



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](#)

석사학위논문

영국 수영 훈련 프로그램의 국내 대학 선수
적용 시 생리적 반응 비교 연구

제주대학교 교육대학원

체육교육전공

김 병 길

2015년 8월

<국문초록>

영국 수영 훈련 프로그램의 국내 대학 선수 적용 시 생리적 반응 비교 연구

김 병 길

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

지도교수 제 갈 윤 석

본 연구의 목적은 영국 수영 훈련 프로그램을 국내 엘리트 대학 선수들에게 적용하여, 프로그램에서 제시하는 세부 훈련 강도별 생리적 지표의 범위와 연구 대상자들이 훈련 프로그램 수행 후 측정된 생리적 지표를 비교 분석하는 데 있다.

연구 대상자는 J 대학 엘리트 수영 선수 6명을 선정하였고, 세부 훈련 프로그램 수행을 위해 영국 수영 훈련 프로그램에 근거한 훈련 거리와 기록을 설정하였다. 생리적 지표는 심박수, 혈중 젖산농도, 운동자각도를 측정하였다. 세부 훈련 프로그램에서 제시한 생리적 지표 범위 내에 대상자들의 생리적 지표의 일치 여부를 분석하기 위해 빈도 분석을 실시하였고, 대상자들의 심폐 체력 및 무산소성과워 수준 각각에 따른 그룹 간의 생리적 지표를 비교하기 위해 Independent T-test를 실시했다.

연구 결과, 대상자들의 세부 훈련 프로그램 수행 후 측정된 생리적 지표의 일치율은 95 %로 나타났다. 심폐 체력 및 무산소성과워 수준 각각에 따른 그룹 간의 생리적 지표를 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

영국 훈련 프로그램에서 제시한 생리적 지표의 범위와 실제 훈련 후 측정된 생리적 지표의 높은 일치율을 근거로 훈련 프로그램이 생리학적 측면에서 효과적인 것으로 사료된다. 향후 연령별 대상자들에게 영국 수영 훈련 프로그램의 효과를 검증하는 연구와 운동 역학적, 심리학적 측면의 훈련 프로그램과 경기력의 관계를 규명하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

* 본 논문은 2015년 8월 제주대학교 교육대학원 위원회에 제출된 교육학 석사학위 논문임.

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	5
3. 연구의 가설	5
4. 연구의 제한점	6
5. 용어의 정리	7
1) 심박수	7
2) 젓산	7
3) 운동자각도	8
4) 심폐 체력	8
5) 무산소성파워	9
6) 약어의 정리	10
II. 이론적 배경	11
1. 수영 경기의 역사 및 발달	11
1) 국제 수영의 역사	12
2) 국내 수영의 역사	13
2. 수영 선수를 위한 훈련	14
1) 수영 경기력의 결정요인	15
(1) 경기력 결정요인	15
(2) 수영 기록과 생리학적 훈련의 관계	16
3. 영국 수영 훈련 프로그램	17
1) 영국 수영 훈련 프로그램	17
2) 영국 수영 훈련 프로그램의 구성	18
(1) Zone 1	18
① 저강도 유산소 훈련 (Aerobic Low Intensity Training Program)	18

② 유산소유지 훈련 (Aerobic Maintenance Training Program)	18
(2) Zone 2	19
① 무산소역치 훈련 (Anaerobic Threshold Training Program)	19
(3) Zone 3	19
① 산소과부하 훈련 (Aerobic Overload Training Program)	19
(4) Zone 4	20
① 젖산 생성 훈련 (Lactate Production Training Program)	20
② 젖산 내성 훈련 (Lactate Tolerance Training Program)	20
(5) Zone 5	21
① 스피드 훈련 (Sprinting-ATP-PC Training Program)	21
Ⅲ. 연구 방법	22
1. 연구대상	22
1) 신체적 특성	22
2) 심폐 체력 특성	23
3) 무산소성과워 특성	24
2. 실험설계	25
3. 측정항목 및 방법	26
1) 신체구성 측정	26
2) 심폐 체력 측정	26
(1) 운동 부하 검사	26
(2) 폐기능 검사	27
3) 무산소성과워 검사	28
4) 영국 수영 훈련 프로그램 구성 강도별 측정	29
(1) 수영 훈련 강도별 측정	30
① 프로그램 영역별 훈련 설정	30
② 영역별 훈련 설정에 따른 기록 선정	31
③ 훈련별 생리적 지표 측정 방법	32
④ 심박수 측정	32

⑤ 젓산 분석	32
⑥ 운동자각도 측정	33
4. 자료처리	34

IV. 연구 결과 35

1. 연구 대상자의 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과	35
1) Zone 1 (A1 Training Program)	35
2) Zone 1 (A2 Training Program)	36
3) Zone 2 (AT Training Program)	37
4) Zone 3 (VO ₂ Training Program)	38
5) Zone 4 (LP Training Program)	39
6) Zone 4 (LT Training Program)	40
7) Zone 5 (SP Training Program)	41
8) 영국 수영 훈련 프로그램 영역별 비교 결과	42
2. 심폐 체력 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과	43
1) 심폐 체력 집단별 신체적 특성	43
2) 집단별 심폐 체력 비교 분석결과	44
3) 심폐 체력 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과	45
(1) Zone 1 (A1 Training Program)	45
(2) Zone 1 (A2 Training Program)	46
(3) Zone 2 (AT Training Program)	47
(4) Zone 3 (VO ₂ Training Program)	48
(5) Zone 4 (LP Training Program)	49
(6) Zone 4 (LT Training Program)	50
3. 무산소성파워 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과	51
1) 무산소성파워 집단별 신체적 특성	51
2) 집단별 무산소성파워 비교 분석결과	52
3) 무산소성파워 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과	53
(1) Zone 1 (A1 Training Program)	53

(2) Zone 1 (A2 Training Program)	54
(3) Zone 2 (AT Training Program)	55
(4) Zone 3 (VO ₂ Training Program)	56
(5) Zone 4 (LP Training Program)	57
(6) Zone 4 (LT Training Program)	58
V. 논의	59
VI. 결론	66
참고문헌	67

List of Tables

Table 1. Characteristics of Participants	22
Table 2. The Values of Cardiorespiratory Fitness in Participants	23
Table 3. The Values of Anaerobic Power in Participants	24
Table 4. Wingate Test Formula	28
Table 5. British Swimming Training Classification	29
Table 6. Training Programs by Zone	30
Table 7. Training Programs Examples	31
Table 8. Frequency Analysis of Physiological Response with A1 Training Program	35
Table 9. Frequency Analysis of Physiological Response with A2 Training Program	36
Table 10. Frequency Analysis of Physiological Response with AT Training Program	37
Table 11. Frequency Analysis of Physiological Response with VO ₂ Training Program	38
Table 12. Frequency Analysis of Physiological Response with LP Training Program	39
Table 13. Frequency Analysis of Physiological Response with LT Training Program	40
Table 14. The Values of Physiological Response with SP Training Program	41
Table 15. Frequency Analysis of Physiological Response with British Swimming Training Classifications	42
Table 16. Characteristics of Participants by Cardiorespiratory Fitness Level	43
Table 17. Comparison of the Values of Cardiorespiratory Fitness by Fitness Level	44

Table 18. Frequency Analysis of Physiological Response with A1 Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level	45
Table 19. Frequency Analysis of Physiological Response with A2 Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level	46
Table 20. Frequency Analysis of Physiological Response with AT Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level	47
Table 21. Frequency Analysis of Physiological Response with VO ₂ Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level	48
Table 22. Frequency Analysis of Physiological Response with LP Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level	49
Table 23. Frequency Analysis of Physiological Response with LT Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level	50
Table 24. Characteristics of Participants by Anaerobic Power Level	51
Table 25. Comparison of the Values of Anaerobic Power by Fitness Level ..	52
Table 26. Frequency Analysis of Physiological Response with A1 Training Program by Anaerobic Power Level	53
Table 27. Frequency Analysis of Physiological Response with A2 Training Program by Anaerobic Power Level	54
Table 28. Frequency Analysis of Physiological Response with AT Training Program by Anaerobic Power Level	55
Table 29. Frequency Analysis of Physiological Response with VO ₂ Training Program by Anaerobic Power Level	56
Table 30. Frequency Analysis of Physiological Response with LP Training Program by Anaerobic Power Level	57
Table 31. Frequency Analysis of Physiological Response with LT Training Program by Anaerobic Power Level	58

List of Figure

Figure 1. British Swimming Training Classification	17
Figure 2. Experimental Design	25

I. 서론

1. 연구의 필요성

수영은 스포츠 과학의 발전과 더불어 같이 발전해 왔다. 경기력 향상을 위한 과학적인 훈련 방법을 개발하기 위해 전 세계적으로 많은 연구가 지속해서 시행되고, 이는 과학적인 정보를 훈련 과정에 적용하여 효과적인 훈련을 계획하고 운동 수행 능력을 더욱 향상하기 위한 일이다(Maglischo, 2003).

수영의 효과적인 훈련 계획 작성은 운동 생리학, 수영 추진에 관한 역학, 심리학, 사회학 등 다양한 체육 분야의 과학적 정보가 필요하다. 또한, 경기력 측면에서 수영은 물과 신체의 지속적인 상호작용을 통해, 신체를 효율적으로 이용하고자 하는 운동 역학적 특성이 강하다(김창범, 신준용 및 황용진, 2011).

하지만 수영 훈련 계획의 중심에는 운동 생리학적 정보에서 계획되는 비중이 높은 비율을 차지하고 있다. 고체가 아닌 액체를 밀면서 몸을 전진시켜야 하는 종목의 특성상 수영은 예전부터 훈련 프로그램에 운동 생리학적 정보의 도입이 이루어졌다(이우신 등, 2008; Sotiriadou, & Shilbury, 2009).

수영은 수중 기록경기의 종목 특성 때문에 훈련 프로그램 구성의 역할이 매우 중요하다. 수중에서 발생하는 항력과 지상에서 발생하는 공기저항의 차이는 매우 다르므로 수중에서 나타나는 신체의 생리적 현상들은, 지상에서 수행되는 운동 종목들과 운동 생리학적 원리는 비슷하나 이론적 적용 면에서는 차이를 보인다.

따라서 운동 생리학적 원리를 이해하고 실제 훈련에 적용하여 신체의 생리적 상태가 최적일 경우 최대의 경기력을 기대할 수 있으며, 이를 위해 신체가 다른 시간과 환경 조건 속에서도 생리적 적응이 이루어지는 훈련 구성이 중요하다(백진호 등, 2010).

엘리트 선수 훈련을 관리하는 지도자의 훈련 계획 및 방법은 경기력 향상과 직접적인 연관성을 가지고 있다. 그러나 대다수의 지도자가 자신의 선수 시절 경

힘을 바탕으로 지도자의 경력을 시작한다.

과학적 정보를 바탕으로 하지 않은 경험 중심의 방식을 지속한다면 계획 단계부터 같은 실수를 반복한다는 것을 의미한다. 우리나라도 예외는 아니며, 실제 과 훈련(Over Training)과 비과학적 훈련계획의 적용으로 인하여 선수생활을 마감하는 경우도 생겨났다(Sharkey & Gaskill, 2006).

엘리트 선수 육성 과정에서는 생리학적, 역학적, 심리학적 등 다양한 문제점들이 발생하고, 많은 문제 중 원인을 구체적으로 밝혀내기에는 어려운 것이 사실이다(김길환 및 최만식, 2004).

송홍선 및 정동식(2011)은 향상된 경기력은 훈련 현장에서 발생하는 문제점들을 객관적이고 과학적으로 분석하여 접근하여 해결하기 때문이라고 했다. 또한, 선수의 경기력 향상이라는 목표를 명확히 하여 선수, 지도자, 과학자들이 혼연일체가 되어야 경기력 향상을 기대할 수 있다고 보고하였다.

올림픽은 스포츠 선진국을 가늠할 수 있는 대표적인 세계대회이다. 수영 종목은 육상에 이어 두 번째로 금메달 수가 많은 종목이며, 전체의 약 15 %를 차지하고 있다(International Olympic Committee, 2015).

올림픽에서 경기력을 향상하고 상위권을 차지하기 위해, 수영 훈련 방법에 대한 연구는 많은 국가에서 활발히 진행되어왔다. 그 노력의 일환으로 다수의 과학자와 지도자들은 생리학적 에너지 시스템을 기반으로 훈련 영역을 개발했다(Pyne, 1999a).

미국은 수영 경기력 향상을 위해 연구를 거듭하다 약 30년 전 1985년 미국의 Maglischo(2003)는 수영훈련에 생리학적 용어를 접목하고, 훈련용어 사용과 함께 수영의 훈련 종류 및 형태를 과학적으로 발전시켜왔다.

영국은 2005년 수영의 생리학적 측면을 고려해 지도자들과 선수들을 위한 훈련 강도 분류 프로그램을 Peyrebrune(2005)를 선두 하에 체계적으로 재분류하였다.

최근 우리나라도 엘리트 선수들의 체계적인 훈련 계획 수립을 위한 활발한 연구가 이루어지고 있다. 국내 스포츠 과학의 발전은 한국 수영의 경기력을 향상하고, 수영 영법이나 거리에 따른 훈련 방법의 발전을 가져왔다. 하지만 수십 년에 걸쳐 수영 선진국들이 주축이 되어 많은 연구와 방대한 자료로 구성된 생리학적

정보의 수영 훈련 방법은 국내에 소개 및 보급이 잘 이루어지지 않았다.

또한, 우리나라는 2008년, 2012년 올림픽에서 박태환 선수를 제외하고는 국제 대회에서 큰 성과가 없다(대한체육회, 2012). 수영 선진국들의 훈련 방법 도입은 아직도 부족하여, 지도자들이 국내 선수들을 위한 종합적 훈련 프로그램을 직접 계획한다는 것은 매우 어려운 실정이다(김창범 등, 2011; 송홍선, 정동식, 김광준, 이상철 및 육현철, 2009).

2013년 대한수영연맹은 지도자들을 위해 ‘수영체육지도자 훈련 지도서’를 배포하고 많은 지도자가 활용할 수 있도록 하였다(대한수영연맹, 2013).

훈련 지도서는 미국의 학자 Maglischo(2003)를 중심으로 설명하고 있는 미국 수영 훈련 방법을 도입·소개 하고 있다. 그러나 Peyrebrune(2005)의 영국 수영 훈련 프로그램(British Swimming Training Classification, BSTC)과 프로그램에서 구성된 영역별 생리적 지표와 운동자각도에 대해 비교 분석한 내용은 미흡한 상황이다.

Maglischo(2003)의 훈련 방법과 Peyrebrune(2005)의 훈련 프로그램이 서로가 관이한 부분이 있거나 생리학적으로 다른 관점의 시각에서 바라보지는 않는다. 두 프로그램의 차이점은 세부 훈련 프로그램의 강도별 생리적 지표인 심박수(Heart Rate; HR)와, 혈중 젖산농도(Blood Lactate Density, BLD), 운동자각도(Ratings of Perceived Exertion, RPE)의 지표 범위에서 차이를 보인다.

지난 30년 동안 다양한 훈련방법의 개선과 발전은 주로 에너지대사에 관한 과학적 정보로 인한 것이다. 이 중 개인의 심박수 수치는 훈련 영역의 일부를 명확히 구분하는데 활용 되었다(Sweetenham & Atkinson 2003).

