



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](#)

박사학위논문

블록 주기화(Block Periodization)  
프로그램이 엘리트 수영 선수들의  
체력 및 경기력에 미치는 영향

제주대학교 대학원

체육학과

박 지 희

2020년 08



# 블록 주기화(Block Periodization) 프로그램이 엘리트 수영 선수들의 체력 및 경기력에 미치는 영향

지도교수 김 영 표

박 지 희

이 논문을 체육학 박사학위 논문으로 제출함

2020년 8월

박지희의 체육학 박사학위 논문을 인준함

심사위원장

김 미 예

위 원

류 재 철

위 원

서 태 범

위 원

권 광 석

위 원

김 영 표



제주대학교 대학원

2020년 8월



# Effect of block periodization program on physical fitness and sport performance for elite swimming athletes

Ji-Hee Park

(Supervised by professor Yeong-Pyo Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Kinesiology

2020. 08.

This thesis has been examined and approved.

.....  
Thesis director, Miye, Kim, Prof. Dept. of Kinesiology  
.....  
.....  
.....

.....  
Date

Department of Kinesiology  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY



# 목 차

<b>I. 서 론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 목적 .....	7
3. 연구의 가설 .....	8
4. 연구의 제한점 .....	9
5. 용어의 정의 .....	10
<b>II. 이론적 배경</b> .....	<b>12</b>
1. 수영 경기의 특성과 경기력 관련 체력 요인 .....	12
2. 단거리 수영 선수들의 경기력 향상 트레이닝 방법 .....	13
3. 트레이닝의 주기화(Periodization) .....	14
4. Taper와 경기력 관련 능력 .....	19
<b>III. 연구 I: 블록 주기화 트레이닝이 수영 엘리트 단거리 선수의 기초체력, 등속성 근력 및 무산소성 파워에 미치는 영향</b> .....	<b>20</b>
1. 연구의 필요성 .....	20
2. 연구의 목적 .....	22
3. 연구방법 .....	23
4. 블록 주기화 프로그램 설계 .....	26
5. 측정항목 및 방법 .....	34
6. 자료처리 .....	40
7. 연구결과 .....	41



IV. 연구 II: 블록 주기화 트레이닝 후 Taper 기간이 수영 엘리트 선수의 경기력에 미치는 영향 .....	103
1. 연구의 필요성 .....	103
2. 연구의 목적 .....	106
3. 연구 방법 .....	106
4. 측정항목 및 방법 .....	109
5. 자료처리 .....	110
6. 연구결과 .....	111
V. 논의 .....	136
1. 연구 I: 블록 주기화 트레이닝 프로그램이 수영 엘리트 선수의 기초체력, 등속성 근력 및 무산소성 파워 .....	136
2. 연구 II: 블록 주기화 트레이닝 후 Taper 기간에 따른 경기력 관련 전문체력 및 수영 기록 .....	143
VI. 결론 및 제언 .....	149
1. 결 론 .....	149
2. 제 언 .....	150
Abstract .....	151
참고문헌 .....	153
부 록 .....	164

## List of Tables

Table 1. Characteristics of participants .....	25
Table 2. Block periodization program .....	26
Table 3. Adaptation program .....	28
Table 4. Maximal strength program .....	30
Table 5. Power program .....	32
Table 6. Power-endurance program .....	33
Table 7. Basal physical fitness .....	34
Table 8. Function-related fitness .....	38
Table 9. Descriptive statistics of left grip strength by measurement trial (kg) ..	42
Table 10. The result of two-way repeated ANOVA for left grip strength .....	42
Table 11. Descriptive statistics of right grip strength by measurement trial (kg) ..	44
Table 12. The result of two-way repeated ANOVA for right grip strength .....	44
Table 13. Descriptive statistics of back strength by measurement trial (kg) .....	46
Table 14. The result of two-way repeated ANOVA for back strength .....	46
Table 15. Descriptive statistics of sit-up by measurement trial (N/60sec) .....	48
Table 16. The result of two-way repeated ANOVA for sit-up .....	48
Table 17. Descriptive statistics of sargent jump by measurement trial (cm) .....	50
Table 18. The result of two-way repeated ANOVA for sargent jump .....	50
Table 19. Descriptive statistics of side step test by measurement trial (N/20sec) ..	52
Table 20. The result of two-way repeated ANOVA for side step test .....	52
Table 21. Descriptive statistics of whole body reaction according by measurement trial (sec) .....	54
Table 22. The result of two-way repeated ANOVA for whole body reaction according .....	54

Table 23. Descriptive statistics of backward extension of trunk by measurement trial (cm) .....	56
Table 24. The result of two-way repeated ANOVA for backward extension of trunk .....	56
Table 25. Descriptive statistics of sitting trunk by measurement trial (cm) .....	58
Table 26. The result of two-way repeated ANOVA for sitting trunk .....	58
Table 27. Descriptive statistics of one leg standing with eyes closed by measurement trial (sec) .....	60
Table 28. The result of two-way repeated ANOVA for one leg standing with eyes closed .....	60
Table 29. Descriptive statistics of absolute value of left extensor by measurement trial (N·m) .....	62
Table 30. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of left extensor at 60°/sec .....	62
Table 31. Descriptive statistics of relative value of left extensor by measurement trial (%BW) .....	65
Table 32. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of left extensor at 60°/sec .....	65
Table 33. Descriptive statistics of absolute value of left flexor by measurement trial (N·m) .....	67
Table 34. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of left flexor at 60°/sec .....	67
Table 35. Descriptive statistics of relative value of left flexor by measurement trial (%BW) .....	69
Table 36. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of left flexor at 60°/sec .....	69
Table 37. Descriptive statistics of absolute value of right extensor by measurement trial (N·m) .....	71

Table 38. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of right extensor at 60°/sec .....	71
Table 39. Descriptive statistics of relative value of right extensor by measurement trial (%BW) .....	74
Table 40. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of right extensor at 60°/sec .....	74
Table 41. Descriptive statistics of absolute value of right flexor by measurement trial (N·m) .....	76
Table 42. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of right flexor at 60°/sec .....	76
Table 43. Descriptive statistics of relative value of right flexor by measurement trial (%BW) .....	79
Table 44. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of right flexor at 60°/sec .....	79
Table 45. Descriptive statistics of left H:Q ratio by measurement trial (%) .....	81
Table 46. The result of two-way repeated ANOVA for H:Q ratio of the left ..	81
Table 47. Descriptive statistics of right H:Q ratio by measurement trial (%) .....	83
Table 48. The result of two-way repeated ANOVA for H:Q ratio of the right ..	83
Table 49. Descriptive statistics of bilateral balance ratio of extensors by measurement trial (%) .....	85
Table 50. The result of two-way repeated ANOVA for bilateral balance ratio of extensors .....	85
Table 51. Descriptive statistics of bilateral balance ratio of flexors by measurement trial (%) .....	87
Table 52. The result of two-way repeated ANOVA for bilateral balance ratio of flexors .....	87
Table 53. Descriptive statistics of absolute value of peak power by measurement trial (W) .....	89

Table 54. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of peak power .....	89
Table 55. Descriptive statistics of relative value of peak power by measurement trial (W/kg) .....	92
Table 56. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of peak power .....	92
Table 57. Descriptive statistics of absolute value of mean power by measurement trial (W) .....	94
Table 58. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of mean power .....	94
Table 59. Descriptive statistics of relative value of mean power by measurement trial (W/kg) .....	97
Table 60. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of mean power .....	97
Table 61. Descriptive statistics of fatigue index by measurement trial (%) .....	99
Table 62. The result of two-way repeated ANOVA for fatigue index .....	99
Table 63. Descriptive statistics of lactate removal concentration by measurement trial (%) .....	101
Table 64. Changes in lactate removal concentration by recovery methods .....	101
Table 65. Characteristics of participants .....	108
Table 66. Descriptive statistics of swim benches frequency by measurement trial (N/60sec) .....	111
Table 67. The result of two-way repeated ANOVA for swim benches frequency ..	112
Table 68. Descriptive statistics of vertical flutter kick by measurement trial (sec) ..	114
Table 69. The result of two-way repeated ANOVA for vertical flutter kick ..	114
Table 70. Descriptive statistics of 15m swimming record by measurement trial (sec) .....	117
Table 71. The result of two-way repeated ANOVA for 15m swimming record ..	117

Table 72. Descriptive statistics of 25m swimming record by measurement trial (sec) .....	119
Table 73. The result of two-way repeated ANOVA for 25m swimming record ...	119
Table 74. Descriptive statistics of 50m swimming record by measurement trial (sec) .....	121
Table 75. The result of two-way repeated ANOVA for 50m swimming record	121
Table 76. Descriptive statistics of 100m swimming record by measurement trial (sec) .....	123
Table 77. The result of two-way repeated ANOVA for 100m swimming record ...	123
Table 78. Descriptive statistics of 15m swim record by each taper durations (sec) ..	125
Table 79. The result of two-way repeated ANOVA for 15m swimming record ...	125
Table 80. Descriptive statistics of 25m swim record by each taper durations (sec) ..	128
Table 81. The result of two-way repeated ANOVA for 25m swimming record ...	128
Table 82. Descriptive statistics of 50m swim record by each taper durations (sec) ..	130
Table 83. The result of two-way repeated ANOVA for 50m swimming record ..	130
Table 84. Descriptive statistics of 100m swim record by each taper durations ...	133
Table 85. The result of two-way repeated ANOVA for 100m swimming record ..	133

## List of Figure

Figure 1. The experimental design .....	24
Figure 2. Comparison of left grip strength .....	43
Figure 3. Comparison of right grip strength .....	45
Figure 4. Comparison of back strength .....	47
Figure 5. Comparison of sit-up .....	49
Figure 6. Comparison of sargent jump .....	51
Figure 7. Comparison of side step test .....	53
Figure 8. Comparison of whole body reaction according .....	55
Figure 9. Comparison of backward extension of trunk .....	57
Figure 10. Comparison of sitting trunk .....	59
Figure 11. Comparison of one leg standing with eyes closed .....	61
Figure 12. Absolute value of left extensor at 60°/sec .....	64
Figure 13. Relative value of left extensor at 60°/sec .....	66
Figure 14. Absolute value of left flexor at 60°/sec .....	68
Figure 15. Relative value of left flexor at 60°/sec .....	70
Figure 16. Absolute value of right extensor at 60°/sec .....	73
Figure 17. Relative value of right extensor at 60°/sec .....	75
Figure 18. Absolute value of right flexor at 60°/sec .....	78
Figure 19. Relative value of right flexor at 60°/sec .....	80
Figure 20. Comparison of H:Q ratio of the left .....	82
Figure 21. Comparison of H:Q ratio of the right .....	84
Figure 22. Comparison of bilateral balance ratio of extensors .....	86
Figure 23. Comparison of bilateral balance ratio of flexors .....	88
Figure 24. Comparison absolute value of peak power .....	91
Figure 25. Comparison relative value of peak power .....	93

Figure 26. Comparison absolute value of mean power .....	96
Figure 27. Comparison relative value of mean power .....	98
Figure 28. Comparison of fatigue index .....	100
Figure 29. Comparison of the lactate removal concentration .....	102
Figure 30. The experimental design .....	107
Figure 31. Comparison of swim benches .....	113
Figure 32. Comparison of vertical flutter kick .....	116
Figure 33. Comparison of 15m swimming record .....	118
Figure 34. Comparison of 25m swimming record .....	120
Figure 35. Comparison of 50m swimming record .....	122
Figure 36. Comparison of 100m swimming record .....	124
Figure 37. Comparison of 15m swimming record .....	127
Figure 38. Comparison of 25m swimming record .....	129
Figure 39. Comparison of 50m swimming record .....	132
Figure 40. Comparison of 100m swimming record .....	135





# I. 서 론

## 1. 연구의 필요성

수영(경영)은 단거리(50m, 100m), 중거리(200m), 장거리(400m, 800m, 1500m)로 구분된다. 단거리는 60초 이내에 승부가 결정되는 종목으로 유산소 시스템보다 무산소성 ATP-PC와 젖산 시스템을 9:1에서 7:3까지 사용하는 스프린터 경기이고, 중거리는 무산소성 및 유산소 시스템을 4:6에서 6:4까지 비슷하게 사용하여 에너지를 공급받으며, 장거리는 8:2 비율로 유산소 시스템에 의존하는 지구력 경기이다. 그러나 이러한 에너지 생성 시스템은 상호 보완적이고 혼합된 형태로 생성하기 때문에 단거리, 중·장거리 종목 모두 스피드-지구력(speed-endurance) 향상이 경기 결과와 밀접한 관련이 있다. 따라서 경기력 향상을 위해서는 수중 트레이닝을 통한 스피드, 지구력, 전문 기술 향상뿐만 아니라, 근력 트레이닝을 통한 근육의 발달 또한 중요하다(Bompa & Carrera, 2005). 국가대표 수영선수를 대상으로 근력 트레이닝을 적용한 선행연구에 따르면, 근력 트레이닝이 모든 선수들의 근기능 향상을 초래하여 국제대회에서 기록 성장과 신기록 수립이 가능했다고 보고하였다(송홍선, 박동호, 정동식, 2008; Newton, Jones, Kraemer & Wardle, 2002). 호주 올림픽 수영선수 대상으로 어깨 근기능 강화와 안정성을 위해 근력 트레이닝을 적용하여 선수들의 경기력을 향상시켰고, 청소년 수영선수를 대상으로 6주간 파워 근력 트레이닝은 50m의 기록과 스트로크(stroke) 속도를 향상시켰다(Amaro, Marinho, Marques, Batalha & Morouco, 2017). 스트로크를 향상시키기 위해서는 상체의 근육인 삼각근(deltoid), 대흉근(pectoralis major), 어깨 회전근개(shoulder rotator cuff), 광배근(latissimus dorsi), 삼두근(triceps brachii), 대원근(teres major) 등 근육의 근기능을 증가시키고, 트레이닝 도구로는 스윙 벤치(swim bench), 스트레치 코드(stretch cord) 등을 이용한다. 이러한 장비를 활용한 트레이닝 결과, 자유형 스트로크 관련 근육의 근파워 증가로 인해, 기록 단축을 가져왔다(Ganter, Witte, Edelmann-Nusser, Heller, Schwab & Witte, 2007; Wells, Schneiderman-Walker & Plyley, 2006). Strzala & Tyka(2009)

은 짧은 시간 내에 폭발적인 힘을 발휘해야 하는 단거리 수영선수는 파워 트레이닝 적용이 경기력 향상에 긍정적이며, 근파워와 순발력은 기록과 상관관계가 높다고 보고하였다(Girolid, Calmels, Maurin, Milhau & Chatard, 2006). 또한, 강한 킥(kick)을 차기 위해서 대둔근(gluteus maximus), 슬굴곡근(hamstring muscles), 대퇴사두근(quadriceps), 족저근(ankle plantaris) 등의 근육들이 동원되며, 하체의 근력을 검사하기 위한 장비는 등속성 근력검사(isokinetic strength test)를 이용한다. 수영선수를 대상으로 무릎 60°/sec와 180°/sec 등속성 근력 검사를 수행한 결과, 등속성 근기능이 높을수록 50~200m까지 파워와 스피드가 빠르며 상관관계가 높은 것으로 나타났다(Demura, Aoki, Yamamoto & Yamaji, 2010). 이와 같이 경기력에 밀접한 관련이 있는 근력 트레이닝은 선수와 지도자들에게 있어 가장 큰 관심사이며, 경기력 향상을 위한 현장 적용은 스포츠과학자들에게 중요한 연구과제이기도 하다.

트레이닝은 러시아 생리학자 Matveyev(1966)에 의해 주기화 이론이 설립되었으며, 트레이닝 기간 개념화, 트레이닝 계획과 분석 등으로 스포츠 과학의 지속적인 발전에 기여하였다(Issurin, 2010; Issurin & Yessis, 2008; Plisk & Stone, 2003; Stone, O'Bryant, Garhammer, McMillan & Rozenek, 1981). 60년 전에 개발된 주기화 이론은 현재까지도 경기력 향상을 위해 가장 많이 활용되어왔다(Kraemer & Ratamess, 2004). Bompa & Buzzichelli(2018) 연구에서 주기화 프로그램은 엘리트 선수들의 트레이닝 계획을 시합 주기에 맞춰 세부적인 국면으로 나누어 프로그램을 구체적으로 적용함으로써 시합에서 최상의 경기력을 발휘하도록 유도하는 과학적이고 체계적인 트레이닝 방법이다(Bompa, 1993; Bompa & Carrera, 2015). 주기화 트레이닝의 계획은 1년 프로그램인 장주기(macrocycle), 3~4개월 정도로 나눈 월간 프로그램인 중주기(mesocycle), 그리고 1주간 프로그램의 단주기(microcycle)로 세분화된다. 트레이닝의 기본적인 구성요건으로는 트레이닝의 빈도(frequency), 강도(intensity), 형태(type), 시간(time), 양(volume)을 들 수 있으며, 이러한 요인들을 대회 전 까지 어떻게 구성하는가에 따라 경기력에 영향을 미친다(Mujika, 2010). 연간 주기화 트레이닝 프로그램은 준비기, 시합기, 전이기로 편성되며, 대회 일정, 선수의 신체적 특성과 능력, 심리적, 대회에 대한 경험과 경기력 등을 고려하여 트레이닝 내용을 계획한다(Issurin, 2010).

그러나 현대 스포츠에서는 연간 개최되는 대회의 수가 증가하는 추세이고, 이로

인해 시합에 맞춘 트레이닝 기간이 과거에 비해 상대적으로 짧아 16주 이상이 소요되는 주기화 트레이닝의 적용은 어려움이 있다(Issurin, 2016). 또한 대회마다 근기능 중심으로 주기화 트레이닝을 한다는 것은 오버트레이닝을 유도하여 경기력 저하를 가져올 수 있다. 구체적으로 대한수영연맹에서 진행하는 수영대회는 과거 1년에 3~4번의 주요 대회에 출전하였으나, 현재에 들어서는 여러 차례의 국가대표 선발전, 국제대회 그리고, 3월부터 11월까지 매달 진행되는 국내대회까지 많은 대회를 출전해야 하는 실정이다. 앞서 언급한 주기화 트레이닝의 제한점은 16주 이상의 시간이 필요하며, 단거리 수영선수들은 많은 양의 트레이닝 때문에 스프린트 속도를 회복하지 못하는 문제점이 발생된다(Platonov, 2004, 2013). 즉, 트레이닝의 국면 주기가 길기 때문에 트레이닝을 통해 발달된 근력의 향상이 16주 이전의 대회에서 근력 발휘가 어려우며(Issurin, 2010), 오버트레이닝으로 인한 피로회복과 최고 수준 경기력 발휘에 어려움이 있을 것으로 생각된다. Kraemer & Ratamess(2004)은 트레이닝 양과 강도를 점증적으로 증가시켜야 경기력 수행능력이 향상된다고 하였으나, 트레이닝 양과 강도만을 기준으로 지속적이고 과도한 부하가 주어질 경우 신체에 가해지는 스트레스의 크기가 달라지며, 피로물질에 대한 내성과 적응 및 억제 능력에 변화가 생기면서 부상의 위험은 증가된다. 즉, 초과트레이닝(excessive training)이나 과도한 트레이닝(overtraining)은 오히려 경기력을 저하시킬 수 있다. 따라서 전통 주기화 트레이닝 프로그램의 문제점을 수정·보완하기 위해 스포츠과학자들은 블록 주기화(block periodization, BP) 프로그램을 제시하였다(Issurin, 2016).

1980년대 초 ‘블록 트레이닝(blocks training)’이라는 용어가 이론적으로 개념화되지는 않았지만 코치들 사이에서는 널리 사용되었다(Issurin & Yessis, 2008). 블록 트레이닝은 주기화의 문제점을 보완하고 대안 프로그램으로 제시되었으며, 더 나아가 연구원과 코치들이 블록 트레이닝을 새로운 방법론적 접근으로 ‘블록 주기화(block periodization)’로 발전시켰다(Issurin & Yessis, 2008). 블록 주기화 트레이닝 선구자인 Anatoly Bondarchuk 박사는 첫 번째 선수의 기량을 최대로 증가시키는 ‘발달블록’, 두 번째 체력 안정화로 경기력 향상에 집중하는 ‘경쟁블록’, 세 번째 선수들이 트레이닝 강도 감소로 대회 초점을 맞추는 ‘회복블록’까지 총 3가지 유형의 블록 주기화를 구성하였다(Issuri, 2010). 블록 주기화 프로그램은 잦은 대회 참여에도 불구하고 체력 요인들의 운동수행능력을 최대한 이끌어내 매 대회에서 최고의 기량

을 발휘할 수 있도록 한다(Jovanovic & Jukic, 2019). 블록 주기화와 전통 주기화 트레이닝을 비교한 선행연구에서, 카약선수의 전통주기화 집단보다 블록 주기화 집단이 최대산소섭취량, 스트로크 속도 및 심박수 등의 생리학적 기능이 향상되었으며, 블록 주기화 집단은 전통 주기화 집단보다 지구력 트레이닝양이 50% 적었으나 결과는 유사하였다(García-Pallarés, García-Fernández, Sánchez-Medina & Izquierdo, 2010). 뿐만 아니라, Breil, Weber, Koller, Hoppeler & Vogt(2010) 연구에서도 블록 주기화 적용에 따라 생리학적 기능과 근지구력이 향상되어, 효과적인 트레이닝 방법임을 입증하였다.

블록 주기화(block periodization)는 축적(accumulation), 전환(transmutation), 현실화(realization)로 나누어져 있다. 세 개의 블록 목표는 목표 능력(target ability)을 최소로 제한하며, 트레이닝 기간을 축소하였다. Issurin(2016)의 선행연구에 따르면, 짧아진 주기화는 트레이닝 스케줄을 조정할 수 있으며, 많은 주요 대회에도 참가 가능하고, 목표 능력의 최소화는 오버트레이닝 없이 체력 발달이 가능하다고 보고하였다. Rønnestad, Øfsteng & Ellefsen(2019)는 6주 동안 아이스하키 선수를 대상으로 전통 주기화(TRAD)집단과 블록 주기화(BP)집단 분류하여 운동 강도, 근력, 지구력을 동일한 트레이닝으로 적용하였더니 BP 집단이 근력, 파워 및 근지구력이 향상되었다. Pla, Le Meur, Aubry, Toussaint & Hellard(2019)는 고등학교 엘리트 수영 선수에게 6주간 블록 주기화(BP) 트레이닝을 적용하여 기록과 체력 피로에 미치는 영향을 살펴본 결과, BP 트레이닝은 100m 수영기록을 단축시키고, 선수는 체력적인 피로가 낮아져 대회를 준비하는데 효과적이다. 대회가 많은 현대 스포츠에서는 짧은 시간 내에 효과를 볼 수 있는 블록 주기화 프로그램과 효율적인 트레이닝양의 감소는 선수의 경기력과 피로 회복에 밀접한 관련이 있어 경기력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

대회 직전 점진적 또는 단계적으로 트레이닝양을 감소시켜 근력, 파워 및 심폐지구력 향상을 유도하는 기간을 테이퍼(taper)라고 한다(Costill, 1992; Thomas, Mujika & Busso, 2008). 다시 말해, 테이퍼는 선수가 트레이닝 후 피로를 회복하고, 최상의 컨디션을 유지할 수 있도록 휴식을 제공하는 기간이다(Yamamoto, Mutoh & Miyashita, 1988; Padilhas, Soares, et al., 2017; Houmard & Johns, 1994; Shepley, MacDougall, Cipriano, Sutton, Tarnopolsky & Coates, 1992; Trappe, Costill &

Thomas, 2001). Mujika & Padilla(2003)는 기본적으로 1~3주 전부터 테이퍼를 시작하여 트레이닝 빈도는 20% 이하, 트레이닝양은 41~60% 감소하는 것이 효과적이라고 하였다(Bosquet, Montpetit, Arvisais & Mujika, 2007; Houmard & Johns, 1994; Johns, Houmard, Kobe, Hortobágyi, Bruno, Wells & Shinebarger, 1992; Mujika, Chatard, Padilla, Guezennec & Geysant, 1996). 그리고 테이퍼 기간 이전에 고강도 트레이닝이 적용될 경우 테이퍼를 통한 경기력 향상이 가능할 수 있다고 보고하였고(Thomas et al., 2008), 수영과 사이클 선수들을 대상으로 테이퍼 프로그램을 적용하였을 때 17~25%의 근 파워 증가와 0.5~7%의 경기력이 향상되었다(Houmard & Johns, 1994; Shepley et al., 1992; Neary, Martin, Reid, Burnham & Quinney, 1992).

트레이닝양 감소가 수영선수 경기력에 미치는 영향에 관한 연구에서도 주당 50~90% 정도 감소를 하였더니 컨디션이 회복되고 기록은 단축되었다(Johns et al., 1992). 테이퍼 프로그램에서 트레이닝양 조절도 중요하지만, 소요기간에 따라 경기력 상승 또는 저하를 가져올 수 있기 때문에 코치는 소요되는 테이퍼 기간을 설정하는 것도 중요하다(Thomas et al., 2008). 테이퍼 기간에 따른 연구에서는 4~28일, 7~21일, 12일~30일까지 다양한 기간들이 제시되고 있다(Hooper, Mackinnon & Ginn, 1999; Mujika, 2010; Neary, McKenzie & Bhambhani, 2005). 수영선수들의 10주 트레이닝 후 11일간 테이퍼 기간을 적용한 결과, 수영 기록이 1.6~3.6% 단축하여 테이퍼의 11일간의 트레이닝 감소가 효과적 이었다(Papoti, Martins, Cunha, Zagatto & Gobatto, 2007). Houmard & Johns(1994)은 테이퍼 기간 동안 트레이닝양은 60~90% 감소하고, 트레이닝 빈도는 50% 이하로 7일에서 21일까지 실시한 결과, 선수들의 경기력이 3% 향상된 것으로 보고되었다. Johns 등(1992)의 수영 스트로크 거리 및 경기력에 관한 연구에서는 10일에서 14일까지 테이퍼 기간이 평균 2.6%로 근력과 스트로크 거리가 증가하였고, 근력 트레이닝 집단이 7일간의 테이퍼 기간 중 2~4일에 최대근력 강도가 향상되었다(Pritchard, Keogh, Barnes & McGuigan, 2015).

