중심속도($r=.479(p<.001)$), 상하방향($r=.293(p<.001)$), 고관절각($r=.249(p<.01)$), 무릎각($r=.359(p<.001)$), 발목각($r=.220(p<.01)$), 좌우하지각($r=.163(p<.05)$)이 정적상관을 보였고 신체중심속도에 전후경각($r=-.168(p<.05)$)이 부적상관을 보였다. 이러한 결과는 돌핀킥 유형의 경우 신체중심속도, 상하방향, 고관절각, 무릎각, 발목각이 클수록 신체중심변위에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났고 또한 전후경각, 즉 동체가 진행방향과 평행할수록 신체중심추진에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

사이드 킥 유형의 경우 신체중심변위에 영향을 미치는 변인들로는 신체중심속도($r=.610(p<.001)$), 상하방향($r=.660(p<.001)$), 고관절각($r=.545(p<.001)$), 무릎각($r=.780(p<.001)$), 전후경각($r=.260(p<.001)$)이 정적인 상관을 나타냈고 좌우하지각($r=-.585(p<.001)$), 무릎각속도($r=-.159(p<.05)$)로 부적상관을 나타냈다. 또한, 신체중심속도에 좌우하지각속도($r=-.205(p<.01)$)로 부적상관을 나타냈다. 이러한 결과는 사이드 킥 유형의 경우 신체중심속도, 상하방향, 고관절각, 무릎각이 클수록 신체중심변위에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났고 좌우하지각, 좌우하지각속도, 즉 양쪽 하지가 좌우방향으로 빨리 모아질수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났다.

표 22. 숙련자의 변인간 상관관계

	신체중심	신체중심	상하방향	고관절각	무릎각	발목각	좌우	전후경각	좌우하지	무릎		
	변위	소요시간	속도				하지각		각속도	각속도		
	X1	X2	X3	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	
F L U T T E R	X1	.911***	.565***	-.194**	.670***	.544***	.737***	-.636***	-.375***	-.023	-.024	
	X2		.668***	-.446***	.518***	.588***	.539***	-.409***	-.666***	-.217***	.086	
	X3			-.546***	.710***	.608***	.610***	-.598***	-.392***	-.385***	-.156***	
	X4				-.501***	-.068	.218**	-.187**	.236***	-.510***	-.454***	.079
	X5					-.152*	-.080	-.153***	.079	.290***	.129	.062
	X6						.690***	.850***	-.971***	.053	-.173***	-.416***
	X7							.446***	-.550***	-.469***	-.683***	.020
	X8								-.886***	.090	.120	-.256***
	X9									-.238***	.024	.435***
	X10										.457***	-.418***
	X11											-.241***
	X12											
D O L P H I N	X1	.997***	.479***	.293***	.249**	.359***	.220**	.163*	.136	.024	.132	
	X2		.518***	.237**	.244**	.317***	.267**	.146	.091	.033	.157	
	X3			-.094	.108	.084	.310***	.060	-.168*	.084	.105	
	X4				.791***	.102	.810(**)	-.547***	.166*	.646***	.112	-.162*
	X5					.318***	.735***	-.755***	.351***	.771***	.176*	-.503***
	X6						-.159	.209*	.703(**)	-.284***	-.002	-.529***
	X7							-.654***	-.136	.711***	.169*	-.014
	X8								-.885***	-.235**	.255**	
	X9									-.060	-.007	-.505***
	X10										.224**	-.126
	X11											-.043
	X12											
S I D E	X1	.824***	.610***	.660***	.545***	.780***	.821***	-.585***	.260***	.023	-.159*	
	X2		.768***	.966***	.257***	.742***	.746***	-.224**	.029	-.205**	.223**	
	X3			.785***	.598***	.822***	.794***	-.533***	.494***	-.380***	.256***	
	X4				-.539***	-.629***	-.751***	-.646***	.568(**)	-.355***	.233**	.278***
	X5					.137	.690***	.649***	-.069	-.008	-.304***	.384***
	X6						.637***	.587***	-.949***	.803***	-.270***	-.392***
	X7							.835***	-.575***	.642***	-.333***	.042
	X8								-.660***	.470***	-.057	.070
	X9									-.745***	.007	.389***
	X10										-.289***	-.199**
	X11											-.104
	X12											

* : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001

표 23. 미숙련자의 변인간 상관관계

	신체중심 변위	소요시간	신체중심 속도	상하방향	고관절각	무릎각	발목각	좌우 하지각	전후경각	좌우하지 각속도	무릎 각속도
	X1	X2	X3	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
F	X1	.990***	.714***	.988***	.076	.912***	.616***	-.041	-.865***	-.134	.030
L	X2		.729***	.976***	.010	.912***	.657***	.028	-.852***	-.163*	.050
U	X3			.672***	.213**	.644***	.547***	-.156*	-.564***	.008	-.014
T	X4			-.953***	.050	-.895***	-.612***	-.094	.899***	.188*	.002
T	X5				.109	.894***	.519***	-.091	-.882***	-.236**	-.002
E	X6					.021	-.468***	-.968***	-.100	.025	.013
R	X7						.584***	.009	-.850***	-.077	.031
X10	X8							.546***	-.337***	.256**	.045
X11	X9								.073	-.008	-.015
X12	X10									.314***	.026
	X11										.064
	X12										
D	X1	.999***	.324***	.858***	.042	.327***	.491***	.061	.375***	-.115	.196*
O	X2		.343***	.854***	.067	.297***	.497***	.079	.337***	-.123	.203*
L	X3			.125	.009	-.079	.485***	.088	-.271**	-.298***	.191*
P	X4			.301***	-.379***	.206*	.844***	.056	.152	-.165*	.419***
H	X5				.160	.446***	.043	.006	.564***	.013	-.118
I	X6					-.122	-.426***	-.075	-.287***	-.392***	.323***
N	X7						-.123	-.732***	.871***	.048	.009
X10	X8							.213**	-.172*	-.040	.360***
X11	X9								-.427***	-.041	-.035
X12	X10									.136	-.147
	X11										-.517***
	X12										
S	X1	.966***	.717***	.880***	-.162*	.482***	.343***	-.102	.350***	-.155*	.116
I	X2		.763***	.824***	-.294***	.421***	.395***	.056	.255***	-.179*	.146*
D	X3			.586***	.054	.248***	.358***	-.122	.021	-.153*	.253***
E	X4			.485***	.382***	.288***	.006	-.525***	.285***	.092	-.048
X10	X5				-.250***	.579***	-.125	-.026	.582***	-.396***	-.129
X11	X6					-.389***	.168*	-.883***	-.435***	.126	.269***
X12	X7						-.153*	.341***	.870***	.073	.015
	X8							-.182*	-.442***	.462***	.555***
	X9								.398***	.011	-.074
	X10									-.077	-.126
	X11										.208**
	X12										

* : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001

V. 논의

본 연구의 결과에서는 숙련도와 흰 킱 유형에 따라 흰 킱 동작을 수행할 때 나타난 결과를 시간변인, 선운동학적 변인, 각운동학적 변인으로 나누어 비교, 분석하였다. 본 장에서는 이러한 연구 결과를 토대로 하여 논의하고자 한다.