미국 수영 훈련 프로그램의 경우 각 훈련 영역별로 제시하는 심박수의 범위가 개인별로 정량화하기 힘들게 소개되어 있으나, 영국 훈련 프로그램의 경우 심박수의 범위가 개인별 정량화를 가늠하게 할 수 있도록 개인 최대심박수(Maximum Heart Rate, HR_{max})에 Beats Below Maximum을 적용하는 방식을 사용한다(Peyrebrune, 2005).

수영 경기 종목은 개인의 실력으로 경쟁하는 개인 종목이다. 기본적으로 선수 개인에게 최적화된 훈련 설계가 우선 되어야 한다. 이에 훈련 설계의 시작은 점진적 과부하, 반복, 다양화, 의식성 등의 훈련 원리와 함께 개별성의 원칙

(Individuality Principle)을 중요하게 다루어야 한다(이종각, 2008; Maglischo, 2003; Sharkey & Gaskill, 2006; Yoshimura & Takahashi, 1996).

엘리트 선수의 훈련은 지도자와 선수의 일대일 훈련이 가장 효과적일 것이다. 하지만 국내의 실정상 이는 매우 어려운 상황이다. 다수의 엘리트 선수들을 지도해야 하는 상황에서 훈련 계획과 함께 훈련 현장에서 개인별로 적용할 수 있는 생리적 지표의 기준 적용이 쉽다면, 동일한 훈련에 대해 다르게 반응하는 개인별 차이를 고려한 효과적인 훈련 설계가 가능해질 것이다.

이에 본 연구는 영국 수영 훈련 프로그램을 소개하고 국내 대학 엘리트 수영 선수들에게 적용하여 프로그램을 이루고 있는, 훈련 강도별 구성과 세부 프로그램에서 제시하고 있는 강도별 생리적 지표를 연구 대상자들을 통해 비교 분석하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 연구의 목적

엘리트 수영 선수들의 훈련은 스포츠 과학적 정보를 바탕으로 체계적인 계획 설계를 우선으로 해야 한다. 과학적 정보를 바탕으로 한 훈련은 경기력 향상은 물론 선수들의 과 훈련(Over Training)을 예방한다. 국내에 소개 및 보급되는 국외의 훈련 프로그램들은 운동 생리학적 에너지 시스템을 기반을 토대로 이루어진 것이다.

이에 본 연구의 목적은 영국 수영 훈련 프로그램을 국내 엘리트 대학 선수들에게 적용하여, 프로그램에서 제시하는 세부 훈련 강도별 생리적 지표인 심박수(HR), 혈중 젖산농도(BLD), 운동자각도(RPE)의 범위와 연구 대상자들의 세부 훈련 프로그램 수행 후 측정된 심박수, 혈중 젖산농도, 운동자각도의 지표를 비교 분석하고, 과학적인 훈련과 우수선수 발굴을 위한 기초자료를 제공하는 데 목적을 두었다.

3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 규명하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

1) 영국 수영 훈련 프로그램에서 제시하고 있는 세부 훈련 강도별 생리적 지표인 심박수(HR), 혈중 젖산농도(BLD), 운동자각도(RPE)의 범위와 연구 대상자들의 프로그램 수행 후 측정된 심박수, 혈중 젖산농도 및 운동자각도의 생리적 지표가 일치할 것이다.

2) 연구 대상자들의 심폐 체력 및 무산소성파워 수준 각각의 그룹 간 영국 수영 훈련 프로그램에서 제시하고 있는 세부 훈련 강도별 생리적 지표인 심박수(HR), 혈중 젖산농도(BLD) 및 운동자각도(RPE)의 차이가 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

1) 본 연구는 J도 엘리트 대학 수영 선수들을 대상으로 시행하여, 연구결과를 국내 전체 수영 선수들에게 일반화하기에는 제한점이 있다.

2) 연구 대상자들의 동·하계 및 시즌·비시즌 시기에 따라 운동 수행 수준 및 능력이 다르므로 심박수(HR), 혈중 젖산농도(BLD) 및 운동자각도(RPE)에 영향을 미칠 수 있다.

5. 용어의 정리

1) 심박수 (Heart Rate)

심박수(HR)는 심장이 주기적으로 수축과 이완을 반복하는 심장박동에서 1분 동안의 심장박동 횟수를 심박수라 한다.

정상적인 안정 시 심박수는 60~100 회/분 사이가 보통이며, 심박수 변화의 요인에는 체온변화, 운동, 수면, 섭식 상태, 감정 등이 있다. 최대운동 중 심박수는 안정 시 수준의 약 3배 정도, 심장의 1회 박출량은 2배까지도 증가한다(강희성 등, 2013; 정일규 및 윤진환, 2006).

운동선수의 훈련 중 개인의 심박수 수치는 훈련 영역 및 강도의 일부를 명확히 구분하는 데 활용 된다(Sweetenham & Atkinson 2003).

2) 젖산 (Lactate)

젖산은 일반적으로 운동 후 산소부족에 의한 최종 노폐물, 근육 피로의 주요 원인, 산성화에 의한 조직 손상의 주요 요소로 인식됐다.

진정권, 이대택 및 이명천(2006)은 1970년대 이후 젖산은 새로운 국면을 맞이하고, 많은 연구에서 젖산은 다양한 대사과정에서 중요한 중간물질의 역할을 차지한다고 하였다. 또한, 젖산은 유산소성 대사의 중간 연료로 사용되고 젖산이 에너지 대사에서 피로물질이기보다 세포 내 그리고 신체의 전체 대사과정에서 중요한 임무를 수행하는 것으로 고려된다고 하였다.

젖산이 생성되면서 피로원인 중의 하나로 작용하는 칼륨(K⁺)이 근육에서 소진되면서 근수축의 저하를 가져와 결국 피로를 방지하는 측면이 있다는 것이 알려졌다. 젖산의 생성은 탄수화물(Carbohydrate)을 이용하면서 나타난다. 운동 수행 중 에너지 활용에서 지방이용 감소와 함께 이용하기 쉬운 탄수화물을 활용하여 피로를 막기 위해서이다(윤성원, 2010).

3) 운동자각도 (Ratings of Perceived Exertion)

운동자각도(RPE)는 운동 시 발생하는 신체의 생리적 반응에 운동 강도를 직접 반영한 것이다. 스웨덴 심리학자인 Borg(1970)가 자신의 운동 부하가 어느 정도 힘든가를 주관적으로 평가해 언어적으로 표현하도록 하였다(조재혁, 임순길 및 이근일, 2000).

운동 강도를 결정할 때 이용되는 지표인 최대산소섭취량(Maximal Oxygen Uptake, VO_{2max}), 심박수(HR), 혈중 젖산농도(BLD)의 측정과 운동자각도(RPE)는 높은 상관관계가 있다. 특히 Borg(1970)의 척도는 운동 시 생리적 반응에 대한 정보를 제공한다. 또한, 운동 프로그램, 평가와 처방, 훈련 상태를 관찰하기 위해서 실험 및 임상에서 일반적으로 사용되고 있으며 운동 강도 처방에 유용한 방법으로 활용되어 왔다(American College of Sports Medicine, 2013; Suminski et al., 1997).

Borg(1970)의 15단계 범주-비율 척도는 운동 강도가 직선적으로 증가하면 운동자각도도 증가한다는 전제하에 설계되었다. 따라서 운동자각도나 심박수와 같은 운동 강도와 비례하여 나타나는 생리학적 변인의 대부분은 Borg 15단계 범주-비율 척도를 사용하게 되었다(이규성, 김문희, 한종우, 이희연 및 임용택, 2000).

4) 심폐 체력 (Cardiorespiratory Fitness)

심폐 체력은 운동 강도와 운동량을 결정하는 데 중요한 역할을 하며 평상시 건강상태를 평가하고 결정하는데 유용한 지표의 기준이 된다.

또한, 심폐 체력은 개인의 체력 수준을 평가함에 가장 중요하게 생각되는 요소이며, 이러한 심폐기능을 판단하는 일반적인 주요지표로 최대산소섭취량(VO_{2max})이 사용되고 있다(전태원 및 이병근 1993). 심폐 체력과 밀접한 관계를 맺고 있는 최대산소섭취량은 최대 운동 수행 중 인체가 섭취할 수 있는 단위 시간당 산소의 소비량을 말한다(보건복지부, 2011).

5) 무산소성 파워 (Anaerobic Power)

무산소성 파워는 산소의 개입 없이 세포의 대사과정을 통해서 생성되는 에너지의 효율로 정의된다. 최대 무산소성 파워와 무산소성 능력은 ATP를 생성하기 위한 무산소성 시스템(ATP-PCr and Anaerobic Systems)의 최대능력이라고 한다 (강희성 등, 2013).

운동수행과정에서 에너지 공급은 산소의 유·무에 따라 유·무산소성 운동으로 구분한다. 최대 무산소성 파워 및 무산소성 운동능력은 특정 종목을 제외한 모든 스포츠 종목의 경기력 향상에서 중요한 체력요인으로 인식되고 있으며, 특히 단 시간에 행해지는 운동 종목에서는 핵심적인 역할을 수행한다(정진원, 2000).

6) 약어의 정리

본 연구에서 사용된 약어의 정의는 다음과 같다.

- A1 : Aerobic Low Intensity Training Program
- A2 : Aerobic Maintenance Training Program
- AT : Anaerobic Threshold Training Program
- BBM : Beats Below Maximum (bpm)
- BFM : Body Fat Mass (kg)
- BLD : Blood Lactate Density (mmol/L)
- BMI : Body Mass Index (kg/m^2)
- BSTC : British Swimming Training Classification
- HR : Heart Rate (bpm)
- HR_{max} : Maximum Heart Rate (bpm)
- LP : Lactate Production Training Program
- LT : Lactate Tolerance Training Program
- N/A : Not Applicable
- PBF : Percent Body Fat (%)
- PBR : Personal Best Record (sec)
- RPE : Ratings of Perceived Exertion
- SMM : Skeletal Muscle Mass (kg)
- SP : Sprinting - ATP-PC Training Program
- ST : Split Time (sec)
- TR : Target Record (sec)
- VO_2 : Aerobic Overload Training Program
- WHR : Waist Hip Ratio (%)

II. 이론적 배경

1. 수영 경기의 역사 및 발달

인간이 언제부터 수영하고 또, 가르치고 배우게 되었는지 확실하지 않다. 수영의 발생에 대한 기록은 명확하지 않지만, 고대부터 목욕, 어업, 교통수단 및 전투 훈련과 같은 생활 수단과 밀접한 관계를 보인 것은 확실하다(전형권 및 유영창, 2001).

각종 운동 경기가 행해졌던 고대 그리스에서는 경기종목에 수영이 포함되지 않았다. 고대의 수영은 체육이나 레크리에이션을 위한 것보다 군사 목적이나 식량을 얻기 위한 생활수단에 대한 필요성에서 발달한 것이다(백진호 등, 2010).

중세 유럽에서는 수영이 기사의 필수 과목이 되었고, 교양이나 생활 또는 전쟁을 위한 중요한 운동의 하나가 되었다. 중세 말기에서 근세 초기에 이르는 시기에는, 종교상의 이유와 물이 흑사병과 같은 전염병을 유발한다는 이유로 수영이나 목욕이 금지되었다(Colwin, 2002).

수영이 일반경기 종목으로 나타나기 시작한 시기는 19세기경이다. 수영이 레크리에이션과 함께 학교대항 시합도 개최되기 시작했으며, 처음에는 군사 목적으로 시작된 수영도 20세기부터 신체단련 수단으로 변화하게 되었다(전형권 및 유영창, 2001).

수영의 근대화에 노력한 인물로는 이탈리아의 베르누르디(Bernurdi), 독일의 구츠무츠(Gutsmuths), 푸엘(Pfuel)등이 있다. 개척자들의 노력으로 수영의 가치가 심어지게 되었고, 이와 함께 유럽의 도시나 군대에서는 수영을 위한 연습장을 세우게 되었으며, 이들을 중심으로 한 수영 클럽의 탄생으로 인해 오늘날의 수영으로 발전하게 되었다(Counselman, 1977).

1) 국제 수영의 역사

수영 경기가 본격적으로 시작 된 것은 영국의 국립 수영협회가 19세기 초에 개최한 것이며, 초기 영국 수영 경기의 대부분은 평영(Breaststroke)의 형태를 사용했다(USA Swimming, 2015).

초기 올림픽에서 수영은 모두 크롤(Crawl) 영법으로 시행했다. 1837년부터 자유형 경기종목이 시작되었는데, 양팔을 물 위로 빼내어 교대로 저어가는 방법으로 시행되었으며, 이 영법은 창시자의 이름을 따서 트러전 수영법(Trudgen Stroke)이라고 불렀다(전형권 및 유영창, 2001).

20세기, 굉장한 속도와 전혀 새로운 수영 영법인 크롤 스트로크(Crawl Stroke)가 선보였다. 하지만 크롤 스트로크가 진보·발전되기까지 20세기 대부분이 소요되었으며, 2000년 시드니 올림픽 경기에 출전한 선수들에 의해 크롤 스트로크 수영 지식을 새로운 패러다임으로 만들었다(Colwin, 2002).

1896년부터 올림픽에서 자유형과 평영이 함께 치러졌다. 1940년대, 평영은 머리 앞쪽으로 두 팔을 옮겨와 속도의 향상을 이루었지만, 이 영법은 평영에서 금지되었다. 금지된 영법은 이후 접영(Butterfly)으로 발전하게 되었다. 초기 접영의 다리 동작은 평영과 같았지만 1954년 일본의 가자와(kajawa) 선수가 이 다리 동작을 돌핀킥(Dolphin kick)으로 더욱 고안 발달시키고, 1956년 멜버른 올림픽에서 공식적으로 등장하였다(IOC, 2015; 전형권 및 유영창, 2001).

배영(backstroke)은 1912년부터 경영 종목으로 추가되었다. 초기 배영은 수면 위에서 휴식을 취하기 위해 발달한 것으로 크롤 영법이 나타나기 전 평영의 다리 동작으로 양손을 동시에 저어가는 방법이었지만, 1900년대에 크롤 영법을 뒤집어 놓은 수영이 되었다(김상겸, 위성식 및 김창국, 2003; 전형권 및 유영창, 2001).

올림픽에서 여성의 참가는 1912년 스톡홀름대회 때부터 시작되었다. 남성과 여성의 종목과 거리 차이는 없지만, 자유형 장거리 종목에서 남자는 1500 m이나, 여성의 체력을 고려해 800 m로 설정하는 차이를 보인다. 또한, 2008년부터 원영 10,000 m가 새로 도입되었으며, 이 종목에서 남성과 여성의 거리 차이는 없다(IOC, 2015).

2) 국내 수영의 역사

우리나라의 수영은 갑오경장 이후 스포츠가 널리 소개·보급되면서 수영도 체계적인 지도와 보급이 이루어졌다. 1916년에 원산 송도원에서 국내 최초의 강습회를 청년회주최로 개최하게 되었고, 1929년 9월 1일 동아일보사 주최로 제1회 전조선 수영대회를 경성제대수영장(서울 동숭동)에서 개최되었다(백진호 등, 2010; 전형권 및 유영창, 2001).