하지만 선행연구에서 최상의 기량을 발휘할 수 있도록 테이퍼 기간을 연구하였으나(Avalos, Hellard & Chatard., 2003; Hellard, Avalos, Hausswirth, Pyne, Toussaint & Mujika., 2013; Mujika, 2010; Pritchard et al., 2015; Papoti et al., 2007), 현대의 수영선수는 잦은 대회로 인해 대회 사이의 기간 단축과 고강도 트레

이닝 후 최상의 컨디션 유지를 위한 블록 주기화 트레이닝이 필요하다. 또한, 블록 주기화 트레이닝 후 테이퍼 기간의 효과 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구 I 는 16주 이상이 소요되는 전통 주기화 트레이닝의 문제점을 현대의 대회 시즌에 적용할 수 있도록 프로그램을 재구성하여 설계하고, 블록 주기화 프로그램의 근력 트레이닝 기간에 따라 선수의 체력, 근력, 파워 향상이 효과적인가를 비교 분석하고자 한다.

연구 II에서는, 블록 주기화 트레이닝 프로그램 종료 후, 테이퍼를 적용하여 선수가 경기력 관련 체력과 수영기록이 가장 높게 나타나는(최상의 컨디션) 테이퍼 시점을 제시하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

본 연구 I의 목적은 4주 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 재구성하여 설계하고, 엘리트 단거리 수영 선수에게 8주간의 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하여 기초체력, 하지 근기능 및 무산소성 파워를 발달시켜 수영 기록에 미치는 효과를 규명하는데 있다.

본 연구 II의 목적은 블록 주기화 프로그램의 효과가 검증되어 연구 I의 동일한 프로그램을 1주일과 2주일로 나누어 분류한다. 그리고 8주간의 블록 주기화 트레이닝 프로그램 종료 후에 테이퍼 기간을 0일~14일까지 적용한다. 테이퍼 기간 내 선수가 최고의 경기력을 발휘할 수 있는 시점을 분석하고 테이퍼 시점에 따른 수영 기록과의 관계를 규명하는데 있다.



### 3. 연구의 가설

본 연구 가설은 다음과 같이 설정하였다.

- 1) 블록 주기화 트레이닝에 따라 집단 간 기초체력 측정기록이 차이가 있을 것이다(Study I).
- 2) 블록 주기화 트레이닝에 따라 집단 간 전문체력 측정기록이 차이가 있을 것이다(Study I).
- 3) 블록 주기화 트레이닝에 따라 집단 간 경기력 관련 체력의 측정기록에 차이가 있을 것이다(Study II).
- 4) 블록 주기화 트레이닝에 따라 집단 간 15m, 25m, 50m, 100m의 기록이 차이가 있을 것이다(Study II).
- 5) Taper 기간 적용에 따라 집단 간 15m, 25m, 50m, 100m의 기록이 차이가 있을 것이다(Study II).
- 6) 집단 내 0일, 3일, 5일, 7일, 10일, 12일, 14일 Taper 기간에 따라 15m, 25m, 50m, 100m의 기록이 차이가 있을 것이다(Study II).

#### 4. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 다음과 같은 제한점이 있다.

- 1) 측정 대상을 전국 수영 엘리트 선수로 선정하지 못하였다.
- 2) 측정 지역의 환경적 변수를 통제하지 못하였다.
- 3) 대상자들의 심리적 요인을 통제하지 못하였다.
- 4) 대상자들의 집단 내에서는 식단, 수면시간은 통제하였으나, 집단 간에서는 동일하게 통제하지 못하였다.

## 5. 용어의 정의

본 연구에서 사용되는 용어에 대한 정의는 다음과 같다.

### 1) 블록 주기화

블록 주기화는 축적, 전환, 현실화로 나누며, 세 개의 블록 목표는 목표 능력을 최소로 제한한다. 따라서 트레이닝 기간을 단주기로 축소하여 체력을 향상시킨다.

### 2) 조직 적응기 트레이닝

조직 적응기 트레이닝은 선수들의 장기간에 걸친 트레이닝을 대비하여, 스포츠 기술 발휘와 근력 트레이닝 시 사용되는 근육·힘줄(건)·인대·관절과 같은 근육이 견딜 수 있도록 신체 전반의 근육을 적응시키는 것이 트레이닝의 주 목적이다.

### 3) 근비대기 트레이닝

근비대기 트레이닝은 스포츠 선수들의 운동수행력을 증가시키기 위해 근육의 크기를 증가시키는 것이 목적이다.

### 4) 최대 근력기 트레이닝

최대 근력기 트레이닝은 근육에 오로지 강한 자극을 줌으로써 목표에 도달할 수 있는데, 최소 85% 이상의 운동부하로 자극이 가해져야 중추신경계의 적응력을 배양시키고 속근 섬유질의 동원 능력을 향상시킬 수 있다.

### 5) 파워 및 근지구력 전환기 트레이닝

증가된 근력 수준을 스포츠 종목에서 요구되는 특이적인 파워나 근지구력으로 전환시키는 것이 전환기 트레이닝 국면의 주 목적이다.

#### 6) 유지기 트레이닝

트레이닝을 시합기까지 유지하다 중단함으로써 경기력은 물론 컨디션 조절에 문제가 생기는 선수들이 종종 발생한다. 시합 시즌 동안 트레이닝 중단으로 인해 경기력을 저하시키는 요인을 예방하기 위해 종목별 특이적인 시합 시즌 트레이닝 프로그램을 구성해야 한다.

#### 7) 전이기

전어기는 주당 2~3회 정도의 트레이닝 기회를 가짐으로써 그 전에 향상된 체력이 완전히 상실되지 않도록 해야 한다. 원점 상태에서 체력을 다시 발달시키지 않기 위해서는 그 이전 체력의 40~50%를 유지하는 최소한의 노력만 기울이도록 한다.

#### 8) 스윙벤치 트레이닝

스윙벤치는 부하와 트레이닝 시간이 세트되어 있는 스트로크 트레이닝 기구이다. 자신의 수영 스피드에 맞출 수 있고, 또한 수영을 하는 것과 거의 같은 동작으로 부하가 걸리도록 만들었기 때문에 스트로크의 힘을 증대시키는데 효과적이다. 스트로크 동작은 경기할 때와 같은 스피드로 실시하며, 부하는 점진적으로 높여 근력을 향상시킨다. 근육에 서로 다른 부하와 자극을 주는 것이 효과적이다.

#### 9) 테이퍼

테이퍼는 고강도 트레이닝 후 대회를 앞두고 트레이닝양을 감소시켜 근력 및 파워를 향상시키고, 최상의 컨디션을 유지하여 경기력을 향상시키는 트레이닝 방법이다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수영 경기의 특성과 경기력 관련 체력 요인

수영 경영 경기는 자유형, 배영, 평영, 접영 종목이며, 수중경기로써 선수들의 전문 기술 동작 시 동원되는 근육과 체력들을 분석해 볼 필요가 있다. 자유형은 4가지 영법 중 가장 빠른 영법이다. 스트로크 동작과 킥 동작의 기여도가 7(6):3(4)로 평가되고 있다(박순호 등, 1997). 스트로크는 입수와 뺨기, 하향젓기, 캐치, 안으로 젓기, 상향 젓기와 되돌리기로 구분되며, 킥의 조합은 2-비트, 4-비트, 6-비트의 리듬이 있다. 킥의 리듬은 스트로크 주기에 선수가 수행하는 다리 스트로크의 수를 가리킨다. 세계적인 선수들은 다양한 차기 리듬을 성공적으로 이용해 왔으며, 가장 많이 사용되는 리듬은 6-비트이로 단거리와 중거리 선수들이 많이 사용한다. 장거리 선수들은 2-비트 리듬을 이용한다(Morris, Osborne, Shephard, Skinner & Jenkins, 2016). 스트로크와 킥 리듬을 맞추기위한 트레이닝으로는 캐치-업 스트로크(catch-up stroke drill), 한팔 수영(one-arm swimming drill), 주먹수영(fist swimming drill), 레인 수영(lane swimming drill), 손가락 끌기(deag fingers drill), 슬라이딩(slide thumb drill), 일시 멈추기(ear hesitation drill) 등이 있고, 측면차기(side kicking drill), 오리발차기(kicking with fins drill), 곧게 다리 펴고 차기(straight-leg kicking drill), 수중차기(underwater kicking drill), 벽차기(wall kicking drill) 등이 있다(Zhang, 2014). Morris 등(2016)은 세계적인 선수들은 서로 다른 리듬으로 가지고 있다고 하였으며, 아마도 체형, 부력, 관절의 유연성 근육 등의 다양한 신체적 능력 때문에 서로 다른 리듬을 가지고 있다고 하였다. 6-비트 리듬이 경기력도 긍정적인 도움이 된다고 하였다.

스트로크를 할 때 팔을 수면과 수평을 이루면서 앞으로 밀어주고, 팔꿈치가 어깨와 손보다 높은 위치에 있도록 하기 위해서는 삼각근이 사용되며, 캐치 할 때는 전완근부터 사용해서 상향 젓기까지 대흉근, 회전근개, 대원근 광배근 등의 근육들이 수축하고 강한 힘을 발휘한다. 킥의 동작에서는 상하운동으로 대둔근, 장요근, 복직근, 대퇴사두근, 봉공근, 비복근 등의 근육이 사용된다.

## 2. 단거리 수영 선수들의 경기력 향상 트레이닝 방법

수영에서도 수영트레이닝뿐만 아니라 서킷 트레이닝, 웨이트 트레이닝과 같은 지상 운동을 통해서 근력이 향상되어 경기력에 긍정적인 효과를 얻을 수 있다는 사실은 밝혀졌다. 따라서, 수영의 경기력 향상을 위해서 근력 트레이닝이 중요하며, 수영에 맞도록 구성된 특이성(specificity) 트레이닝을 필요하다. 또한, 운동의 효과를 극대화 하기 위해서는 강도, 빈도, 형태, 시간을 고려했을 때 생긴다. 가장 뚜렷한 운동 효과를 나타내기 위해서는 참가자의 특성, 운동 검사, 수행능력을 고려한 조정에 의해서 발생하기 때문에 전문의, 운동 프로그램 관리자, 건강 체력 지도자가 수시로 트레이닝 프로그램을 수정해야 한다. 운동 강도 조절이 선수와 맞지 않을 경우 운동 효과를 기대하기는 어렵다. 그렇기 때문에 적정 운동 강도의 설정이 최상의 운동효과를 얻기 위한 안전하면서도 최대한의 운동 강도로 일정한 시간을 운동해야만 최대한 효과를 얻을 수 있다(Tanaka, Costill, Thomas, Fink & Widrick, 1993).

무산소성 능력이란 유산소성 에너지 공급 체계에 의존하지 않고 수행할 수 있으며, ATP-PC 시스템과 무산소성 시스템을 통해 공급된 에너지를 사용하여 단시간 동안 강한 수축활동을 빠르게 반복하거나 유지할 수 있는 능력을 말한다. ATP-PC 시스템은 크레아틴 인산이 분해될 때 발생하는 에너지를 이용하여 ATP를 생성하는 과정이며, PC는 근육세포 내에 저장되어 있으며, 한 분자의 PC가 분해되면서 ATP 한분자를 생성한다. 이때 분해효소인 크레아틴 키나아제에 의해 분해되며, 이분해과정의 최종산물은 크레아틴과 무기인산이다. 이 과정은 빠르게 진행되며, 근육 수축시 ATP가 분해되는 속도만큼 PC가 빠르게 분해된다. 이때 발생하는 에너지를 이용하여 ADP와 P를 결합시켜 ATP를 합성해 나가는 것이다. 이처럼 ATP 시스템은 매우 빠르게 ATP를 생성하기 때문에 단거리 경기와 같이 짧은 시간의 빠른 동작시 ATP를 제공하여 매우 강력하고 폭발적인 힘을 발휘할 때 사용된다(Pyne & Goldsmith, 2004).

수영 단거리선수에게 강한 근력과 순발력 그리고 순간적인 파워가 중요하다. 따라서 트레이닝 방법에 있어서도 경기력과 좌우되는 체력요소를 강화시켜야 최상의 경기력을 이끌어낼 수 있다. 근력을 향상시킬 수 있는 트레이닝 방법이 웨이트, 서킷,

점프, 지상 트레이닝 등이 있다. 근력 향상을 위한 트레이닝의 강도는 자신의 1RM의 75~85%로 부하가 필요하며, 최대반복횟수가 6~12회일 때는 근력의 향상이 되며, 13~20회 반복할 때는 근지구력이 향상된다(김창국과 박기주 1998).

최대근력은 근육이나 근육 군이 발휘할 수 있는 최대의 힘을 말한다. 이것은 근육의 수축에 의해 외부 저항을 극복할 수 있는 능력을 말하며, 선수가 한번에 들어 올릴 수 있는 부하는 말한다. 100%의 근력 혹은 한번에 들 수 있는 최대 중량인 1RM으로 표시할 수 있다. 고강도 트레이닝의 연구에서 Kraemer(1997)는 근육의 크기를 최상으로 발달시키기 위해서는 높은 저항의 고강도 트레이닝을 세트 당 5회 이상 반복하고, 강도를 변화시키면서 움직임의 속도를 강조하는 방법으로 세트간의 휴식시간도 적용하여야 근력향상이 가능하다고 제시하였다. 또한 세트횟수는 최소한 3세트 이상, 휴식 시간은 짧게 90초 이상을 초과하지 않는 것이 바람직하다(Kraemer, 1997).

### 3. 트레이닝의 주기화(Periodization)

스포츠 과학자와 코치들은 과학적이고 체계적인 훈련이 이루어지면서 선수의 경기력을 향상 시키고 있다. 경기력 향상을 위해서 다양한 트레이닝을 실시하고 있으며 최근에는 주기화(periodization) 원리를 이용한 트레이닝 프로그램이 각광받고 있다. 주기화 트레이닝 프로그램은 최고의 경기력이 발휘될 수 있도록 각 트레이닝 단계를 체계적이고 조직화 하는 것으로 선수들의 트레이닝 적응하는데 있어 필수적이며 중요한 프로그램이다(Bompa & Calcina, 1993; Bompa & Buzzichelli, 2015, 2018).

트레이닝은 러시아 생리학자 Matveyev(1966)에 의해 주기화 이론이 설립되었으며, 운동생리학자 Bompa에 의해 널리 알려졌다. 주기화 트레이닝은 선수들의 장기간 트레이닝프로그램을 시험 주기에 맞춰 세부적인 트레이닝 국면으로 나누어 체계적으로 관리 하고 적용함으로써 최상의 경기력을 발휘하는데 주 목적이 있다. 주기화는 계획 기간에 따라 연간계획(annual plan), 장주기계획(macrocycle), 단주기계획(microcycle), 일일 계획으로 나눌 수 있다. 연간계획은 준비기, 시험기, 전이기와 같이 3개의 주된

국면으로 나누어진다. 준비기는 일반적 준비기와 특이적 준비기로 나누어지며, 시합기는 시합 준비기와 주 시합기로 나누어진다(Bompa & Calcina, 1993).

연간계획은 일 년 동안 실시할 트레이닝 방향의 설정 및 내용을 구성하는 계획으로 일반적으로 준비기, 시합기, 전이기와 같이 3개의 주된 국면으로 나누어진다. 연간 계획이 이중 주거나 삼중 주기로 구성되더라도 트레이닝 단계의 특징과 목적은 동일하다. 장주기 계획은 2주에서 6주간의 트레이닝 또는 여러개의 단주기로 구성된 트레이닝 계획이다. 단주기 계획은 트레이닝 구성 중 가장 기본적인 단계로 트레이닝의 목적, 운동량, 운동강도, 트레이닝 방법 및 경기 일정 등에 따라 구성된다. 가 있고, 이는 프로그램에 따라 다르다. 준비기는 일반 준비기, 특수준비기, 시합기로 나누어진다(Bompa, 1993, 2015; Bompa & Carrera, 2015; Mujika, 2010). Bompa(1999)에 의해 주기화 트레이닝은 6단계로 분류되었다. 6단계는 조직적응기 트레이닝 단계, 근비대기 트레이닝 단계, 최대근력기 트레이닝 단계, 파워 및 근지구력 전환기 트레이닝 단계, 유기기 트레이닝 단계, 전이기 트레이닝 단계로 구분되며 각 국면별 트레이닝 방법은 다음과 같다.

### 1) 조직적응기 트레이닝 단계

조직적응기(anatomical adaptation) 트레이닝은 선수들의 장기간 지속적으로 운동 수행능력 발휘와 근력 근육, 힘줄(건), 인대, 관절 등 근육을 적응시키는 것이 트레이닝의 주목적이다. 따라서 트레이닝의 전체적인 부하는 점진적으로 증가되어야 하며, 선수의 트레이닝 경험여부와 근력 수준에 따라 트레이닝 기간이 정해질 수 있다. 즉, 숙련된 선수들은 효율적인 적응기 기간으로 5주 이내로 9종목이 적당하며 서킷 트레이닝이 조직적응기에서 근력 발달에 기여할 수 있는 트레이닝이다(Bompa, 1996). 서킷 트레이닝은 1959년에 Leeds 대학의 Morgan와 Anderson에 의하여 제안되었으며(Maniazhagu, 2016), 원모양으로 배열하고 여러개의 운동종목을 돌면서 계속적으로 여러 근육을 사용하는 트레이닝 방법이다. 각 종목 사이의 회복시간은 60~90초 사이가 되도록 하며, 서킷 사이의 휴식은 1~3분이 되도록 한다. 훈련 부하는 개인의 특성을 고려하여 점진적으로 증가시킨다.



## 2) 근비대기 트레이닝 단계

근비대기(hypertrophy) 트레이닝 단계는 선수들의 운동수행능력을 증가시키기 위해 근육의 크기를 증가시키는 것이 목적이다. 근비대기 트레이닝은 모든 트레이닝 국면에서 최대근력 트레이닝 전에 실시하며, 개인의 1RM을 정확하게 파악하고 있어야 한다. 근비대기 트레이닝에서 중요한 것은 선수 개인의 1RM의 70~80%의 부하로 6회 반복할 수 있는 부하를 사용하며, 4~6세트에서 최대 8세트까지 증가시킬 수 있다. 선수가 부하에 적응하며 반복횟수가 점진적으로 증가하고, 부하를 증가시키면 반복횟수는 감소하여 무게를 조정한다. 운동수행의 리듬은 느리거나 중간 정도이다. 하지만, 스피드-파워가 주가 되는 단거리 선수들은 느린 리듬의 수행을 4~6주를 넘어가면 안 된다(Bompa, 1996). 선수들은 근비대 트레이닝 효과를 극대화하기 위해서 각 세트마다 반복횟수가 최대에 도달하도록 하는 것이 중요하다. 따라서 선수들은 최대 수축력을 발휘해서 마지막 횟수를 반복 할 수 없을 정도의 탈진상태까지 항상 도달해야 한다. 즉, 탈진상태에 도달하지 않으면 근비대는 원하는 수준에 도달하기 어렵다. 그러므로 근비대 트레이닝에서 가장 중요한 요소는 전체 세트를 수행하는 동안 이루어지는 탈진의 누적적 효과이다(Bompa, 1996).

## 3) 최대근력기 트레이닝 단계

최대근력기(maximum strength) 트레이닝은 경기력에 직접적인 영향을 줄 수 있는 매우 중요한 단계이다. 최대근력기 트레이닝 국면에서는 최대집중에 따른 중추신경계의 최대 활성화 때문에 중추신경계의 근신경 활성도를 향상시킬 뿐 아니라 근육의 협응력과 수축력을 향상시킨다. 최대근력기 트레이닝의 가장 큰 특징은 적은 운동종목을 구성하여 높은 운동 강도로 많은 세트 수를 시행하는 것이다. 최대근력의 향상을 유도하기 위해서는 5종목 이내의 운동종목으로 강한 부하와 적은 반복횟수를 이용하여 최대한 많은 수의 세트 수로 트레이닝을 계획해야 한다. 최대근력기 트레이닝은 구성요소는 종목을 3~5종목으로 부하는 FT섭유가 수축에 동원되려면 최대근력의 85% 이상의 부하가 필요하므로 선수는 1RM의 85~100%의 부하로 진행한다. 반복횟수는 1~4회 반복하며, 6~10세트로 실시하며, 세트당 휴식은 3~6분 휴

식한다(Schmidtbleicher, 1983).

모든 스포츠는 스피드와 파워 체력 요인이 중요함으로 근신경계가 속근섬유를 빠르게 동원시키기 위한 노력이 필요하며, 최대근력 운동을 해주는 것이 효과를 증대시킬 수 있는 방법이다. 최대근력기에서는 운동부하가 무거워 기구는 천천히 움직이게 되더라도 선수는 자신의 능력을 최대한 발휘하여 빠르고 폭발적인 근육을 수축시키는 것이 중요하다(Bompa, 2015).

#### 4) 파워 및 근지구력 전환기 트레이닝 단계

많은 엘리트 선수들은 근력 트레이닝을 실시하고 있지만 향상된 근력 수준을 스포츠 종목에서 요구하는 파워, 스피드, 민첩성 등으로 변환시키지 못하여 향상된 근력 수준을 나타내지 못하고 있다. 따라서 최대 근력기 트레이닝 국면을 통해 증가된 근력 수준을 수영에서 요구되는 특이적인 파워, 스피드, 파워지구력으로 전환시키기 위한 국면의 주 목적이다. 파워는 가장 짧은 시간에 최대의 힘을 발휘하는 신경근육계의 능력과 관계가 있으며, 근력(F)과 운동속도(V)의 곱이다 [ $P=F \times V$ ]. 선수는 강한 근육을 아주 짧은 시간에 수축시킬 수 있는 능력이 없으면 강력한 파워를 발휘할 수 없게 되므로, 선수들은 파워 트레이닝을 실시하여 힘의 발휘 속도를 향상시켜야 한다(Bompa, 2015).

최대근력을 파워 또는 근지구력으로 전환시키는 데에는 각 종목별로 트레이닝 기간과 체력요인이 달라질 수 있다. 파워 기능을 향상시키기 위해서는 4~5주 정도며, 근지구력 수준을 향상시키기 위해서는 생리 및 해부학적으로 에너지 공급 및 재보충에서 차이가 있기 때문에 6~8주 정도 필요하다. 파워 트레이닝 구성 요소는 운동 종목은 3~4종목, 부하는 1RM의 50~80%, 반복횟수는 4~10회, 세트 수는 3~6세트로 실시한다. 파워트레이닝을 위한 대표적인 방법은 플라이오메트릭(plyometric method), 투사물 던지기(ballistic method), 파워-저지(power-resisting) 트레이닝 등이 있다.

## 5) 유지기 트레이닝 단계

유지기 트레이닝 단계에서는 체력수준을 유지하기 위한 운동내용으로 구성해야 하며, 최대근력, 파워, 근지구력이 지속적으로 필요하기 때문에 세 가지의 요소를 잘 유지할 수 있도록 트레이닝을 계획하는 것이 중요하다. 형성된 특수 근력과 파워가 수영에서 우세하게 작용하기 때문에 전환 단계에서 실시한 파워 트레이닝을 중단하지 말고 유지기 트레이닝 단계까지 유지시켜야 한다. 유지기 단계에서는 기술, 전술 및 다른 트레이닝 요소보다는 트레이닝 양이 달라진다.

근력 유지 트레이닝은 필수이며, 운동의 수는 2~3가지 정도로 주동근 운동만 선택한다. 운동시간은 30분 정도로 진행하고 종목별 특이적인 기술 및 전술 트레이닝이 이루어지도록 한다. 유지기 단계 구성요소는 파워 운동부하 1RM 50~60%, 근력 운동부하 1RM 60~70%이며, 종목은 2~3종목, 반복횟수는 6~8회 정도로 세트 간 1~3분 정도로 진행한다. 그리고, 세트 수는 1~3세트로 계획한다. 그리고, 웨이트 트레이닝시 부하를 70%로 낮추어 폭발적으로 수행하는 것이 근육, 신경과 근육의 협응력 향상에 도움을 준다(Bompa, 2015).

## 6) 전이기 트레이닝 단계

전이기(transition) 트레이닝 단계에서는 선수의 강도 높은 트레이닝과, 부담 많은 경기 기간을 지속하였기에 축적된 스트레스, 감소된 동기 부여, 정신력 저하 등으로 생리적, 신체적과 심리적 피로를 회복하는 시간을 가져야 한다. 특히 근육의 피로는 일정기간만 지나면 회복할 수 있으나 중추신경계와 정신적 피로는 장기간의 휴식이 있어야 회복이 가능하다. 하지만, 트레이닝 없이 완전 휴식을 장기간 취할 경우, 근위축으로 다음 준비 단계를 계획하는데 많은 문제가 발생할 수 있으므로, 체력수준을 유지할 수 있는 정도의 트레이닝과 심리적 휴식과 이완 그리고 생물학적 재생을 촉진시키는 과정으로 생각해야 한다. 전이기 단계는 주당 2~3회, 체력수준은 이전 최고 체력수준의 40~50%정도를 유지할 수 있도록 하며, 4주 이상이 되지 않도록 한다(Bompa, 2015).

#### 4. Taper와 경기력 관련 능력

테이퍼 트레이닝은 단기간 고강도 트레이닝 후 급격히 운동량을 감소시켜 근력 및 심폐지구력 향상의 효과를 자저움으로써 경기력을 향상 시키는 트레이닝 방법이다. 운동선수들의 생리·생화학적 기능을 향상시켜 우수한 경기력 달성시킨다. 최근 연구에도 지속적인 고강도의 트레이닝을 실시하다가 시합을 며칠 앞두고 체계적으로 트레이닝 양을 감소시키면 오히려 경기력은 향상된다는 과학적 증거를 제시하고 있다(Bompa, 1999). 테이퍼는 세 범주로 구분할 수 있다. 첫 번째는 주요 테이퍼로, 1년 중 1회에서 최고의 수행력을 원할 때 가장 중요한 대회를 대비하여 2~4주 기간을 계획한다. 하지만 스포츠과학자들은 1년에 2~3번의 테이퍼를 제안한다(Bompa, 1999). 1년 중 여러 차례에서 2~4주 테이퍼를 계획한다면 트레이닝 시간이 30% 감소될 것이다. 두 번째 범주는 소 테이퍼(minor taper)로, 1년 중 최고의 수행력을 원할 때 일주일 이내의 기간으로 휴식을 취하여, 생리적이거나 신체적으로 선수들의 최상의 컨디션을 유지하도록 한다. 세 번째 범주는 리테이퍼(retaper)로 3주에서 5주 내에 두 개의 대회가 개최 될 때 적용한다.