1. 시간 변인

플러터 킱, 돌핀 킱, 사이드 킱의 세가지 유형의 숙련자와 미숙련자를 모두 평균한 결과 전체 평균 소요시간은 $3.02 \pm .47$ 로 회복국면은 전체 소요시간의 43.97%의 비율을 차지했고 추진국면은 24.07%를 차지했으며 활주국면은 31.96%를 차지했다. 이는 흰 킱 동작을 할 때 전체 소요시간에 대한 비율은 회복국면이 가장 많이 차지했고 그 다음이 활주국면, 마지막으로 추진국면이 차지한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 안우(2003)가 연구한 결과에서 회복국면, 추진국면, 활주국면의 순서로 시간 비율을 차지했다는 보고와는 조금 다른 양상을 보이는 것이었다.

숙련자의 경우 흰 킱 유형에 따른 전체소요시간에 대한 비율은 회복국면에서는 플러터 킱 유형이 39.87%, 돌핀 킱 유형이 30.87%, 사이드 킱 유형이 41.71%를 차지했고 추진국면에서는 플러터 킱 유형이 24.07%, 돌핀 킱 유형이 23.49%, 사이드 킱 유형이 24.62%를 차지했으며 활주국면에서는 플러터 킱 유형이 36.11%, 돌핀 킱 유형이 45.64%, 사이드 킱 유형이 33.67%를 차지했다. 이러한 결과는 회복국면에서 사이드 킱, 플러터 킱, 돌핀 킱 유형의 순서로 추진하기 위해 추진 전 자세를 취하는 시간이 오래 걸렸다고 나타났고 추진국면에서는 돌핀 킱, 플러터 킱, 사이드 킱 유형의 순서로 활주하기 위한 시간이 덜 걸렸음을 나타내주었으며 활주국면에서는 돌핀킱, 플러터 킱, 사이드 킱 유형의 순서로 추진 후의 활주하는 시간이 길었음을 나타내 주었다.

유형별 숙련도에 따른 전체소요시간에 대한 비율은 플러터 킥 유형의 경우 회복국면에서 미숙련자(58.43%)는 숙련자(39.82%)보다 더 오랜 시간을 소요했고 추진국면에서 미숙련자(24.72%)는 숙련자(24.07%)보다 오랜 시간을 소요했으며 활주국면에서 미숙련자(16.85%)는 숙련자(36.11%)보다 짧은 시간을 소요했다. 돌핀 킥 유형의 경우 회복국면에서 미숙련자(33.11%)는 숙련자(30.87%)보다 더 오랜 시간을 소요했고 추진국면에서 미숙련자(27.7%)는 숙련자(23.49%)보다 더 오랜 시간을 소요했으며 활주국면에서 미숙련자(39.19%)는 숙련자(45.64%)보다 짧은 시간을 소요했다. 사이드 킥 유형의 경우 회복국면에서 미숙련자(59.9%)는 숙련자(41.71%)보다 더 오랜 시간을 소요했고 추진국면에서 미숙련자(19.8%)는 숙련자(24.62%)보다 짧은 시간을 소요했으며 활주국면에서 미숙련자(20.03%)는 숙련자(33.67%)보다 짧은 시간을 소요했다.

이러한 결과는 플러터 킥 유형의 경우 미숙련자가 숙련자보다 추진하기 위한 추진 전 자세를 취하고 다시 추진자세를 취하는 데 걸리는 시간이 더 오래 걸릴 뿐만 아니라 오랜 시간을 활주해야 할 활주국면에서는 미숙련자가 숙련자보다 짧은 시간만큼 밖에 활주를 못했다는 것을 보여준다.

돌핀 킥 유형의 경우 미숙련자가 숙련자보다 추진하기 위한 자세를 취하고 추진동작까지의 시간이 오래 걸렸고 활주국면에서는 오랜 시간을 활주하지 못했음을 보여준다.

사이드 킥 유형의 경우 미숙련자가 비록 추진 국면에서 숙련자보다 짧은 시간을 소요했지만 추진의 전단계가 회복국면과 추진국면인 것에 맞추어 보면 추진 전 자세를 취하고 추진동작까지의 시간이 숙련자보다 더 오래 걸렸음을 보여준다. 또한, 미숙련자가 숙련자보다 오랜 시간 활주하지 못했다는 것도 나타났다.