1930년에는 조선수상경기협회가 발족하였다. 해방 후 1946년 대한수상경기연맹으로 재정비되어 1958년 제3회 동경아시안게임에 이르러서야 우리나라 처음으로 국제대회에 선수 2명을 파견하게 되었다. 이후 1966년에 대한수영연맹으로 명칭을 변경해 오늘날까지 사용하고 있다(백진호 등, 2010).

국내 수영의 발전은 1960년대 이후 한국경제의 발달과 함께 진행되어왔다. 1962년 제4회 아시안게임에서 평영100 m 동메달을 획득한 진장림 선수를 시작으로 1970년 제6회 아시안게임에서 조오련 선수가 금메달, 1982년 제9회 아시안게임에서 최윤희 선수가 3관왕을 차지했다. 또한, 1994년 제12회 히로시마 아시안게임에서 방승훈 선수가 자유형 400 m 종목에서 금메달, 2002년 부산 아시안게임에서 김민석 선수가 자유형 50 m 종목에서 금메달을 획득했다(대한체육회, 2015).

2008년 베이징 올림픽에서 박태환 선수가 아시아를 넘어 기초 종목 사상 최초로 올림픽 금메달을 획득하기까지 한국 수영은 점진적인 발전을 거듭하고 있다(송홍선 및 정동식, 2011). 하지만 현재 한국 수영은 특정 몇몇 선수를 제외하고는 올림픽 출전을 위한 기준 기록에 도달하지 못해 출전조차 할 수 없는 것이 현실이다.

2012년 런던 올림픽 출전 당시 우리나라는 전 종목 출전조차 하지 못했다. 남자 5명, 여자 5명이 출전하였지만, 박태환 선수를 제외하고는 한 명도 결승에 오르지 못했다(대한체육회, 2012).

2. 수영선수를 위한 훈련

수영은 수중에서 수행하는 운동 종목으로, 육상에서 하는 타 운동과는 다른 특징을 가지고 있다. 자기 체중의 대부분을 의식할 필요가 없으며, 수중에서는 물의 부피와 같은 물 무게의 부력을 받기 때문에 남·여·노·소 가릴 것 없이 운동이 가능한 요인 중의 하나이기도 하다(김상겸 등, 2003).

수중에서 신체는 수면과 평행을 이룬다. 이에 팔 동작이 몸을 추진시키는 데 큰 역할을 하지만 운동을 하며 본인의 움직임 특히, 팔 동작을 보기 힘들다. 이 때문에 초급 단계에서는 그릇된 동작을 취하기 쉽고, 수영 영법에 좋지 않은 버릇을 취하기 쉽다(김상겸 등, 2003).

타 스포츠 종목과 비교하면, 운동으로서 수영의 기본 형태는 비교적 단순하다. 누구나 수영할 수 있지만, 기본 영법을 비롯해 진보·개선할 수 있는 여지를 가지고 있다. 그리고 수면에서 진행을 방해하는 저항을 최소화하고, 수영의 정확한 움직임과 조화를 이루는 호흡법이 필요하다. 또한, 훈련에서 스피드를 위주로 하는 단거리 종목에서는 무산소적인 에너지 대사가, 장거리 종목에서는 유산소적인 에너지 대사를 중요시 한다(Laughlin, 2006; Komatsubara, 2011).

Anderson(2006)은 엘리트 수영 선수들의 경기력을 향상하기 위해 수영은 생리학, 심리학 및 생체 역학적 인자의 계열에 의해 상호 복합적인 과정에서 결정된다고 하였다. 또한, 수영의 특성을 최적화할 수 있는 능력은 경쟁 시 성공 가능성을 향상한다고 하였으며, 수영의 성능 향상을 위해 선수들이 경쟁하는 특정 종목에서 요구하는 사항과 종목 간 고유의 신체적, 생리적 특성을 잘 개발해야 한다고 하였다.

특히, 훈련에 엄격하게 대처하는 정신적 능력 또한 중요하게 고려해야 할 사항이라고 하였으며, 이에 지도자는 훈련 시 물리적 준비 및 장기 계획과 단기 처방, 수영의 회복 훈련에 대해 과학적 원리를 적용해야 한다고 하였다.

1) 수영 경기력의 결정요인

(1) 경기력 결정요인

수영 경기는 수중에서(수면) 전진하는 이동 운동이다. 지상에서 이동운동 시에 인체에 중력이 작용하는 것과 다르게 수영은 부력에 의해 작용함으로 체중을 지지할 필요가 없다. 그리고 수중에서는 물의 저항이 커서 이에 대항하여 이동운동을 하며 추진력을 발생시켜야 한다(Maglischo, 2003; Pyne & Sharp, 2014).

수중에서 신체는 수중을 상승하여 수면으로 부상한다. 부상 후 부력이 점차 감소하여 중력과 균형이 맞는 곳에서 정지하며, 신체가 수중에 적응하는 것은 중력과 부력의 상호관계에 따라 결정된다(Laughlin, 2006).

수중에서 저항은 신체가 이동하는 경우에 발생한다. 신체 주변에 복잡한 물의 흐름이 생기고, 신체의 이동속도가 빠른 경우에는 물체 후방에 소용돌이가 생긴다(백진호 등, 2010). 신체 전면에는 압력이 높고 후방은 낮아서 이 압력 차에 의해 후방으로 향하는 힘이 생긴다. 또한, 표면저항 등 신체가 물과 마찰하면서 생기는 힘으로 저항이 발생하기 때문에 역영 시 신체가 유선형 자세를 지향하는 것과 관련이 깊다(Komatsubara, 2011; Shimoyama, 2006).

수영 운동의 특징은 지상에서 이루어지는 스포츠와는 크게 두 가지의 차이를 가지고 있다. 첫째, 수영은 물이란 특수한 환경에서 전진해야 하므로 지상보다 더 큰 저항이 발생하고, 둘째, 지상에서 느끼는 반발력보다 더 작은 반작용의 힘으로 전진하게 된다(Maglischo, 2003).

속도 향상을 위한 가장 효율적인 방법은 추진력을 얻어 물에 대한 저항을 최소한 감소시키는 것이다. 그리고 수중에서 물의 저항을 거슬러 가며 계속 나아가기 위해 전진을 방해하는 물의 저항보다 크거나 같은 추진력이 필요하다(Yoshimura & Takahashi, 1996).

추진력은 한 번의 스트로크에 의해 얼마나 멀리 나아갈 수 있는가와 관련이 깊은 부분이다. 이는 순간적으로 발휘되는 힘이 얼마나 효율적인 수행을 할 수 있는가와 관련이 깊다. 이러한 원리들은 상호복합적인 원리와 구조를 형성하여 작용함으로써 수행되며, 이들 요소에 대한 이해는 효율적인 수영 경기를 수행하기 위해서 필수적이다(Maglischo, 2003).

(2) 수영 기록과 생리학적 훈련의 관계

운동 생리학은 운동 시 신체의 반응을 연구하고 이를 통해 운동에 적응할 수 있도록 하는 학문으로 정의할 수 있다. 또한, 단순 적용보다 생리적 특성으로 신체의 성능을 설명하고 있으며, 이를 엘리트 선수들에게 적용할 시 신체적 능력의 향상을 도모하는 역할을 하고 있다(Winter, Jones, Davison, Bromley & Mercer, 2006).

오늘날 수영 종목의 경기력을 향상하기 위한 훈련의 중심에는 생리학적 요인이 자리 잡고 있다. 에너지 방출과 피로 발생 비율은 각각의 근섬유 내에서 나타나며, 복잡한 신진대사 과정과 체내의 많은 생리 체계와도 관련된다(Maglischo, 2003).

백진호 등 (2010)은 수영 중에 발생하는 생리적 작용들은 지상에서 행하는 다른 운동 종목들과 다르게 수중에서 수행되기 때문에 이론적 원리는 비슷하지만, 적용 면에서는 차이를 보인다고 하였다. 따라서 신체의 생리적 원리를 이해하고 실제 훈련에 적용해야 최적의 수행 능력을 발휘할 수 있다고 하였다.

최재현(2005)은 수영 경기에서 신체의 생리적 상태를 최적으로 유지할 때 최고의 경기력을 발휘한다고 했다. 이를 위해서 어떤 시간이나 다른 환경적 조건에서도 생리적 적응이 원활히 이루어지도록 훈련하는 것이 중요하다고 했다.

신체는 운동 시 다량의 산소를 혈액 중의 헤모글로빈과 결합해 심장에서 전신의 근육으로 보낸다. 큰 근육군이 더 많은 산소와 에너지 물질에 반응하도록 하여 에너지를 보다 오랫동안 지속시키는 능력은 좋은 경기력을 가져오는 생리학적 기본 원리이다(백진호 등, 2010).

또한, 수영에서 속도의 증가는 더 많은 에너지가 필요하다. 이러한 에너지의 소모는 결국 피로를 유발하고 이러한 피로유발은 선수의 역학적인 파워 산출의 감소와 밀접한 연관을 가지고 있다(Huub et al., 1988; Van Ingen Schenau, 1990; Beelen & Sargeant, 1991).

수영에서 운동 생리학적 원리에 대한 이해는 훈련방법을 결정짓는다. 훈련 시 신체적 적응도의 개선이 높을수록 수영 경기의 능력을 극대화 시킬 수 있다(Colwin, 2002).

3. 영국 수영 훈련 프로그램

1) 영국 수영 훈련 프로그램

영국은 2005년 수영의 생리학적 측면을 고려해 지도자들과 선수들을 위한 훈련 강도 프로그램을 체계적으로 분류하여 영국 수영 훈련 프로그램(British Swimming Training Classification, BSTC)을 만들었다.

영국 수영 훈련 프로그램에서는 훈련 강도를 5가지 영역으로 설정하고, 7가지 강도로 분류하였다. 훈련 시 강도별로 심박수(HR), 혈중 젖산농도(BLD), 운동자 각도(RPE)의 범위를 설정하고 이를 이용·응용하여 훈련을 더욱 쉽게 설계할 수 있도록 하였다.

영국 수영 훈련 프로그램에서 제시하고 있는 세부 훈련 강도별 생리적 지표는 <Figure 1>과 같다.

Training Zones	Name	Description	HR (bpm)	LA ⁴ (mM)	RPE
Zone 1	A1	Aerobic Low Intensity Base conditioning and technical training; warm-up and warm-down <i>Predominantly Fat Metabolism; largely slow-twitch fiber recruitment</i>	>50	<2	<9
	A2	Aerobic Maintenance/ Development Base aerobic training <i>Improves cardio-respiratory system; enhances Lactate Removal</i>	40 - 50	2 - 4	10 - 12
Zone 2	AT	Anaerobic Threshold Maximal Lactate Steady State where Lactate production = Lactate removal <i>Optimal intensity for development of aerobic capacity</i>	20 - 30	3 - 6	14 - 15
Zone 3	VO ₂	Aerobic Overload High intensity work at approximately VO _{2max} This type of training includes Heart Rate and Vcrit sets <i>Improves VO_{2max} and aerobic power</i>	5 - 20	6 - 12	17 - 19
Zone 4	LP	Lactate Production Training intensity results in the maximal speed of lactate build up This type of training includes Race Pace training <i>Enhances rate of glycolytic energy production</i>	5 - 15	8 - 15	17 - 19
	LT	Lactate Tolerance High intensity work with medium rest to improve buffering <i>Developing the ability to tolerate lactate/ acidity in the muscle</i>	0 - 10	12 - 20	19 - 20
Zone 5	Speed	Sprinting – ATP-PC High intensity, short duration, long rest repeats <i>Designed to improve alactic energy production (ATP-PC), neuromuscular coordination and fast-twitch muscle fiber recruitment</i>	N/A	N/A	N/A

Figure 1. British Swimming Training Classification

2) 영국 수영 훈련 프로그램의 구성

(1) Zone 1

① 저강도 유산소 훈련 (Aerobic Low Intensity Training Program)

유산소 훈련 강도는 젖산 생산 비율을 저하하고 근섬유에서 젖산 제거율을 강화한다(Maglischo, 2003). 심폐 능력을 향상해 최대 산소섭취량을 늘리기 위한 AT 시점 이후에 운동능력을 향상하는 훈련이다(Peyrebrune, 2005; Sweetenham & Atkinson, 2003).

저강도 유산소 훈련은 본 훈련에 앞서 위밍업 시 체온과 맥박을 올리는 방법으로 강도 높은 훈련 중간에 빠른 회복을 돕기 위해 사용되기도 한다. 또한, 정확한 영법으로 훈련을 유지하면서 영법 교정과 훈련 마지막 쿨다운 시에 몸을 정상 상태로 돌려 피로회복을 돕기 위해 실시하는 훈련이다(류진욱, 2004; 백진호 등, 2010).

또한, 운동 시 작용하는 근섬유와 혈액에서 젖산을 제거하는 비율을 향상하고 젖산 운반 단백질의 양이 증가하여 더 많은 젖산이 그 섬유에서 혈액으로 제거되는 효과를 얻을 수 있다(Maglischo, 2003).

BSTC에서 제시하고 있는 생리적 지표의 범위는, 개인의 최대 심박수에서 50 bpm을 제외한 후 그 이하의 심박수와 혈중 젖산농도는 2 mmol/L, 운동자각도는 9 이하로 제시하고 있다(BSTC, 2005).

② 유산소유지 훈련 (Aerobic Maintenance Training Program)

유산소유지 훈련은 수영 훈련 시 혈중 젖산농도가 2~4 mmol/L 정도 수준으로 유산소성 지구력을 향상하기 위한 훈련이다(Peyrebrune, 2005).

섭취한 산소를 충분히 흡수할 수 있도록 폐포(Alveolus) 주위의 모세혈관 숫자를 늘리고, 심장의 1회 박출량을 늘려 흡수된 산소를 충분히 공급하기 위해서이다(Maglischo, 2003).

또한, 근육 주위의 모세혈관을 확충해서 근육에 산소를 공급하고, 근육 내 생성된 젖산을 빠르게 제거하기 위해 훈련 시 이용한다(류진욱, 2004; Peyrebrune,

2005).

BSTC에서 제시하고 있는 생리적 지표의 범위는, 개인의 최대 심박수에서 40~50 bpm을 제외한 심박수와 혈중 젖산농도는 2~4 mmol/L, 운동자각도는 10~12로 제시하고 있다(BSTC, 2005).

(2) Zone 2

① 무산소역치 훈련 (Anaerobic Threshold Training Program)

무산소역치 훈련은 유산소 능력의 개발을 위한 최적의 강도이다. 훈련의 효과가 극대화될 시 생산된 젖산을 제거하는 능력이 강화되는 훈련으로, 젖산 축적이 증가하기 시작하는 점을 말한다(강희성 등, 2013).

훈련의 목적은 선수들의 젖산 축적을 임의로 유도하고, 젖산 축적 후 회복력을 키우는 방법에 사용된다(Peyrebrune, 2005; Sweetenham & Atkinson, 2003).

BSTC에서 제시하고 있는 생리적 지표의 범위는, 개인의 최대 심박수에서 20~30 bpm을 제외한 심박수와 혈중 젖산농도는 3~6 mmol/L, 운동자각도는 14~15로 제시하고 있다(BSTC, 2005).