수영선수들을 대상으로 실시한 테이퍼의 한 예로서 일반적으로 트레이닝 감소는 선수들이 하루에 실시하는 트레이닝 양의 정도가 일정하지 않기 때문에 주당 트레이닝 양으로 흔히 나타낸다. Sheply 등(1992)은 육상선수들을 대상으로 고강도와 저강도로 테이퍼를 6일간 실시한 결과 고강도로 테이퍼를 한 집단에서 15% 근 글리코젠이 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 또한 사이클 선수들을 대상으로 근생검법(muscle biopsy)을 실시한 결과에서도 테이퍼 실시 후에 근 글리코젠이 약 30% 정도까지 증가한 것으로 보고하였다(Neary et al., 1992). Houmard & Johns(1994)은 7~14일 동안의 테이퍼를 실시하는 동안 트레이닝양은 60%정도, 트레이닝의 빈도는 50%이하로 감소하여 3%의 기록향상이 되었다고 보고하였다.

트레이닝에 의해서 선수들의 최대근력, 파워, 근지구력 등이 증가하는 것으로 잘 알려져 있다. 운동선수들을 대상으로 주당 트레이닝 양을 70~85% 정도 감소시키면서 7~28일 정도로 테이퍼를 실시하였을 경우 정상 트레이닝을 지속한 선수들과 차이는 나타내지 않았다(Johns et al., 1992; Costill, Kovaleski, Porter, Kirwan, Fielding & King, 1985).

### III. 연구 I: 블록 주기화 트레이닝이 수영 엘리트 단거리 선수의 기초체력, 등속성 근력 및 무산소성 파워에 미치는 영향

#### 1. 연구의 필요성

주기화 트레이닝은 시합 주기에 맞춰 세부적인 국면으로 나누어 프로그램을 적용함으로써 시합에서 최상의 경기력을 발휘할 수 있도록 하는 과학적이고 체계적인 트레이닝 방법이다(Bompa, 1993; Bompa & Carrera, 2015; Bompa & Buzzichelli, 2018). Costill(1992)은 근비대, 근력, 최대근력, 파워 등의 단계를 거치면 16주 이상의 트레이닝을 지속하는 프로그램으로, 코치가 시합 참여 전까지 계획적이고 체계적으로 주기화 트레이닝을 구성하느냐에 따라 선수는 경기 승패가 좌우된다(Mujika, 2010). 현대에서는 1년에 여러 번 대회가 개최되기 때문에 모든 대회에 맞춰서 16주 주기화 트레이닝을 적용하기에는 제한점이 있으며(Issurin, 2010), 대한수영연맹에서 진행되는 수영대회는 선수에게 잦은 대회 참여를 요구하는 방향으로 바뀌고 있다. 과거에는 1년에 3~4번의 주요 대회에 참여했다면, 현대에 들어서는 여러 차례의 국가대표 선발전, 국제대회 그리고, 3월부터 11월까지 매달 진행되는 국내대회까지 많은 대회를 출전해야 하는 실정이다. 이로 인해 단거리 수영선수들은 16주 이상의 많은 양의 트레이닝 후, 회복기간이 짧아 스프린트 속도가 감소하는 문제점이 발생한다(Platonov, 2004, 2013). 즉, 일반 주기화 트레이닝은 국면주기가 길기 때문에 대회 당일엔 근력 발휘가 어려우며, 오버트레이닝이 발생할 수 있다는 제한점을 보고하였다(Issurin, 2010). 따라서 16주 이상의 전통 주기화 트레이닝 프로그램은 문제점이 대두되고 있어, 이를 수정·보완하기 위해 스포츠과학자들이 블록 주기화(block periodization, BP) 프로그램을 제시하였다(Issurin, 2016).

블록 주기화 프로그램은 잦은 대회 참여에도 불구하고 각각의 체력 요소에 충분한 능력치를 향상 시켜 매 대회에서 최고의 기량을 발휘할 수 있도록 한다(Jovanovic & Jukic, 2019). 블록 주기화와 전통 주기화(traditional periodization, TP) 트레이닝을 비

교한 선행연구에서, 카약선수들의 전통 주기화 집단보다 블록 주기화 집단이 최대산소 섭취량, 스트로크 속도 및 심박수 등 생리학적 기능이 향상되었으며, 블록 주기화 집단은 전통 주기화 집단보다 지구력 트레이닝양이 50% 적었으나 결과는 유사하였다 (García-Pallarés et al., 2010). 뿐만 아니라, Breil 등(2010) 연구에서도 블록 주기화 적용에 따라 생리학적 기능과 근지구력이 향상되어, 효과적인 트레이닝 방법임을 입증하였다.

블록 주기화의 선행연구 따르면, 짧아진 주기화기는 트레이닝 계획을 조정할 수 있으며, 잦은 대회에도 참가 가능하고, 오버트레이닝 없이 체력 발달과 최고 수준 경기력 발휘가 가능하다고 보고하였다(Issurin, 2016). Rønnestad 등(2019)은 6주 동안 아이스하키 선수들의 근력, 파워, 근지구력을 비교한 결과 전통주기화 집단보다 블록 주기화 집단이 더 향상 되었다. Pla 등(2019)은 고등학교 엘리트 수영 선수에게 6주간 블록 주기화 트레이닝을 적용하여 기록과 체력피로에 미치는 영향을 살펴본 결과, 블록 주기화 트레이닝은 100m 기록을 단축시키고, 선수는 체력적인 피로가 낮아져 대회를 준비하는데 효과적이다. 대회가 많은 현대 스포츠에서는 짧은 시간 내에 효과를 볼 수 있는 블록 주기화 프로그램과 트레이닝양의 감소는 선수의 경기력과 피로 회복에 밀접한 관련이 있어 경기력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

그러나 지금까지의 선행연구들을 살펴볼 때, 대회마다 최상의 기량을 발휘할 수 있도록 블록 주기화 트레이닝 연구는 많으나(Issurin, 2010, 2008; García-Pallarés et al., 2010; Issurin & Yessis, 2008; Jovanovic & Jukic, 2019; Rønnestad et al., 2019), 잦은 대회에 맞춰 트레이닝을 시즌동안에도 지속할 수 있는 단주기 트레이닝 프로그램 개발은 희박하며, 블록 주기화 프로그램이 단거리 수영선수들의 체력 및 경기력에 미치는 효과를 규명하기 위한 연구는 최소한 실정이다.

따라서 본 연구는 단거리 엘리트 수영선수의 체력, 근력, 파워 향상을 위한 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 설계하고, 선수에게 적용하여 기초체력과 전문체력을 비교 분석할 필요성이 있다.

## 2. 연구의 목적

본 연구 I의 목적은 단주기의 4주 프로그램인 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 설계하였다. 엘리트 단거리 수영 선수에게 4주 프로그램을 2회 적용하여, 총 8주간 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하였다. 단거리 수영선수에게 블록 주기화 트레이닝이 기초체력, 하지 근기능 및 무산소성 파워에 미치는 영향을 규명하는데 있다.

### 3. 연구방법

#### 1) 실험설계

본 연구의 실험설계는 Pliauga, Lukonaitiene, Kamandulis, Skurvydas, Sakalauskas, Scanlan, Stanislovaitiene & Conte(2018), Stöggel & Sperlich(2014). Suarez, Mizuguchi, Hornsby, Cunanan, Marsh & Stone(2019)의 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 본 연구 참여자에 맞도록 재구성하기 위해 6명의 전문가 회의를 진행하였다. 2명의 교수, 1명의 박사, 3명의 수영전문가를 통해 단계별 주기화 트레이닝 프로그램을 구성하였다. 전문가 회의에서 구성된 프로그램과 기존 트레이닝 프로그램에 따른 차이점을 비교하고, 경기력 향상을 위한 프로그램을 확정하였다.

본 연구의 실험은 근력 트레이닝 프로그램에 따라 블록 주기화 트레이닝이 단거리 엘리트 수영 선수의 기초체력, 등속성 근력, 무산소성 파워 경기력에 미치는 효과를 검증하였다.

연구 참여자들은 8주 트레이닝 적용하기 사전·사후 측정 시기에 따라 스포츠정책 과학원에서 운영하는 각 지역 스포츠과학센터에서 신체특성, 기초체력, 전문체력을 측정하였다. 그리고 경기력 관련 기록 측정은 각 지역 2급 공인수영장에서 사전·사후 동일한 환경조건을 구성하여 총 2번의 반복 측정 하였다.

본 연구의 전체적인 예비실험 및 실험설계는 <Figure 1>과 같다.



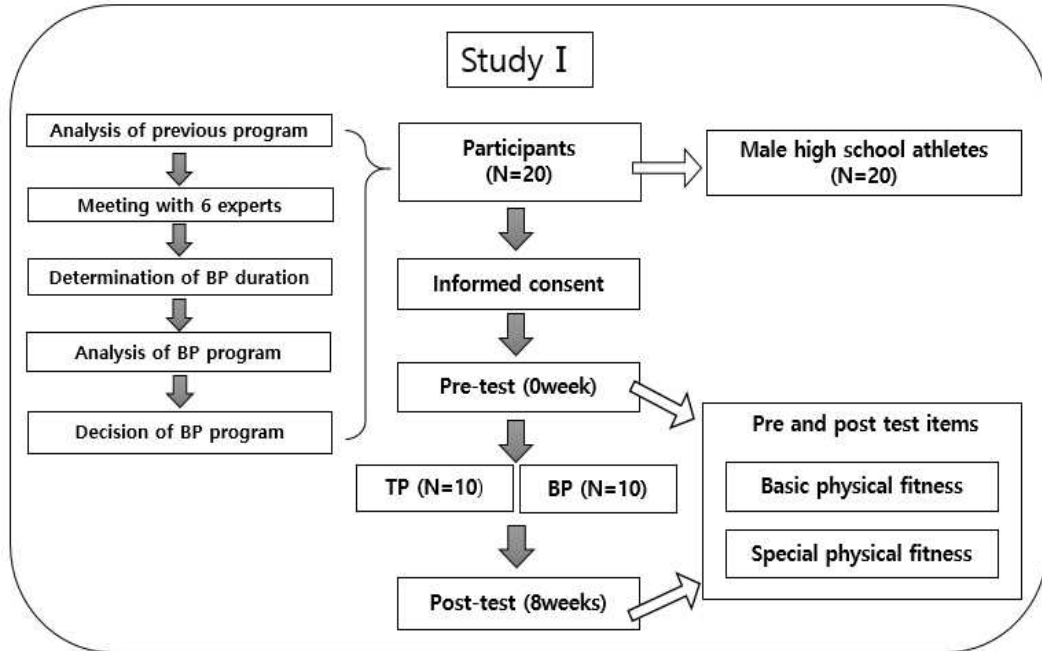


Figure 1. The experimental design

## 2) 연구대상

본 연구는 A도, B도 소재에서 대한수영연맹에 선수 등록이 되어 현재 수영 대회에 참여할 수 있는 17세~19세미만으로 50m, 100m 엘리트 단거리 남자 수영 선수 총 20명 대상으로 무선 할당(randomized sample)방식에 의해 10명씩 블록 주기화 트레이닝 집단(BP=10명) 전통 주기화 트레이닝 집단(TP=10명)으로 분류하였다. 실험 집단 대상자는 블록 주기화 원리를 적용한 4주 근력 트레이닝 프로그램을 2회 수행하고, 통제집단은 기존 웨이트 근력 트레이닝 프로그램을 8주간 적용하였다.

연구 참여자는 1년 동안 기록의 변화가 없고, 정형외과적 병력이 없으며, 운동수행에 임상적 문제가 없는 선수를 선정하였다. 실험의 내용과 목적을 충분히 설명하고, 미성년자 참여 동의서를 부모님 동의하에 작성하였다. 신체구성, 기초체력, 전문체력의 변화를 측정하였다. 본 연구의 참여대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of participants (Mean±SD)

Variables	Group	
	BP (n=10)	TP (n=10)
Age (yr)	17.2±0.6	16.9±1.0
Height (cm)	175.9±4.9	177.9±5.6
Weight (kg)	72.9±11.7	69.5±8.2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.5±2.9	21.9±1.6
FFM (kg)	61.9±7.8	60.5±6.2
% Fat (%)	14.5±4.2	13.4±3.0
Career(yrs)	9.4±1.1	9.2±1.0
50m swimming record	29.3±3.8	30.9±3.4

*BMI, Body Mass Index; FFM, Fat-free Mass; % Fat, body fat percentage  
BP, Block Periodization; TP, Traditional Periodization; yrs, years.*

#### 4. 블록 주기화 프로그램 설계

Pliauga 등(2018), Stöggli & Sperlich(2014). Suarez 등(2019)의 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하여, 엘리트 단거리 남자 수영선수에 맞게 전문가 회의를 통해 수정하였다. 본 연구의 프로그램은 블록 주기화 트레이닝 집단(block periodization, BP), 전통 주기화 트레이닝 집단(traditional periodization, TP)으로 2 집단으로 구성하였다.

BP 집단은 1주일 간격으로 적응 단계(adaptation, AD) 5회, 최대근력 단계(maximal strength, MS) 5회, 파워 단계(power, P) 5회, 파워-지구력 단계(power-endurance, PE) 5회, 휴식(rest, R) 2회를 1~4주 진행하고 5~8주까지 다시 반복하여, 8주 동안 AD 총10회, MS 총10회, P 총10회, PE 총10회, R 총16회 반복하였다.

TP 집단은 8주 동안 동일한 프로그램으로 AD 총8회, MS 총16회, P 총8회, PE 총8회, R 총16회로 실시하였다. 블록 주기화 프로그램 설계는 <Table 2>과 같다.

Table 2. Block periodization program

day of week group	Microcycle (Week 1~8)							Total				
	Mon	Tues	Wed	Thurs	Fri	Sat	Sun	AD	MS	P	PE	R
BP	AD	AD	AD	AD	AD	R	R	5	-	-	-	2
BP	MS	MS	MS	MS	MS	R	R	-	5	-	-	2
BP	P	P	P	P	P	R	R	-	-	5	-	2
BP	PE	PE	PE	PE	PE	R	R	-	-	-	5	2
TP	AD	MS	P	MS	PE	R	R	1	2	1	2	2

BP, Block Periodization; TP, Traditional Periodization;

AD, Adaptation; MD, Maximal strength; P, Power PE, Power Endurance; R, Rest

## 1) 적응 단계 프로그램 (Adaptation, AD)

BP 집단의 적응 단계(adaptation, AD)는 1주와 5주에 실시하였고, 주간(단주기 microcycle) 트레이닝 프로그램은 월요일부터 금요일까지 트랙 인터벌 트레이닝 (track interval training: AD1, AD2)을 한 후, 월·수·금요일은 웨이트 트레이닝 (weight training: AD3, AD4), 화·목요일은 서킷 트레이닝(circuit training: AD5)을 진행하였다.

세부적인 프로그램을 살펴보면, 트랙 인터벌 트레이닝 AD1은 일주일에 3회 80~90% 강도로 400m 달리기를 하였고, AD2는 일주일에 2회 80~90% 강도로 100m, 200m 달리기를 진행하였다. 달리기가 끝난 후, 웨이트 트레이닝을 바로 실시하였다. 웨이트 트레이닝 AD3은 일주일에 2회 60~80%의 강도, AD4는 일주일에 1회 60~80%의 강도로 상체, 하체, 전신운동으로 총7개의 종목을 실시하였다. 서킷 트레이닝 AD5는 일주일에 2회 휴식 시간 없이 60~80% 강도로 9개의 종목을 실시하였다.

블록 주기화 적응 단계의 세부적인 프로그램 내용은 <Table 3>과 같다.

Table 3. Adaptation program

**1. AD 1week program**

Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	AD1		AD2		R	R
AD3	AD5	AD4	AD5	AD3		

**1-1. AD1 (track interval training) total elapsed time 40~45min**

Day of the week	Exercises	Reps	Rest	Set	Set/Rest	Intensity
Mon, Tue, Wed	400m	3	90's	3	5min	80~90%

**1-2. AD2 (track interval training) total elapsed time 40~45min**

Day of the week	Exercises	Reps	Rest	Set	Set/Rest	Intensity
Thu, Fri	200m	3	20~30's	3	5min	80~90%
	100m	5	10~20's	2		

**1-3. AD3 (weight training) total elapsed time 40~56min**

Mon, Fri	Exercises	Reps/Sec	Set	Set/Rest	Intensity
1	Isometric half squats on the wall	5~10's	4	1~2min	-
2	Pull up ①	until failure	4		-
3	Bench press	10~12	3		60~70% 1RM
4	Squat	10~12	3		60~70% 1RM
5	Standing calf raise	8	3		80% 1RM
6	Eccentric back extension	20's	4		② 0-5-10-10kg
7	Decline sit up	20	4		-

Mon, Monday; Fri, Friday.

① when finishing 20 of pull up, adding weight ② adding weight per set; Mo, Monday; Fr, Friday.

**1-4. AD4 (weight training) total elapsed time 35~55min**

Wed	Exercises	Reps/Sec	Set	Set/Rest	Intensity
1	Deadlift	10~12	3	1~2min	60~70% 1RM
2	Shoulder press	10	3		70% 1RM
3	Seated cable row	8~10	3		70~80% 1RM
4	Landmine squat	10	4		70% 1RM
5	Barbell curl	10~12	3		60~70% 1RM
6	Cable push down	10~12	3		60~70% 1RM
7	Eccentric sit up	10	4		-

Wed, Wednesday.

① when finishing 20 of pull up, adding weight ② adding weight per set

**1-5. AD5 (circuit training) total elapsed time 30~40min**

Tue, Thu	Exercises	Reps/Sec	Rest	Set	Set/Rest
1	Jump rope	50	No rest	3set	3~5 min
2	Rope climbing (or pull up)	one time			
3	Body weight squats	30~40			
4	Medicine ball overhead throws ①	15~20			
5	Agility ladder ins and outs	30's			
6	Side plank with hip abduction	30's			
7	Kettle bell swings	20			
8	Standing jump	20			
9	Squat rotation press on bosu	20			

Tue, Tuesday; Thu, Thursday.

① using medicine ball of 5% weight/body weight

## 2) 최대근력 단계 프로그램(Maximal strength, MS)

BP 집단의 최대근력 단계(maximal strength, MS)는 2주와 6주에 실시하였고, 주간 트레이닝 프로그램은 월·금요일에 상체 트레이닝(upper body training: MS1), 수요일은 하체 트레이닝(lower body training: MS2), 화·목요일은 근력 밸런스 트레이닝(strength balance training: MS3)으로 진행하였다. 세부적인 프로그램을 살펴보면, 상체 트레이닝 MS1은 일주일에 2회 2주차(80~90%), 6주차(85~100%) 강도로 8개의 종목을 하였고, 하체 트레이닝 MS2는 일주일에 1회 2주차(80~90%), 6주차(85~100%)강도로 7개의 하체 트레이닝 종목으로 실시하였으며, 근력 밸런스 트레이닝 MS3는 일주일에 2회 70~90% 강도로 7개의 근력 밸런스 종목으로 실시하였다.

블록 주기화 최대근력 단계의 세부적인 프로그램 내용은 <Table 4>과 같다.

Table 4. Maximal strength program

**2. MS 1week program**

Mon	Tue	Wed	Thus	Fri	Sat	Sun
MS1	MS3	MS2	MS3	MS1	R	R

**2-1. MS1 (upper body training) total elapsed time 75~90min**

Mon, Fri	Exercises	Reps		Set	Set/Rest	Intensity	
		2week	6week			2week	6week
1	Pull up <sup>ⓐ</sup>	until failure		3	3min	until failure	
2	Bench presses	3~6	1~3			80~90% 1RM	85~100% 1RM
3	Barbell curl						
4	Triceps cable push-downs						
5	Seated rows						
6	Shoulder machine presses						
7	T-Bar rows						
8	Lateral dumbbell raises						

Mon, Monday; Fri, Friday.

<sup>ⓐ</sup> when finishing 20 of pull up, adding weight

**2-2. MS2 (lower body training) total elapsed time 60~75min**

Wed	Exercises	Reps		Set	Set/Rest	Intensity	
		2week	6week			2week	6week
1	Barbell back squats	3~6	1~3	3	3min	80~90% 1RM	85~100% 1RM
2	Leg curl						
3	Leg press						
4	Standing calf raise						
5	Leg extension						
6	Nordic hamstring exercise						
7	Barbell lunges						

Wed, Wednesday.

**2-3. MS3 (strength balance training) total elapsed time 60~75min**

Tue, Thu	Exercises	Reps/Sec	Set	Set/Rest	Intensity
1	Deadlift	3~6	3	3min	85~90% 1RM
2	Physio ball T,Y,A (2kg dumbbell)	15(L/R)	4		-
3	Eccentric back extension (10kg)	20's	3		-
4	Decline sit ups	20			-
5	Pull over crunch using gymball	30			-
6	Cable up-down twist	8~12times	3		70~80% 1RM
7	Superman push-up	7~10			-

Tue, Tuesday; Thu, Thursday.

### 3) 파워 단계 프로그램 (Power, P)

BP 집단의 파워 단계(power, P)는 3주와 7주에 실시하였고, 주간 트레이닝 프로그램은 월·화·금요일에 고강도 파워 트레이닝(high training: P1), 수요일은 점프와 스프린트 달리를 적용한 복합 파워 트레이닝(mix training: P2), 목요일은 중-고강도 트레이닝(medium-high training: P3)으로 진행하였다.

세부적인 프로그램을 살펴보면, 고강도 파워 트레이닝 P1은 일주일에 3회 플라이오메트릭(plyometric)과 웨이트 트레이닝을 한다. 플라이오메트릭은 5m 로프 오르기를 제외한 5종목으로 짧은 시간 내에 많은 횟수를 할 수 있도록 하여 총 횟수가 129~163개까지 실시하며, 웨이트 트레이닝은 70~80%의 강도로 5종목을 진행하였다. 복합 파워 트레이닝 P2는 일주일에 1회 제자리 반복 동작 점프(counter movement jump, CMJ)와 스쿼트 후, 90%의 강한 스프린트 달리를 하였다. 중-고강도 트레이닝 P3는 일주일에 1회 플라이오메트릭과 웨이트 트레이닝으로 진행되며, P1의 강도보다 낮은 강도인 중강도로 트레이닝을 진행하였다.

블록 주기화 파워 단계의 세부적인 프로그램 내용은 <Table 5>과 같다.



Table 5. Power program

**3. P 1week program**

Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
P1	P1	P2	P3	P1	R	R

**3-1. P1 (high training) total elapsed time 80~95min**

Mon Tue Fri	Exercises		Reps/Sec	Set	Set/Rest	Intensity (total number)
1	plyometric	Rope climbing (or pull up)	2times	-	3min	2times
2		Medicine ball throw ①	5~7	3	3min	129~163
3		Depth jump (40~50cm)	8~10	2	2min	
4		Single leg vertical power jump	8~12(L/R)	2	2min	
5		Multiple box jump	8~12	2	2min	
6		Side jump and sprint run 25m	10 & 1	5	1min	
7	weight	Barbell back squat	maximal velocity for 10sec ②	3	3min	70~80% 1RM
8		Bench Presses				
9		Lat pull down				
10		Leg press				
11		Shoulder press				

Mon, Monday; Tue, Tuesday; Fri, Friday.

① throwing medicine ball with 5~10% weight/body weight, with maximal number of times

② repeating weight program with maximal velocity for 10sec.

**3-2. P2 (mix training) total elapsed time 40~55min**

Wed	Exercises		Reps/Sec	Set	Set/Rest	Intensity
1	CMJ and sprint run 50m ①		20 & 1	3set	2~3min	90%/maximal speed
2	CMJ and sprint run 10m ①			3set		
3	Side jump and sprint run 25m			4set		
4	Isometric half squats and sprint run 25m			4set		

Wed, Wednesday.

① CMJ : Counter Movement Jump

**3-3. P2 (medium-high) total elapsed time 55~65min**

Thu	Exercises		Reps/Sec	Set	Set/Rest	Intensity (total number of times)
1	plyometric	Rope climbing (or pull up)	1time	-	-	1time
2		Medicine ball throw ①	5~7	2set	3min	54~74
3		Depth jump (30~40cm)	8~10		2min	
4		Running bound	8~12		2min	
5		Multiple box jump	6~8		2min	
6	weight	Deadlift	Maximal speed for 10sec ②		3set	
7		Leg press				
8		Bench presses				
9		Shoulder row				
10		Shoulder press				

Thu, Thursday.

① throwing medicine ball with 5~10% weight/body weight, with maximal number of times

② repeating weight program with maximal velocity for 10sec

#### 4) 파워-지구력 단계 프로그램(Power-endurance, PE)

BP 집단의 파워-지구력 단계(power-endurance, PE) 프로그램은 4주와 8주에 진행하였다. 주간 트레이닝 프로그램은 월·수·금요일에 post-activation performance(PAP: PE1), 화·목요일은 post-activation performance(PAP: PE2)으로 실시하였다.

세부적인 프로그램을 살펴보면, PE1은 일주일에 3회 지상트레이닝(dry land)을 진행하고, 5분 휴식 후 수영프로그램을 80~100% 강도로 거리에 따라 강한 파워와 빠른 속도로 실시하였고, PE2은 일주일에 2회 PE1과 같은 방법으로 실시하였다.

블록 주기화 파워-지구력 단계 단계의 세부적인 프로그램 내용은 <Table 6>과 같다.

Table 6. Power-endurance program

#### 4. PE 1week program

Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
PE1	PE2	PE1	PE2	PE1	R	R

#### 4-1. PE1 (Post-Activation Performance, PAP) total elapsed time 50~80min

Mon Tue Fri	Total Set	Total Set/ Rest	Dry land					Swimming		
			Exercises 1	Reps	Rest	Set	Set/ Rest	Exercises 2	Distance	Intensity
1	2set	5min	CMJ	10	2~3 min	3	3~5 min	Sprint swimming	100m	80~85%
2	3set		Stretching cords with paddles	100m SC	2~3 min				50m	90~95%
3	3set		MVC	10sec	1min			Stretching cords with long belt	25m	95~100%

Mo, Monday; Tue, Tuesday; Fr, Friday  
CMJ, Counter Movement Jump; SC, Stroke Count; MVC, Maximum Voluntary Contraction

#### 4-2. PE2 (Post-Activation Performance, PAP) total elapsed time 50~80min

Tue Thu	Total Set	Total Set/ Rest	Dry land						Swimming		
			Exercises 1	Reps	Intensity	Rest	Set	Set/ Rest	Exercises 2	Distance	Intensity
1	2set	5min	Dumbbell presses	4~5	90% 1RM	2~3 min	2	3min	Sprint swimming	100m	80~85%
2	3set		Swim bench	30's		2~3 min	3	3~5 min		50m	90~95%
3	3set		Eccentric sit ups	20		3min	2		Stretching cords with long belt	25m	95~100%

## 5. 측정항목 및 방법

### 1) 신체구성 (Body composition)

연구 대상자들은 신체구성을 측정하기 위하여 12시간의 공복을 유지한 상태에서 오전 9시까지 실험실에 방문하여 신체구성을 측정하였다. 신장은 자동신장계 (DS-103M, Dong San Jenix, Seoul, Korea)를 사용하여 발바닥부터 머리끝까지의 수직 최대 거리를 계측하였다. 체성분 검사는 전기 저항을 이용한 다주파수 생체 전기 임피던스 분석원리를 적용한 체성분 분석기(Inbody 770, Inbody, Seoul, Korea)를 사용하여 체중(body weight), 체지방체중(fat-free mass, FFM), 체질량지수(body mass index, BMI), 체지방률(percent body fat, %FAT)을 측정하였다.