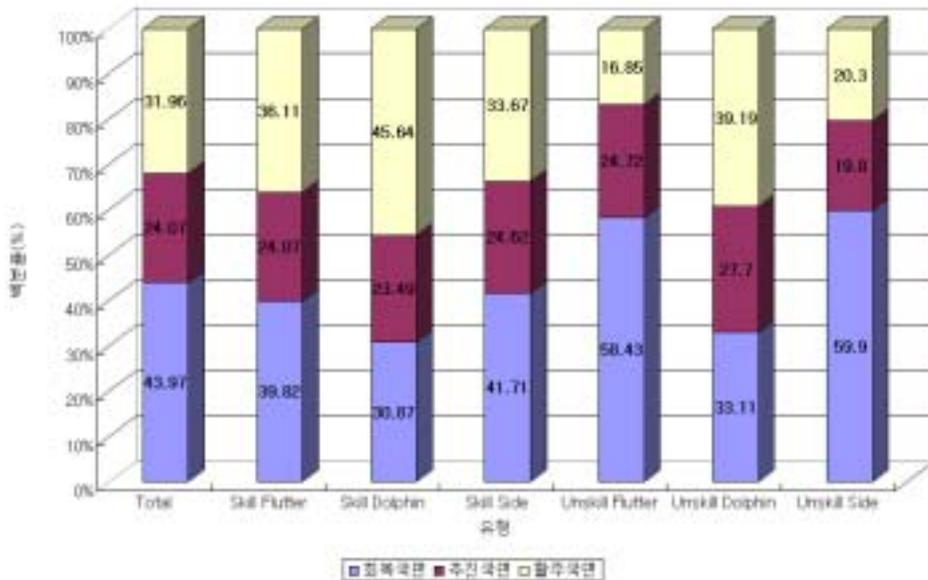


그림 20. 흰 킥 유형에 따른 시간변인의 비율

2. 선운동 변인



1) 신체중심의 변위

분석국면 중 플러터 킥 유형, 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형에 실질적인 신체 중심추진이 이루어지는 국면은 추진국면과 활주국면으로서 진행방향(Y)에서 추진국면과 활주국면에서 이루어진 신체중심변위의 결과는 숙련자의 경우 플러터 킥 유형은 추진국면에서 43.74cm, 활주국면에서 73.40cm, 즉 추진국면과 활주국면에서 117.14cm의 신체중심변위가 일어났고 돌핀 킥 유형은 추진국면에서 34.47cm, 활주국면에서 72cm, 즉 추진국면과 활주국면에서 106.47cm의 신체중심변위가 일어났으며 사이드 킥 유형의 경우 추진국면에서 81.63cm, 활주국면에서 53.67cm의 신체중심변위가 일어났다. 이러한 결과는 추진국면과 활주국면 모두에서 플러터 킥 유형이 가장 많은 신체중심위치가 변화하였으며 다음으로 돌

핀 킥 유형, 그 다음이 사이드 킥 유형의 순서로 나타났다.

유형별 숙련도에 따른 신체중심변위의 차이는 플러터 킥 유형의 경우 숙련자는 추진국면과 활주국면 모두에서 미숙련자보다 큰 변화를 보여 미숙련자의 71.05cm의 신체중심변위보다 46.09cm 더 많은 변화를 보였다. 돌핀 킥 유형의 경우 추진국면에서는 숙련자(34.47cm)가 미숙련자(36.87cm)보다 2.4cm 더 적은 변화를 보였으나 활주국면에서 숙련자(72cm)가 미숙련자(47.01cm)보다 24.99cm의 변화를 보여 추진국면과 활주국면에서 숙련자(106.47cm)가 미숙련자(83.88cm)보다 24.99cm의 더 많은 변화를 보였다. 사이드 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자(27.96cm)가 미숙련자(33.20cm)보다 5.24cm의 더 적은 변화를 보였지만 활주국면에서 숙련자(53.67cm)가 미숙련자(34.78cm)보다 18.89cm의 더 많은 변화를 보여 추진국면과 활주국면에서 숙련자(81.63cm)가 미숙련자(67.98cm)보다 13.65cm의 더 많은 변화를 보였다.

이러한 결과들을 살펴보면 신체중심의 추진은 활주국면에서 주로 많이 이루어짐을 알수가 있고 추진과 활주의 두 국면에서 한번의 흰 킥으로 가장 많은 거리를 이동할수 있는 흰 킥의 유형은 플러터 킥 유형이라는 것을 알수가 있다. 그 다음으로 돌핀 킥 유형, 마지막으로 사이드 킥 유형의 순서이다.

국면별 좌우방향(X)과 상하방향(Z)에서의 신체 중심 변위는 플러터 킥 유형에서 숙련자는 신체중심위치가 회복국면에서보다 추진국면에서 오른쪽으로 갔다가 활주국면에서 다시 오른쪽으로 돌아오는데 반해 미숙련자는 신체중심위치가 국면을 지날수록 계속해서 왼쪽으로 치우쳐가는 양상을 보였다. 또한, 숙련자는 회복국면에서보다 추진국면에서 아래로 내려갔다가 활주국면에서 다시 원래의 위치쪽으로 돌아오는 반면 미숙련자의 경우는 국면을 거듭할수록 점점 위쪽으로 올라가버리는 양상을 보였다. 돌핀 킥 유형에서는 숙련자는 신체중심위치가 회복국면에서보다 추진국면에서위로 올라갔다가 다시 활주국면에서 내려오는데 반해 미숙련자는 신체중심위치가 회복국면에서 추진국면에서 높아졌다가 활주국면까지 유지하는 양상을 보였다. 또한 숙련자는 회복국면에서보다 추진국면에서는 왼쪽으로 치우쳤다가 다시 오른쪽으로 돌아오는데 반해 미숙련자

는 회복국면에서보다 추진국면에서는 별다른 위치변화가 없는데 활주국면에서는 오른쪽으로 많이 치우치는 양상을 보였다. 사이드 킥 유형에서는 숙련자의 경우는 국면들을 거치며 신체중심위치가 왼쪽으로 가는데에 반해 미숙련자는 추진국면에서 왼쪽으로 갔다가 활주국면에서는 회복국면에서보다 더 오른쪽으로 치우치는 양상을 보였다. 또한 사이드 킥 유형에서는 숙련자와 미숙련자 모두의 경우에서 국면을 거듭할수록 신체중심위치가 높아지는 양상을 보였다.