(3) Zone 3

① 산소과부하 훈련 (Aerobic Overload Training Program)

산소 과부하 훈련은 심근 산소소비량을 증가하는 훈련이다. 적은 산소를 섭취하면서 고강도 훈련을 시행하여 산소섭취량과 유산소 능력을 향상하는 훈련이다(Peyrebrune, 2005). 또한, 선수의 심장 근육의 산소 소비량이 100 ml 이상 유영 시 마지막에 최대에 이르도록 하여 경기력을 향상하기 위한 것이다(Sweetenham & Atkinson, 2003).

BSTC에서 제시하고 있는 생리적 지표의 범위는, 개인의 최대 심박수에서 5~20 bpm을 제외한 심박수와 혈중 젖산농도는 6~12 mmol/L, 운동자각도는 17~19로 제시하고 있다(BSTC, 2005).

(4) Zone 4

① 젖산 생성 훈련 (Lactate Production Training Program)

젖산 생성 훈련은 최대 훈련 강도와 최대 속도를 유지하면 그 결과 젖산은 축적되게 된다. 이러한 젖산에 대한 완충 능력 및 에너지 생산 속도를 향상하는 훈련이다(Peyrebrune, 2005).

또한, 수영 경기 종료 전까지 더 빠르게 역영 할 수 있도록 젖산 생성물을 향상하는 것이 목적이며, 여러 차례에 걸쳐 단시간 동안 빠른 속도로 젖산을 생성시키도록 근육을 자극해야 한다. 그리고 무산소성 대사능력 향상 및 스프린트의 최대 속도를 증가 시킨다(백진호 등, 2010).

BSTC에서 제시하고 있는 생리적 지표의 범위는, 개인의 최대 심박수에서 5~15 bpm을 제외한 심박수와 혈중 젖산농도는 8~15 mmol/L, 운동자각도는 17~19로 제시하고 있다(BSTC, 2005).

② 젖산 내성 훈련 (Lactate Tolerance Training Program)

높은 강도의 수영을 지속하면 무산소성 에너지 대사가 작용한다. 이 과정의 최종 산물로서 젖산은 비교적 짧은 시간 내에 고강도 근육 활동의 경우에 혈액과 근육에 축적된다(강희성 등, 2013).

젖산 내성 훈련은 근육의 완충 능력을 향상하는 것을 위한다. 또한, 근육 속에 젖산이 최대 수준에 도달될 수 있도록 함으로써 근육이 젖산 축적의 고통을 견딜 수 있는 능력을 향상하는 훈련이다(Peyrebrune, 2005).

훈련 시 페이스(Pace)에 맞추어 훈련을 시키고 선수들은 마치 대회 때 레이스(Race)를 하는 것처럼 훈련에 임해야 한다(Peyrebrune, 2005; Sweetenham & Atkinson, 2003).

BSTC에서 제시하고 있는 생리적 지표의 범위는, 개인의 최대 심박수에서 0~10 bpm을 제외한 심박수와 혈중 젖산농도는 12~20 mmol/L, 운동자각도는 19~20으로 제시하고 있다(BSTC, 2005).

(5) Zone 5

① 스피드 훈련 (Sprinting-ATP-PC Training Program)

Zone 5 훈련 영역은 짧은 시간 사이에 최대 스피드를 내는 훈련으로 스피드 향상을 위한 훈련이다(Peyrebrune, 2005). BSTC는 이 강도에서 생리적 지표를 제시하고 있지 않다.

스피드 훈련의 주요 목적은 최대의 스프린트 속도를 강화하여 선수들이 레이스를 보다 빨리 수행할 수 있도록 하는 것이다. 그리고 완충 능력을 개선하여 스프린트 선수들이 최대 스프린트 속도에 근접한 속도를 유지할 수 있도록 하는 것이다(백진호 등, 2010).

에너지 대사 능력을 향상하기 위해 설계된 훈련으로 고강도와 짧은 시간, 긴 휴식시간으로 훈련을 설계한다(Sweetenham & Atkinson, 2003).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구를 위해 J도 소재에 거주 중인 엘리트 대학부 수영 선수 6명을 대상으로 선정하였다. 연구의 목적, 과정, 기대효과를 설명하고 연구 동의서를 작성한 후 진행하였으며, 혈액 채취 등을 위해 J 대학 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인(JJNU_IRB-20150216-BR-001-01)을 받은 후 진행되었다.

1) 신체적 특성

연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of Participants

Variables	N=6
Age (yrs)	19.00±0.89
Height (cm)	164.23±4.94
Weight (kg)	62.25±7.04
SMM (kg)	25.48±3.93
BFM (kg)	16.13±4.80
BMI (kg/m ²)	23.05±1.93
PBF (%)	25.83±6.35
WHR (%)	0.81±0.02
HR _{max} (bpm)	201.00±0.89
Experience (year)	19.50±0.55

Data presented as the mean±standard deviation.

SMM: Skeletal Muscle Mass, BFM: Body Fat Mass, BMI: Body Mass Index, PBF: Percent Body Fat, WHR: Waist Hip Ratio, HR_{max}: Maximum Heart Rate

2) 심폐 체력 특성

연구 대상자의 심폐 체력에 대한 특성은 <Table 2>와 같다.

Table 2. The Values of Cardiorespiratory Fitness in Participants

Variables	N=6
ET (min)	769.67±79.07
VO _{2max} (mL/kg/min)	46.82±6.80
VO ₂ (mL/min)	2575.83±693.58
VCO ₂ (mL/min)	3118.33±794.87
RER	1.26±0.11
VE/VCO ₂	27.67±5.39
VE/VO ₂	34.33±9.45
SBP (mmHg)	174.50±41.32
DBP (mmHg)	79.67±6.65
AET (min)	380.17±69.06
FVC (ℓ)	4.35±0.55
FVC (%)	108.33±8.38
FEV ₁ (ℓ)	3.65±0.20
FEV (%)	104.50±9.52
FEV ₁ /FVC (ℓ)	84.33±7.12
FEF 25-75 % (ℓ)	3.77±0.64

Data presented as the mean±standard deviation.

ET: Exercise Time, VO_{2max}: Maximal Oxygen Uptake, VO₂: Oxygen Uptake, VCO₂: Carbon Dioxide Excretion, RER: Respiratory Exchange Ratio, VE: Ventilatory Equivalent for Oxygen, VE/VCO₂: Ventilatory Equivalent for Carbon Dioxide, VE/VO₂: Ventilatory Equivalent for Oxygen, SBP: Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure, AET: Anaerobic Threshold Exercise Time, FVC: Forced Vital Capacity, FEV: Forced Expiratory Volume, FEV₁: Forced Expired Volume in one Second, FEF: Forced Expiratory Flow.

3) 무산소성파워 특성

연구 대상자의 무산소성파워에 대한 특성은 <Table 3>과 같다.

Table 3. The Values of Anaerobic Power in Participants

Variables	N=6
Brake Weight (kg)	4.64±0.52
Peak Power (w)	576.14±195.39
Peak Power (w/kg)	9.23±2.67
Average Power (w)	363.63±89.67
Average Power (w/kg)	5.82±1.00

Data presented as the mean±standard deviation.

2. 실험 설계

본 연구는 영국 엘리트 선수 훈련 프로그램의 영역별 훈련 강도에서 심박수와 혈중 젖산농도, 운동자각도를 국내 대상자들을 통해 일치율을 알아보고 비교, 분석하는 실험연구로 설계하였다. 전체 실험 설계 모형은 <Figure 2>와 같다.

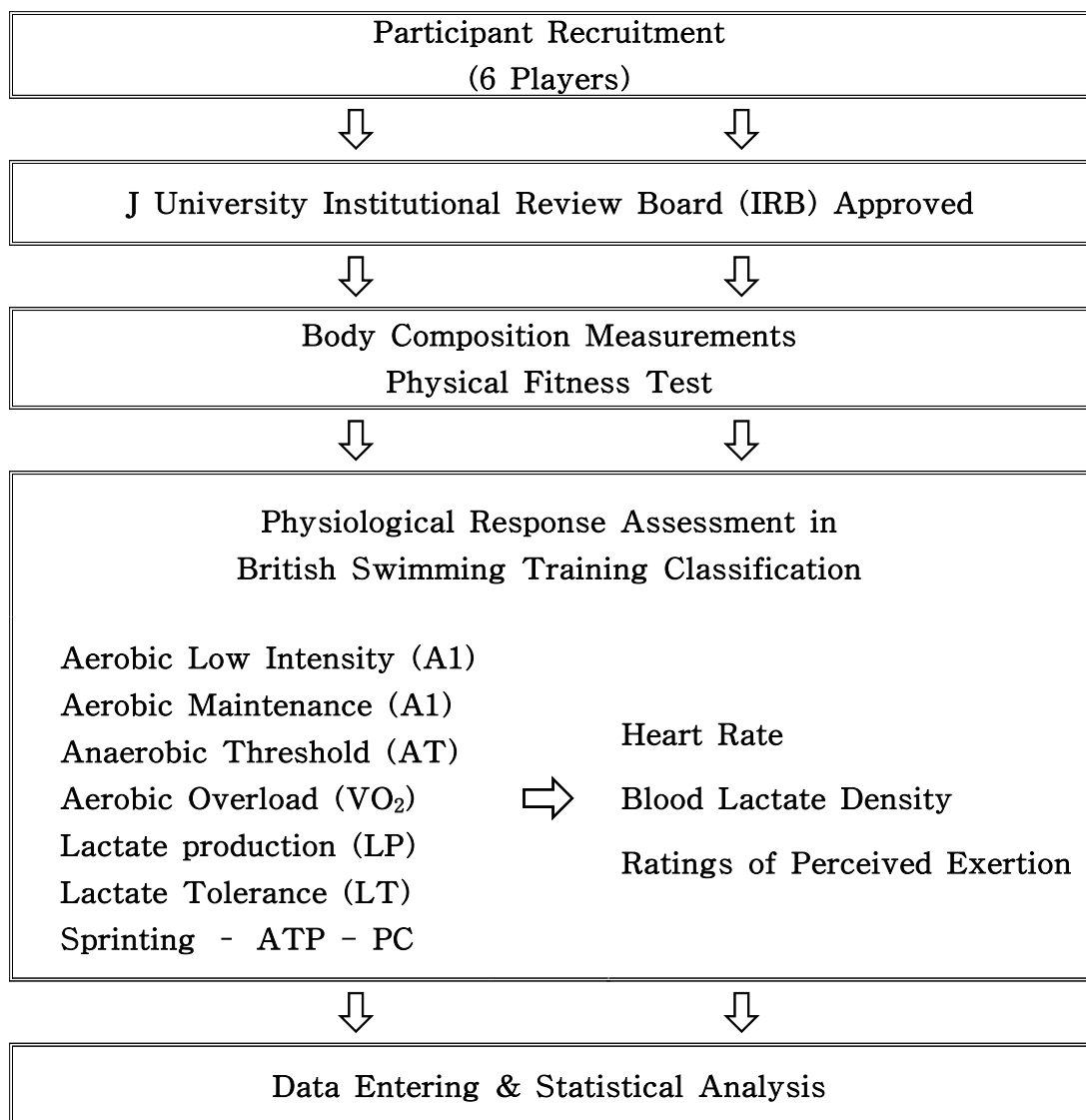


Figure 2. Experimental Design

3. 측정항목 및 방법

1) 신체조성 측정

신체조성 측정은 자동 측정 장비인 JENIX(동산제닉스, Korea)를 이용하여 0.1 cm, 0.1 kg 단위로 신장(Height), 체중(Weight)을 측정하였다. 측정 전 대상자에게 사전에 24시간 전부터 알코올 섭취를 금지했고, 측정 시 최대한 간편한 복장을 착용한 후 직립자세에서 신발을 벗고 측정하였다.

정밀 체성분 분석기인 Inbody 720 (Biospace Co., Korea)을 이용하여 골격근량(SMM), 체지방량(BFM), 체지방률(PBF), 체질량지수(BMI), 복부 지방률(WHR)을 측정하였다.

측정 시 금속물질(목걸이, 귀걸이, 시계 등)을 몸에서 제거한 후 약 5분간 안정을 취하도록 하였다. 맨발로 발판의 전극 모양에 맞추어 올라선 후 양손으로 손전극을 잡고, 손 전극은 엄지 부분과 4개의 손가락이 전극에 닿도록 하여 힘을 주지 않고 편안하게 잡도록 하였다. 팔은 자연스럽게 아래로 늘어뜨리며, 겨드랑이 몸통이 닿지 않도록 약 15 ° 정도로 팔을 벌려 서서 2분 정도의 측정이 진행되는 동안 말하지 않고 동일한 자세를 유지하도록 하여 측정을 진행하였다.

2) 심폐 체력 측정

(1) 운동 부하 검사

운동 부하 검사는 최대심박수(HR_{max}) 및 최대산소섭취량(VO_{2max}) 측정을 위해 Treadmill(Taeha, Korea)을 이용하고, 연구에서 사용한 호흡 가스대사 분석 장치는 Ultima-Medgraphics (USA)를 사용했다.

검사 시 검사실의 온도는 20~22 °C, 습도는 60 % 이하로 유지하였다. 대상자는 실험 전 최소 2시간 전에 공복을 유지하도록 하였으며, 측정결과에 영향을 미칠 수 있는 음식 및 약물복용을 금지했다.

연구 대상자는 실험실에 도착하여 약 30분 동안 안정을 취하도록 하였으며, Treadmill에 올라서는 법, 운동자각도(RPE) 판단법, 탈진 시 중지요령 등 실험상

유의해야 할 사항에 대하여 숙지시켰다.

실험 전에 Warm-up, 실험 종료 후에는 Cool-Down을 시행하였다. 대상자의 입에 프리벤트(Prevent)와 뉴모텍(Pneumotach)이 착용된 상태이므로 측정자와 비상 대화를 위한 수단을 미리 숙지시키고 실험을 시행하였다.

운동 부하는 Bruce Protocol을 사용하였다. 속도 1.7 mph로 경사 10 %에서 시작하여, 매 3분 경사를 2 %씩 높였으며, 속도는 2.5, 3.4, 4.2, 5.0, 5.5 mph의 점진적 증가 방법을 적용하여 최대심박수(HR_{max}), 최대산소섭취량(VO_{2max}) 등을 측정하였다.

최대 운동 수행 능력 판단 기준은 미국스포츠의학회(ACSM, 2013)의 지침에 따라 실시했다. 운동 강도는 증가하나 산소 소비량이 더 증가하지 않고, 산소 소비량의 증가가 150 ml/min이하 인 Leveling off가 나타나는 것을 기준으로 하였고, Leveling off가 나타나지 않으면 호흡 교환율이 1.10을 초과하였을 때로 설정하였다. 또한, 예상 최대 심박수($220 - \text{나이}$)의 85 %에 도달하였을 때, 운동자각도(RPE)가 17 이상 도달했을 때를 판단의 기준으로 정하고, 이상 중 2가지 이상이 충족될 경우로 설정하였다. 호흡곤란, 안면홍조, 불규칙한 발걸음, 얼굴 찡그린 정도 등을 조심스럽게 관찰하여 연구자가 운동 종료의 필요성을 인지할 때 중지시키도록 하였다.