### 2) 기초체력 검사(Basal physical fitness)

기초 체력의 측정 항목과 도구의 세부적인 내용은 <Table 7>과 같다.

Table 7. Basal physical fitness

PF	PF Items	Measuring Instruments	Apparatus
Muscular strength	Grip strength (kg)	Digital dynamometer	T.K.K.-5401, TAKEI, Japan
	Back strength (kg)	Digital back-dynamometer	T.K.K.-5402, TAKEI, Japan
Muscular endurance	Sit-up (N/60sec)	Sit-up board, stop watch	SC632893, SKARO, Korea
Power	Sargent jump (cm)	Time notice electric board	SC633004, SKARO, Korea
Agility	Side step test (N/20sec)	Digital measurement	SC633015, SKARO, Korea
	Whole body reaction time 1/1000 (sec)	Whole body reaction testing apparatus	T.K.K.-5408, TKEL, Japan
Flexibility	Trunk extension backward (cm)	Trunk extension backward measurement	FT-3020, TAKEI, Japan
	Sitting trunk (cm)	Sitting trunk measurement	SC633616, SKARO, Korea
Balance	One leg standing with eyes closed (sec)	Stop watch	HS70W, CASIO, Japan

PF, Physical fitness; N, Number of times

### (1) 근력 (Muscular strength)

근력은 스포츠 현장에서 최고의 경기력을 발휘하기 위한 필수 체력 요인이며, 중량 트레이닝을 할 때 단계 결정을 위해서도 필요한 자료로 활용된다. 근력을 평가하기 위하여 악력과 배근력을 측정하였다.

① 악력의 측정은 디지털 악력계(T.K.K.-5401, TAKEI, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 대상자에게 양발을 어깨 넓이로 벌리고 양팔을 자연스럽게 내린 자세로 선 후, 악력계의 표시판을 바깥쪽으로 향하도록 하고 손가락 둘째 마디로 잡는다. 몸통과 팔을 약 15° 간격을 유지하도록 하며, 팔꿈치를 구부리지 않은 상태에서 측정자의 '시작' 신호와 함께 2~3초간 최대의 힘으로 악력계를 잡아당기도록 하였다. 좌·우 교대로 2회 측정하여, 최고기록을 0.1kg단위로 기록하였다.

② 배근력의 측정은 배근력계(T.K.K. 5402, TAKEI, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 대상자가 배근력계 발판 위에 서서 양발을 15cm 정도 벌리고, 무릎과 팔을 펴서 30° 정도 상체를 굽히고 배근력계의 손잡이를 잡는다. 측정자는 대상자의 신장에 맞게 배근력계 줄의 길이를 조정하여 무릎 위 10cm 정도에 닿길 수 있도록 한다. 측정자는 '시작' 신호와 함께 기울인 상체를 일으키며 3초 정도 손잡이를 잡아당기며 최대 힘을 발휘 하도록 한다. 측정은 2회 실시하여, 최고기록을 0.1kg단위로 기록하였다.

### (2) 근지구력 (Muscular endurance)

근지구력은 근육군의 운동 지속능력으로 체력 수준 판단 시 필수 측정 항목이다. 또한, 엘리트 선수들에게 있어서 근지구력은 일정한 경기력을 발휘하기 위하여 매우 중요한 변인이다. 근지구력을 평가하기 위해서 윗몸일으키기를 측정하였다. 윗몸일으키기 측정방법은 대상자가 윗몸일으키기 보드(SC632893, SKARO, Korea)에 편안하게 누운 자세로 다리의 각을 70°~90° 구부려 발목걸이에 양쪽 발끝을 낀다. 양손을 잡고 머리 뒤로 두고 눕는다. 측정자의 '시작' 신호와 함께 복근으로만 이용하여 몸을 일으키도록 한다. 이때 올라올 때는 양쪽 팔꿈치가 다리에 닿도록 하고, 내려갈 때는 양 어깨가 보드에 닿도록 한다. 측정 시간은 60초간 실시하여 최대횟수(회/60초)를 기록하였다.

## 순발력 (Power)

순발력은 근력을 기초로 하며, 힘, 속도, 거리, 시간에 의해 좌우되며, 근육의 순간적인 수축이 강할수록 신체활동 능력이 우수하며, 제한된 시간에 많은 양의 일을 할 수 있는 능력이다.

순발력을 평가하기 위해서 제자리멀리뛰기 테스트를 측정하였다. 제자리멀리뛰기 측정은 디지털 수직 점프대(SC633004, SKARO, Korea)를 이용하였다. 제자리멀리뛰기 측정방법은 대상자가 체공시간을 기록할 수 있는 발판 위에 서서 발구름 없이 최대한 높이 뛰어오른다. 측정은 2회 실시하여 최고기록(cm)을 기록하였다.

### (3) 민첩성 (Agility)

민첩성과 스피드는 방향 전환 능력으로서 반응시간, 동작의 반복 속도, 일정한 거리를 빠르게 주파하는 능력이다. 민첩성을 평가하기 위해서 사이드 스텝과 전신반응 검사(1/1000초)를 측정하였다.

① 사이드 스텝 측정은 사이드 스텝 측정기(SC633015, SKARO, Korea)를 이용하였다. 측정방법은 대상자가 발판 중앙에서 어깨너비 정도 양발을 벌리고 선 후, '시작' 신호와 함께 20초간 최대한 빠르게 양 다리를 좌·우로 움직이게 한다. 이때, 발이 좌측선과 중앙선, 우측선과 중앙선을 반복적으로 다니면서 표시된 좌·우측 선을 넘도록 한다. 측정기록은 20초 동안 양 발이 좌·우측 선을 넘은 최대 횟수(회/20초)를 기록하였다.

② 전신반응(소리) 측정은 전신반응 측정기(T.K.K.-5408, TAKEI, Japan)를 이용하였다. 측정방법은 발판 위에 두발을 올리고 무릎을 살짝 구부린 채 대기한 상태에서 소리가 나오면 최대한 빠른 속도록 발판에서 두발을 발판 바깥으로 벌리도록 한다. 기록 측정은 총 3회 측정하여 최고 기록(sec)을 기록하였다.

#### (4) 유연성 (Flexibility)

유연성은 관절의 가동범위를 측정하며, 관절을 움직이는 근육의 신장성과 탄력성에 의하여 결정된다. 유연성은 최적의 자세를 유지하여 기술동작을 효과적으로 수행하는데 필수적인 능력이며, 부상예방을 위해서도 중요하다. 유연성을 평가하기 위해서는 체후굴, 장좌 체전굴을 측정하였다.

① 체후굴 측정은 체후굴 측정기(FT-3020, TAKEI, Japan)를 이용하였다. 측정방법은 대상자가 엎드려 양손을 허리 뒤로 하고, 보조자는 대상자의 다리를 눌러준다. 대상자는 바닥에서 상체를 최대한 들어 올려 턱의 높이까지 측정한다. 측정기록은 총 2회를 실시하여 최대 높이(cm)를 기록하였다.

② 장좌 체전굴 측정은 체전굴 측정기(SC633616, SKARO, Korea)를 이용하였다. 측정방법은 대상자가 맨발로 다리를 펴고 발목을 세워 측정기의 수직면에 발이 닿도록 하여 바른 자세로 앉는다. 하체가 굽혀지지 않도록 하고, 상체를 최대한 숙여 손끝이 닿는 지점을 측정한다. 측정기록은 총 2회를 실시하여 최대 수치(cm)를 기록하였다.

#### (5) 정적 평형성 (Static balance)

평형성은 신체를 어떤 자세로 유지하는 능력으로 균형적이며, 안정된 자세에서 고도의 운동수행이 가능하여, 선수들의 신체능력을 간접적으로 평가하는 기본 자료이다. 정적 평형성을 평가하기 위해서는 눈감고 한발로 서기를 측정하였다. 눈감고 한발로 서기 측정방법은 정해진 위치에서 양손을 어깨와 평행하게 양 옆으로 벌리고, 한쪽 무릎을 허리 높이까지 올린다. 대상자가 눈을 감음과 동시에 측정을 시작하며, 몸의 흔들림이 심해 지지된 발의 위치가 이탈 할 경우까지 시간을 초단위로 측정하였다. 기록 측정은 총 2회 실시하여 최고치(sec)를 기록하였다.

### 3) 전문 체력 검사 (Special physical fitness)

전문 체력의 측정 항목과 도구의 세부적인 내용은 <Table 8>과 같다.

Table 8. Function-related fitness

PF Factors	PF Items	Measuring Instrument	Apparatus
Muscular strength	Isokinetic knee strength (60°/sec)	Humac Norm	Humac Norm 776, CSMi, USA
Anaerobic power	Wingate test (w/kg)	Monark Cycle	Ergomedic 823E, Monark Exercise AB, Sweden
Blood lactate concentration	Lactate analysis	Biosen C_line	EKF Dianostics, Biosen, Germany

*PF, Physical fitness*

#### (1) 등속성 근력 (Isokinetic strength)

등속성 측정 장비는 신체의 각 관절을 중심으로 발휘되는 근력 수치를 이용하여 정확한 근기능을 측정하고 평가할 수 있다. 근기능 측정 평가는 운동수행동작, 근수축 속도 등 현장에서 선수의 근력 상태를 점검하는데 있어서 매우 중요하다. 등속성 근력을 평가하기 위해서는 등속성 슬관절 근력(isokinetic knee strength)을 측정하였다. 측정 장비는 등속성 근관절 기능 검사기(Humac Norm 776, CSMi, Boston, USA)를 사용하였다. 측정방법은 대상자에게 검사 전 부상 위험을 최소화하기 위해 충분한 설명과 휴식 및 준비운동을 실시하였다. 정확한 자세로 1회 예비 테스트를 진행한 후, 본 테스트를 실시하였다. 측정부위의 정확한 최대 근력값을 얻기 위해 다른 부위의 외력이 발생하지 않도록 앉은 자세에서 가슴 및 대퇴 부위를 고정하였다. 등속성 장비를 이용하여 슬관절 좌·우측 각근력(굴근, 신근)의 최대근력(peak torque)을 각속도 60°/sec에서 각각 3회 실시하여 절대값(newton meter, N·m)과 상대값(%body weight, %BW)을 측정하였다.

## (2) 무산소성 파워(Anaerobic power)

무산소성 파워는 유산소성 에너지 공급에 거의 의존하지 않고 수행할 수 있는 단위시간당 최대작업량을 의미하며, 인체가 수행할 수 있는 최대작업속도로서, 무산소성 분해과정인 인원질(ATP와 PCr)과정을 주요 에너지 공급원으로 한다. 엘리트 선수들에게 있어 우수한 경기력을 발휘하는데 매우 중요한 전문체력 중 하나이다. 무산소성 파워를 측정하기 위해서 윈게이트 검사(wingate test)를 이용하였다. 측정 장비는 모나크 자전거(Ergomedic 823E, Monark Exercise AB, Sweden)를 사용하였고, 측정 변인인 최고파워(peak power, PP)의 절대값·상대값, 평균파워(mean power, MP)의 절대값·상대값, 피로지수(fatigue index, FI)를 평가하였다. 최고파워는 1초부터 5초까지 발휘된 파워를 합하여 소요된 5초로 나눈 값을 의미한다. 평균파워는 30초 동안 발휘된 총 파워를 30으로 나눈 값이다. 피로지수는 [(최대파워-최소파워)/최소파워×100]의 공식에 의해 계산된다. 측정방법은 대상자가 공복상태에서 측정하였으며, 운동능력 측정 전에는 식수를 제외한 모든 음식물들의 섭취를 금하게 하였다. 대상자는 하지길이에 따라 무릎이 편안하게 구부린 상태가 되도록 안장 길이를 조정한다. 대상자는 검사에 앞서 준비운동은 60rpm의 속도로 2분간 실시한다. 준비운동 종료 후 대상자의 체중×0.075kp의 부하강도를 주고 최종부하에 도달한 시점부터 5초 후에 본 검사를 시작한다. 5초의 카운터는 컴퓨터 신호음에 맞춰 측정자가 구두로 세어준 후 “시작”이라는 구두신호와 컴퓨터 신호음을 주어 30초간 진행하였다.

그리고 윈게이트 검사를 실시하기 전과 검사 후에 젖산을 검사하기 위해 혈중젖산 농도를 측정하였다. 젖산은 조직세포 내에서 무산소성 해당과정에서 산소 공급이 제대로 이루어지지 않을 때 발생하는 물질이다. 운동 중 근육에 젖산이 과도하게 축적이 되면 운동능력을 제한한다. 혈중젖산농도 측정기는 Biosen C\_line(EKF Diagnostics, Biosen, Germany)을 사용하였다. 혈액 샘플은 미세유도관(collect capillary blood sample)을 이용하였고, 윈게이트 검사를 하기 전 안정시, 휴식 3분, 5분, 15분 각각 채혈하였다.



## 6. 자료처리

본 연구에서 얻은 측정 자료는 SPSS for windows(Version 21.0) 통계프로그램을 이용하여 집단 기술통계분석(descriptive statistics)을 통한 각 변인의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출하였으며, 구체적인 방법은 다음과 같다.

- ① 기초체력과 전문체력의 집단 간, 시기 간에 차이검증은 이원반복측정분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다.
- ② 실험 사전과 사후의 집단 간의 차이를 비교하기 위해 독립표본  $t$ 검증(independent  $t$ -test) 분석을 하였으며, 사전 검사에서 유의한 차이가 나타나는 변인은 공분산분석(analysis of covariance ANCOVA)을 사용하여 사전변인을 통제하였다.
- ③ 집단 내에 변화량을 보기 위하여 대응표본  $t$ 검증(paired  $t$ -test)분석을 사용하였다.
- ④ 모든 분석의 통계적 유의수준( $p$ )은 .05로 설정하였다.

## 7. 연구결과

엘리트 단거리 수영선수를 대상으로 8주 블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하였다. 본 연구 측정은 온도와 상대습도가 일정하게 유지되는 국민체육진흥공단 한국 스포츠정책과학원에서 운영하는 지역스포츠과학센터에서 기초체력과 전문체력 검사를 수행하였다. 엘리트 단거리 수영선수들의 기초체력, 등속성 근기능, 원게이트 검사와 젖산 축적 농도와 회복률이 경기력에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시한 결과는 다음과 같다.

### 1) 기초체력(Basal physical fitness)

#### (1) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 근력 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 근력 차이를 알아보기 위해 악력과 배근력을 측정하였다.

① 좌측 악력 (Left grip strength)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 좌측 악력 변화에 대한 결과는 <Table 9>, <Table 10>, <Figure 2>에 제시하였다.

Table 9. Descriptive statistics of left grip strength by measurement trial (kg)

Group	Pre	Post	Total
BP	43.51±5.38	46.41±8.12	44.96±6.87
TP	39.63±7.29	41.36±7.10	40.49±7.06
Total	41.57±6.55	43.88±7.87	45.22±7.08

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 10. The result of two-way repeated ANOVA for left grip strength

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	199.362	1	199.362	2.232	.153	.110	.293
Error	1608.063	18	89.337				
Within Subject							
Period	53.592	1	53.592	5.306	.033	.228	.587
Group×Period	3.422	1	3.422	.339	.568	.018	.086
Error	181.801	18	10.100				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 좌측 악력의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 9>에 제시하였으며, <Table 10>은 좌측 악력의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복 측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 10>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이를 보이지 않았으나 [ $F(1,18)=2.232, p=.153$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=5.306, p=.033$ ]. 한편 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.339, p=.568$ ].

좌측 악력을 독립표본 t검증분석으로 집단 간을 비교한 결과, 트레이닝 프로그램

을 적용하기 전 0주( $t=1.353$ ,  $p=.777$ )와 8주 후( $t=1.479$ ,  $p=.368$ )에서 차이가 나타나지 않았다. 그리고 집단 내 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, BP 집단의 좌측악력 평균기록은  $44.96\pm 6.87(\text{kg})$ 이며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-1.577$ ,  $p=.027$ ). TP 집단에서도  $40.49\pm 7.06(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.291$ ,  $p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 2>에서 좌측 악력의 측정 변화는 집단 간의 사전 값이 다르나 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 내에서 좌측 악력의 측정값은 증가로 나타났다.

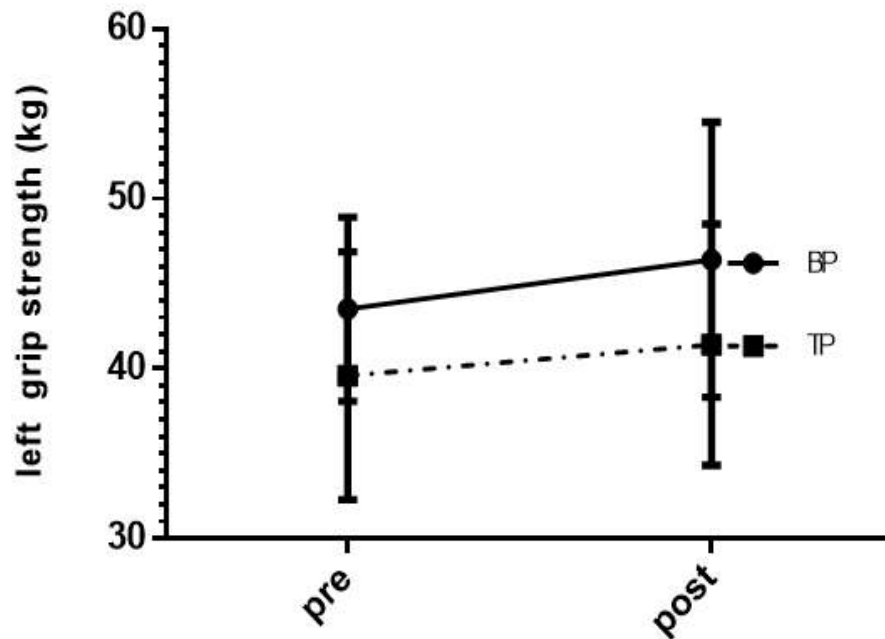


Figure 2. Comparison of left grip strength

② 우측 악력 (Right grip strength)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 우측 악력 변화에 대한 결과는 <Table 11>, <Table 12>, <Figure 3>에 제시하였다.

Table 11. Descriptive statistics of right grip strength by measurement trial (kg)

Group	Pre	Post	Total
BP	45.15±4.59	57.92±7.87	46.53±6.43
TP	43.26±8.50	44.16±8.27	43.71±8.17
Total	44.20±6.72	46.04±8.09	45.12±7.35

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 12. The result of two-way repeated ANOVA for right grip strength

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	79.806	1	79.806	.777	.390	.041	.133
Error	1849.909	18	102.773				
Within Subject							
Period	33.672	1	33.672	3.684	.071	.170	.443
Group×Period	8.742	1	8.742	.956	.641	.050	.153
Error	164.521	18	9.140				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 우측 악력의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 11>에 제시하였으며, <Table 12>는 우측 악력의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 12>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=.777, p=.390$ ], 측정시기 간 [ $F(1,18)=3.684, p=.071$ ], 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [ $F(1,18)=.956, p=.641$ ]에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

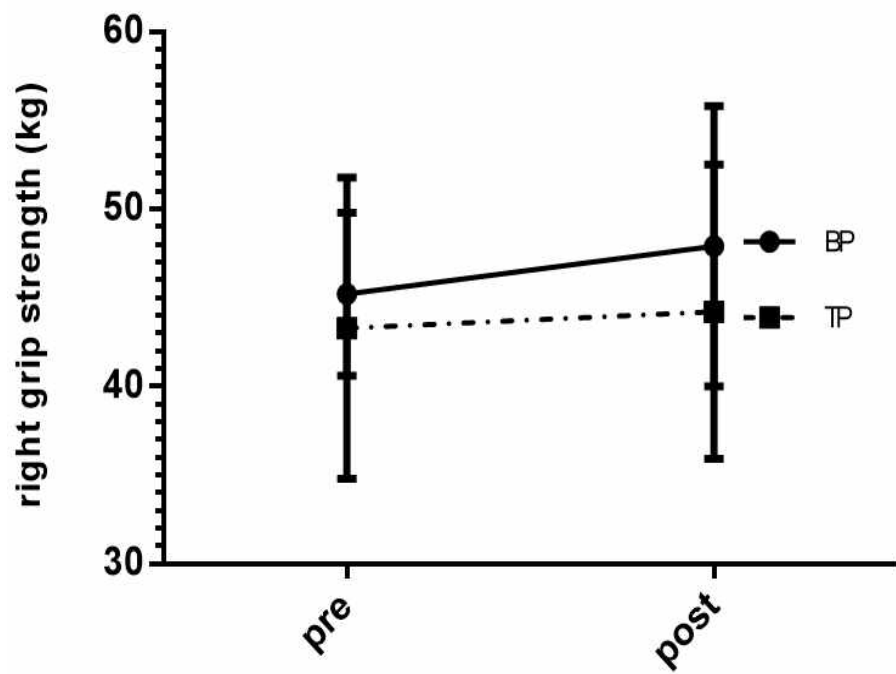


Figure 3. Comparison of right grip strength

③ 배근력 (Back strength)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 배근력 변화에 대한 결과는 <Table 13>, <Table 14>, <Figure 4>에 제시하였다.

Table 13. Descriptive statistics of back strength by measurement trial (kg)

Group	Pre	Post	Total
BP	140.80±19.75	151.50±14.21	146.15±17.62
TP	119.20±18.94	117.89±20.25	118.54±19.62
Total	130.00±21.85	134.69±24.23	132.34±20.83

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 14. The result of two-way repeated ANOVA for back strength

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	7620.360	1	7620.360	11.690	.003	.394	.898
Error	11733.465	18	651.859				
Within Subject							
Period	220.430	1	220.430	7.634	.013	.298	.743
Group×Period	360.600	1	360.600	12.489	.002	.410	.916
Error	519.724	18	28.874				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 배근력의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 13>에 제시하였으며, <Table 14>는 배근력의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 14>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이가 나타났고 [ $F(1,18)=11.690$ ,  $p=.003$ ], 측정시기 간에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=7.634$ ,  $p=.013$ ]. 또한, 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=12.489$ ,  $p=.002$ ].

배근력의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $t=2.496$ ,  $p=.052$ ), 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타

났다( $t=4.295$ ,  $p=.002$ ).

그리고 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 배근력의 기록은  $146.15 \pm 17.62$ (kg)이며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.941$ ,  $p=.001$ ). TP 집단에서도  $118.54 \pm 19.62$ (kg)으로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $t=.641$ ,  $p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 4>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전의 배근력 측정기록은 집단 간 사전 값이 다르나 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 8주 후 집단 내에서 배근력의 측정값은 BP 집단은 증가, TP 집단은 감소로 나타났다.

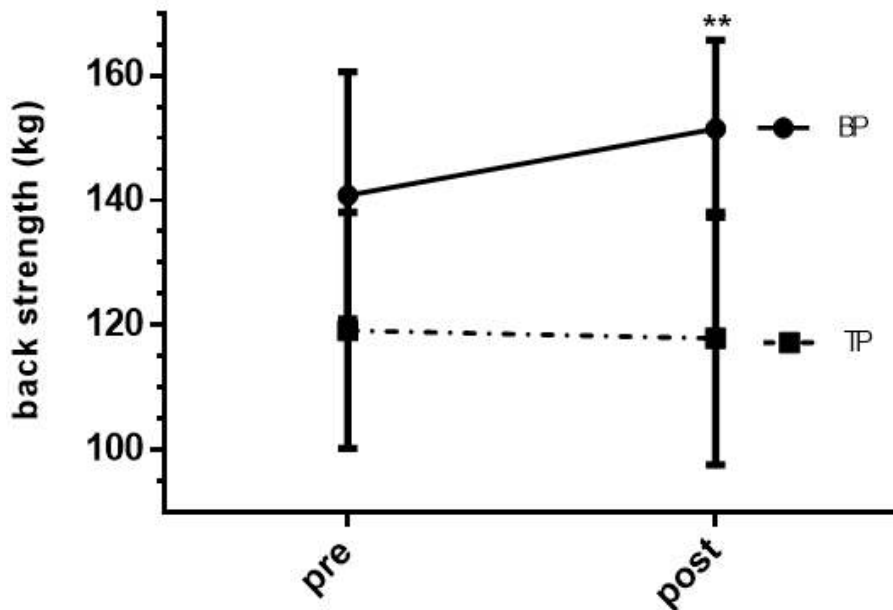


Figure 4. Comparison of back strength



(2) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 근지구력 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 근지구력을 알아보기 위해 윗몸일으키기 측정하였다.

① 윗몸일으키기 (Sit-up )

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 윗몸일으키기 변화에 대한 결과는 <Table 15>, <Table 16>, <Figure 5>에 제시하였다.

Table 15. Descriptive statistics of sit-up by measurement trial (N/60sec)

Group	Pre	Post	Total
BP	55.8±5.6	64.4±2.8	60.10±6.13
TP	53.6±11.7	54.6±7.0	54.10±9.40
Total	54.70±9.00	59.50±7.20	57.10±7.93

*BP, block periodization; TP, traditional periodization.*

Table 16. The result of two-way repeated ANOVA for sit-up

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	360.000	1	360.000	4.110	.058	.186	.484
Error	1576.600	18	87.589				
Within Subject							
Period	230.400	1	230.400	9.294	.007	.341	.822
Group×Period	144.400	1	144.400	5.825	.027	.244	.627
Error	466.200	18	24.789				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 윗몸일으키기의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 15>에 제시하였으며, <Table 16>는 윗몸일으키기의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 16>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이를 보이지 않았으나[ $F(1,18)=4.110, p=.058$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다[ $F(1,18)=9.294, p=.007$ ]. 또한, 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서도 유의한 차이가 나타났다[ $F(1,18)=5.825, p=.027$ ].

윗몸일으키기의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=.683, p=.512$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에는 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다( $t=4.528, p=.001$ ). 또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 윗몸일으키기의 평균 기록은  $60.10 \pm 6.13$ (회/60초)이며 사전보다 사후에 15% 증가하였으나, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-5.156, p=.326$ ). TP 집단의 평균기록은  $54.10 \pm 9.40$ (회/60초)으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-.374, p=.024$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 5>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 윗몸일으키기의 측정기록은 집단 간의 사전 값 다르나 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 8주 후에 따른 집단 간에서 사후 측정값은 총 평균값보다 BP 집단이 향상하였다.