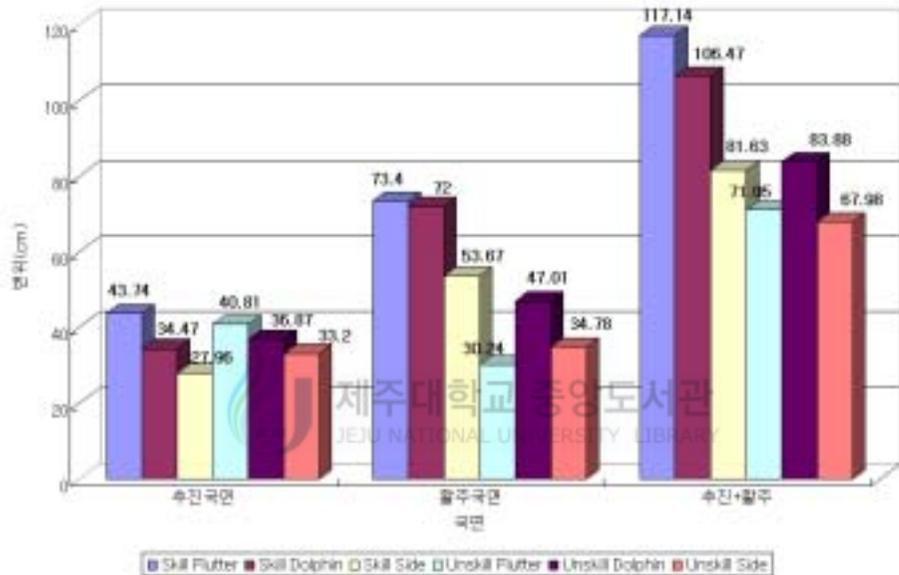


그림 21. 흰 킥 유형에 따른 국면별 신체중심변위

2) 신체중심의 속도

신체중심변위가 이루어지는 주요 국면이 추진국면과 활주국면이라서 신체중심 속도의 변화 역시 추진국면과 활주국면에서 이루어진다. 흰 킥 유형에 따른 신체중심의 평균 속도를 숙련자에서 살펴보면 추진국면에서는 돌핀킥 유형(59.83cm/s), 플러터 킥 유형(51.42cm/s), 사이드 킥 유형(35.01cm/s)의 순서로 나타났으며 활주국면에서 역시 마찬가지로 돌핀 킥 유형(63.34cm/s), 플러

터 킥 유형(56.33cm/s), 사이드 킥 유형(47.81cm/s)의 순서로 나타났다. 이러한 결과를 보면 추진국면과 활주국면 모두에서 가장 빠른 흰 킥의 유형은 돌핀 킥 유형이라는 것을 알수가 있다. 그 다음으로 플러터 킥 유형, 사이드 킥 유형의 순서였다. 이에 반해 각 국면 중의 순간 최대 신체중심속도의 차이는 조금 다른 결과를 보였다. 추진국면에서는 플러터 킥 유형(99.22cm/s), 돌핀 킥 유형(89.72cm/s), 사이드 킥 유형(78.07cm/s)의 순서로 나타났으며 활주국면에서는 돌핀 킥 유형(100.57cm/s), 플러터 킥 유형(94.45cm/s), 사이드 킥 유형(68.47cm/s)의 순서로 나타났다. 즉, 추진국면에서 플러터 킥 유형이 사이드 킥 유형보다 순간 신체중심속도가 빨랐을지는 모르지만 평균 신체중심속도는 돌핀 킥 유형이 가장 빨랐던 것으로 보여진다.

흰 킥 유형별 숙련도에 따른 평균 신체중심속도의 차이를 살펴보면 플러터 킥 유형의 경우 추진국면과 활주국면에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 돌핀 킥 유형의 경우 추진국면에서는 숙련자(59.83cm/s)가 미숙련자(54.09cm/s)보다 높았고 활주국면에서도 숙련자(63.34cm/s)가 미숙련자(48.58cm/s)보다 높은 속도를 나타냈다. 사이드 킥 유형의 경우 숙련자와 미숙련자의 유의한 차이는 추진국면에서 나타났는데 숙련자(35.01cm/s)가 미숙련자(51.09cm/s)보다 낮은 속도를 나타냈다. 사이드 킥 유형의 경우 미숙련자보다 낮은 속도를 가진 숙련자가 신체중심위치의 변화는 더 컸던 것은 신체중심추진에 신체중심속도의 변인 외에 다른 변인들이 영향을 미쳤던 것으로 보여진다.

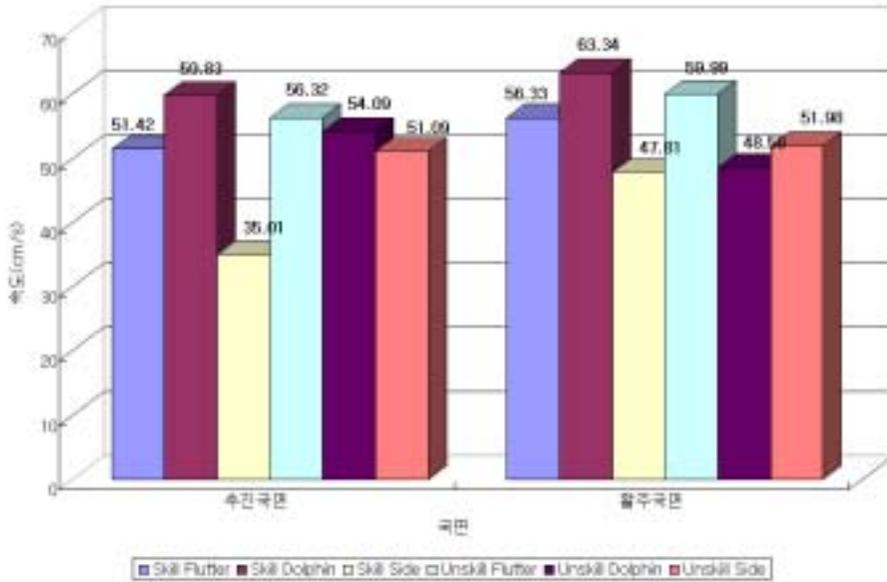


그림 22. 흰 킥 유형에 따른 추진국면과 활주국면의 평균 신체중심속도



그림 23. 흰 킥 유형에 따른 추진국면과 활주국면의 최대 신체중심속도

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후경각 및 좌우경각

숙련자의 흰 킱 유형에 따른 회복국면, 추진국면, 활주국면의 세 국면에서 동체의 평균 전후경각에 대해 살펴보면 회복국면에서는 사이드 킱 유형(10.20도), 플러터 킱 유형(15.54도), 사이드 킱 유형(20.18도)의 순서로 진행방향과 수평을 이루었고 추진국면에서는 플러터 킱 유형(7.48도), 돌핀 킱 유형(10.16도), 사이드 킱 유형(11.03도)의 순서로 진행방향과 수평을 이루었으며 활주국면에서는 플러터 킱 유형(9.69도), 사이드 킱 유형(12.02도), 돌핀 킱 유형(24.55도)의 순서로 나타났다. 이러한 결과에서 플러터 킱 유형은 회복국면에서 추진국면으로 넘어가면서 진행방향과 수평을 이루려고 했던 양상을 보였고 돌핀 킱 유형은 동작의 특성상 동체의 전후경각이 국면을 거듭할수록 다른 양상을 보였다고 보여진다. 또한 사이드 킱 유형은 다른 유형에 비해 처음 국면의 동체의 전후경각을 마지막 국면까지 그대로 유지했다. 각각의 유형에 따라 이러한 동체의 전후경각이 차이를 보이는 것이 신체중심추진에 미치는 영향의 차이로 나타날 것이라고 판단된다.