연구 대상자가 신체적 한계에 도달하지 않은 상태에서 포기할 의사를 보일 경우 언어적 강화를 부여하도록 하였다. 또한, 호흡기에서 공기의 유출 여부가 생기면 측정자에게 즉각 알리도록 하였으며, 트레드밀 위에서의 사고방지를 위해 측정자를 상시 대기시켰다(ACSM, 2013).

(2) 폐기능 검사

폐기능 검사는 Cardiopulmonary Exercise Test System의 StressVue wireless with Ultima CPX Medgraphics (Philips CO, USA)를 사용하여 측정하였다. 대상자는 식사 2시간 후 상대습도 40-50 %, 온도 22 °C 이하로 유지된 실험실에서 안정 상태를 유지하고 검사 과정을 설명하였다.

호흡 가스 대사 분석기와 뉴모텍(Pneumotach)을 결합하여 대상자의 구강에 물려 코를 막고, 구강 호흡을 3회 이상 실시하여 안정된 호흡 상태를 확인 후 실시

하였다. 검사자의 지시에 따라 안정 날숨 수준으로부터 최대 들숨 수준까지 숨을 들이쉬고 최대한의 힘으로 한 번에 노력 날숨을 행하여 최대 날숨 수준까지 호출시켰다.

최저 6초 이상 날숨 노력을 지속하여 소리가 줄어들면, 최저 2초 이상 호기량이 변화하지 않는 것을 확인하고 강제폐활량(Forced Vital Capacity, FVC)과 1초간 강제호기량(Forced Expiratory Volume in one second, FEV₁)을 2회 반복 측정하였으며, 종료 후 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC의 평균을 기록하였다(ACSM, 2013).

3) 무산소성 파워 검사

무산소성 파워(Anaerobic Capacity, AC) 검사는 Bar-Or (1987)에 의해 보고된 윈게이트(Wingate) 검사방법을 사용하였다. 자전거 에르고미터를 이용하여 체중을 고려한 부하 하에서 30초 동안 최대 운동을 수행하여 5초 간격의 파워 중 최대치를 무산소성 파워로, 또한 무산소성 능력은 30초 동안 발휘된 총 운동량을 6개 구간의 파워를 평균하여 측정할 수 있다(정일규 및 윤진환, 2006).

측정 시 피험자는 몸통 경사각도 75°, 자전거 에르고미터 손잡이와 팔꿈치의 각도 10°, 하지장 각도 175-180°, 발은 크랭크에 고정해 측정하였다. 2분간 가벼운 페달링으로 준비운동을 하고, 체중의 7.5%를 부하로 설정하여 대상자별로 적용하고 준비운동이 끝난 후 서서히 페달을 돌리게 하였다.

일정한 속도에 도달했을 시 시작이란 신호와 함께 전력으로 30초간 페달링 운동을 시행하여 최고파워(Peak Power)와 평균파워(Average Power)를 측정하였다.

Table 4. Wingate Test Formula

$\text{Power} = \text{Exercise load (kg)} \times \text{Pedal Count} \times 6 \text{ (m)}/(5 \text{ sec})$
$\text{Watt} = \text{Exercise load (kg)} \times \text{Pedal Count} \times 11.765$

4) 영국 수영 프로그램 구성 강도별 측정

영국 수영 훈련 프로그램 구성하고 있는 훈련 종류와 강도별로 각각 대상자들이 본인 주 종목으로 단계별 거리를 역영하고 강도별 심박수와 혈중 젖산농도, 운동자각도를 측정하였다.

측정하는 프로그램 강도별 구성 및 생리적 지표의 범위는 <Table 5>와 같다.

Table 5. British Swimming Training Classification

Training Zone	Training	Level	HR (bbm)	LA (mmol)	RPE
Zone 1	A1	Aerobic Low Intensity Training Program	HR _{max} - 50	< 2	< 9
	A2	Aerobic Maintenance Training Program	HR _{max} - 40~50	2~4	10~12
Zone 2	AT	Anaerobic Threshold Training Program	HR _{max} - 20~30	3~6	14~15
Zone 3	VO ₂	Aerobic Overload Training Program	HR _{max} - 5~20	6~12	17~19
Zone 4	LP	Lactate Production Training Program	HR _{max} - 5~15	8~15	17~19
	LT	Lactate Tolerance Training Program	HR _{max} - 0~10	12~20	19~20
Zone 5	Speed	Sprinting (ATP-PC) Training Program	N/A	N/A	N/A

HR; Heart Rate, LA: Lactate, RPE: Ratings of Perceived Exertion, bbm: Beats Below Maximum.

(1) 수영 훈련 강도별 측정

① 프로그램 영역별 훈련 설정

프로그램의 영역별 훈련 설정은 Championship Swim Training (Sweetenham & Atkinson, 2003)에서 권장하는 훈련 방법을 선정하였다.

또한, 연구방법의 동일성과 대상자들의 수준을 고려해 100 m 단위 이하로만 측정하였으며, <Table 6>과 같다.

Table 6. Training Programs by Zone

Training	Level	Distance	Training Design	Interval Time	
Zone 1	A1	Aerobic Low Intensity Training Program	1500 m	100 m × 15 lap	20 sec
	A2	Aerobic Maintenance Training Program	1500 m	100 m × 15 lap	20 sec
Zone 2	AT	Anaerobic Threshold Training Program	3000 m	100 m × 30 lap	20 sec
Zone 3	VO ₂	Aerobic Overload Training Program	1200 m	100 m × 3 lap × 4 set Set Rest 200 m swim-Down	20 sec
Zone 4	LP	Lactate Production Training Program	500 m	50 m × 10 lap From Dive	3 min
	LT	Lactate Tolerance Training Program	600 m	100 m × 6 lap From Dive	6 min
Zone 5	SP	Sprinting ATP-PC Training Program	200 m	25m × 8 lap	1:5

② 영역별 훈련 설정에 따른 기록 선정

프로그램의 영역별 강도를 측정하기 위한 대상자들의 훈련기록 선정은 Sweetenham & Atkinson(2003), Pyne(1999b)이 제시한 기록을 설정하여 실시하였다.

Zone 1 ~ Zone 3 영역은 영역별 훈련 리피트 타임(Repeat Time, RP)을 설정하고, 대상자의 주 종목으로 200 m 개인 최고기록(Personal Best Record, PBR)을 반으로 나눈 후, 일정한 수치를 더하는 방법으로 목표기록(Target Record, TR)을 선정하여 실시하였다. Zone 4 영역은 대상자의 100 m 최고기록의 50 m 스플릿 타임(Split Time, ST)과 200 m 최고기록의 100 m ST를 설정하여 시행하였다.

Zone 5 영역의 경우 BSTC에서는 영역의 지표를 제시하고 있지 않지만, 본 연구에서는 대상자들을 통해 훈련의 효과를 알아보기 위해 측정을 하였으며 <Table 7>과 같다.

Table 7. Training Programs Examples

Training	Description	Targer Record	Interval Time
Zone 1	A1 Aerobic Low Intensity Training Program	200 m PBR/2 + 20 sec	20 sec
	A2 Aerobic Maintenance Training Program	200 m PBR/2 + 15~20 sec	20 sec
Zone 2	AT Anaerobic Threshold Training Program	200 m PBR/2 + 7~10 sec	20 sec
Zone 3	VO ₂ Aerobic Overload Training Program	200 m PBR/2 + 4~7 sec	20 sec
Zone 4	LP Lactate Production Training Program	100 m PBR/2 ±1 sec	3 min
	LT Lactate Tolerance Training Program	200 m PBR/2 ±1 sec	6 min
Zone 5	SP Sprinting(ATP-PC) Training Program	PBR + 1 sec	1:5 (PBR × 5)

PBR: Personal Best Record

③ 훈련별 생리적 지표 측정 과정

본 실험을 위한 수영장은 J도 J시의 W수영장을 이용하였다. 수영장 온도를 $27^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ 로 설정하고, 대상자들의 수준차를 고려하여 순서를 정하고 첫 번째 대상자 출발 후 5분 간격으로 다음 대상자를 출발시켰다.

훈련 강도별 거리, 횡수를 수행하면 대상자들의 종료 시점이 약 5분 간격으로 발생하였다. 이 차이를 이용해 연구 대상자들의 심박수를 측정하고 혈중 젖산농도의 측정을 위해 혈액을 채취했으며, 이와 함께 운동자각도를 측정하였다. 측정의 시작과 함께 종료 시까지 신속하게 측정하였다.

④ 심박수 측정

심박수 측정은 휴대용 무선 심박수 측정기(Polar Analyzer, Polar Elector of Finland)를 착용하여 세부 프로그램 훈련 강도별 심박수(Target Heart Rate, THR)를 측정하였다.

대상자들의 훈련 종료 시점 즉시 확인하였으며, 심박트렌스미터와 심박수 모니터 간의 간격이 확인 시 1 m가 넘지 않도록 대상자들에게 최대한 간격을 줄이도록 하였다.

⑤ 젖산분석

혈중 젖산의 분석은 젖산 분석기(Lactate Pro, Arkray)를 이용하여 강도별 로 설정한 거리를 역영한 후 측정하였다.

분석 방법은 먼저 테스트 스트립을 개봉하여 분석기에 삽입한 후 대상자 집게(검지)손가락의 채혈 부위를 코튼 드라이 패드로 닦고 알코올 솜으로 소독하였다.

채혈할 손가락 끝 4-5 mm 부분을 Finger Tip을 이용해 $5\ \mu\text{l}$ 정도(한 방울)의 혈액을 1회 채혈하고, 코튼 드라이 패드로 채혈한 부위를 닦아준 후 $5\ \mu\text{l}$ 정도의 혈액을 다시 채혈하여 테스트 스트립에 혈액이 닿게 하여 60초 후 화면에 나온 수치를 기록하였다.

테스트 스트립에는 연구자의 손이나 피부 등 다른 이물질이 닿지 않도록 하였으며, 땀과 물이 남아 있지 않은 상태에서 실시하였다.

⑥ 운동자각도 측정

운동자각도 측정은 Borg Scale을 측정하였다. Borg Scale은 스웨덴 심리학자인 Borg(1970)가 개발하여 오늘날 신체활동과 관련된 모든 형태의 운동에서 일반적으로 사용되고 운동 처방에서도 다양하게 사용되고 있다.

수영장 및 대상자의 특성상 물에 항상 노출되어 있으므로 운동자각도가 물에 젖지 않도록 코팅 용지를 사용하였다. 사전에 대상자들에게 사용법을 충분히 숙지시키고, 강도별 역영 종료 후 실시하여 측정하였다.

4. 자료 처리

1) 본 연구를 위해 측정된 모든 자료의 처리는 Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 18.0 통계 프로그램을 사용하여 다음과 같이 분석하였다.

2) 대상자의 신체조성, 심폐 체력, 무산소성과워, 심박수, 혈중 젖산농도 및 운동자각도에 대한 평균(Mean)과 표준편차(Standard Deviation)를 산출하였다.

3) 대상자를 통해 영국 엘리트 수영 선수 훈련 프로그램을 강도별로 실시한 후 프로그램에서 제시하는 심박수, 혈중 젖산농도 및 운동자각도 지표의 범위와 대상자들을 통해 나타난 생리적 지표 간 일치율을 확인하기 위해 빈도 분석을 실시하였다.

4) 훈련 프로그램 수행 후 심폐 체력 및 무산소성과워 능력(상·하위)에 따른 그룹 간 심박수, 혈중 젖산농도 및 운동자각도를 비교하기 위해 Independent T-test를 실시하였다.

5) 본 연구의 가설 검증을 위한 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

IV. 연구 결과

1. 연구 대상자의 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과

1) Zone 1 (A1 Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 A1에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 연구 대상자들의 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 8>과 같다.

분석결과 A1과 대상자들 간 HR과 BLD는 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, RPE는 83.3 %의 일치율을 나타냈다.

Table 8. Frequency Analysis of Physiological Response with A1 Training Program

Variables	M±SD	Range	Match	Mismatch
HR (bpm)	139.17±9.66	HR _{max} - 50	6 (100 %)	0 (0 %)
BLD (mmol)	1.18±0.20	< 2	6 (100 %)	0 (0 %)
RPE	8.00±1.79	< 9	5 (83.3 %)	1 (16.7 %)

M±SD: mean±standard.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

2) Zone 1 (A2 Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 A2에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 연구 대상자들의 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 9>와 같다.

분석결과 A2와 대상자들 간 BLD는 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, HR과 RPE는 83.3 %의 일치율을 나타냈다.

Table 9. Frequency Analysis of Physiological Response with A2 Training Program

Variables	M±SD	Range	Match	Mismatch
HR (bpm)	157.50±4.85	HR _{max} - 40~50	5 (83.3 %)	1 (16.7 %)
BLD (mmol)	2.36±0.41	2~4	6 (100 %)	0 (0 %)
RPE	10.83±1.17	10~12	5 (83.3 %)	1 (16.7 %)

M±SD: mean±standard.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

3) Zone 2 (AT Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 AT에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 연구 대상자들의 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 10>과 같다.

분석결과 AT와 대상자들 간 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율을 나타냈다.

Table 10. Frequency Analysis of Physiological Response with AT Training Program

Variables	M±SD	Range	Match	Mismatch
HR (bpm)	176.50±3.33	HR _{max} - 20~30	6 (100 %)	0 (0 %)
BLD (mmol)	5.36±1.22	3~6	6 (100 %)	0 (0 %)
RPE	14.00±0.63	14~15	6 (100 %)	0 (0 %)

M±SD: mean±standard.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

4) Zone 3 (VO₂ Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 VO₂에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 연구 대상자들의 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 11>과 같다.

분석결과 VO₂와 대상자들 간 HR, BLD는 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, RPE는 80 %의 일치율을 나타냈다.

Table 11. Frequency Analysis of Physiological Response with VO₂ Training Program

Variables	M±SD	Range	Match	Mismatch
HR (bpm)	190.00±3.54	HR _{max} - 5~20	5 (100 %)	0 (0 %)
BLD (mmol)	10.02±2.05	6~12	5 (100 %)	0 (0 %)
RPE	16.80±0.45	17~19	4 (80 %)	1 (20 %)

M±SD: mean±standard.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

5) Zone 4 (LP Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 LP에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 연구 대상자들의 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 12>와 같다.

분석결과 LP와 대상자들 간 BLD, RPE는 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, HR은 80 %의 일치율을 나타냈다.

Table 12. Frequency Analysis of Physiological Response with LP Training Program

Variables	M±SD	Range	Match	Mismatch
HR (bpm)	187.00±2.45	HR _{max} - 5~15	4 (80 %)	1 (20 %)
BLD (mmol)	14.12±1.70	8~15	5 (100 %)	0 (0 %)
RPE	18.40±0.55	17~19	5 (100 %)	0 (0 %)

M±SD: mean±standard.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

6) Zone 4 (LT Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 LT에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 연구 대상자들의 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 13>과 같다.

분석결과 LT와 대상자들 간 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율을 나타냈다.

Table 13. Frequency Analysis of Physiological Response with LT Training Program

Variables	M±SD	Range	Match	Mismatch
HR (bpm)	193.40±3.05	HR _{max} - 0~10	5 (100 %)	0 (0 %)
BLD (mmol)	14.74±0.91	12~20	5 (100 %)	0 (0 %)
RPE	19.40±0.55	19~20	5 (100 %)	0 (0 %)

M±SD: mean±standard.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

7) Zone 5 (SP Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 SP에 따른 연구 대상자의 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 14>와 같다.