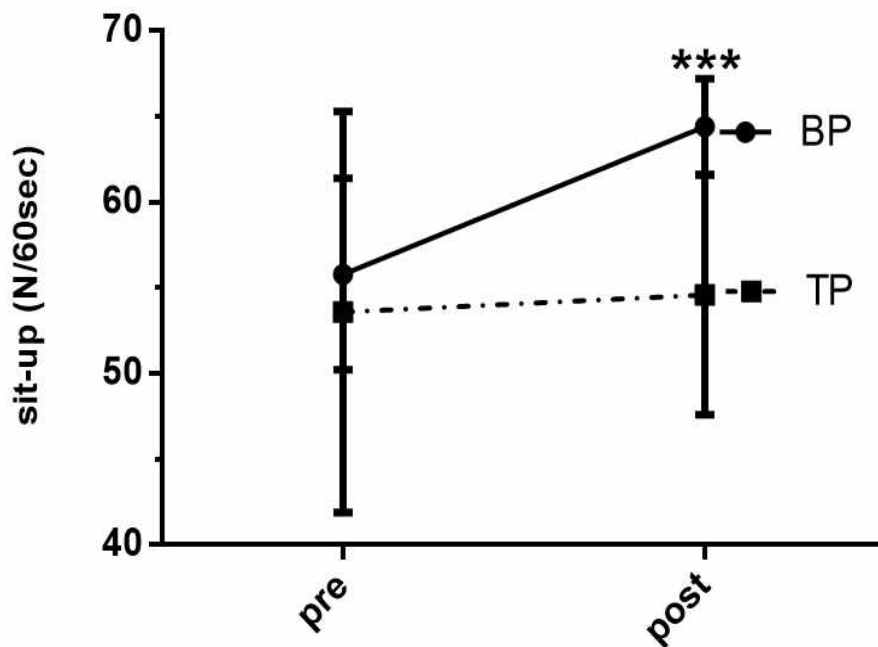


Figure 5. Comparison of sit-up

(3) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 순발력 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 순발력 차이를 알아보기 위해 제자리높이뛰기를 측정하였다.

① 제자리높이뛰기 (Sargent jump)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 제자리높이뛰기의 변화에 대한 결과는 <Table 17>, <Table 18>, <Figure 6>에 제시하였다.

Table 17. Descriptive statistics of sargent jump by measurement trial (cm)

Group	Pre	Post	Total
BP	55.1±4.5	59.6±5.6	57.35±5.41
TP	57.6±5.2	56.9±5.6	57.25±5.31
Total	56.35±4.90	58.25±5.64	57.30±5.31

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 18. The result of two-way repeated ANOVA for sargent jump

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.100	1	.100	.002	.963	.000	.050
Error	823.300	18	45.739				
Within Subject							
Period	36.100	1	36.100	3.793	.067	.174	.454
Group×Period	67.600	1	67.600	7.103	.016	.3283	.713
Error	171.300	18	9.517				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 제자리높이뛰기의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 17>에 제시하였으며, <Table 18>는 제자리높이뛰기의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 18>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=.002, p=.963$ ] 과 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=3.793, p=.067$ ]. 한편 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=7.103, p=.016$ ].

제자리높이뛰기의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만, 대응표본  $t$ 검증분석으로 집단 내 변화를 살펴본 결과, BP 집단의 제자리높이뛰기 평균 기록은  $57.35\pm 5.41(\text{cm})$ 이며, 사전보다 사후에 8% 증가하였고 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-3.602, p=.020$ ). TP 집단에서는 평균 기록이  $57.25\pm 5.31(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=-.467, p=.054$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 6>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 제자리높이뛰기 기록에서 TP 집단이 높고 BP 집단은 낮게 측정되었으나, 8주 후에 측정값은 BP 집단이 증가하였고, TP 집단은 감소로 나타났다.

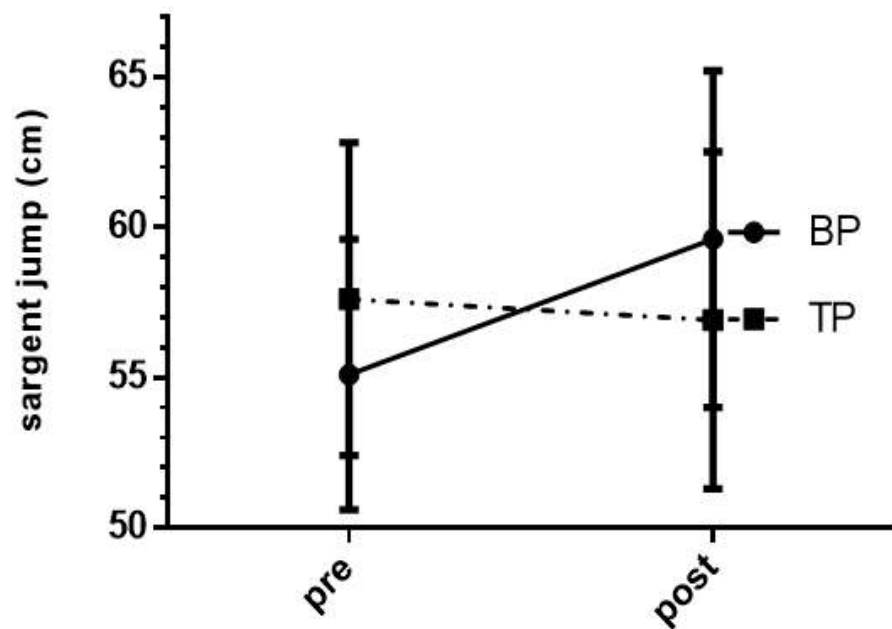


Figure 6. Comparison of sargent jump

(4) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 민첩성 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 민첩성 차이를 알아보기 위해 사이드 스텝과 전신반응시간(소리) 측정하였다.

① 사이드 스텝(Side step test)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 사이드 스텝의 변화에 대한 결과는 <Table 19>, <Table 20>, <Figure 7>에 제시하였다.

Table 19. Descriptive statistics of side step test by measurement trial (N/20sec)

Group	Pre	Post	Total
BP	44.0±2.9	47.5±3.0	45.75±3.40
TP	39.8±5.5	38.6±4.6	39.20±4.96
Total	41.90±4.77	43.05±5.94	42.47±4.76

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 20. The result of two-way repeated ANOVA for side step test

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	429.025	1	429.025	15.400	.001	.461	.960
Error	501.450	18	27.858				
Within Subject							
Period	13.225	1	13.225	2.000	.174	.100	.268
Group×Period	55.225	1	55.225	8.350	.010	.317	.780
Error	119.050	18	6.614				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 사이드 스텝의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 19>에 제시하였으며, <Table 20>는 사이드 스텝의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 20>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이가 나타났으며 [ $F(1,18)=15.400, p=.001$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=2.000, p=.174$ ]. 그러나 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=8.350, p=.010$ ].

사이드 스텝의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $t=1.978, p=.079$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에는 집단 간 유의한 차이가 나타났다 ( $t=5.149, p=.001$ ). 또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 사이드 스텝의 평균 기록은  $45.75 \pm 3.40$ (회/20초)으로 사전보다 사후에 7% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-4.672, p=.030$ ). TP 집단에서는  $39.20 \pm 4.96$ (회/20초)으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=.831, p=.427$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 7>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 사이드 스텝의 측정기록은 집단 간의 사전 값이 다르나 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 8주 후에 따른 집단 간 사후 값에서 BP 집단은 증가, TP 집단은 감소로 나타났다.

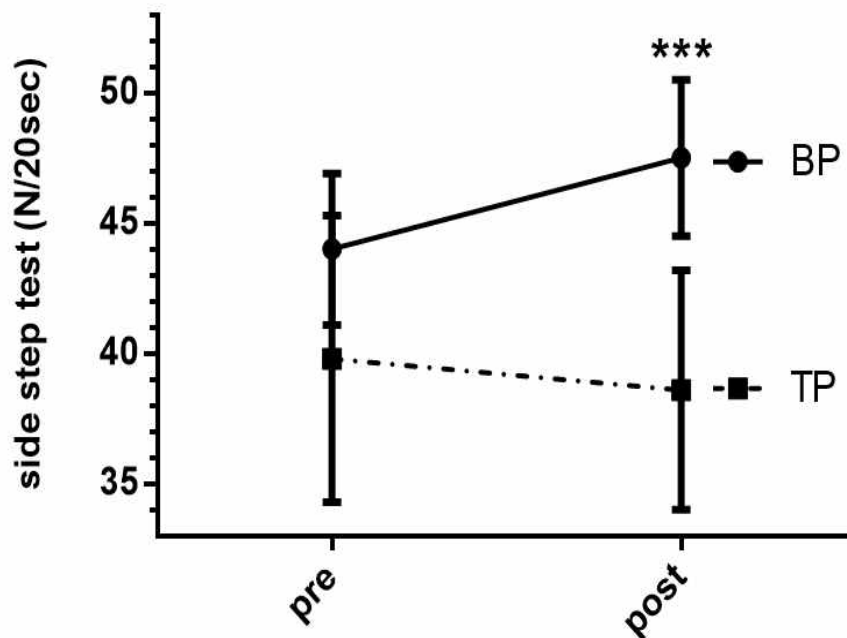


Figure 7. Comparison of side step test

② 전신반응시간 (Whole body reaction according)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 전신반응시간(소리)의 변화에 대한 결과는 <Table 21>, <Table 22>, <Figure 8>에 제시하였다.

Table 21. Descriptive statistics of whole body reaction according by measurement trial (sec)

Group	Pre	Post	Corrected Post	Total
BP	.233±.036	.208±.029	.230±.007	.220±.032
TP	.292±.049	.267±.042	.245±.008	.279±.046
Total	.262±.049	.237±.046	.237±.075	.249±.043

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 22. The result of two-way repeated ANOVA for whole body reaction according

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.035	1	.035	12.546	.002	.411	.917
Error	.050	18	.003				
Within Subject							
Period	.006	1	.006	27.086	.001	.601	.998
Group×Period	2.500	1	2.500	.001	.992	.001	.050
Error	.004	18	.001				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 전신반응시간(소리)의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 21>에 제시하였으며, <Table 22>는 전신반응시간(소리)의 변화가 통계적으로 의미 있는 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 22>의 전신반응시간(소리) 변화에 대한 이원반복측정분산분석 결과, 집단 간 [ $F(1,18)=12.546, p=.002$ ], 측정 시기 간 [ $F(1,18)=27.086, p=.001$ ]에서 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [ $F(1,18)=.001, p=.992$ ]의 결과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

전신반응시간(소리)을 집단 간에서 비교 한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기

전 0주에서는 유의한 차이가 나타나( $t=-3.546, p=.006$ ) 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였다. 프로그램을 8주 적용한 후에는 집단 간 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.645, p=.002$ ).

집단 내에서 비교 한 결과는 다음과 같다. BP 집단의 전신반응시간의 평균 기록은  $.220 \pm .032$ (1/1000초)이며, 사전보다 10% 감소하여 사후 기록이 단축되었으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $t=6.104, p=.001$ ). TP 집단에서는 평균 기록은  $.245 \pm .008$ (1/1000초)으로 사전보다 사후에 8% 감소하여 사후 기록이 단축되었으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=2.872, p=.018$ ).

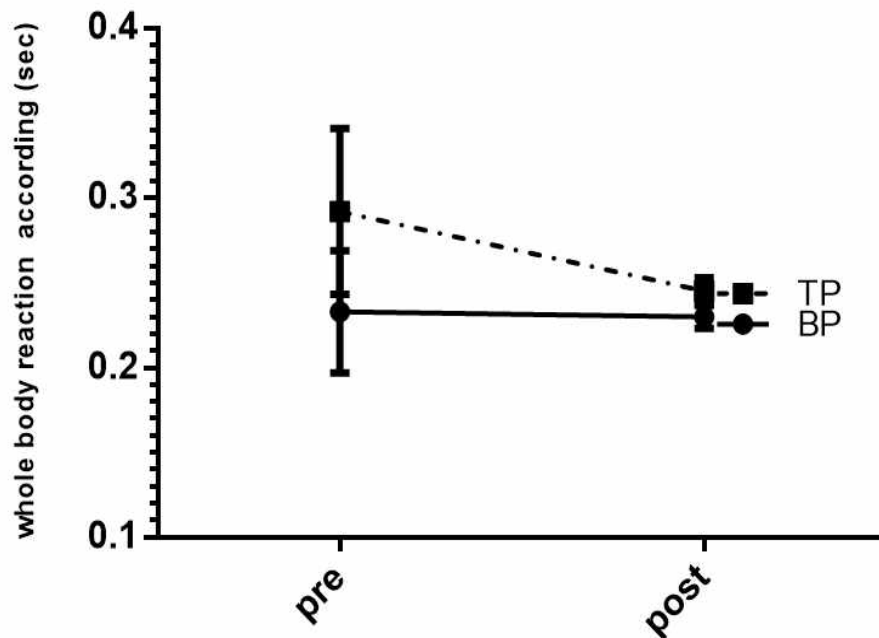


Figure 8. Comparison of whole body reaction according



(5) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 유연성 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 유연성 차이를 알아보기 위해 체후굴과 장좌체전굴을 측정하였다.

① 체후굴 (Backward extension of trunk)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 체후굴의 변화에 대한 결과는 <Table 23>, <Table 24>, <Figure 9>에 제시하였다.

Table 23. Descriptive statistics of backward extension of trunk by measurement trial (cm)

Group	Pre	Post	Total
BP	66.4±4.3	67.9±4.8	67.17±4.50
TP	59.8±6.4	60.3±5.0	60.06±5.60
Total	63.12±6.27	64.11±6.19	63.61±6.27

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 24. The result of two-way repeated ANOVA for backward extension of trunk

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	504.810	1	504.810	9.838	.006	.353	.843
Error	923.613	18	51.312				
Within Subject							
Period	9.900	1	9.900	3.897	.064	.178	.464
Group×Period	2.970	1	2.970	1.169	.294	.061	.176
Error	45.724	18	2.540				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 체후굴의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 23>에 제시하였으며, <Table 24>는 체후굴의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 24>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이가 나타났으며 [ $F(1,18)=9.838, p=.006$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=3.897, p=.064$ ]. 또한 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=1.169, p=.294$ ].

체후굴의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $t=2.696, p=.093$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에서도 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=3.474, p=.624$ ).

한편 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 체후굴 평균 기록은  $67.17 \pm 4.50$ (cm)으로 사전보다 사후에서 2% 증가하여, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-2.479, p=.001$ ). TP 집단에서도  $60.06 \pm 5.60$ (cm)으로 사전보다 사후에서 0.8% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-.567, p=.001$ ).

블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용에 따른 체후굴 그래프는 <Figure 9>과 같다.

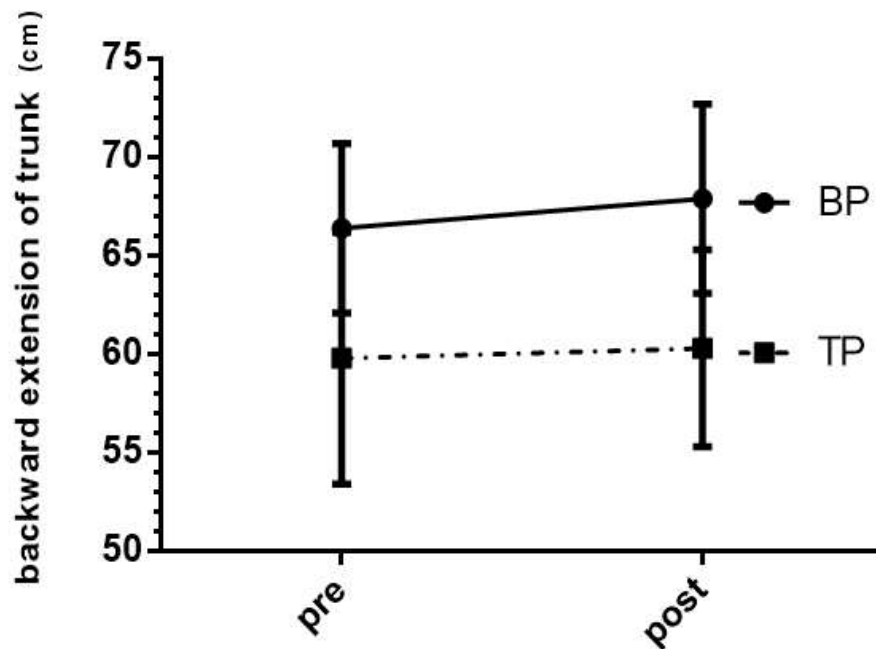


Figure 9. Comparison of backward extension of trunk

② 장좌체전굴 (Sitting trunk)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 장좌체전굴의 변화에 대한 결과는 <Table 25>, <Table 26>, <Figure 10>에 제시하였다.

Table 25. Descriptive statistics of sitting trunk by measurement trial (cm)

Group	Pre	Post	Total
BP	22.8±6.6	23.4±5.4	23.13±5.87
TP	18.8±8.4	20.1±7.1	19.43±7.76
Total	20.79±7.66	21.76±6.53	21.27±6.95

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 26. The result of two-way repeated ANOVA for sitting trunk

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	136.900	1	136.900	1.416	.250	.073	.203
Error	1740.144	18	96.675				
Within Subject							
Period	9.409	1	9.409	3.296	.086	.155	.405
Group×Period	1.225	1	1.225	.429	.521	.023	.095
Error	51.386	18	2.855				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 장좌체전굴의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 25>에 제시하였으며, <Table 26>는 장좌체전굴의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 26>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=1.416, P=.250$ ], 측정시기 간 [ $F(1,18)=3.296, P=.086$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.429, P=.521$ ].

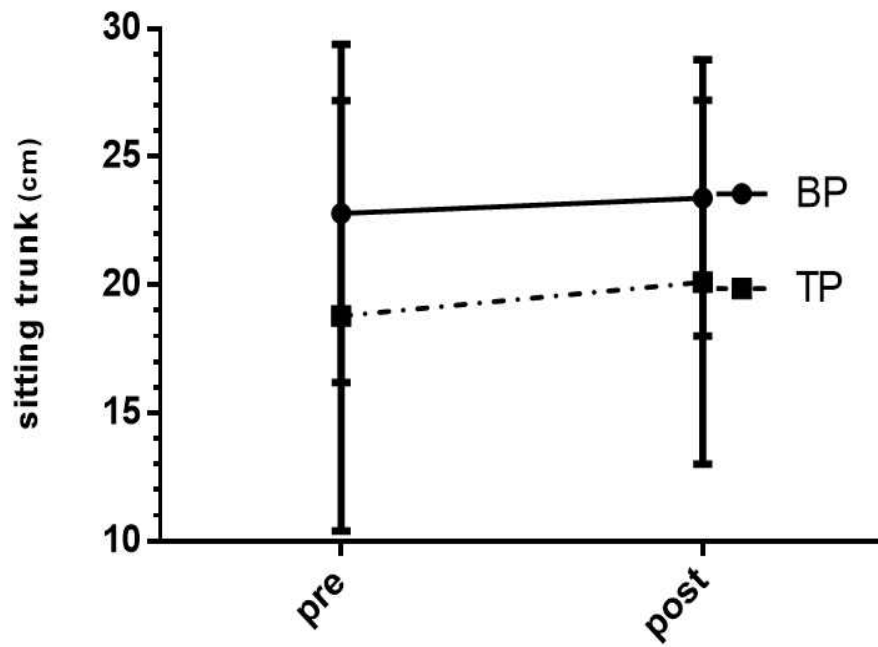


Figure 10. Comparison of sitting trunk

(6) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 평형성 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 평형성 차이를 알아보기 위해 눈감고 한발서기를 측정하였다.

① 눈감고 한발서기 (One leg standing with eyes closed)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 눈감고 한발서기의 변화에 대한 결과는 <Table 27>, <Table 28>, <Figure 11>에 제시하였다.

Table 27. Descriptive statistics of one leg standing with eyes closed by measurement trial (sec)

Group	Pre	Post	Total
BP	18.4±8.1	30.2±19.8	24.30±15.93
TP	30.1±12.4	31.3±13.0	30.72±12.38
Total	24.23±11.86	21.76±6.53	25.25±11.67

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 28. The result of two-way repeated ANOVA for one leg standing with eyes closed

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	412.100	1	412.100	1.423	.248	.073	.204
Error	5213.358	18	289.631				
Within Subject							
Period	425.039	1	425.039	4.188	.056	.189	.491
Group×Period	276.623	1	276.623	2.726	.116	.132	.346
Error	1826.810	18	101.489				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 눈감고 한발서기의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 27>에 제시하였으며, <Table 28>는 눈감고 한발서기의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이

있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 28>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=1.423, p=.248$ ]과 측정시기 간 [ $F(1,18)=4.188, p=.056$ ] 그리고, 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [ $F(1,18)=2.726, p=.116$ ]에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

눈감고 한발서기의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주 ( $t=1.194, p=.429$ )와 프로그램을 8주 적용한 후 모두 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=1.156, p=.301$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 눈감고 한발서기의 평균 기록은  $24.30\pm 15.93$ (초)으로 사전보다 사후에 64% 증가하였지만, 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=-1.867, p=.602$ ). TP 집단에서는  $30.72\pm 12.38$ (초)으로 사전보다 사후에 4% 증가하였으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-1.432, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 11>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 집단 간의 사전 값에서 TP 집단이 BP 집단보다 오래 눈감고 한발서기를 하였으나, 트레이닝 프로그램을 적용한 8주 후 BP 집단이 TP 집단의 평균값과 비슷한 수치로 향상되었다.

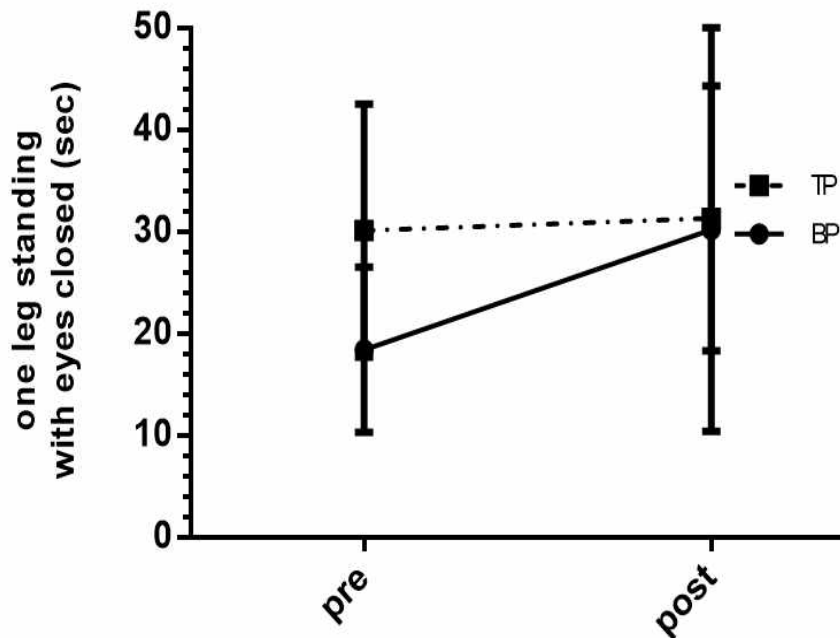


Figure 11. Comparison of one leg standing with eyes closed

## 2) 슬관절 등속성 근력

### (1) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 슬관절 등속성 근력의 좌신근 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 슬관절 등속성 근력을 알아보기 위해 좌신근(60°/sec)의 절대값과 상대값을 측정하였다.

#### ① 좌신근(60°/sec) 절대값 (Absolute value of left extensor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 좌신근 절대값 변화에 대한 결과는 <Table 29>, <Table 30>, <Figure 12>에 제시하였다.

Table 29. Descriptive statistics of absolute value of left extensor by measurement trial (N·m)

Group	Pre	Post	Total
BP	274.0±26.7	307.0±24.0	290.50±29.97
TP	269.6±34.3	269.8±28.0	269.70±30.47
Total	271.80±29.99	288.40±31.78	280.10±30.55

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 30. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of left extensor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	4326.400	1	4326.400	3.100	.095	.147	.385
Error	25117.200	18	1395.400				
Within Subject							
Period	2755.600	1	2755.600	11.932	.003	.399	.904
Group×Period	2689.600	1	2689.600	11.647	.003	.393	.897
Error	4156.800	18	230.933				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 좌신근 절대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 29>에 제시하였으며, <Table 30>는 좌신근 절대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다. <Table 30>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 [ $F(1,18)=3.100, p=.095$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=11.932, p=.003$ ]. 또한 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서도 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=11.647, p=.003$ ]. 좌신근 절대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $t=.333, p=.151$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에는 집단 간 유의한 차이가 나타났다 ( $t=3.186, p=.028$ ). 또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 좌신근 절대값 평균 기록은  $290.50 \pm 29.97(N \cdot m)$ 이며, 사전보다 사후에 12% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-10.168, p=.001$ ). TP 집단에서도  $269.70 \pm 30.47(N \cdot m)$ 으로 사전·사후 측정값의 변화가 없고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=-0.22, p=.070$ ). 전체적으로 볼 때, <Figure 12>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 좌신근 절대값의 측정기록은 집단 간 1.6%의 차이였으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록이 13.7%로 증가의 폭이 사전보다 12.1% 차이를 확인할 수 있다.



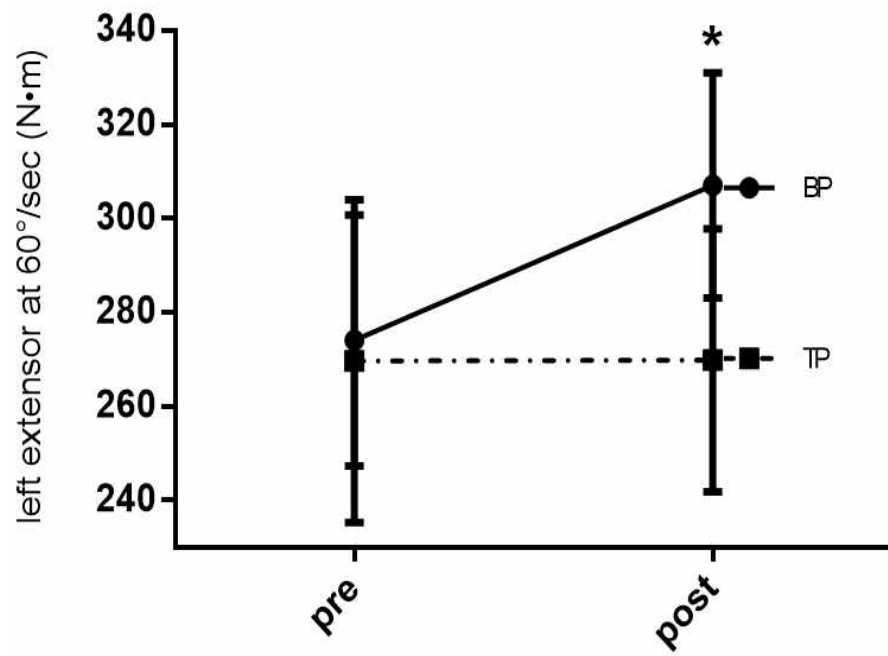


Figure 12. Absolute value of left extensor at 60°/sec

② 좌신근 상대값 (Relative value of left extensor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 좌신근 상대값 변화에 대한 결과는 <Table 31>, <Table 32>, <Figure 13>에 제시하였다.