숙련자의 흰 킱 유형별 숙련도에 따른 회복국면, 추진국면, 활주국면의 세 국면에서 동체의 평균 전후경각에 대해 살펴보면 플러터 킱 유형의 경우 세 국면에서 숙련자(15.54도(회복), 7.48도(추진), 9.69도(활주))가 미숙련자(9.69도(회복), 5.97도(추진), 5.42도(활주))보다 동체가 조금 더 세워져 있던 것으로 나타났다. 돌핀 킱 유형의 경우 활주국면에서만 유의한 차이가 나타났는데 숙련자(24.55도)가 미숙련자(32.52도)보다 더 진행방향과 수평을 이루었다고 나타났다. 사이드 킱 유형의 경우 세 국면 모두에서 숙련자(10.20도(회복), 11.03도(추진), 12.02도(활주))가 미숙련자(14.44도(회복), 15.56도(추진), 17.15도(활주))보다 진행방향과 수평을 이루었다고 나타났다.

2) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절, 좌우하지각)

고관절, 무릎관절, 발목관절, 좌우하지각의 국면별 평균 상대각도는 플러터 킥 유형, 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형이 회복국면, 추진국면, 활주국면의 모든 국면에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 플러터 킥 유형, 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형의 동작 특성이 국면별로 많이 상이하기 때문이라고 사료된다.

흰 킥 유형별 숙련도에 따른 하지관절의 평균 상대각도의 차이는 플러터 킥 유형의 경우 숙련자(50.65도(회복), 50.42도(추진))가 미숙련자(21.85도(회복), 16.67도(추진))보다 양쪽 하지를 상하방향으로 더 많이 벌렸다가 숙련자(4.45도(회복)) 미숙련자(4.61도(회복))보다 더 많이 모아준 것으로 나타났다. 돌핀 킥 유형의 경우 회복국면과 추진국면에서 숙련자(150.14도(좌), 152.79도(우))가 미숙련자(164.50도(좌), 164.55도(우))보다 그리고 숙련자(121.97도(좌), 125.36도(우))가 미숙련자(161.65도(좌), 161.56도(우))보다 더 많이 무릎을 구부렸다가 활주국면에서 숙련자(173.36도(좌), 174.59도(우))가 미숙련자(168.75도(좌), 174.83도(우))보다 더 많이 무릎을 펴준 것으로 나타났다. 사이드 킥 유형의 경우 회복국면과 추진국면에서 숙련자(33.13도(회복), 46.28도(추진))가 미숙련자(19.26도(회복), 23.56도(추진))보다 양쪽 하지를 더 많이 좌우 방향으로 벌렸지만 회복국면에서는 미숙련자(2.51도)가 숙련자(8.51도)보다 더 많이 모아준 것으로 나타났다. 사이드 킥 유형의 경우 숙련자가 미숙련자보다 회복국면에서 양쪽하지를 덜 모아주었지만 숙련자가 국면을 거치면서 더 많은 각변위를 나타냈다.

이러한 결과를 살펴보면 플러터 킥 유형의 경우 얼마나 많이 양쪽하지를 상하방향으로 벌렸다가 모아주는 것이 신체중심추진에 영향을 미칠 것이라 사료되고 돌핀 킥 유형의 경우 양쪽 무릎을 얼마나 많이 구부렸다가 펴주는 것이 신체중심추진에 영향을 미칠 것이라 사료되며 사이드 킥 유형의 경우 얼마나 많

이 양쪽하지를 좌우방향으로 벌렸다가 모아주는 것이 신체중심추진에 영향을 미칠것이라고 사료된다.

3) 하지관절에서의 상대각속도(무릎관절, 좌우하지각)

무릎관절, 좌우하지각에서의 국면별 평균 상대각속도는 플러터 킥 유형, 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형이 회복국면, 추진국면, 활주국면의 모든 국면에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 플러터 킥 유형, 돌핀 킥 유형, 사이드 킥 유형의 동작 특성이 국면별로 상이한 상대각도의 변화를 갖기 때문이라고 사료된다.

흰 킥 유형별 숙련도에 따른 무릎관절, 좌우하지각에서의 평균 상대각속도의 차이를 살펴보면 플러터 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자(64.19deg/s)가 미숙련자(28.60deg/s)보다 빠르게 양쪽 하지를 상하방향으로 벌렸고 추진국면에서는 숙련자(110.62deg/s)가 미숙련자(71.19deg/s)보다 빠르게 양쪽 하지를 모아줬으며 활주국면에서 숙련자(8.68deg/s)가 양쪽 하지를 모아줬던 데에 반해 미숙련자(10.98deg/s)는 다시 양쪽하지를 벌렸던 것으로 나타났다. 돌핀 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자(111.96deg/s)가 미숙련자(54.09deg/s)보다 무릎을 더 빨리 구부렸고 추진국면에서 숙련자(148.64deg/s)가 미숙련자(64.61deg/s)보다 더 빨리 무릎을 펴주었고 활주국면에서 숙련자(7.49deg/s)는 다시 무릎을 구부렸던데에 반해 미숙련자(3.03deg/s)는 계속해서 펴주고 있다고 나타났다. 사이드 킥 유형의 경우 회복국면에서 숙련자(53.02deg/s)가 미숙련자(28.15deg/s)보다 더 빨리 좌우방향으로 양쪽 하지를 벌렸고 추진국면을 거치면서 숙련자와 미숙련자 모두 양쪽 하지를 모아주는데 회복국면에서 숙련자(3.90deg/s)는 양쪽하지를 더 모으는데 반해 미숙련자(1.37deg/s)는 양쪽 하지를 다시 벌려버렸던 것으로 나타났다.