Table 14. The Values of Physiological Response with SP Training Program

Variables	Participants						M±SD	Range
	A	B	C	D	E	F		
HR (bpm)	167	173	163	164	136	N/A	160.60±14.29	N/A
BLD (mmol)	7.6	7.3	6.7	2.4	8.7	N/A	6.54±2.42	N/A
RPE	10	11	13	13	12	N/A	11.80±1.30	N/A

M±SD: mean±standard.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

8) 영국 수영 훈련 프로그램 영역별 비교 결과

영국 수영 훈련 프로그램에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 연구 대상자들의 생리적 지표의 총 일치율을 분석한 결과는 <Table 15>와 같다.

분석결과 프로그램과 대상자 간 HR의 일치율이 94 %, BLD는 100 % 일치율을 나타냈고, RPE는 일치율이 90 %로 나타났다. 프로그램과 대상자 간 생리적 지표의 총 일치율 분석결과 95 %의 일치율을 나타냈다.

Table 15. Frequency Analysis of Physiological Response with British Swimming Training Classifications

Variables	N	Match	Mismatch
HR	33	31 (94 %)	2 (6 %)
BLD	33	33 (100 %)	0 (0 %)
RPE	33	30 (90 %)	3 (10 %)
Total	99	94 (95 %)	5 (5 %)

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

2. 심폐 체력 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과

1) 심폐 체력 집단별 신체적 특성

연구 대상자를 심폐 체력에 대한 수준별 일치율을 알아보기 위해 최대산소 섭취량을 기준으로 집단을 구분하였다.

대상자의 신체적 특성은 <Table 16>과 같으며, 집단별로 유의한 차이는 보이지 않았다.

Table 16. Characteristics of Participants by Cardiorespiratory Fitness Level

Variables	High Level (N=3)	Low Level (N=3)	<i>p</i>
Age (yrs)	19.00±1.00	19.00±1.00	1.00
Height (cm)	164.40±6.76	164.07±3.91	.945
Weight (kg)	61.07±6.51	63.43±8.79	.727
SMM (kg)	26.83±5.23	24.13±2.40	.462
BFM (kg)	13.00±2.50	19.27±4.67	.110
BMI (kg/m ²)	22.60±1.93	23.50±2.23	.626
PBF (%)	21.60±5.94	30.07±3.42	.099
WHR (%)	0.82±0.04	0.80±0.01	.566
HR _{max} (bpm)	201.00±1.00	201.00±1.00	1.00
Experience (year)	11.00±0.00	10.00±0.00	N/A

Data presented as the mean±standard deviation.

SMM: Skeletal Muscle Mass, BFM: Body Fat Mass, BMI: Body Mass Index, PBF: Percent Body Fat, WHR: Waist Hip Ratio, HR_{max}: Maximal Heart Rate.

2) 집단별 심폐 체력 비교 분석결과

연구 대상자들을 최대산소섭취량(VO_{2max})으로 집단을 구분한 후 비교분석을 한 결과는 <Table 17>과 같다.

분석결과 최대산소섭취량(VO_{2max})에서 상위수준이 하위수준보다 높은 경향이 보였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다. 또한, 상위수준과 하위수준 간 강제폐활량에서는 하위수준이 상위수준보다 유의하게 높은 결과를 보였다.

Table 17. Comparison of the Values of Cardiorespiratory Fitness by Fitness Level

Variables	High Level (N=3)	Low Level (N=3)	<i>p</i>
ET (min)	800.00±75.82	739.33±84.39	.407
VO_{2max} (mL/kg/min)	51.73±6.22	41.90±2.10	.060
VO_2 (mL/min)	2729.67±677.67	2422.00±820.01	.643
VCO_2 (mL/min)	3297.67±973.59	2939.00±731.56	.637
RER	1.20±0.07	1.25±0.15	.675
VE/ VCO_2	26.33±2.52	29.00±7.81	.604
VE/ VO_2	32.00±2.62	36.67±14.15	.628
SBP (mmHg)	161.67±31.94	187.33±52.48	.509
DBP (mmHg)	82.33±8.74	77.00±3.67	.384
AET (min)	396.67±0.58	363.67±105.38	.642
FVC (ℓ)	4.25±0.84	4.45±0.14	.711
FVC (%)	101.67±4.16	115.00±5.00	.024
FEV ₁ (ℓ)	3.51±0.20	3.78±0.08	.098
FEV (%)	97.67±8.50	111.33±3.79	.064
FEV ₁ /FVC (ℓ)	83.67±11.15	85.00±1.00	.855
FEF 25-75% (ℓ)	3.70±0.97	3.83±0.22	.833

Data presented as the mean±standard deviation.

ET: Exercise Time, VO_{2max} : Maximal Oxygen Uptake, VO_2 : Oxygen Uptake, VCO_2 : Carbon Dioxide Excretion, RER: Respiratory Exchange Ratio, VE: Ventilatory Equivalent for Oxygen, VE/ VCO_2 : Ventilatory Equivalent for Carbon Dioxide, VE/ VO_2 : Ventilatory Equivalent for Oxygen, SBP: Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure, AET: Anaerobic Threshold Exercise Time, FVC: Forced Vital Capacity, FEV: Forced Expiratory Volume, FEV₁: Forced Expired Volume in one Second, FEF: Forced Expiratory Flow.

3) 심폐 체력 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과

(1) Zone 1 (A1 Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 A1에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 심폐 체력 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 18>과 같다.

분석결과 상위수준은 HR, BLD는 100 %의 일치율을 나타냈고, RPE는 일치율이 66.7 %로 나타났다. 반면 하위수준은 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율이 나타났으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 18. Frequency Analysis of Physiological Response with A1 Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} - 50	144.33±6.43	3 (100 %)	0 (0 %)	134.00±10.58	3 (100 %)	0 (0 %)	.222
BLD (mmol)	< 2	1.10±0.10	3 (100 %)	0 (0 %)	1.13±0.30	3 (100 %)	0 (0 %)	.866
RPE	< 9	8.00±2.65	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	8.00±1.00	3 (100 %)	0 (0 %)	1.00

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(2) Zone 1 (A2 Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 A2에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 심폐 체력 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 19>와 같다.

분석결과 상위수준은 HR, BLD는 100 %의 일치율을 나타냈고, RPE는 일치율이 66.7 %로 나타났다. 반면, 하위수준은 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율이 나타났으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 19. Frequency Analysis of Physiological Response with A2 Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} -40~50	160.33±4.51	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	154.67±3.79	3 (100 %)	0 (0 %)	.171
BLD (mmol)	2~4	2.30±0.56	3 (100 %)	0 (0 %)	2.33±0.32	3 (100 %)	0 (0 %)	.933
RPE	10~12	11.00±1.73	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	10.67±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	.768

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(3) Zone 2 (AT Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 AT에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 심폐 체력 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 20> 과 같다.

분석결과 상·하위 수준 모두 HR, BLD, RPE에서 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 20. Frequency Analysis of Physiological Response with AT Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} -20~30	178.33±1.15	3 (100 %)	0 (0 %)	174.67±4.04	3 (100 %)	0 (0 %)	.205
BLD (mmol)	3~6	5.10±1.32	3 (100 %)	0 (0 %)	5.53±1.36	3 (100 %)	0 (0 %)	.712
RPE	14~15	14.00±1.00	3 (100 %)	0 (0 %)	14.00±0.00	3 (100 %)	0 (0 %)	1.00

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(4) Zone 3 (VO₂ Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 VO₂에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 심폐 체력 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 21>과 같다.

분석결과 상·하위 수준 모두 HR, BLD, RPE에서 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 21. Frequency Analysis of Physiological Response with VO₂ Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} -5~20	189.67±2.08	3 (100 %)	0 (0 %)	190.50±6.36	2 (100 %)	0 (0 %)	.205
BLD (mmol)	6~12	10.07±2.87	3 (100 %)	0 (0 %)	9.95±0.49	2 (100 %)	0 (0 %)	.712
RPE	17~19	16.67±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	17.00±0.00	2 (100 %)	0 (0 %)	1.00

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(5) Zone 4 (LP Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 LP에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 심폐 체력 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 22>와 같다.

분석결과 상위수준은 BLD, RPE에서 100 % 일치율을 나타냈고, HR은 일치율이 66.7 %로 나타났다. 하위수준은 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율이 나타났으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 22. Frequency Analysis of Physiological Response with LP Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} - 5~15	186.33±3.05	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	188.00±1.41	2 (100 %)	0 (0%)	.537
BLD (mmol)	8~15	13.50±2.08	3 (100 %)	0 (0 %)	15.05±0.07	2 (100 %)	0 (0%)	.391
RPE	17~19	18.33±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	18.50±0.71	2 (100 %)	0 (0%)	.789

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(6) Zone 4 (LT Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 LT에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 심폐 체력 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 23>과 같다.

분석결과 상·하위 수준 모두 HR, BLD, RPE에서 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 23. Frequency Analysis of Physiological Response with LT Training Program by Cardiorespiratory Fitness Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} - 0~10	193.33±4.04	3 (100 %)	0 (0 %)	193.50±2.12	2 (100 %)	0 (0 %)	.962
BLD (mmol)	12~20	15.10±1.01	3 (100 %)	0 (0 %)	14.20±0.56	2 (100 %)	0 (0 %)	.349
RPE	19~20	19.33±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	19.50±0.71	2 (100 %)	0 (0 %)	.789

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

3. 무산소성파워 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과

1) 무산소성파워 집단별 신체적 특성

연구 대상자를 무산소성파워에 대한 수준별 일치율을 알아보기 위해 최대산소 섭취량을 기준으로 집단을 구분하였다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 24>와 같으며, 집단별 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 24. Characteristics of Participants by Anaerobic Power Level

Variables	High Level (N=3)	Low Level (N=3)	<i>p</i>
Age (yrs)	19.00±1.00	19.00±1.00	1.00
Height (cm)	166.53±3.07	161.93±5.98	.302
Weight (kg)	63.73±5.13	60.77±9.53	.660
SMM (kg)	27.43±4.52	23.53±2.59	.265
BFM (kg)	14.46±5.00	17.80±4.96	.457
BMI (kg/m ²)	23.00±2.17	23.10±2.15	.957
PBF (%)	22.73±7.78	28.93±3.37	.274
WHR (%)	0.81±0.04	0.81±0.02	.778
HR _{max} (bpm)	201.00±1.00	201.00±1.00	1.00
Experience (year)	10.670.58	10.330.58	.519

Data presented as the mean±standard deviation.

SMM: Skeletal Muscle Mass, BFM: Body Fat Mass, BMI: Body Mass Index, PBF: Percent Body Fat, WHR: Waist Hip Ratio, HR_{max}: Maximal Heart Rate.

2) 집단별 무산소성파워 비교 분석결과

연구 대상자들을 무산소성파워로 집단을 구분한 후 비교·분석한 결과는 <Table 25>와 같다.

분석결과 상위수준과 하위수준 간 평균파워(Average Power)에서 상위수준이 하위수준보다 유의하게 높은 결과를 보였으며, 최대파워(Peak Power)에서 상위수준이 하위수준보다 높은 경향을 보였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 25. Comparison of the Values of Anaerobic Power by Fitness Level

Variables	High Level (N=3)	Low Level (N=3)	<i>p</i>
Brake Weight (kg)	4.75±0.38	4.53±0.70	.652
Peak Power (w)	708.91±176.45	443.37±106.87	.090
Peak Power (w/kg)	11.16±2.50	7.29±0.63	.060
Average Power (w)	421.03±53.72	306.24±85.63	.121
Average Power (w/kg)	6.63±0.35	5.02±0.65	.020

Data presented as the mean±standard deviation.

3) 무산소성파워 구분 집단별 영국 수영 훈련 프로그램 비교 결과

(1) Zone 1 (A1 Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 A1에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 무산소성파워 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 26>과 같다.

분석결과 상위수준은 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율을 나타냈다. 하위수준은 HR, BLD는 100 % 일치율을 나타냈고, RPE는 일치율이 66.7 %로 나타났으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 26. Frequency Analysis of Physiological Response with A1 Training Program by Anaerobic Power Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} - 50	140.67±12.74	3 (100 %)	0 (0 %)	137.67±8.02	3 (100 %)	0 (0 %)	.747
BLD (mmol)	< 2	1.23±0.15	3 (100 %)	0 (0 %)	1.00±0.20	3 (100 %)	0 (0 %)	.184
RPE	< 9	7.00±1.00	3 (100 %)	0 (0 %)	9.00±2.00	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	.196

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(2) Zone 1 (A2 Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 A2에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 무산소성 파워 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 27> 과 같다.

분석결과 상위수준은 BLD는 100 % 일치율을 나타냈고, HR, RPE는 일치율이 66.7 %로 나타났다. 하위수준은 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율을 나타냈으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 27. Frequency Analysis of Physiological Response with A2 Training Program by Anaerobic Power Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} -40~50	159.33±6.03	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	155.67±3.51	3 (100 %)	0 (0 %)	.414
BLD (mmol)	2~4	2.30±0.56	3 (100 %)	0 (0 %)	2.33±0.32	3 (100 %)	0 (0 %)	.933
RPE	10~12	11.33±1.53	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	10.33±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	.349

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(3) Zone 2 (AT Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 AT에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 무산소성과워 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 28>과 같다.

분석결과 상·하위 수준 모두 HR, BLD, RPE에서 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 28. Frequency Analysis of Physiological Response with AT Training Program by Anaerobic Power Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} -20~30	178.33±1.15	3 (100 %)	0 (0 %)	174.67±4.04	3 (100 %)	0 (0 %)	.205
BLD (mmol)	3~6	6.17±0.60	3 (100 %)	0 (0 %)	4.47±1.10	3 (100 %)	0 (0 %)	.078
RPE	14~15	13.67±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	14.33±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	.230

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(4) Zone 3 (VO₂ Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 VO₂에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 무산소성 파워 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 29>와 같다.

분석결과 상위수준은 HR, BLD는 100 % 일치율을 나타냈고, RPE는 일치율이 66.7 %로 나타났다. 하위수준은 HR, BLD, RPE 모두 100 % 범위 내 일치율을 나타냈으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 29. Frequency Analysis of Physiological Response with VO₂ Training Program by Anaerobic Power Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} -5~20	192.00±3.00	3 (100 %)	0 (0 %)	187.00±1.41	2 (100 %)	0 (0 %)	.124
BLD (mmol)	6~12	9.77±2.74	3 (100 %)	0 (0 %)	10.40±1.13	2 (100 %)	0 (0 %)	.785
RPE	17~19	16.67±0.58	2 (66.7 %)	1 (33.3 %)	17.00±0.00	2 (100 %)	0 (0 %)	.495

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(5) Zone 4 (LP Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 LP에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 무산소성 파워 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 30> 과 같다.