Table 31. Descriptive statistics of relative value of left extensor by measurement trial (%BW)

Group	Pre	Post	Total
BP	198.5±25.9	222.6±25.2	210.40±27.83
TP	185.7±21.6	192.1±30.6	188.90±26.03
Total	191.95±24.12	207.35±31.44	199.65±27.35

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 32. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of left extensor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	4622.500	1	4622.500	3.706	.070	.171	.445
Error	22451.600	18	1247.311				
Within Subject							
Period	22371.600	1	22371.600	21.698	.001	.547	.993
Group×Period	810.000	1	810.000	7.411	.014	.292	.731
Error	1967.400	18	109.300				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 좌신근 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 31>에 제시하였으며, <Table 32>는 좌신근 상대값의 변화가 통계적으로 차이 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 32>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 [ $F(1,18)=3.706, p=.070$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=21.698, p=.001$ ]. 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서도 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=7.411, p=.014$ ].

좌신근 상대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증분석을

실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주( $t=1.170$ ,  $p=.978$ )와 사후에서는 모두 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=2.433$ ,  $p=.310$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 좌신근 상대값 평균기록은  $210.40 \pm 27.83(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 12% 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-8.994$ ,  $p=.001$ ). TP 집단에서도 평균기록이  $188.90 \pm 26.03(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 3.4% 증가하여 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-1.061$ ,  $p=.007$ ).

전체적으로 볼 때, 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 좌신근 상대값의 측정기록은 집단 간 6.8%의 차이였으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록이 15.8%로 증가의 폭이 사전보다 9% 차이가 나타났음을 <Figure 13>에서 확인할 수 있다.

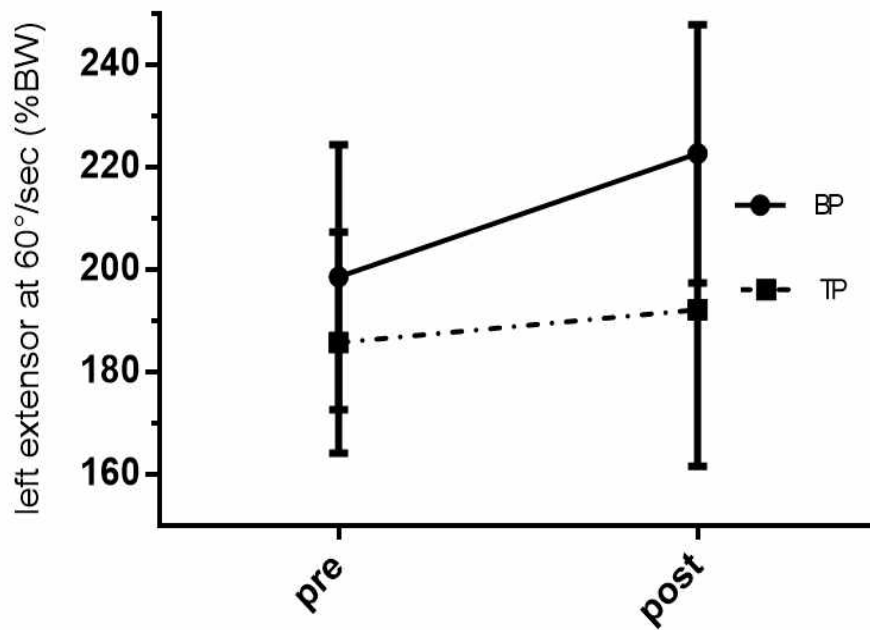


Figure 13. Relative value of left extensor at 60°/sec

(2) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 슬관절 등속성 근력의 좌굴근 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 슬관절 등속성 근력을 알아보기 위해 좌굴근 (60°/sec)의 절대값과 상대값을 측정하였다.

① 좌굴근 절대값 (Absolute value of left flexor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 좌굴근 절대값 변화에 대한 결과는 <Table 33>, <Table 34>, <Figure 14>에 제시하였다.

Table 33. Descriptive statistics of absolute value of left flexor by measurement trial (N·m)

Group	Pre	Post	Total
BP	153.3±21.5	170.6±18.4	161.95±21.42
TP	151.0±22.4	158.7±31.0	154.85±26.61
Total	152.15±21.42	164.65±25.54	158.40±31.0

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 34. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of left flexor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	504.100	1	504.100	.538	.473	.029	.107
Error	16860.500	18	936.694				
Within Subject							
Period	1562.500	1	1562.500	7.976	.011	.307	.761
Group×Period	230.400	1	230.400	1.176	.292	.061	.177
Error	3526.100	18	195.894				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 좌굴근 절대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 33>에 제시하였으며, <Table 34>는 좌굴근 절대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있

는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 33>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 [ $F(1,18)=.538, p=.473$ ], 측정시기 간에 따른 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=7.976, p=.011$ ]. 또한 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=1.176, p=.292$ ].

좌굴근 절대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주 ( $t=.229, p=.589$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에서도 모두 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=1.044, p=.114$ ). 그리고 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본 t검증분석을 실시하였다.

BP집단의 굴근 절대값 평균 기록은  $161.95 \pm 21.42$  (N·m)으로 사전보다 사후에 11% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-3.224, p=.042$ ). TP 집단에서도  $154.85 \pm 26.61$  (N·m)으로 사전보다 사후에 5% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-1.094, p=.025$ ).

전체적으로 볼 때, 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 좌굴근 절대값의 측정기록은 집단 간 사전 값은 1.5% 차이로 비슷하였으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록이 7.5%로 증가의 폭이 사전보다 6% 차이가 나타났음을 <Figure 14>에서 확인할 수 있다.

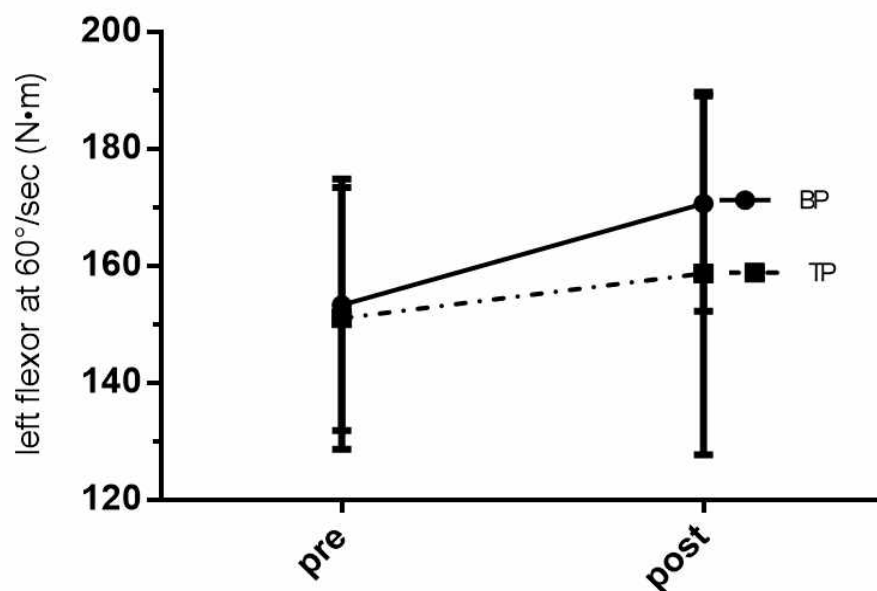


Figure 14. Absolute value of left flexor at 60°/sec

② 좌굴근 상대값 (Relative value of left flexor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 좌굴근 상대값 변화에 대한 결과는 <Table 35>, <Table 36>, <Figure 15>에 제시하였다.

Table 35. Descriptive statistics of relative value of left flexor by measurement trial (%BW)

Group	Pre	Post	Total
BP	110.8±16.6	123.7±16.9	117.25±17.55
TP	105.1±20.6	113.4±27.8	109.25±24.17
Total	107.95±18.42	118.55±22.96	113.25±20.77

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 36. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of left flexor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	640.000	1	640.000	.850	.369	.045	.141
Error	13555.500	18	753.083				
Within Subject							
Period	1123.600	1	1123.600	9.088	.007	.335	.813
Group×Period	52.900	1	52.900	.428	.521	.023	.095
Error	2225.500	18	123.639				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 좌굴근 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 35>에 제시하였으며, <Table 36>는 좌굴근 상대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 36>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따라서 유의한 차이가 나타나지 않았으나 [ $F(1,18)=.850, p=.369$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=9.088, p=.007$ ]. 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.428, p=.521$ ].

좌굴근 상대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증분석

을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주( $t=.682, p=.285$ ), 프로그램을 8주 적용한 후 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=1.003, p=.061$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 좌굴근 상대값 평균 총 기록은  $117.25 \pm 17.55(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 11% 증가하였으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.153, p=.024$ ). TP 집단에서는  $109.25 \pm 24.17(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 7.8% 증가하여, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-1.451, p=.011$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 15>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 좌굴근 상대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 5.4%로 차이로 비슷하였으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록이 9.1%로 증가의 폭이 사전보다 3.7% 차이가 확인할 수 있다.

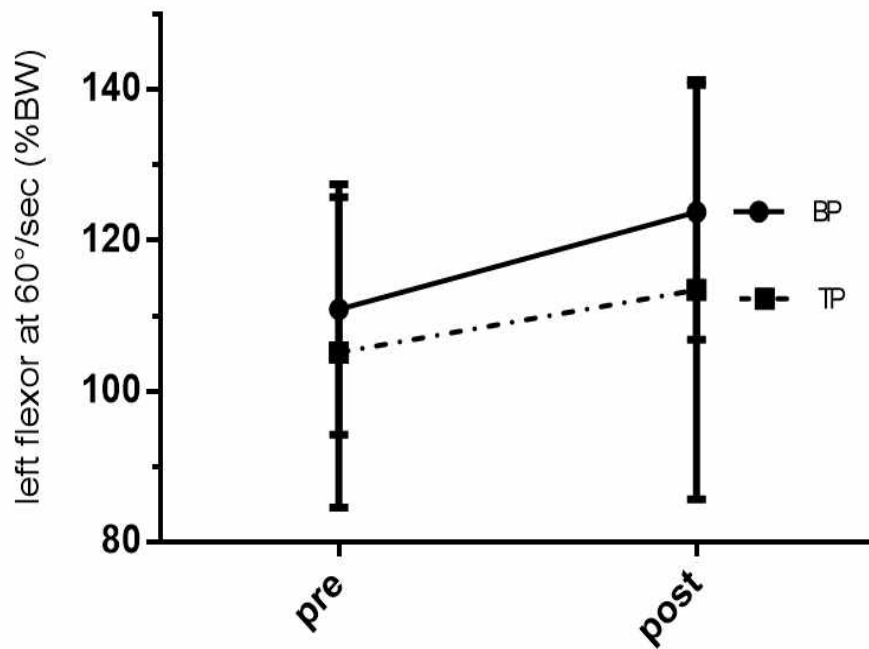


Figure 15. Relative value of left flexor at 60°/sec

(3) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 슬관절 등속성 근력의 우신근 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 슬관절 등속성 근력을 알아보기 위해 우신근 (60°/sec)의 절대값과 상대값을 측정하였다.

① 우신근 절대값 (Absolute value of right extensor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 우신근 절대값 변화에 대한 결과는 <Table 37>, <Table 38>, <Figure 16>에 제시하였다.

Table 37. Descriptive statistics of absolute value of right extensor by measurement trial (N·m)

Group	Pre	Post	Total
BP	268.8±33.7	296.4±35.4	282.60±36.51
TP	270.2±31.7	258.5±26.8	264.35±29.20
Total	269.50±31.86	277.45±36.23	273.47±22.45

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 38. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of right extensor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	3330.625	1	3330.625	2.111	.163	.105	.280
Error	28395.850	18	1577.547				
Within Subject							
Period	632.025	1	632.025	1.315	.267	.068	.192
Group×Period	3861.225	1	3861.225	8.033	.011	.309	.764
Error	8652.250	18	480.681				



블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 우신근 절대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 37>에 제시하였으며, <Table 38>는 우신근 절대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 38>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=2.111, p=.163$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=1.315, p=.267$ ]. 그러나 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=8.033, p=.011$ ].

우신근 절대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주 ( $t=-.092, p=.793$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=2.698, p=.390$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 우신근 절대값 평균 기록은  $282.60 \pm 36.51$  (N·m)으로 사전보다 사후에 10% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-43.653, p=.002$ ). TP 집단에서는  $264.35 \pm 29.20$  (N·m)으로 사전보다 사후에 -4.3% 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $t=0.933, p=.804$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 16>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 우신근 절대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 0.5%로 TP 집단이 높았으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록이 14.6%로 BP 집단이 TP 집단보다 향상 되었고, 증가의 폭이 사전보다 14.1% 차이가 나타났음을 확인할 수 있다.

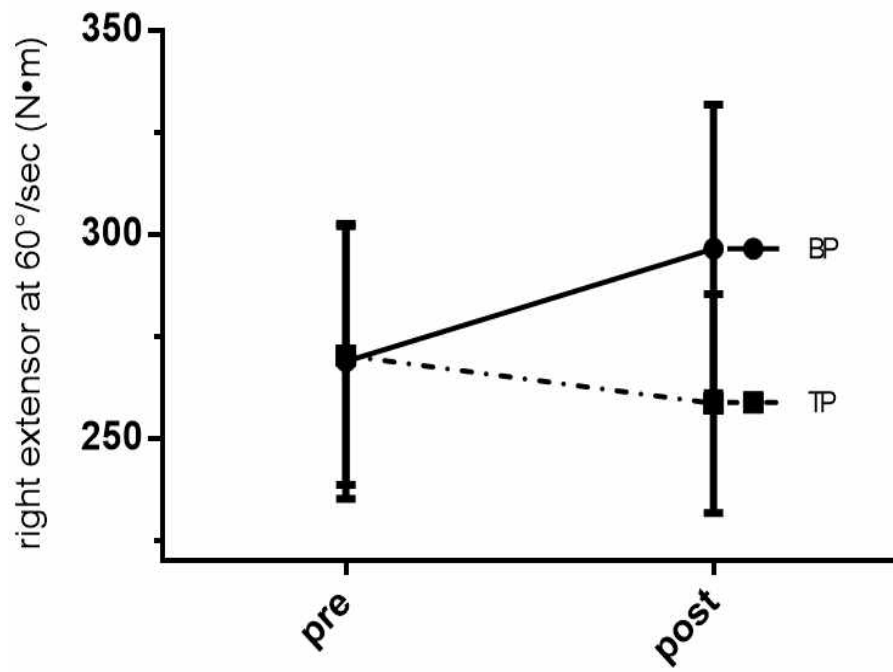


Figure 16. Absolute value of right extensor at 60°/sec

② 우신근 상대값 (Relative value of right extensor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 우신근 상대값 변화에 대한 결과는 <Table 39>, <Table 40>, <Figure 17>에 제시하였다.

Table 39. Descriptive statistics of relative value of right extensor by measurement trial (%BW)

Group	Pre	Post	Total
BP	193.5±19.9	213.8±22.0	203.65±22.91
TP	187.0±25.3	184.1±31.2	185.55±27.69
Total	190.25±22.40	198.95±30.37	194.60±25.84

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 40. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of right extensor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	3276.100	1	3276.100	3.277	.087	.154	.403
Error	17996.500	18	999.806				
Within Subject							
Period	756.900	1	756.900	3.059	.097	.145	.381
Group×Period	1345.600	1	1345.600	5.437	.032	.232	.597
Error	4454.500	18	247.472				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 우신근 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 39>에 제시하였으며, <Table 40>는 우신근 상대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 40>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=3.277, p=.087$ ], 측정시기 간에 따른 변화에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=3.059, p=.097$ ]. 그러나 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=5.437, p=.032$ ].

우신근 상대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증분석

을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=.638, p=.296$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에서 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다( $t=2.460, p=.041$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 우신근 상대값 평균 기록은  $203.65 \pm 22.91(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 10% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.332, p=.012$ ). TP 집단에서는  $185.55 \pm 27.69(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 -1.5% 감소하였으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=.330, p=.112$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 17>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 우신근 상대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 3.4%로 비슷한 차이였으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록이 16.1%로 증가의 폭이 사전보다 12.7% 차이가 나타났음을 확인할 수 있다.

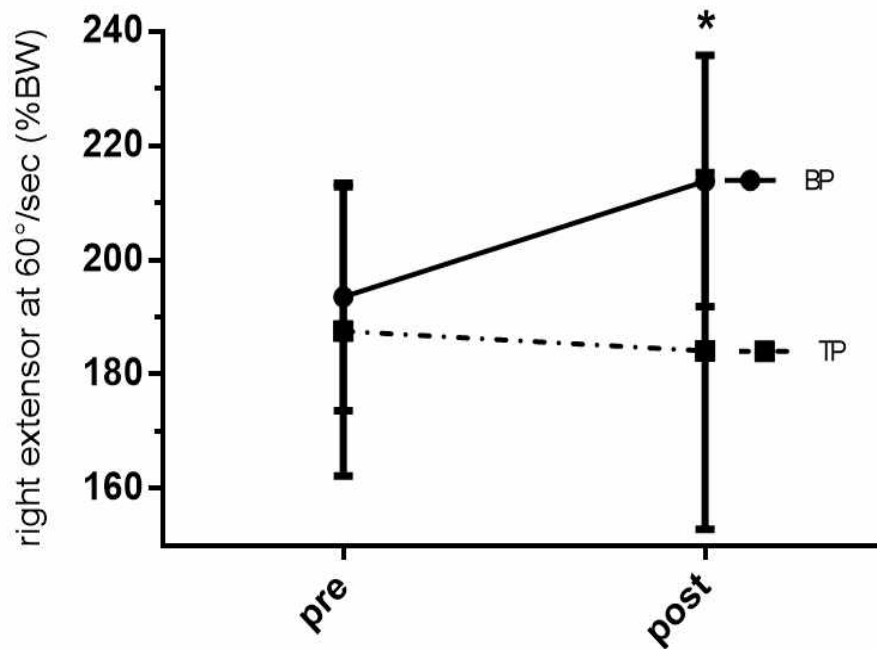


Figure 17. Relative value of right extensor at 60°/sec

(4) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 슬관절 등속성 근력의 우굴근 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 슬관절 등속성 근력을 알아보기 위해 우굴근 (60°/sec)의 절대값과 상대값을 측정하였다.

① 우굴근 절대값 (Absolute value of right flexor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 우굴근 절대값 변화에 대한 결과는 <Table 41>, <Table 42>, <Figure 18>에 제시하였다.

Table 41. Descriptive statistics of absolute value of right flexor by measurement trial (N·m)

Group	Pre	Post	Total
BP	147.8±21.1	164.0±20.5	155.90±21.87
TP	141.4±27.9	156.7±42.5	149.05±35.87
Total	144.60±24.30	160.35±32.70	152.47±28.68

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 42. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of right flexor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	469.225	1	469.225	.299	.591	.016	.081
Error	28266.250	18	1570.347				
Within Subject							
Period	2480.625	1	2480.625	15.936	.001	.470	.965
Group×Period	2.025	1	2.025	.013	.910	.001	.051
Error	2801.850	18	155.658				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 우굴근 절대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 41>에 제시하였으며, <Table 42>는 우굴근 절대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 42>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며 [ $F(1,18)=.299, p=.591$ ], 측정시기 간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=15.936, p=.001$ ]. 한편 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.013, p=.910$ ].

우굴근 절대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $t=.587, p=.113$ ), 프로그램을 8주 적용한 후에서 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다 ( $t=.489, p=.011$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 우굴근 절대값 평균 기록은  $155.90 \pm 21.87$  (N·m)으로 사전보다 사후에 11% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-3.269, p=.020$ ). TP 집단에서는  $149.05 \pm 35.87$  (N·m)으로 사전보다 사후에 11% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-2.491, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 18>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 우굴근 절대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 4.5%로 비슷한 차이였으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록도 4.6%로 증가의 폭이 비슷한 것을 확인할 수 있다.

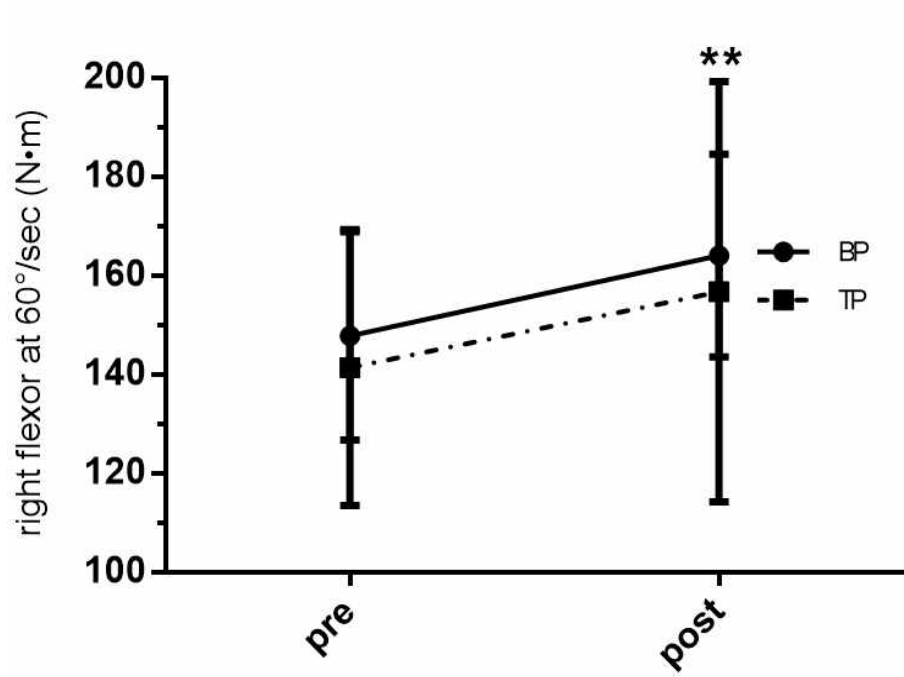


Figure 18. Absolute value of right flexor at 60°/sec

② 우굴근 상대값 (Relative value of right flexor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 우굴근 상대값 변화에 대한 결과는 <Table 43>, <Table 44>, <Figure 19>에 제시하였다.

Table 43. Descriptive statistics of relative value of right flexor by measurement trial (%BW)

Group	Pre	Post	Total
BP	106.7±14.8	119.6±21.1	113.15±18.90
TP	98.3±22.5	112.2±34.9	105.25±29.43
Total	102.50±19.03	115.90±28.28	109.20±23.91

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 44. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of right flexor at 60°/sec

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	624.100	1	624.100	.569	.461	.031	.110
Error	19758.300	18	1097.683				
Within Subject							
Period	1795.600	1	1795.600	19.013	.001	.514	.985
Group×Period	2.500	1	2.500	.026	.873	.001	.053
Error	1699.900	18	94.439				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 우굴근 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 43>에 제시하였으며, <Table 44>는 우굴근 상대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 43>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며 [ $F(1,18)=.569, p=.461$ ], 측정시기 간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=19.013, p=.001$ ]. 한편 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.026, p=.873$ ].

우굴근 상대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증분석



을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주( $t=.986, p=.134$ ), 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=.575, p=.104$ ).

그러나 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 우굴근 상대값 평균 기록은  $113.15 \pm 18.90(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 12% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.457, p=.002$ ). TP 집단에서는  $105.25 \pm 29.43(\%BW)$ 으로 사전보다 사후에 14% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.846, P=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 19>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 우굴근 상대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 8.5%로 TP 집단보다 BP 집단이 높았으나, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록이 6.5%로 증가의 폭이 사전보다 2% 줄어들었음을 확인할 수 있다.

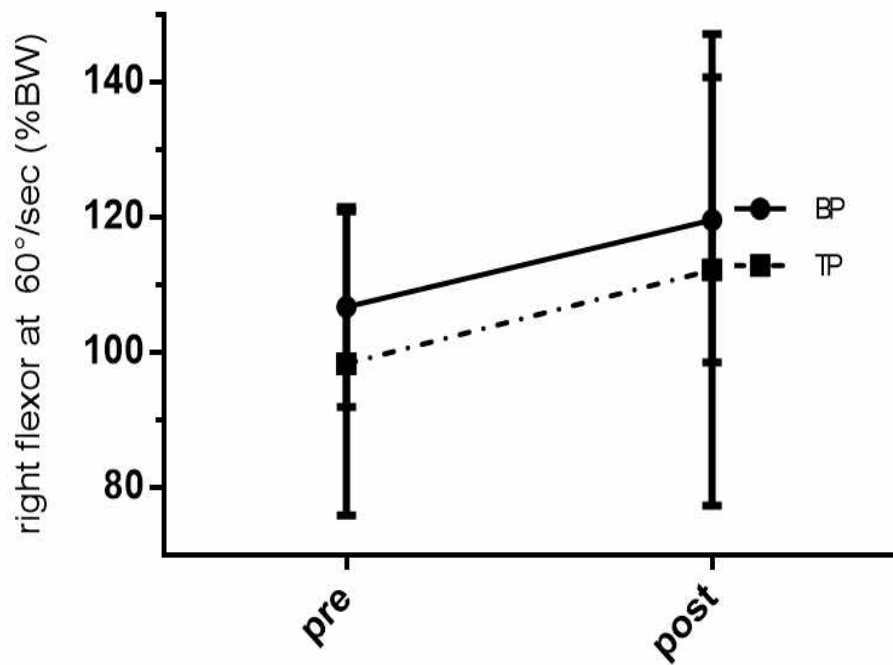


Figure 19. Relative value of right flexor at 60°/sec

(5) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 슬관절 등속성 근력의 좌·우측굴신비율 변화

① 좌측굴신비율 (H:Q ratio of the left)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 좌측굴신근비율에 대한 결과는 <Table 45>, <Table 46>, <Figure 20>에 제시하였다.