이러한 결과를 살펴보면 플러터 킥 유형과 사이드 킥 유형의 경우 회복국면에

서는 양쪽 하지를 빨리 벌리고 추진국면에서는 양쪽 하지를 빨리 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 사료되고 돌핀 킥 유형의 경우 회복국면에서 무릎을 빨리 구부리고 추진국면에서 무릎을 빨리 펴주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 사료된다.



그림 24. 플러터 킥 유형에서 숙련도에 따른 좌우하지각속도

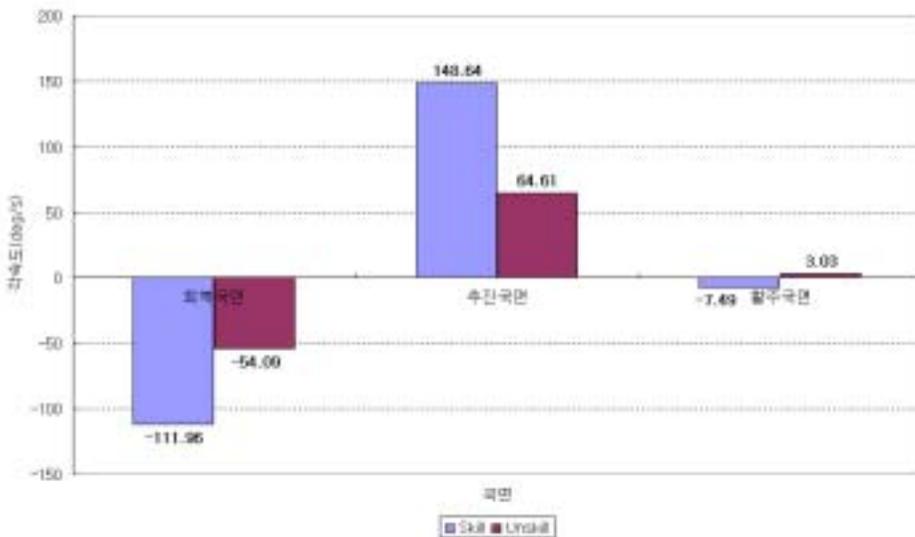


그림 25. 돌핀 킥 유형에서 숙련도에 따른 무릎각속도

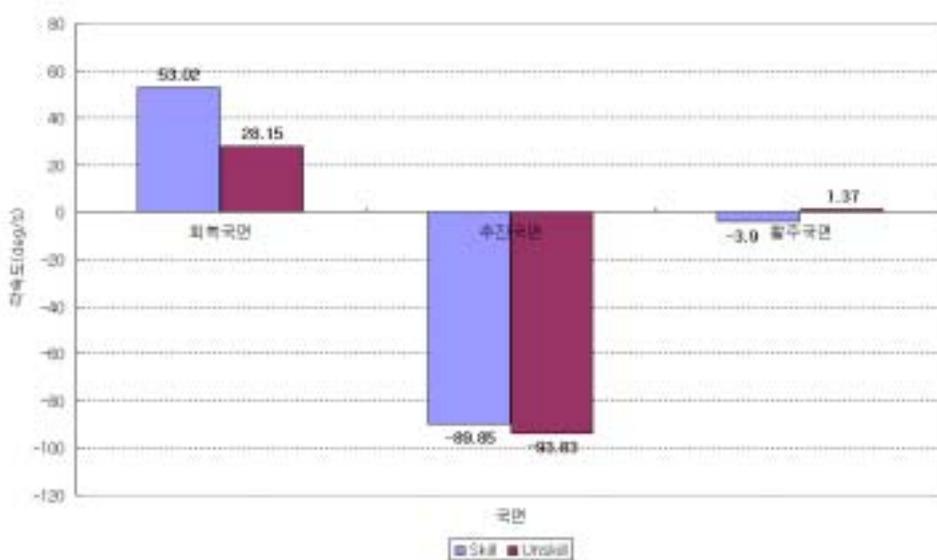


그림 26. 사이드 킥 유형에서 숙련도에 따른 하지각속도

4. 흰 킥 유형에 따른 변인 간 상관관계

흰 킥 유형에 따른 변인 간의 상관관계를 분석해보면 플러터 킥 유형의 경우 고관절각, 무릎각, 발목각이 클수록 신체중심속도가 증가하며 신체중심변위 역시 증가함을 보여주었다. 또한, 좌우하지각과 좌우하지각속도 즉, 양쪽의 하지각 상하방향으로 빨리 모아질수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났다. 전후경각, 즉 동체가 진행방향과 평행할수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났다. 돌핀킥 유형의 경우 신체중심속도, 상하방향, 고관절각, 무릎각, 발목각이 클수록 신체중심변위에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났고 또한 전후경각, 즉 동체가 진행방향과 평행할수록 신체중심추진에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 사이드 킥 유형의 경우 신체중심속도, 상하방향, 고관절각, 무릎각이 클수록 신체중심변위에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났고 좌우하지각, 좌우하지각속도, 즉 양쪽 하지각 좌우방향으로 빨리 모아질수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났다.

즉, 플러터 킥 유형의 경우 동체는 진행방향과 수평으로 한 후 무릎과 발목을 펴고 상하방향으로 양쪽 다리를 최대한 큰 각으로 빠르게 벌렸다가 최대한 작은 각으로 빠르게 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미치고 돌핀 킥 유형의 경우 양쪽 무릎을 최대한 빠르게 많은 각을 구부렸다가 최대한 빨리 많은 각을 펴주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미치며 사이드 킥 유형의 경우 동체는 진행방향과 수평으로 한 후 무릎과 발목을 펴고 좌우방향으로 양쪽 다리를 최대한 큰 각으로 빠르게 벌렸다가 최대한 작은 각으로 빠르게 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.



VI. 결론

본 연구는 스쿠버 다이빙의 플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥 동작의 세 유형을 운동학적 비교분석 후 차이를 규명하여 스쿠버 다이빙을 가르치는 데 있어서 지도지침을 제시하는 데 있다. 이를 위해 숙련자 3명과 미숙련자 5명을 대상으로 플러터 킥, 돌핀 킥, 사이드 킥 세 유형의 동작을 촬영한 후 영상분석을 통하여 숙련군과 미숙련군에서 우수한 동작을 보이는 숙련자와 미숙련자를 1명씩 선정하여 3차원 동작분석을 실시하였다. 동작분석은 세 유형의 시간 변인, 신체 중심의 선운동학적 변인, 동체 및 하지 관절의 각운동학적 변인을 중심으로 분석하였으며 각 변인들을 비교하여 신체 중심 추진에 미치는 영향을 알아보기 위하여 상관관계분석을 실시하였다.