분석결과 상위수준은 HR, BLD, RPE 모두 100 % 일치율을 나타냈다. 하위수준은 BLD, RPE는 100 % 범위 내 일치율을 나타냈고, HR은 50 %의 일치율을 나타냈으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 30. Frequency Analysis of Physiological Response with LP Training Program by Anaerobic Power Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} - 5~15	188.33±1.15	3 (100 %)	0 (0 %)	185.00±2.89	1 (50 %)	1 (50 %)	.324
BLD (mmol)	8~15	13.57±2.14	3 (100 %)	0 (0 %)	14.95±0.21	2 (100 %)	0 (0 %)	.452
RPE	17~19	18.67±0.58	3 (100 %)	0 (0 %)	18.00±0.00	2 (100 %)	0 (0 %)	.219

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

(6) Zone 4 (LT Training Program)

영국 수영 훈련 프로그램 LT에서 제시하고 있는 생리적 지표와 프로그램 수행 후 나타난 무산소성 파워 수준 집단별 생리적 지표를 분석한 결과는 <Table 31> 과 같다.

분석결과 상·하위 수준 모두 HR, BLD, RPE에서 100 % 범위 내 일치율을 나타냈으며, 상위수준과 하위수준 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 31. Frequency Analysis of Physiological Response with LT Training Program by Anaerobic Power Level

Variables	Range	High Level			Low Level			<i>p</i>
		N=3	Match	Mis match	N=3	Match	Mis match	
HR (bpm)	HR _{max} -0~10	194.33±2.58	3 (100 %)	0 (0 %)	192.00±4.24	2 (100 %)	0 (0 %)	.482
BLD (mmol)	12~20	14.37±0.81	3 (100 %)	0 (0 %)	15.30±0.99	2 (100 %)	0 (0 %)	.328
RPE	19~20	19.33±5.77	3 (100 %)	0 (0 %)	20.00±0.00	2 (100 %)	0 (0 %)	.219

Data presented as the mean±standard deviation.

HR: Heart Rate, BLD: Blood Lactate Density, RPE: Ratings of Perceived Exertion.

V. 논 의

효과적인 훈련 계획은 선수들의 경기력 향상과 직접적인 관계를 하고 있다. 수영의 발전은 과학의 발전과 함께 20세기 이후 훈련 방법이 활발히 연구되었고, 엘리트 선수들의 훈련 계획 중심에는 운동 생리학이 중요한 역할을 차지하게 되었다.

Sharkey & Gaskill(2006)은 운동 생리학은 인체의 근육과 신체 계통에 미치는 운동의 단기적 결과와 장기적 효과를 연구하는 학문이라고 했다. 단기적 결과에는 운동 수행 중 신체의 대사 과정이 포함된다고 하였으며, 장기적 효과는 체계적인 훈련이 근육과 에너지 생산과정, 심혈관계와 호흡계, 그리고 그 밖의 많은 신체 기능의 적응 결과에 관한 것이라고 하였다.

본 연구에서 사용한 British Swimming Training Classifications (Peyrebrune, 2005)는 이러한 스포츠 과학적 정보를 바탕으로 만들어졌다고 사료된다. 또한, 프로그램에서는 생리적 지표인 심박수와 혈중 젖산농도와 함께 운동자각도의 지표를 훈련 강도별로 구분하여 체계적으로 소개하고 있다.

프로그램의 큰 특징은 심박수를 최대 심박수에 BBM을 기준으로 제시하고 있는 점이다. BBM의 적용은 타 수영 훈련 프로그램과 차이를 나타내는 부분이며, 훈련 시 개인별 적용이 타 프로그램과 비교하면 용이하다고 판단된다.

하지만 프로그램은 국내 보급이 미흡해 활발히 이용되지 못하였다. 그리고 최근 훈련 현장에서 사용되고 있는 수영 훈련 프로그램들을 적용하고, 국내 선수들을 대상으로 프로그램의 생리적 지표에 대한 반응을 비교한 국내 연구는 미흡한 실정이다.

영국 수영 훈련 프로그램은 20세기 후반부터 최근까지 이어지는 수영의 생리학적 정보를 바탕으로 훈련 프로그램을 설계하고, 훈련 계획을 설정할 때 유용한 지표로 사용될 수 있다고 간주한다. 이에 본 연구는 국내 엘리트 대학 선수들에게 적용하여, 훈련 프로그램에서 제시하고 있는 훈련 강도별 생리적 지표에 대한 반응을 비교 분석하여 소개하는 것에 그 의미가 있다.

BSTC를 J도 엘리트 대학 선수들에게 적용하고 수행한 후, 프로그램에서 제시하고 있는 생리적 지표의 범위와 대상자들을 통해 나타난 생리적 지표 간 비교 결과는 다음과 같다.

BSTC의 생리적 지표의 범위에 대한 대상자들의 생리적 지표 간 일치율이 HR 94 %, BLD 100 %, RPE는 90 %로 나타났다. 또한, 생리적 지표 범위와 대상자들 간 총 일치율이 95 %로 나타나 높은 일치율을 나타냈다.

대상자들의 체력을 심폐 체력과 무산소성과워 상·하위 수준으로 나눈 후 집단 간 BSTC에서 제시하고 있는 생리적 지표 범위를 비교 분석한 결과, 모든 영역에서 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

본 연구의 세부적인 결과 Zone 1 (A1·A2 Training Program)의 A1은, HR과 BLD는 100 % 범위 내 일치율이 나타났고, RPE는 일치율이 83.3 %로 나타나 높은 일치율을 나타냈다.

A2는 HR과 RPE는 일치율이 83.3 %, BLD는 100 % 범위 내 일치율을 나타냈다. 반면 A1, A2에서 체력 수준 집단 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Zone 1 영역은 유산소성 대사과정의 훈련 영역이다. 평균 10년 이상의 엘리트 선수 경력이 있는 대상자들이 수행하기에 어려움이 없는 저강도 영역이며, 대상자 중 A1 수행 후 혈중 젖산농도(BLD)가 오히려 안정 시 수치에 비해 낮아지는 현상을 보였다.

김상겸 등(2003), 류진욱(2004), 방준영(2000), Colwin(2002)은 저강도 유산소 훈련은 운동 시 적은 에너지를 소모하기 때문에 근육 내에 저장된 글리코겐(Glycogen)이 사용되는 것이 아니며, 지방이 주 에너지원으로 이용된다고 했다.

또한, 운동 시 심장에 부담을 주지 않아 호흡에 여유를 주고, 근육에서 작은 신경을 자극하고 있는 지근 섬유소(Type I Muscle Fiber)에서 주로 사용되기 때문에 피로의 원인이 되는 젖산은 보통 생성되지 않는다고 보고했다.

Maglischo(2003), Peyrebrune(2005), Yoshimura & Takahashi(1996)는 운동 시 작용하는 근섬유와 혈액에서 젖산을 제거하는 능력을 향상하고, 젖산 운반을 담당하는 단백질의 양이 증가하여 더 많은 젖산이 섬유에서 혈액으로 제거되는 효과를 얻을 수 있다고 하였다.

따라서 본 연구를 통한 훈련 강도 수행이 저강도 유산소 대사과정 속에서 총

실히 수행되었다고 판단되며, 본 영역의 결과를 근거로 BSTC의 강도별 구분과 프로그램에서 제시하고 있는 A1, A2에 대한 생리적 지표의 신뢰성을 높여주고 있다고 판단된다.

Zone 2 (AT Training Program)의 경우 AT 강도의 생리적 지표 범위와 대상자들을 통해 나타난 생리적 지표 간 100 %의 일치율이 나타났다. 그리고 체력 수준 집단 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

선행연구에서 운동선수의 자아조절 능력에 대해 강효민(2006)은 운동경력이 높을수록 선수들의 운동 수행능력에 매우 큰 영향을 미칠 것이라고 하였다. 본 연구의 대상자들은 엘리트 선수 경력이 높아 수영 훈련에 대한 이해도와 반응 등 운동 자아조절의 능력이 높은 것과 밀접한 관계가 있다고 판단된다.

Maglischo(2003)는 무산소역치 훈련 시 페이스가 최대의 약 70~80 % 이상으로 충분한 속도를 유지할 경우 산소가 충분하지 않아도, 무산소성대사 단계에서 생성된 모든 수소 원자를 유산소 체계로 진입시킬 수 있다고 했다.

백진호 등 (2010)은 일반적으로 혈중 젖산이 4 mmol/L 가 되는 무산소성 역치에 도달하도록 해서 무산소역치 훈련을 통해 젖산의 생성을 억제하거나 생성된 젖산을 제거하는 능력을 높여 지구력을 향상한다고 하였다. 이는 BSTC Zone 2 영역이 지향하고 있는 훈련의 목적과 동일하며, AT 강도의 생리적 지표는 Maglischo(2003), Sweetenham & Atkinson(2003)이 제시하고 있는 훈련 강도의 지표와도 유사하다.

이에 BSTC의 생리적 지표의 범위와 대상자들을 통해 나타난 생리적 지표 간 일치율은, BSTC에서 구분하는 Zone 2 영역의 AT에 대한 신뢰성을 높여주는 의미를 지니고 있다고 판단된다.

Zone 3 (VO₂ Training Program)영역은 VO₂ 생리적 지표의 범위와 대상자들을 통해 나타난 생리적 지표 간 HR, BLD에서 100 %, RPE는 80 %의 일치율을 나타냈으며, 체력 수준 집단 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Zone 3 영역은 Zone 2 영역과 함께 연구 대상자들이 선수 경력 동안 가장 많이 시행한 훈련이다. 그러나 본 연구를 위한 훈련 설정에 대해 대상자들이 생소하게 느끼는 경향이 나타났다. 본 연구는 훈련 설계에서 연구 대상자들이 개인의 주 종목으로 역영하도록 설계하였다. 그 결과 프로그램을 수행하는 과정에서 자

유형 선수들의 경우 목표기록을 유지하는 것에 적은 시간 내 반응 하였지만, 접영과 평영의 경우 마지막까지 지속해서 기록을 유지하지 못하는 경향이 나타났다.

현광석 및 김창국(2002), Yoshimura & Takahashi(1996)는 수영은 영법에 따라 다른 근 기능을 보유하고 있다고 하였다. 또한, 접영의 경우 다른 종목에 비해 거리당 에너지 소비가 많은 영법이라고 하였으며, Maglischo(2003)는 평영은 각 스트로크 주기 내에 발생하는 변동의 폭이 가장 큰 종목이라고 하였다.

본 연구에서 접영과 평영의 경우 자유형과 배영과는 달리 수중에서 발생하는 저항의 크기가 다르기 때문에 영법의 특성상 대상자들의 적응도에서 차이가 나타난 것으로 판단된다.

Zone 3 훈련 영역에 대해 백진호 등 (2010)은 최대산소섭취량을 증가하기 위한 훈련으로 산소를 체내로 유입시키는 능력을 높여 지구력을 향상하는 훈련이라고 하였다. BSTC의 훈련 목적과 함께 Maglischo(2003), Sweetenham & Atkinson(2003)이 제시하는 영역별 생리적 지표 범위와도 일치점을 보이고, VO₂의 연구 결과는 BSTC에서 구분하는 Zone 3 영역에 대한 신뢰성을 높여주는 의미를 나타낸다고 판단된다.

Zone 4 (LP·LT Training Program) 영역에서 체력 수준에 따른 집단 간 유의한 차이는 나타나지 않았다. LP의 생리적 지표의 범위와 대상자들을 통해 나타난 생리적 지표 간 HR은 80 %의 일치율을, BLD, RPE는 100 %의 일치율로 나타났다. HR이 제시 범위보다 낮은 수치가 나오긴 했지만, 목표 수치와 거의 일치하는 경향이 나타났다. LT의 경우에는 생리적 지표의 범위와 상자들을 통해 나타난 생리적 지표 간 100 % 일치율을 보였다.

백진호 등 (2010)은 젖산 생성 훈련은 수영 경기 종료 전까지 젖산 생성물을 향상해 더욱 빠른 역영을 목적으로 한다고 했다. 이를 위해 여러 차례에 걸쳐 단 시간 동안 빠른 속도로 젖산 생성을 위해 근육을 자극해야 한다고 했다.

Sweetenham & Atkinson(2003)은 임의로 젖산 생성을 유도 하는 훈련은 산혈증(Acidosis)을 유발하게 되어 근육의 피로도가 높아지기 때문에, 젖산 생성 훈련은 반드시 과 훈련(Over Training)이 이루어지지 않도록 주의해야 한다고 했다.

Maglischo(2003)는 산혈증으로 인해 ATP 재순환의 비율을 저하하고, 근육 통

증을 일으킨다고 하였다. 이는 선수들의 통증 내성에 따라 선수들의 수행력에 영향을 미치고, 통증에 대한 신체의 내성 능력을 키워야 경기력의 향상을 기대할 수 있다고 했다.

Guyton(1994)은 근육에 유발되는 산혈증에 대해 혈액과 근육세포에 들어있는 탄산수소염(Hydrogen Carbonate), 근육 단백질(Muscle Protein)과 크레아틴 인산염(Creatine Phosphate)을 통해 젖산에 반응하여 임박한 산혈증의 속도를 지연시킨다고 하였다. 이러한 무산소성 신진대사 훈련에 대해 Sweetenham & Atkinson(2003)은 선수들의 근육 및 신체에 많은 스트레스를 발생하게 되므로 훈련에 임하는 선수의 확고한 의지력이 필요하다고 말했다.

실제 본 연구를 통해 연구 대상자들의 운동자각도가 매우 높게 나타났다. 이러한 경향은 대상자들이 본 영역에 대한 훈련 설정 수행 시 최선을 다한 상황에서 나타난 것이라 볼 수 있다. 하지만 본 연구 대상자들의 선수 경력 동안 이와 유사한 훈련의 부재로 인한 것으로 판단되고 특히, 이 부분은 경기력을 향상할 수 있는 결정적 요인으로 작용 될 것으로 생각된다.

Zone 4 영역의 LP와 LT는 Colwin(2002), Maglischo(2003), Sweetenham & Atkinson(2003)이 제시하고 있는 생리적 지표의 범위와 일치하는 경향과 함께, BSTC의 생리적 지표와 대상자들 간 일치율을 근거로 Zone 4 영역에 대한 신뢰성도 높은 것으로 판단된다.

Zone 5 (SP Training Program)의 영역에 대해 BSTC에서는 생리적 지표를 제시하고 있지 않다. 그러나 Zone 5 영역을 미국의 Maglischo(2003)가 제시한 영역별 지표와 비교해보면, 연구 결과의 해석이 가능하여 본 연구를 통해 실시하게 되었다. 그 결과 대상자들의 심폐 체력 수준 및 무산소성과위가 상위 수준에 있는 특정 대상으로 한해 BLD¹⁾가 일치율을 나타냈다.

체력은 인간의 생존과 생활의 기반이 되는 신체적 능력이다. 체력의 요인 중 심폐 체력(Cardiorespiratory Fitness)은 운동 강도 및 운동량을 결정하는 데 중요한 역할을 하며, 개인의 체력 수준을 평가함에 있어서 가장 중요시되는 요소이다(이종각, 2008; 전태원 및 이병근, 1993).

정진원(2000)은 무산소성과위는 운동수행과정에서 에너지 공급의 산소 사용 여

1) Maglischo(2003)의 SP영역 BLD 범위가 2~3 mmol/L이다.

부에 따라 유·무산소성 운동으로 구분하며, 최대 무산소성파워 및 무산소성 운동 능력은 모든 운동 종목의 경기력 향상에 중요한 체력요인으로 중요하다고 보고했다.