Table 45. Descriptive statistics of left H:Q ratio by measurement trial (%)

Group	Pre	Post	Total
BP	56.1±6.3	55.6±5.2	55.85±5.60
TP	56.9±10.8	58.6±8.2	58.95±12.91
Total	56.50±8.66	57.10±6.88	57.10±8.51

BP, block periodization; TP, traditional periodization; H:Q, hamstring:quadriceps

Table 46. The result of two-way repeated ANOVA for H:Q ratio of the left

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	36.100	1	36.100	.390	.540	.021	.091
Error	1667.300	18	92.628				
Within Subject							
Period	3.600	1	3.600	.106	.749	.006	.061
Group×Period	12.100	1	12.100	.355	.559	.019	.087
Error	613.300	18	34.072				

H:Q, hamstring:quadriceps

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 좌측굴신근비율의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 45>에 제시하였으며, <Table 46>는 좌측굴신근비율의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 46>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=.390, p=.540$ ], 측정시기 간 [ $F(1,18)=.106, p=.749$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.355, p=.559$ ].

블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용에 따른 좌측굴근신근비율 그래프는 <Figure 20>과 같다.

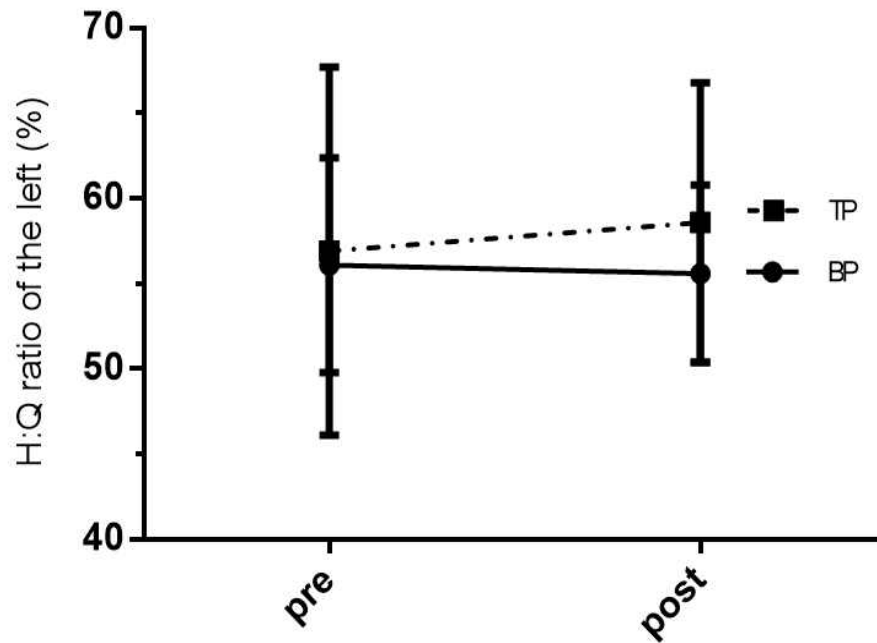


Figure 20. Comparison of H:Q ratio of the left

② 우측굴근비율(H:Q ratio of the right)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 우측굴근신근비율에 대한 결과는 <Table 47>, <Table 48>, <Figure 21>에 제시하였다.

Table 47. Descriptive statistics of right H:Q ratio by measurement trial (%)

Group	Pre	Post	Total
BP	55.2±5.6	55.7±6.6	55.45±6.00
TP	52.2±7.6	61.0±15.1	56.60±12.49
Total	53.70±6.69	58.35±11.69	56.02±9.21

BP, block periodization; TP, traditional periodization; H:Q, hamstring:quadriceps.

Table 48. The result of two-way repeated ANOVA for H:Q ratio of the right

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	13.225	1	13.225	.088	.770	.005	.059
Error	2702.250	18	150.125				
Within Subject							
Period	216.225	1	216.225	6.937	.017	.278	.702
Group×Period	172.225	1	172.225	5.525	.030	.235	.604
Error	561.050	18	31.169				

H:Q, hamstring:quadriceps

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 우측굴근신근비율의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 47>에 제시하였으며, <Table 48>는 우측굴근신근비율의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 48>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며 [ $F(1,18)=.088, p=.770$ ], 측정시기 간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=6.937, p=.017$ ]. 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서도 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=5.525, p=.030$ ].

우측굴근신근비율의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증

분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주 집단 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=1.002$ ,  $p=.568$ ), 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다( $t=-1.015$ ,  $p=.050$ ).

그리고 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 우측굴근신근비율 평균 기록은  $55.45\pm 6.00(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-.395$ ,  $p=.006$ ). TP 집단에서는  $56.60\pm 12.49(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.670$ ,  $p=.009$ ).

블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용에 따른 우측굴근신근비율 그래프는 <Figure 21>과 같다.

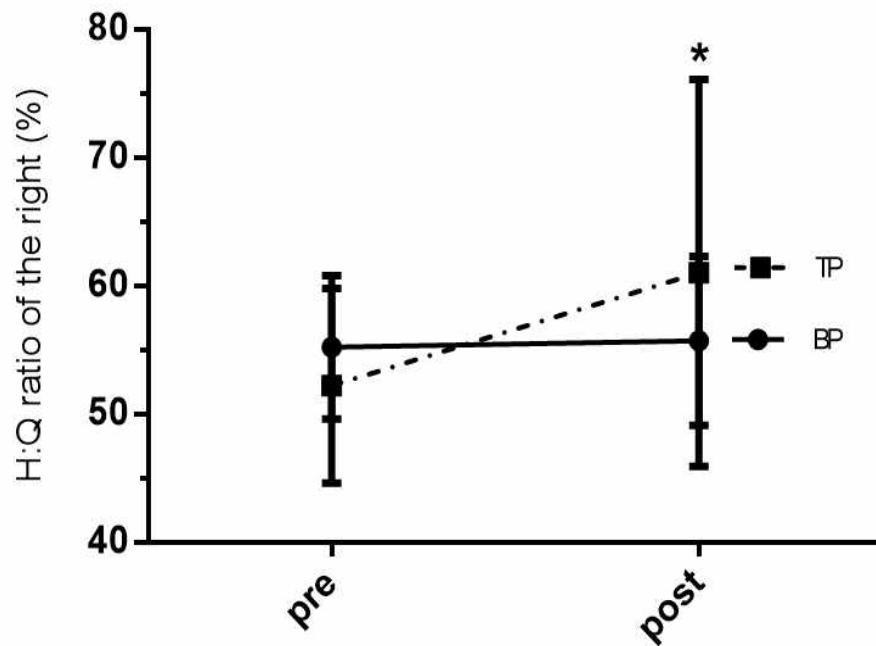


Figure 21. Comparison of H:Q ratio of the right

(6) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 슬관절 등속성 근력의 신근/굴근좌우비 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 슬관절 등속성 근력을 알아보기 위해 신근/굴근좌우비율(%)을 측정하였다.

① 신근좌우비(Bilateral balance ratio of extensors)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 신근좌우비율 측정 결과는 <Table 49>, <Table 50>, <Figure 22>에 제시하였다.

Table 49. Descriptive statistics of bilateral balance ratio of extensors by measurement trial (%)

Group	Pre	Post	Total
BP	5.7±4.5	7.2±4.9	6.45±4.65
TP	7.9±2.9	7.0±6.4	7.45±4.85
Total	6.80±3.84	7.10±5.55	6.95±4.72

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 50. The result of two-way repeated ANOVA for bilateral balance ratio of extensors

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	11.599	1	11.599	.554	.466	.030	.109
Error	376.868	18	20.937				
Within Subject							
Period	.676	1	.676	.026	.873	.001	.053
Group×Period	16.307	1	16.307	.634	.436	.034	.117
Error	463.140	18	25.730				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 신근좌우비율의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 49>에 제시하였으며, <Table 50>는 신근좌우비율의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는

이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 50>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=.554, p=.466$ ], 측정시기 간 [ $F(1,18)=.026, p=.873$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.634, p=.436$ ].

블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용에 따른 신근좌우비율 그래프는 <Figure 22>과 같다.

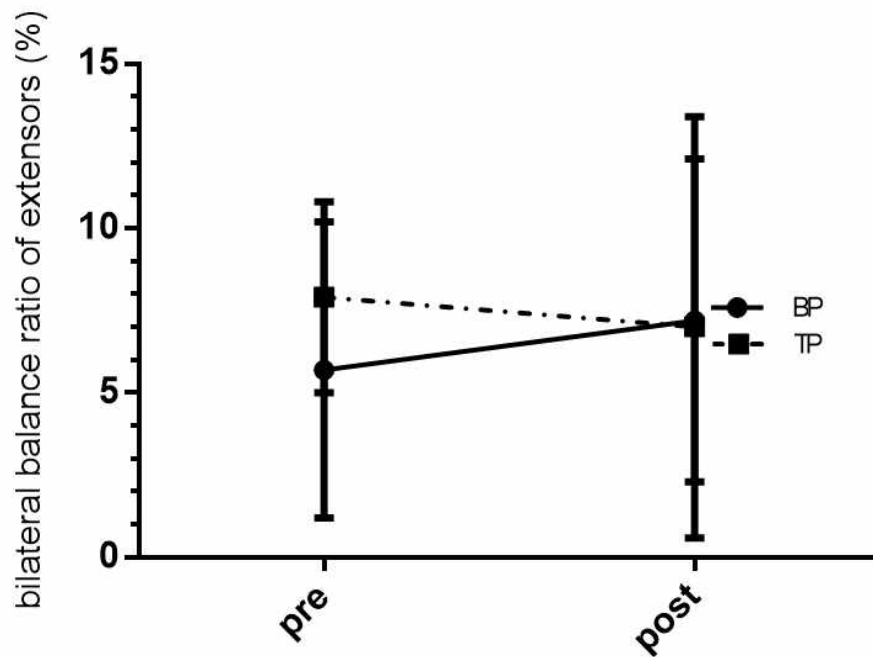


Figure 22. Comparison of bilateral balance ratio of extensors

② 굴근좌우비(Bilateral balance ratio of flexor)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 굴근좌우비율 측정 결과는 <Table 51>, <Table 52>, <Figure 23>에 제시하였다.

Table 51. Descriptive statistics of bilateral balance ratio of flexors by measurement trial (%)

Group	Pre	Post	Total
BP	7.6±5.0	7.8±5.1	7.70±4.87
TP	5.4±5.7	8.7±4.2	7.05±5.13
Total	6.50±5.31	8.25±4.52	7.37±4.95

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 52. The result of two-way repeated ANOVA for bilateral balance ratio of flexors

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	3.770	1	3.770	.108	.746	.006	.061
Error	629.598	18	34.978				
Within Subject							
Period	31.898	1	31.898	2.013	.173	.101	.269
Group×Period	22.922	1	22.922	1.446	.245	.074	.207
Error	285.266	18	15.848				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 굴근좌우비율의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 51>에 제시하였으며, <Table 52>는 굴근좌우비율의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 52>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=.108, p=.746$ ], 측정시기 간 [ $F(1,18)=2.013, p=.173$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=1.446, p=.245$ ].

블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용에 따른 굴근좌우비율 그래프는 <Figure 23>과 같다.



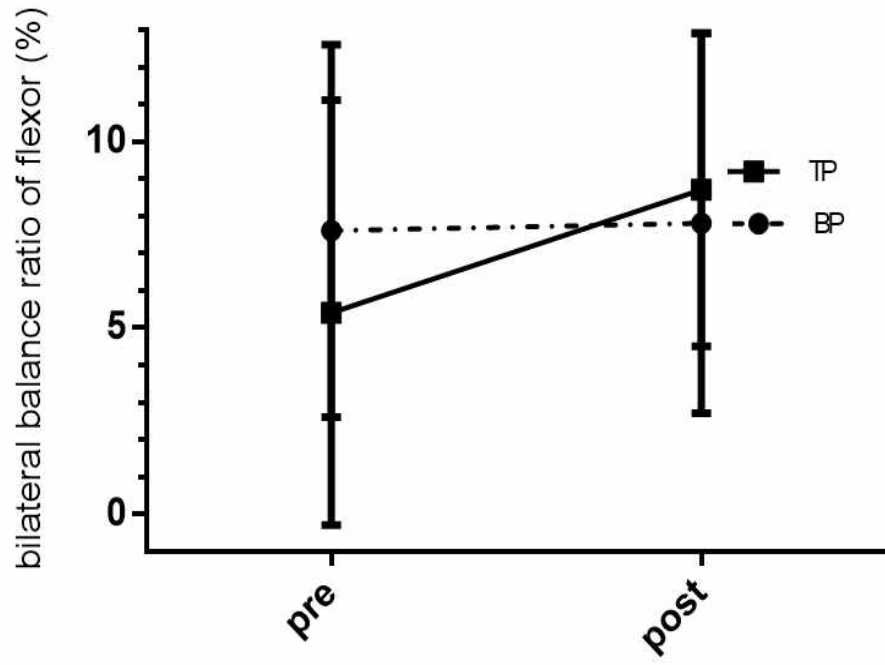


Figure 23. Comparison of bilateral balance ratio of flexors

### 3) 무산소성 파워

(1) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 원게이트 검사에서 최고파워 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 무산소성 파워를 알아보기 위해 원게이트 검사에서 최고파워 절대값과 상대값을 측정하였다.

#### ① 최고파워 절대값 (Absolute value of peak power)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 최고파워 절대값 변화에 대한 결과는 <Table 53>, <Table 54>, <Figure 24>에 제시하였다.

Table 53. Descriptive statistics of absolute value of peak power by measurement trial (W)

Group	Pre	Post	Total
BP	744.1±168.7	802.0±155.5	773.03±160.72
TP	581.4±144.0	631.8±168.9	606.61±154.94
Total	662.74±173.98	716.90±180.56	689.82±167.55

*BP, block periodization; TP, traditional periodization.*

Table 54. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of peak power

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	276972.806	1	276972.806	5.542	.030	.235	.605
Error	899523.629	18	49973.535				
Within Subject							
Period	29338.472	1	29338.472	29.432	.001	.621	.999
Group×Period	140.250	1	140.250	.141	.721	.008	.065
Error	17942.772	18	996.821				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 최고과워 절대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 53>에 제시하였으며, <Table 54>는 최고과워 절대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다. <Table 54>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화 [ $F(1,18)=.542, p=.030$ ]와 측정시기 간에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=29.432, p=.001$ ]. 한편 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=.141, p=.721$ ].

최고과워 절대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $t=2.319, p=.644$ ), 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다 ( $t=2.900, p=.018$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 최고과워 절대값 평균 기록은  $773.03 \pm 160.72(W)$ 으로 사전보다 사후에 7.7% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-4.707, p=.001$ ). TP 집단에서는  $1606.61 \pm 154.94(W)$ 으로 사전보다 사후에 8.6% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-3.206, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 24>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 최고과워 절대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 28%로 차이가 나타났고, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록에도 27%로 증가의 폭이 비슷한 것을 확인할 수 있다.

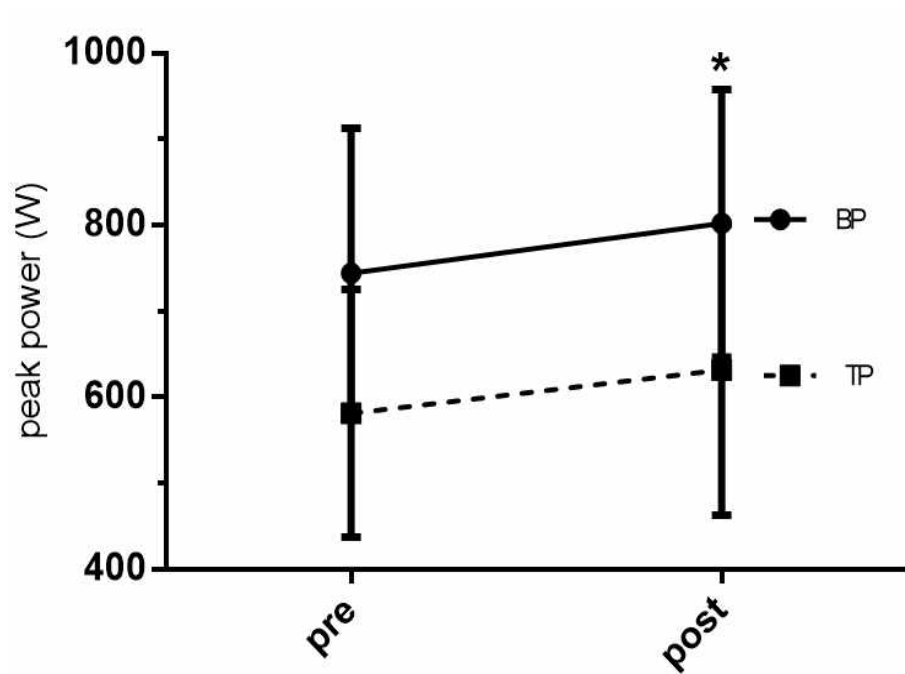


Figure 24. Comparison absolute value of peak power

② 최고파워 상대값 (Relative value of peak power)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 최고파워 상대값 변화에 대한 결과는 <Table 55>, <Table 56>, <Figure 25>에 제시하였다.

Table 55. Descriptive statistics of relative value of peak power by measurement trial (W/kg)

Group	Pre	Post	Total
BP	10.2±1.7	11.0±1.5	10.57±1.61
TP	8.4±2.0	8.8±2.1	8.61±2.02
Total	9.29±2.04	9.90±2.08	9.59±1.93

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 56. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of peak power

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	38.416	1	38.416	5.741	.028	.242	.621
Error	120.453	18	6.692				
Within Subject							
Period	3.721	1	3.721	21.938	.001	.549	.993
Group×Period	.256	1	.256	1.509	.235	.077	.214
Error	3.053	18	.170				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 최고파워 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 55>에 제시하였으며, <Table 56>는 최고파워 상대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 56>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화 [ $F(1,18)=5.741, p=.028$ ]와 측정시기 간에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=21.938, p=.001$ ]. 한편 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=1.509, p=.235$ ].

최고파워 상대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증분

석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=2.144, p=.406$ ), 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다( $t=2.842, p=.019$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 최고파워 상대값 총 기록은  $10.57 \pm 1.61$ (W/kg)으로 사전보다 사후에 7.8% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.260, p=.001$ ). TP 집단에서는  $8.61 \pm 2.02$ (W/kg)으로 사전보다 사후에 4.7% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.400, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 25>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 최고파워 상대값의 측정기록은 16.6%로 차이가 나타났고, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록에도 25%로 증가의 폭이 사전보다 8.4%으로 향상한 것을 확인할 수 있다.

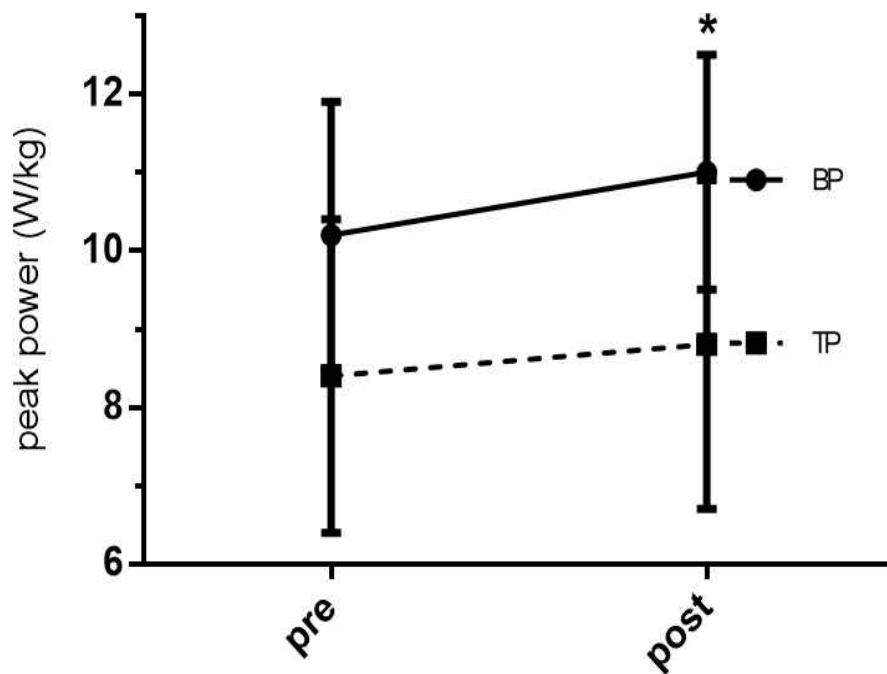


Figure 25. Comparison relative value of peak power

(2) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 원게이트 검사에서 평균파워 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 무산소성 파워를 알아보기 위해 원게이트 검사에서 평균파워 절대값과 상대값을 측정하였다.

① 평균파워 절대값 (Absolute value of mean power)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 평균파워 절대값 변화에 대한 결과는 <Table 57>, <Table 58>, <Figure 26>에 제시하였다.

Table 57. Descriptive statistics of absolute value of mean power by measurement trial (W)

Group	Pre	Post	Total
BP	540.1±107.4	571.7±102.1	555.90±103.24
TP	435.8±101.2	449.2±113.2	442.51±104.75
Total	487.96±114.81	510.45±122.27	499.20±111.26

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 58. The result of two-way repeated ANOVA for absolute value of mean power

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	128584.260	1	128584.260	5.818	.027	.244	.626
Error	397821.663	18	22101.203				
Within Subject							
Period	5055.752	1	5055.752	12.433	.002	.409	.915
Group×Period	818.120	1	818.120	2.012	.173	.101	.269
Error	7319.413	18	406.634				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 평균과워 절대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 57>에 제시하였으며, <Table 58>는 평균과워 절대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다. <Table 57>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화 [ $F(1,18)=5.818, p=.027$ ]와 측정시기 간에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=12.433, p=.002$ ]. 한편 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(1,18)=2.012, p=.173$ ].

평균과워 절대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본  $t$ 검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 ( $t=2.236, p=.924$ ), 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다 ( $t=2.487, p=.035$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 평균과워 절대값 총 기록은  $555.90 \pm 103.24(W)$ 으로 사전보다 사후에 5.8% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-4.328, p=.001$ ). TP 집단에서는  $442.51 \pm 104.75(W)$ 으로 사전보다 사후에 3% 증가하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $t=-1.284, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 26>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 평균과워 절대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 24%로 차이가 나타났고, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록에도 27%로 증가의 폭이 사전보다 3%으로 향상한 것을 확인할 수 있다.



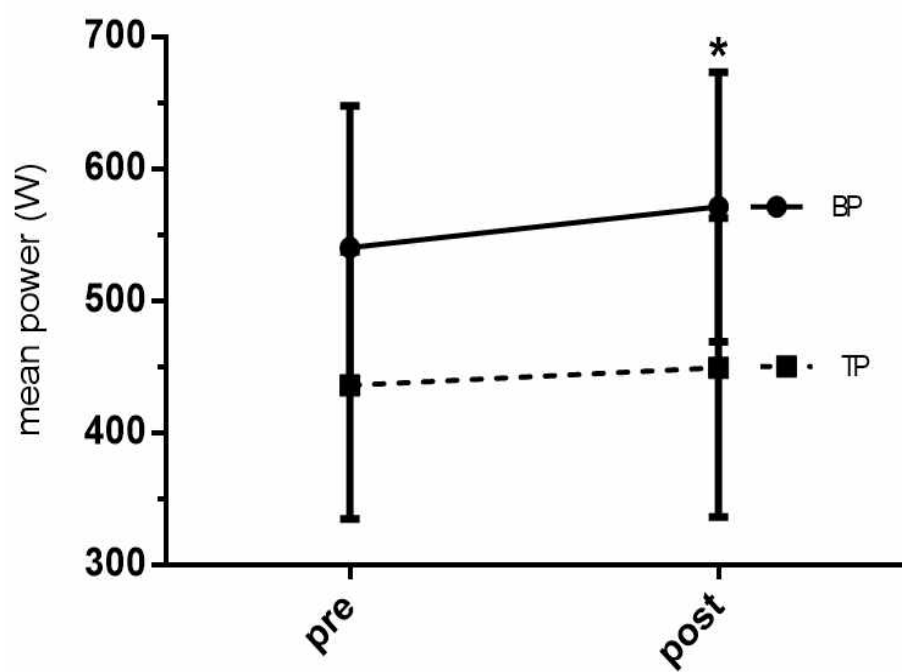


Figure 26. Comparison absolute value of mean power

② 평균과워 상대값 (Relative value of mean power)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 평균과워 상대값 변화에 대한 결과는 <Table 59>, <Table 60>, <Figure 27>에 제시하였다.

Table 59. Descriptive statistics of relative value of mean power by measurement trial (W/kg)

Group	Pre	Post	Total
BP	7.4±1.0	7.8±1.0	7.62±0.98
TP	6.3±1.5	6.3±1.7	6.32±1.56
Total	6.86±1.37	7.08±1.53	6.97±1.36

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 60. The result of two-way repeated ANOVA for relative value of mean power

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	16.770	1	16.770	4.823	.041	.211	.547
Error	62.585	18	3.477				
Within Subject							
Period	.506	1	.506	7.358	.014	.290	.728
Group×Period	.380	1	.380	5.525	.030	.235	.604
Error	1.238	18	.069				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 평균과워 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 59>에 제시하였으며, <Table 60>는 평균과워 상대값의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 60>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화 [ $F(1,18)=4.823, P=.041$ ]와 측정시기 간의 변화 [ $F(1,18)=7.385, p=.014$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(1,18)=5.525, p=.030$ ].

평균과워 상대값의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 독립표본 t검증분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주( $t=1.904, p=.152$ )와, 프로그

램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이는 나타나지 않았다( $t=2.432$ ,  $p=.224$ ).

또한 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 대응표본  $t$ 검증분석을 실시하였다. BP 집단의 평균과워 상대값 총 기록은  $7.62\pm 0.98$ (W/kg)으로 사전보다 사후에 5.4% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.358$ ,  $p=.001$ ). TP 집단에서는  $6.32\pm 1.56$ (W/kg)으로 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $t=-.222$ ,  $p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 27>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 평균과워 상대값의 측정기록은 집단 간 사전 값이 17.4% 차이가 나타났고, 트레이닝 프로그램 적용 8주 후에 따른 집단 간 측정기록에도 23.8% 증가의 폭이 사전보다 6.4%으로 향상된 것을 확인할 수 있다.