본 연구에서 도출된 결과를 토대로 한 결론은 다음과 같다.

1. 시간 변인



추진하기 위해 걸렸던 회복국면과 추진국면에서의 전체 소요시간에 대한 비율은 돌핀 킥 유형(54.36%)이 가장 적었으며 그 다음으로 플러터 킥 유형(63.89%)과 사이드 킥 유형(66.33%)의 순서였다. 활주국면에서는 돌핀 킥 유형(45.64%), 플러터 킥 유형(36.11%), 사이드 킥 유형(33.67%)의 순서로 오랜 시간을 활주한 것으로 나타났다.

2. 선운동 변인

1) 신체중심의 변위

추진국면과 활주국면의 두 국면 모두에서 플러터 킥 유형(43.74cm, 73.40cm),

돌핀 킥 유형(34.47cm, 72cm), 사이드 킥 유형(27.96cm, 53.67cm)의 순서로 진행방향으로 신체중심의 위치가 많이 변한 것으로 나타났다.

2) 신체중심의 속도

추진국면과 활주국면 두 국면 모두에서 돌핀 킥 유형(59.83cm/s, 63.34cm/s), 플러터 킥 유형(51.42cm/s, 56.33cm/s), 사이드 킥 유형(35.01cm/s, 47.81cm/s)의 순서로 신체중심의 위치를 평균적으로 빠르게 변화시켰다.

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후경각 및 좌우경각

평균 동체의 전후경각이 세가지의 국면을 거치면서 플러터 킥 유형과 사이드 킥 유형의 경우는 진행방향과 수평을 이룰수록 돌핀 킥 유형의 경우 진행방향에 파동 모양을 형성할수록 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미쳤다.

2) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절, 좌우하지각)

하지관절의 상대각도는 세가지의 국면을 거치면서 플러터 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 많이 상하방향으로 벌리고 모아주는 것이 돌핀 킥 유형은 양쪽 무릎을 최대한 많이 구부렸다 펴주는 것이 사이드 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 많이 좌우방향으로 벌리고 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미쳤다.

3) 하지관절에서의 상대각속도(무릎관절, 좌우하지각)

하지관절에서의 상대각속도는 세가지의 국면을 거치면서 플러터 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 빨리 상하방향으로 벌리고 최대한 빨리 모아주는 것이 돌핀 킥 유형은 양쪽 무릎을 최대한 빨리 구부렸다 최대한 빨리 퍼주는 것이 사이드 킥 유형은 양쪽 하지를 최대한 빨리 좌우방향으로 벌리고 최대한 빨리 모아주는 것이 신체중심추진에 긍정적인 영향을 미쳤다.

4. 흰 킥 유형에 따른 변인 간 상관관계

플러터 킥 유형의 경우 고관절각, 무릎각, 발목각, 신체중심속도가 증가하면 신체중심변위 역시 증가함을 보여주었다. 또한, 좌우하지각과 좌우하지각속도 즉, 양쪽의 하지가 상하방향으로 빨리 모아질수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났고 전후경각, 즉 동체가 진행방향과 평행할수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났다. 돌핀킥 유형의 경우 신체중심속도, 상하방향, 고관절각, 무릎각, 발목각이 클수록 신체중심변위에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났고 또한 전후경각, 즉 동체가 진행방향과 평행할수록 신체중심추진에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 사이드 킥 유형의 경우 신체중심속도, 상하방향, 고관절각, 무릎각이 클수록 신체중심변위에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났고 좌우하지각, 좌우하지각속도, 즉 양쪽 하지가 좌우방향으로 빨리 모아질수록 신체중심추진에 정적인 영향을 준다고 나타났다.

참고 문헌

- 고대오(2000). 지속적인 스쿠버 활동이 유산소성 운동능력에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 조선대학교 교육대학원.
- 류재청, 윤상택(1998). 스킨 스쿠버 I, II. 제주: 온누리.
- 류재청(2002). 잠수활동에서 활동수심과 시간에 따른 잠수증(질소마취)에 미치는 요인의 정량화와 예방법. 한국체육학회지, 41(1), 575-591.
- 류재청, 김은영(2002). 수중활동 전후 및 수심에 따른 혈액성분 변화분석. 한국체육과학회지, 11(1), 355-363.
- 류재청, 이계산(2003). 수중활동에서 과제수행능력 결함에 미치는 운동학적 요인의 분석. 한국체육학회지, 42(3), 687-695.
- 류재청, 우철호(2005). 잠수용 흰 유형별 신체중심의 추진에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 16(5), 541-552.
- 박재범(2003). 스쿠바 다이빙 핀 형태와 다이버의 추진 동작 특성. 미간행 석사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 서상일(2001). 감압병증의 이해. 수중세계 3, 4월호, 198-210.
- 안우(2003). 잠수 필터터 킥에서 흰의 구조적 특성에 따른 운동학적 비교 분석. 미간행 석사학위논문, 제주대학교 교육대학원 .
- 이창준(1999). 레크리에이션 잠수활동이 유산소성 운동능력과 하지 신·골근군의 근력 강화에 대한 연구. 한국체육과학회, 8(1).
- Abdel-Aziz, y. I. & Karara, H. M.(1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry (pp. 1-18). Falls Church, VA : American Society of Photogrammetry.
- Adolfson, J.(1964). Compressed air narcosis. Thesis, The Institute of Psychology, University of Gothenburg Sweden.
- Adolfson, J., Goldberg, L. & Berghage, T.(1972). Effect of the increased ambient air pressure on standing steadiness in man. Aerospace Med, 43, 520-524.
- Bennett, P. B., & Glass, A.(1961). Electro encephalographic and other changes