Colwin(2002), Maglischo(2003)는 수영의 고강도 훈련 시 충분한 휴식은 심박수를 빠르게 회복될 수 있다고 보고했다. 또한, 수축하는 근육에 발생하는 주요 화학적 변화는 탄수화물 글리코겐(Glycogen)속의 탄소(C)와 수소(H)의 산화 그리고, 이산화탄소(CO₂)와 물(H₂O)의 생산이라고 했다. 그리고 근육의 경우 쉽게 이용 가능한 형태의 연소 에너지로 미리 저장되어 있다고 보고했다.

Colwin(2002)은 근육에 저장된 아데노신 3 인산염(Adenosine Triphosphate)은 고 에너지인 2 인산염(Adenosine Diphosphate)분자를 통해 ATP가 분리될 경우 타 인산염보다 더 많은 에너지를 방출한다고 했다.

선행연구들을 근거로 본 연구의 심폐 체력 및 무산소성파워의 측정 결과, 상위 수준의 특정 대상자는 ATP의 재순환 비율이 다른 대상자들에 비해 높은 수준에 있다고 판단된다. 이에 무산소성 운동 수행 중 폭발적인 힘을 발휘할 수 있다고 판단되고, 심폐 체력의 높은 수준은 운동 종료 시 회복력의 차이로 나타나므로 개인의 심폐 체력 및 무산소성파워의 수준으로 인한 결과의 의미로 해석된다.

본 연구에서 BSTC가 제시하는 생리적 지표의 범위에 대해 통계적으로 체력 수준에 따른 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 수영 경기력 향상을 위한 중요한 측면으로 해석할 수 있으며, 본 연구를 통한 결과에서 매우 중요한 의미를 가진다.

엘리트 선수들을 육성하는 과정에서 수영은 운동 역학적 측면 또한 중요한 역할을 차지하고 있다. 권영후, 곽창수, 문영진, 백진호 및 이순호(2008)는 운동 역학의 목적은 효율적인 운동기술의 향상에 있다고 보고했다. 운동 기술의 분석 및 개발은 피드백(Feedback)을 제공하여 기술 동작의 오류를 수정하기 위해서, 운동 수행 상황을 파악하여 단점을 분석하고 문제점을 찾아내는 방법이라고 했다.

Sweetenham & Atkinson(2003), Le Sage et al. (2010)은 수영은 영법이 중요한 스포츠라고 했다. 또한, 수영에서 스트로크(Stroke)의 효율성은 기술 강화에 있어 중요한 부분이며, 스트로크(Stroke)의 완성은 국가대표 선수의 수준에 도달하는 것을 목표로 삼아야 한다고 했다.

본 연구 대상자들의 평균 선수 경력과 연구 결과를 고려해 볼 때, 운동 생리학적 측면의 훈련 적용에 대한 반응은 높은 것으로 판단된다. 그러나 대상자들을 국내 엘리트 선수들의 경기력과 비교해 보면 상위권에 속하지 못하고 있다. 이는 훈련 시 운동 생리학적 측면과 함께 강조되는 수영 추진력에 대한 운동 역학적 부분인 영법의 완성도 면에서 발생하는 문제로 해석할 수 있다.

영법의 미 완성도는 수중에서 발생하는 저항을 효율적으로 이용하지 못하는 결과로 이어진다. 스트로크(Stroke) 수행 시 발생하는 효율성의 부족은 일 회의 스트로크 당 이동하는 전진 거리가 줄어들고, 작은 전진 거리의 반복은 결국 경기력의 저하를 가져오게 되는 것으로 판단된다.

BSTC의 영역별 세부 훈련 프로그램은 강도별 생리적 지표의 범위에 대해 신뢰 되는 결과를 보였다. 하지만 경기력을 결정짓는 수영 추진 역학 등 또 다른 요인들이 존재하기 때문에, 대상자들의 체력 수준에 따른 집단 간 차이는 확인하지 못한 것으로 판단된다.

본 연구의 결과를 종합해 보면 영국 훈련 프로그램에서 제시한 생리적 지표의 범위와 연구 대상자들이 실제 훈련 후 측정된 생리적 지표의 높은 일치율을 근거로 훈련 프로그램이 생리학적 측면에서 효과적인 것으로 판단된다. 또한, 훈련 계획을 설계할 때 개인별 차이를 고려한 훈련 설계가 가능할 것으로 판단된다.

하지만 본 연구에서 대상자 수와 연령의 한계 등으로 인해 통계적으로 체력 수준에 따른 집단 간 차이점은 파악하지 못한 것으로 판단된다. 이에 향후 연령별 대상자들에게 영국 수영 훈련 프로그램의 효과를 검증하는 연구와 운동 역학적, 심리학적 측면의 훈련 프로그램과 경기력의 관계를 규명하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

VI. 결 론

본 연구는 J도 소재 J대학의 엘리트 수영선수들을 대상으로 영국 수영 훈련 프로그램을 적용하여, 세부 훈련 프로그램 강도별 생리적 지표의 범위와 연구 대상자들을 통해 나타난 생리적 지표를 비교 분석 하였다.

본 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 영국 수영 훈련 프로그램의 세부 훈련 프로그램 강도별 생리적 지표의 범위와 연구 대상자들의 세부 훈련 프로그램 수행 후 측정된 생리적 지표의 일치율은 95 %로 나타났다.

둘째, 연구 대상자들을 심폐 체력 및 무산소성과워 수준으로 나누어, 상·하위 체력 수준에 따른 집단 간 생리적 지표의 일치율을 비교한 결과, 각각의 체력 수준에 따라 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

본 연구의 결론을 종합해 보면 영국 수영 훈련 프로그램에서 제시한 생리적 지표의 범위와 연구 대상자들을 통해 실제 훈련 후 측정된 생리적 지표의 높은 일치율을 근거로 훈련 프로그램이 생리학적 측면에서 효과적인 것으로 사료된다.

또한, 훈련 계획의 수립은 생리학적 측면과 함께 역학적 측면 등 모든 요소를 고려한 체계적인 계획이 이루어져야 할 것이며, 이를 위해 본 연구가 훈련 설계를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

향후 연령별 대상자들에게 영국 수영 훈련 프로그램의 효과를 검증하는 연구와 운동 역학적, 심리학적 측면의 훈련 프로그램과 경기력의 관계를 규명하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 강희성, 김기진, 김태운, 김형목, 장경태, 전종귀, 조현철(2013). **운동과 스포츠 생리학**. 서울: 대한미디어, 385-388.
- 강효민(2006). 수영선수의 성, 운동경력 및 경쟁 수준에 따른 자아조절의 차이. **한국스포츠리서치**, 17(5), 429-440.
- 김길환, 최만식(2004). 엘리트 수영선수들의 스트레스 요인과 대처방안. **코칭능력개발지**, 6(1), 89-103.
- 김상겸, 위성식, 김창국(2003). **수영의 지도와 관리**. 서울: 대경북스.
- 김창범, 신준용, 황용진(2011). 자유형 수영선수들의 플립턴 동작의 운동학적 교수 변인 분석. **한국체육교육학회지**, 16(1), 219-230.
- 권영후, 곽창수, 문영진, 백진호, 이순호(2008). **스포츠 생체역학**. 서울: 국민체육진흥공단 체육과학연구원.
- 대한체육회(2012). **대회 일정 및 결과**. <http://www.sports.or.kr/koc.sport>.
- 대한체육회(2015). **대회 일정 및 결과**. <http://www.sports.or.kr/koc.sport>.
- 대한수영연맹(2013). **정보알림방**. <http://swimming.sports.or.kr/servlets>.
- 류진욱(2004). 수영(경영) 훈련의 종류와 의미 및 수행방법. **코칭능력개발지**, 6(1), 105-113.
- 방준영(2000). 우수 수영선수들의 훈련 프로그램 개발에 관한 연구. **미간행 박사논문**. 성균관대 대학원, 경기도.
- 백진호, 강효민, 김정규, 김효식, 양승민, 한성진(2010). **체육지도자 수영 훈련지도서**, 서울: 국민체육진흥공단 체육과학연구원.
- 보건복지부(2011). **대사증후군 관리를 위한 심폐 체력 수준의 영향력 검증에 관한 연구**. 보건복지부 건강증진 연구사업 결과보고서.
- 송홍선, 정동식(2011). 박태환 골드 프로젝트. **체육과학연구** 22(3), 2259-2273.
- 송홍선, 정동식, 김광준, 이상철, 육현철(2009). **단거리 수영선수를 위한 훈련프로그램 개발 및 적용**, 서울: 국민체육진흥공단 체육과학연구원.

- 이규성, 김문희, 한중우, 이희연, 임용택(2000). 스포츠생리학/저항운동 시 %RM 강도에 따른 운동자각도와 생리적인 반응. **한국체육학회지**, 39(3), 516-524.
- 이우신, 김효식, 어수주, 정순광, 최강진, 이병두(2008). 고강도 반복적 훈련에 따른 스트로크 변화 및 젓산농도의 상관관계. **한국사회체육학회**, 34, 853-860.
- 이종각(2008). **트레이닝론**. 서울: 국민체육진흥공단 체육과학연구원.
- 윤성원(2010). 스포츠 과학: 젓산은 피로물질이 아닌 산화기질 즉, 에너지. **스포츠과학**, 110(1), 39-46.
- 조재혁, 임순길, 이근일(2000). 점증부하운동 시 운동자각도와 심폐기능과의 관련성. **한국운동영양학회지**, 4(2), 73-83.
- 진정권, 이대택, 이명천(2006). 운동과 젓산 순환. **운동학 학술지**, 8(2), 85-92.
- 전태원, 이병근(1993). 남녀 초, 중, 고, 대학생의 최대산소섭취량과 무산소성 역치 수준에 관한 연구. **한국체육학회지**, 32(2), 2403-2420.
- 정진원(2000). 스포츠생리학: 우수 운동선수의 무산소성 예비량과 무산소성 운동 능력. **한국체육학회지**, 39(2), 419-433.
- 정일규, 윤진환(2006). **휴먼 퍼포먼스와 운동생리학**. 서울: 대경북스.
- 전형권, 유영창(2001). **수영지도와 프로그램**. 서울: 대경북스.
- 최재현(2005). 운동생리학: Weight 와 Swimming 복합훈련이 남녀 수영선수의 신체조성, 기록과 혈액성분에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 44(5), 519-527.
- 현광석, 김창국(2002). 수영선수의 영법별 근기능에 관한 연구. **한국사회체육학회지**, 17, 889-896.
- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Anderson, M. E. (2006). Performance and physiological monitoring of highly trained swimmers. *University of Canberra*.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test an update on methodology,

- reliability and validity. *Auckland Sports Medicine*, 4(6), 381-394.
- Beelen, A., & Sargeant, A. J. (1991). Effect of fatigue on maximal power output at different contraction velocities in humans. *Journal of Applied Physiology*, 71(6), 2332-2337.
- Borg, G. (1970). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human Kinetics.
- Colwin, C. M. (2002). *Breakthrough swimming*. Human Kinetics.
- Counsilman, J. E. (1977). *Competitive swimming manual for coaches and swimmers*. Counsilman co., inc.
- Guyton, A. C. (1994) *Textbook of medical physiology*. Philadelphia: W. B. Saunders.
- Huub. M., Toussaint, Beelen, A., Rodenburg, A., Anthony. J., Sargeant, de Groot. G., Hollander. A. P., & van Ingen Schenau, G. J. (1989). Propelling efficiency of front-crawl swimming. *Journal of Applied Physiology*, 65(6), 2506-2512.
- International Olympic Committee. (2015). <http://www.olympic.org/ioc>.
- Komatsubara, M. (2011) *Swimming master guide*. Cypress.
- Laughlin, T. (2006). *Extraordinary swimming for every body - a total immersion instructional book*. New York: Total Immersion Swimming.
- Le Sage, T., Bindel, A., Conway, P., Justham, L., Slawson, S., & West, A. (2010). Development of a real time system for monitoring of swimming performance. *Procedia Engineering*, 2(2), 2707-2712.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Human Kinetics.
- Peyrebrune, M. (2005). *British swimming training classification*. English Institute of Sport.
- Pyne, D. B., & Sharp, R. L. (2014). Physical and energy requirements of competitive swimming events. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24, 351-359.
- Pyne, D. B (1999a). Endurance training how much huff and puff. *Swimming*

- Technique*, 35(4), 16-20.
- Pyne, D. B. (1999b). Physiological testing of elite Australian swimmers. In F. Fi (ed.) *Aquatic Sports Medicine in the New Century*. Hong Kong: Association of Sports Medicine and Sports Science. 109-126.
- Sharkey, B. J., & Gaskell, S. E. (2006). *Sport physiology for coaches* (Vol. 10). Human Kinetics.
- Shimoyama, Y. (2006). *Kireina yoneiho ga daredemo oyogeru*. Tokyo: Nihon Bungeisha.
- Sotiriadou, K. P., & Shilbury, D. (2009). Australian elite athlete development: An organisational perspective. *Sport Management Review*, 12(3), 137-148.
- Suminski, R. R., Robertson, R. J., Arslanian, S., Kang, J., Utter, A. C., DaSilva, S. G., ... & Metz, K. F. (1997). Perception of effort during resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 261-265.
- Sweetenham, B., & Atkinson, J. (2003). *Championship swim training* (Vol. 1). Human Kinetics.
- USA swimming. (2015). <http://www.usaswimming.org>.
- Van Ingen Schenau, G. J., & Cavanagh, P. R. (1990). Power equations in endurance sports. *Journal of Biomechanics*, 23(9), 865-881.
- Winter, E. M., Jones, A. M., Davison, R. R., Bromley, P. D., & Mercer, T. (Eds.). (2006). *Sport and exercise physiology testing guidelines, Volume II: Exercise and Clinical Testing*. The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. Routledge.
- Yoshimura, Y., & Takahashi, Y. (1996) *Step up sports swimming*. Tokyo: Ikeda.

<Abstract>

A Comparison of Physiological Response to British Swimming Training Program among Korean College Elite Swimmers

Kim, Byung Kil

Major in Physical Education, Graduate School of Education

Jeju National University

Supervised by Professor, Jekal, Yoonsuk

The purpose of the current study was to 1)investigate the physiological response to British swimming training program and 2)compare between the ranges of physiological responses predicted by the training program and the physiological responses after performing the training program among Korean college elite swimmers. Six elite swimmers were recruited in J National University, and the full details of training program were based on the British swimming training program such as the target distance and record. Heart rate, blood lactate density and the ratings of perceived exertion were measured as physiological responses. The analysis of frequency were employed to investigate the unity of the values of physiological responses after performing the training program and the ranges of physiological responses predicted by British swimming training program. Independent T-test was used to compare the values of physiological responses by the level of cardiorespiratory fitness and anaerobic power respectively among study participants. In results, physiological responses of 95% performances by all study participants were consistent with the ranges of physiological

responses predicted by British swimming training program. However, there were no significantly different values of physiological responses by the level of cardiorespiratory fitness and anaerobic power. In conclusion, the current study identified that the British swimming training program is physiologically effective among Korean college elite swimmers based on a great unity of physiological responses performed by all of participants and the ranges of physiological responses predicted by training program. Additional investigations are recommended such as a similar study with other age groups, or a study examining the relationship between biomechanical or psychological training program and the performance among elite swimmers.

* A thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education, Jeju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education in August, 2015.