- induced by high partial pressures of nitrogen. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 13, 91-98.
- Bennett, P. B.(1967). Performance impairment in deep diving due to nitrogen, helium, neon and oxygen. In *The physiology and medicine of diving IV.* 170-193. Ed. Perter B. Bennett and David H. Elliott. Saunder.
- Bennett, P. B.(1971). Psychological, Physiological and biophysical studies of narcosis. In *Proc. 4th symp. Underwater physiology*, 457-469. ED. C. J. Lambertsen. London Academic Press.
- Case, E. M. & Hildane, J. B. S.(1941). Human physiology under high pressure. *J. Hyg. Camb.* 41, 225-249.
- Culverwell, D. T. (1991). *Advanced Diving : Technology and Techniques.* Naui.
- Dickson, J. G., Lambertsen, C. J. & Cassils, J. G.(1971). Quantification of performance decrements in narcotized man. In *Proc. 4th Symp. Underwater Physiology.* 449-455. Ed. C. J. Lambertsen. London, Academic Press.
- Frankenhaeuser, M., Graff-Lonnevig, V. & Hesser, C. M.(1963). Effects on psychomotor functions of different nitrogen-oxygen gas mixtures at increased ambient pressures. *Acta Physiol. Scand.*, 59, 400-409.
- Fowler, B., & Ackles, K. N.(1972). Narcotic effects in man of breathing 80-20 argon-oxygen and air under hyperbaric conditions. *Aerospace Med.*, 43, 1219-1224.
- Fowler, B.(1973). The effects of hyperbaric air on short-term and long-term memory. *Aerospace Med.*, 44, 1017-1022.
- Fowler, B., White, P. L., Wright, G. R., & Ackles, K. N.(1980). Narcotic effects of nitrous oxide and compressed air on memory and auditory perception. *Undersea Biomed. Res.* 7, 35-46.
- Fowler, B. Ackles, K. N. & Porlier, G.(1985). Effect of inert gas narcosis on behavior : A critical review. *Undersea Biomed. Res.* 12, 369-402. (stress and performance in diving, A. J. Bachrach and G. H. Egstrom(1987),

- Best publishing co. San-pedro, california.1987. 123-124)
- Hesser, C. M., Frageus, L. & Adolfson, J.(1978). Roles of nitrogen, oxygen and carbon dioxide in compressed air narcosis. Undersea Biomed, Res. 5, 391-400.
- Hamilton, K., Laliberte, M. F. & Fowler, B. (1995). Dissociation of the behavioral and subjective component of nitrogen narcosis and diver adaptation. Undersea Hyperb. Med, 22(1), 41-49.
- Jones, A. W., Jennings, R. D., Adolfson, J. & Hesser, C. M.(1979). Combined effects of ethanol and hyperbaric air on body sway and heart rate in man. undersea Biomed. Res. 6, 15-25.
- Kiessling, R. J. & Maag, C. H.(1962). Performance impairment as a function of nitrogen narcosis. J. Appl. Psychol, 46, 91-95.
- Kwon, Y. H.(2001). KWON3D Motion Analysis Package ver. 3.0. Seoul: Visol corp.
- Mekjavi(1995). Nitrogen narcosis attenuates shivering thermogenesis. IB ; J. Appl. Physio, 1, 19.
- O'Reilly(1974). Effect of nitrogen narcosis on cortical and subcortical evoked response in cat. Aviat. Spacw Environment med. 46, 259-263.
- Plagenhoef, S., Evans, F. G. & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. Research Quarterly For Exercise and Sport, 54, 169-178.
- Shilling, C. W. & Willgrube, W. W.(1937). Quantitative study of mental and neuromuscular reactions as influenced by increased air pressure. US Nav. Med. Bull. 35, 373-380.
- Sledkov, A. I., Bernarskii, K. V. & Shulina, M. N. (1996). Involvement of adrenergic mechanisms in developing the nervous syndrome of high pressure and nitrogen narcosis. Aviakosm Ekolog Med. 30(5), 28-33.
- SSI korea(2002). Openwater diver manual. SSI korea.

<ABSTRACT>

Kinematic Analysis on the propulsion of COG by types of underwater fin kick

Oh, Hyun-Su

Major in Physical Education

The Graduate School Of Education, Cheju National University

Cheju, Korea

Supervised by Professor Ryew, Che-Cheong

The study was to present more effective fin kick type in underwater activities for SCUBA Diving instruction of 3 types fin kick, that is, through kinematic analysis of each flutter, dolphin and side kick.

For this aim, subjects participated in the experiment was consist of total n=8(each skilled n=3, unskilled n=5), and each one subject was selected for 3D cinematographic analysis from two groups. The variables analyzed was consist of temporal, linear kinematic of COG, and angular kinematic variables. Statistical treatment was performed independent t-test to verify the difference between two groups and one-way ANOVA fin kick types(3) and then, pearson correlation analysis among variables to verify influence for COG propulsion.

The conclusions obtained from the subject were as follows:

1. Temporal variable

Elapsed time ratio of recovery & propulsion phase to total time was showed less in the order of dolphin, flutter and side kick types and gliding phase to total time was showed more in the order of dolphin, flutter and side kick types.

2. Linear motion variable

1) Displacement of COG

Forward direction displacement of COG was showed more in the order of flutter, dolphin and side kick types.

2) Velocity of COG

COG velocity in propulsion & gliding phases was showed faster in the order of dolphin, flutter and side kick types.

3. Angular motion variable

1) anterior-posterior and left-right tilting angle of trunk

Mean trunk anterior-posterior tilting angle during proceeding of each phases was showed positive effect to COG propulsion in case of forming horizontal angle to forward direction during flutter & side and forming the wave pattern in dolphin kick.

2) Relative angle of lower extremities(hip, knee, ankle, right-left thigh angle)

Relative angle of right-left thigh angle during proceeding of each phases was showed positive effect to COG propulsion in case of forming as more up-down as possible of kick in flutter, forming as more flex-extend as possible of kick in dolphin, and forming as more right-left direction as possible of kick in side kick type.

3) Relative angular velocity of knee & right-left thigh angle

Relative angular velocity of right-left thigh angular velocity during proceeding of each phases was showed positive effect to COG propulsion in case of forming as fast up-down as possible of kick in flutter, forming as fast flex-extend as possible of kick in dolphin, and forming as fast right-left direction as possible of kick in side kick type.

The result of this study was showed that Flutter was the most effective fin kick type for the propulsion of COG in underwater.