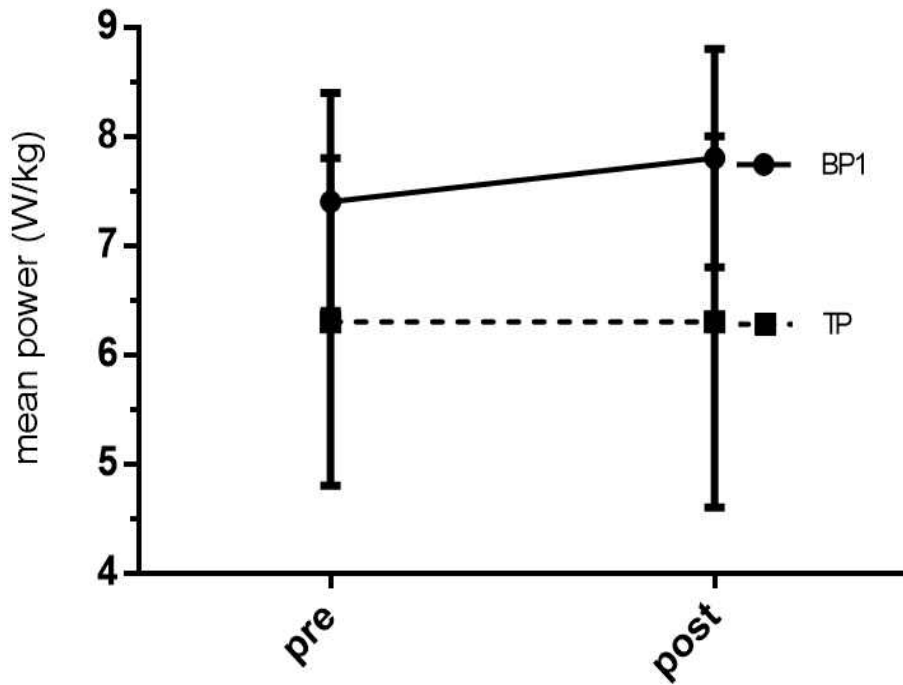


Figure 27. Comparison relative value of mean power

(3) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 혈중젓산농도 변화

블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통트레이닝 프로그램을 적용하기 전·후의 엘리트 단거리 수영선수들의 혈중젓산농도를 알아보기 위해 피로지수와 젓산감소율을 측정하였다.

① 피로지수 (Fatigue index)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 피로지수 변화에 대한 결과는 <Table 61>, <Table 62>, <Figure 28>에 제시하였다.

Table 61. Descriptive statistics of fatigue index by measurement trial (%)

Group	Pre	Post	Total
BP	58.3±7.6	59.7±6.6	58.96±6.97
TP	55.4±9.9	57.0±7.8	56.21±8.71
Total	56.82±8.74	58.35±7.13	57.58±7.88

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 62. The result of two-way repeated ANOVA for fatigue index

Variable	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	75.625	1	75.625	.712	.410	.038	.126
Error	1912.291	18	106.238				
Within Subject							
Period	23.409	1	23.409	.975	.337	.051	.155
Group×Period	.100	1	.100	.004	.949	.001	.050
Error	432.151	18	24.008				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 피로지수의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 61>에 제시하였으며, <Table 62>는 피로지수의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복 측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 62>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=.712, p=.410$ ], 측정시기 간 [ $F(1,18)=.975, P=.337$ ], 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [ $F(1,18)=.004, p=.949$ ]에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용에 따른 피로지수 그래프는 <Figure 28>과 같다.

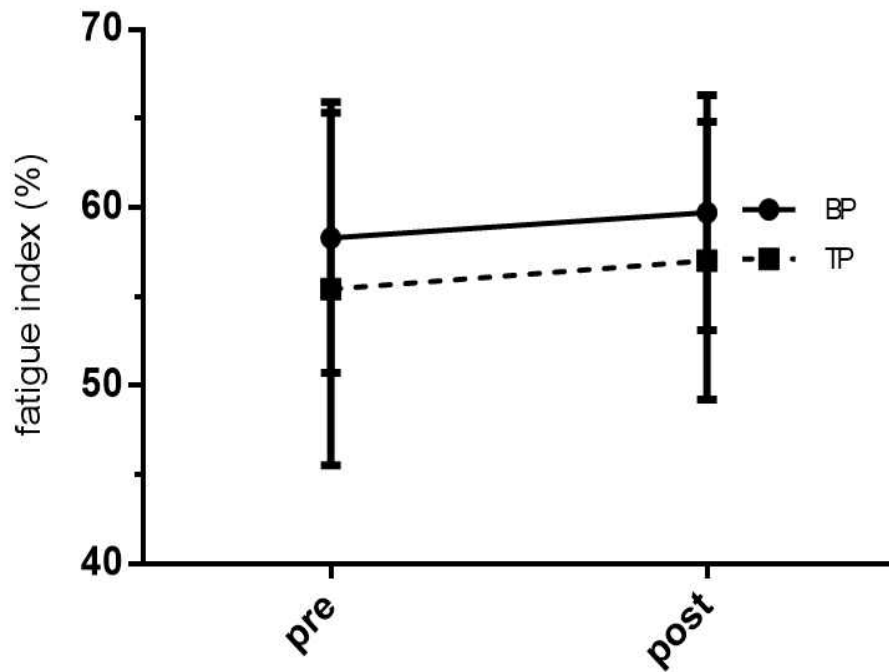


Figure 28. Comparison of fatigue index

② 젖산감소율 (Lactate removal concentration)

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 젖산감소율 변화에 대한 결과는 <Table 63>, <Table 64>, <Figure 29>에 제시하였다.

Table 63. Descriptive statistics of lactate removal concentration by measurement trial (%)

Group	Pre	Post	Total
BP	-31.89±13.65	-34.37±12.02	-33.13±12.83
TP	-33.17±13.06	-30.98±11.93	-32.07±12.49
Total	-34.37±12.02	-32.67±11.97	-33.06±12.32

BP, block periodization; TP, traditional periodization.

Table 64. Changes in lactate removal concentration by recovery methods

Variable	SS	df	MS	F	p	η <sup>2</sup>	β
Between Subject							
Group	11.172	1	11.172	.046	.833	.003	.055
Error	4405.192	18	244.733				
Within Subject							
Period	.222	1	.222	.003	.958	.000	.050
Group×Period	54.616	1	54.616	.706	.412	.038	.125
Error	1393.033	18	77.391				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 젖산감소율의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 63>에 제시하였으며, <Table 64>는 젖산감소율의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 64>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(1,18)=.046, p=.833$ ] 과 측정시기 간 [ $F(1,18)=.003, p=.958$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [ $F(1,18)=.706, p=.412$ ]에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용에 따른 젖산감소율 그래프는 <Figure 29>과 같다.

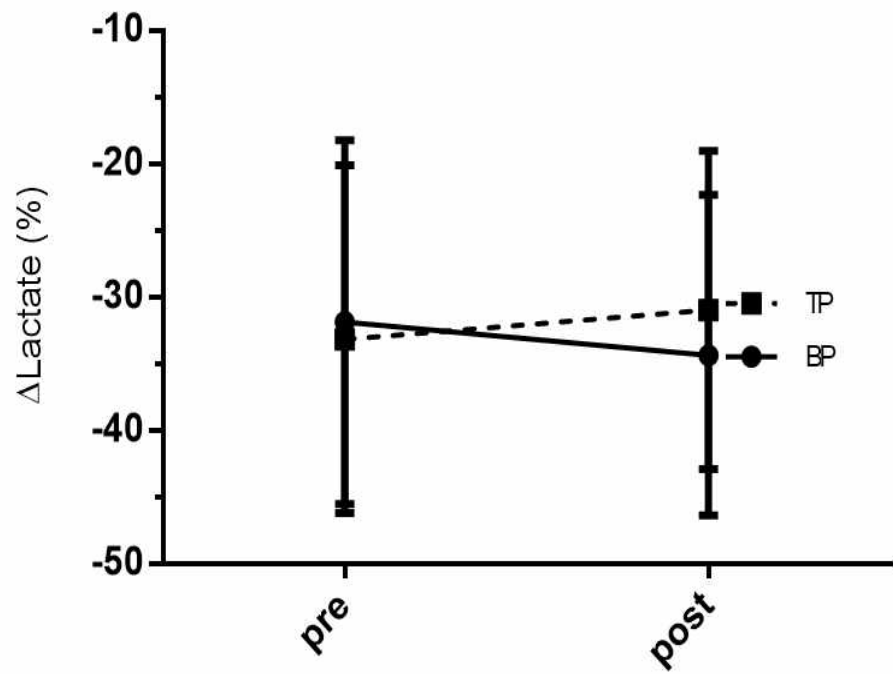


Figure 29. Comparison of the lactate removal concentration

## IV. 연구Ⅱ: 블록 주기화 트레이닝 후 Taper 기간이 수영 엘리트 선수의 경기력에 미치는 영향

### 1. 연구의 필요성

과거 코치와 운동선수들은 대회 직전까지 강도 높은 트레이닝이 지속되어야 운동 수행능력이 향상되고 경기력에 긍정적이지만 반대로 트레이닝양 감소 또는 트레이닝 휴식은 경기력에 부정적인 영향을 미칠 것이라 하였다(이병두, 최강진, 정용수, 김정태, 신갑호, 1999). Garrett & Kirkendall(2000)도 1분 이내에 수영기록이지만 주당 10~15시간 이상의 강도 높은 트레이닝양으로 매일 반복되어 선수들의 피로도는 높아지고 있다고 하였다. 이와 같은 트레이닝 방식을 보완하고자 코치와 스포츠과학자는 운동선수들의 트레이닝양 감소와 휴식이 운동수행능력과 경기력 향상에 관련하여 과학적·체계적인 연구를 진행해 왔으며, 과거와 같은 트레이닝 방식은 경기력에 역효과라는 사실을 밝혀냈고(Costill, 1992, Thomas, Mujika & Busso, 2009; Thomas et al., 2008; Farhangimaleki, Zehsaz & Tiidus, 2009), 16주 이상의 전통 주기화 프로그램에 따라 트레이닝 후, 트레이닝양 감소는 효과적이라고 보고하였다(Mujika, 2010; Toubekis, Drosou, Gourgoulis, Thomaidis, Douda & Tokmakidis, 2013; Hellard et al., 2013; Zehsaz, Azarbaijani, Farhangimalek & Tiidus, 2011; Papacosta, Gleeson & Nassis, 2013). 하지만, 본 연구 I 에서도 언급하였듯이 21세기 현대에서는 잦은 대회로 인해 주기화 트레이닝 기간은 오버트레이닝되어 선수들의 피로회복에 어려움이 있으므로 주기화 트레이닝 기간에 따른 논쟁이 있다. 또한 주기화 트레이닝 기간보다 짧은 기간내에 근력을 발휘할 수 있는 블록 주기화 트레이닝 효과가 입증되었다(García-Pallarés et al., 2010; Breil et al., 2010). 따라서 본 연구Ⅱ에서는 블록 주기화 트레이닝을 적용한 후, 테이퍼에 대해 알아보고, 테이퍼 기간과 트레이닝양 감소가 선수들의 수영기록과의 상관관계를 알아보려고 한다.

테이퍼는 고강도 트레이닝 후 대회 직전에 점진적 또는 단계적으로 운동량을 감소



시켜 최상의 컨디션으로 최고의 경기력을 발휘할 수 있도록 하는 트레이닝 방법이다 (Thomas et al., 2008; Yamamoto et al., 1988; Padilhas et al., 2017). 테이퍼 효과를 극대화시키기 위해 테이퍼 트레이닝 기간도 중요하다고 강조하였으며, 선수의 피로를 회복하기 위해 개별화된 테이퍼의 기간, 시간, 강도, 트레이닝양 등이 조절되어야 한다(Houmard & John, 1994; Shepley et al., 1992; Trappe et al., 2001). 그리고 테이퍼 트레이닝을 하기 전 과부하 트레이닝은 테이퍼 효과를 더 상승시킬 수 있다고 하였다(Thomas et al., 2008). Houmard & Johns(1994), Shepley 등(1992)과 Neary 등(1992)의 연구에서 수영과 사이클 선수를 대상으로 테이퍼 프로그램을 적용하였을 때 17~25%의 큰 파워 증가와 0.5~7%의 경기력이 향상되었고, 트레이닝양의 감소가 수영선수들의 경기력에 미치는 영향을 규명한 연구에서도 주당 50~90% 정도의 트레이닝양의 감소에 의해서 수영선수의 경기력에 긍정적인 영향을 미쳤다(Johns et al., 1992). Houmard & Johns(1994)은 수영선수를 대상으로 실험한 연구에서 트레이닝양은 60~90% 감소하고, 트레이닝 빈도는 50% 이하로 실시한 결과 선수들의 경기력이 3% 향상된 것으로 보고되었다. 이와 같이 테이퍼 트레이닝에서 트레이닝 강도·빈도 조절도 중요하지만, 테이퍼기간에 따라 경기력 상승 또는 저하를 가져올 수 있기 때문에 테이퍼 기간 또한 중요한 요인이다(Thomas et al., 2008).

대회 참여 1~3주 전에 테이퍼를 시작하여 운동 빈도는 20% 이하, 트레이닝양은 41~60% 감소하는 것이 효과적이라고 하였다(Bosquet et al., 2007; Houmard & Johns, 1994; Johns et al., 1992; Mujika, Chatard, Padilla, Guezennec & Geysant, 1996). 또 다른 연구에서는 4~28일, 7~21일, 12일~30일까지 다양한 기간들이 제시되고 있다(Hooper et al., 1999; Mujika et al., 1996; Neary, Mckenzie & Bhambhani, 2005). 또한, 수영선수들의 10주 트레이닝 후 11일간 테이퍼 기간을 적용한 결과, 수영 기록이 1.6~3.6% 단축하여 테이퍼 기간이 효과적임을 입증하였고(Papoti et al., 2007), 수영 스트로크 거리 및 경기력에 관한 연구에서는 10일에서 14일까지 테이퍼 기간 동안 평균 2.6%로 근력과 스트로크 거리가 증가 하였다(Johns et al., 1992). Pritchard 등(2015) 연구에서도 웨이트 트레이닝 후 7일간의 테이퍼 기간 중 2~4일에 최대근력 강도가 향상되었다.

하지만 선행연구에서 최상의 기량을 발휘할 수 있도록 테이퍼 기간을 연구하나 (Avalos et al., 2003; Hellard et al., 2013; Mujika et al., 1996; Pritchard et al.,

2015; Papoti et al., 2007), 현대 다양하고 잦은 수영대회로 인해 대회 사이의 기간이 단축되어 선수들의 체력손실, 스트레스, 피로를 방지하기 위해서 블록 주기화 트레이닝과 짧은 테이퍼 기간을 제시한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 블록 주기화 트레이닝 프로그램 종료 후 테이퍼 기간에 따라 수영 기록에 대한 변화를 분석하여 선수들의 최고의 기량을 나타낼 수 있는 최상의 테이퍼 기간을 제시하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

본 연구Ⅱ의 목적은 8주간의 블록 주기화 트레이닝 프로그램 종료 후 테이퍼 기간을 0일~14일까지 적용하여, 기간 내 선수들의 최고의 운동능력을 발휘할 수 있는 시점별 분석과 시점에 따른 수영 기록과의 관계를 규명하는데 있다.

## 3. 연구 방법

### 1) 실험설계

엘리트 단거리 남자 수영선수에게 적용하는 테이퍼 기간은 Houmard & Johns (1994)의 연구에서 제시하는 수영선수를 위한 대표적인 테이퍼 기간을 적용하고 측정 시기와 트레이닝양 감소는 본 연구에 맞도록 수정하였다. 경기력 관련 측정 변인으로 Edelman-Nusser, Hohmann, Witte & Heller(2004)의 연구에 따라 스윙벤치 (swim bench)를 선택하여 기록을 측정하였으며, 수직 킥(vertical flutter kick)은 Suciu & Popovici(2014) 연구의 트레이닝 방법을 응용하여 8주간 수영 트레이닝에 적용하고 본 연구 대상자에게 맞도록 수정하여 기록을 측정하였다.

블록 주기화 1주 트레이닝 집단(1 week block, BP1), 블록 주기화 2주 트레이닝 집단(2 week block, BP2), 전통 트레이닝 집단(traditional periodization, TP)은 8주간 블록 주기화 기간에 따른 근력 트레이닝 프로그램을 진행하였고, 3일 휴식 후, 14일간 테이퍼 기간을 진행하였다.

구체적인 측정 변인은 연구 I의 블록 주기화 트레이닝 프로그램 진행하기 전 0주차에 스윙벤치, 수직 킥, 수영 기록(15m, 25m, 50m, 100m)을 측정하였으며, 트레이닝 프로그램이 끝나는 직후 8주차에 재측정을 하였다.

수영 트레이닝양은 3집단 모두 주5일, 일일 8,000~9,000m의 수영을 8주 동안 진행하였고 3일 휴식 후, 0일부터 트레이닝양을 3,000~4,000m까지 50~70% 감소시켜

14일간의 테이퍼 트레이닝을 시작하였다. 테이퍼 기간에 따라 0일, 3일, 5일, 7일, 10일, 12일, 14일 총 7회 수영기록(15m, 25m, 50m, 100m)을 반복 측정하였다.

본 연구의 전체적인 실험설계는 <Figure 30>과 같다.

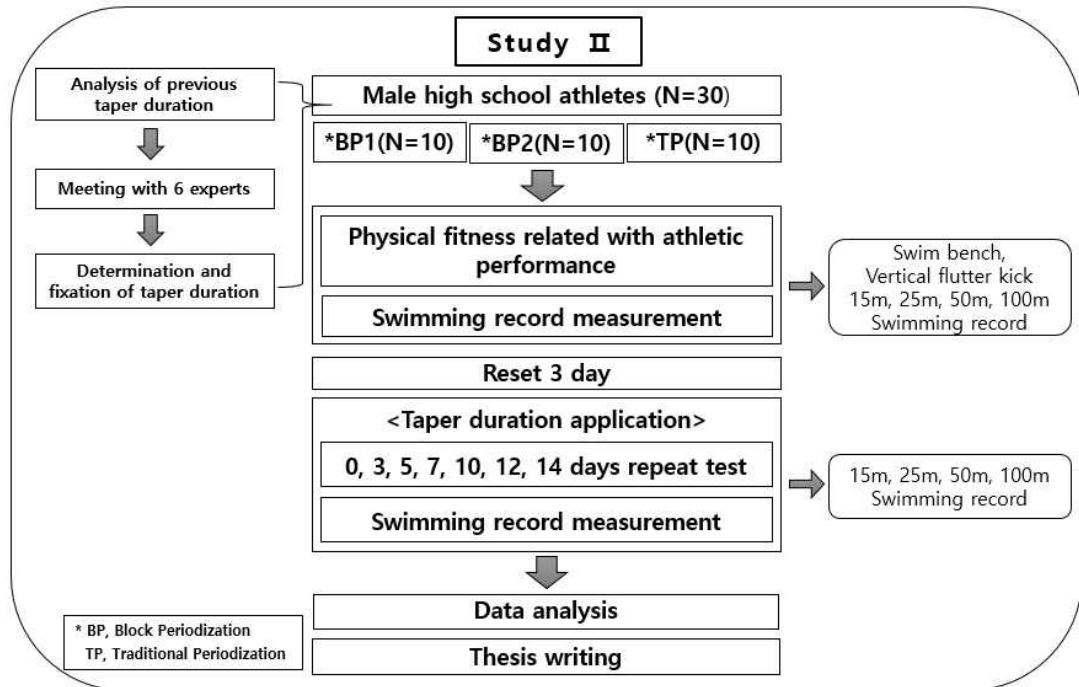


Figure 30. The experimental design

## 2) 연구대상

본 연구의 대상자는 A도, B도, C도 소재에서 대한수영연맹에 선수 등록이 되어있어 현재 수영 대회에 참여할 수 있는 17세~19세미만으로 50m, 100m 엘리트 단거리 남자 수영 선수를 무선 할당(randomized sample)방식으로 총 30명을 선정하였다. 연구 I 에서 블록 주기화 프로그램의 효과가 검증되어, 다음과 같이 블록 주기화 기간을 단주기로 세분화하여 1주일과 2주일 프로그램으로 나누었다. 따라서 대상자는 블록 주기화 1주 트레이닝 집단(BP1=10명), 블록 주기화 2주 트레이닝 집단(BP2=10명), 전통트레이닝 집단(TP=10명)으로 분류하였다.

연구 참여자는 1년 동안 기록의 변화가 없고, 정형외과적 병력이 없으며, 운동수행에 임상적 문제가 없는 선수를 선정하였다. 실험의 내용과 목적을 충분히 설명하고 미성년자 참여 동의서를 작성하였다. 신체구성, 경기력 관련 체력, 수영기록의 변화를 측정하였다. 본 연구의 참여대상자의 신체적 특성은 <Table 65>과 같다.

Table 65. Characteristics of participants (Mean±SD)

Variables	Group		
	BP1week (n=10)	BP2week (n=10)	TP (n=10)
Age(yr)	17.2±0.6	17.3±0.5	16.9±1.0
Height(cm)	175.9±4.9	174.2±5.1	177.9±5.6
Weight(kg)	72.9±11.7	69.1±7.5	69.5±8.2
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.5±2.9	22.7±1.5	21.9±1.6
FFM(kg)	61.9±7.8	55.4±9.6	60.5±6.2
% FAT(%)	14.5±4.2	15.7±3.8	13.4±3.0

*BMI, Body Mass Index; FFM, Fat-free Mass; % FAT, body fat percentage  
SD, standard deviation; BP, block periodization; TP, traditional periodization.*

#### 4. 측정항목 및 방법

##### 1) 경기력 관련 체력(Physical fitness related with athletic performance)

###### (1) 스윔벤치(Swim bench)

스윔벤치(Swim Ergometer, Vasa, USA)는 부하와 트레이닝 시간이 세트되어 있는 스트로크 트레이닝 기구이다. 스윔벤치 측정은 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 0주와 8주 프로그램을 종료한 후 측정하였다. 측정방법은 1분 동안 최대의 속도로 스트로크를 하여 횟수(회/60초)를 기록하였다.

###### (2) 수직 킥(Vertical flutter kick)

수직 킥(vertical flutter kick)은 수심 3m 이상의 수영장에서 실시하였다. 수직 킥 동작은 수직으로 서서 머리와 팔꿈치까지 수면 위로 나온 상태를 유지하고, 무릎 각도 100°에서 120°로 물의 저항에 대항하여 최대의 힘으로 킥(kick)을 차는 트레이닝이다. 수직 킥 측정은 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 0주와 8주 프로그램을 종료한 후 측정하였다. 측정방법은 2kg의 웨이트 벨트(weight belt)를 허리에 차고 킥을 더 이상 찰 수 없을 때까지와, 머리가 수면 밑으로 내려가는 지점까지의 시간(sec)을 기록하였다.

###### (3) 15m ,25m, 50m, 100m 수영 기록

블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 0주와 8주 프로그램을 종료한 후 15m, 25m, 50m, 100m 기록을 오후 트레이닝 시간에 측정하였다. 측정방법은 준비운동(w-up)을 100m를 각자 진행한 후, 5분간 휴식을 하였다. 기록 측정은 5명의 선수가 2개 조로 나누어서 수영 전문지도자의 출발 신호에 동시에 시작하였다. 스타트를 하여 15m까지의 수영 기록을 측정하였다. 25m, 50m, 100m도 동일한 방법으로 각 거리의 최고속도로 수영을 할 수 있도록 유도하고 기록을 측정하였다.

## 2) Taper 적용에 따른 수영기록(Swimming record by taper durations)

### (1) Taper 기간에 따른 15m, 25m, 50m, 100m 수영 기록

블록 주기화 트레이닝 프로그램을 종료한 후 3일의 휴식을 하였다. 3일의 휴식 후, 테이퍼 기간을 적용하였다. 0일, 3일, 5일, 7일, 10일, 12일, 14일 총 7회를 반복 측정하였다. 기록 측정은 오후 트레이닝 시간에 하였으며 15m, 25m, 50m, 100m를 진행하였다. 측정방법은 준비운동 1000m를 각자 진행한 후, 5분간 휴식을 하였다. 기록 측정은 5명의 선수가 2개 조로 나누어서 수영 전문지도자의 출발 신호에 동시에 시작하였다. 스타트를 하여 15m까지의 수영 기록을 측정하였다. 25m, 50m, 100m도 동일한 방법으로 각 거리의 최고속도로 수영을 할 수 있도록 유도하고 기록을 측정하였다.

## 5. 자료처리

본 연구에서 얻은 측정 자료는 SPSS for windows(Version 21.0) 통계프로그램을 이용하여 집단 기술통계분석(descriptive statistics)을 통한 각 변인의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출하였으며, 구체적인 방법은 다음과 같다.

- ① 경기력 관련 체력, 수영 기록, 테이퍼 기간에 따른 수영 기록은 집단 간, 시기간에 상호작용 효과 검증하기 위해서 이원반복측정분산분석(Two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다.
- ② 실험 사전과 사후의 집단 간의 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One-way repeated ANOVA)을 사용하였고, 사후검증은 Tukey HSD를 실시하였다. 사전 검사에서 유의한 차이가 나타나는 변인은 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)을 사용하여 사전변인을 통제하였다.
- ③ 모든 분석의 통계적 유의수준( $p$ )은 .05로 설정하였다.

## 6. 연구결과

엘리트 단거리 수영선수를 대상으로 8주 블록 주기화 트레이닝 프로그램과 전통 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하여 경기력 관련 체력인 스윔벤치, 수직 킥, 수영 기록을 측정하였다. 그리고 8주 블록 주기화 프로그램을 종료하고 3일 휴식 후, 테이퍼를 적용하였다. 테이퍼 적용하는 기간 동안 0일~14일째까지 15m, 25m, 50m, 100m 기록 측정은 사전과 동일한 공인수영장에서 측정하였다.

프로그램을 적용하기 전과 후의 경기력 관련 체력, 수영 기록, 테이퍼 기간에 따른 기록 변화가 경기력에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시한 결과는 다음과 같다.

### 1) 경기력 관련 체력(Physical fitness related with athletic performance)

#### (1) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 스윔벤치의 기록 변화

트레이닝 프로그램 적용에 따른 남자고등학교 단거리 수영선수의 스트로크(stroke)파워를 알아보기 위한 스윔벤치 횟수 변화에 대한 결과는 <Table 66>, <Table 67>, <Figure 31>에 제시하였다.

Table 66. Descriptive statistics of swim benches frequency by measurement trial (N/60sec)

Group	Pre	Post	Corrected Post	Total
BP1	46.2±3.4	50.6±3.8	47.0±0.6	48.4±4.2
BP2	41.6±4.7	47.6±6.2	49.0±0.6	44.6±6.1
TP	40.9±6.0	42.2±6.4	44.4±0.6	41.5±6.0
Total	42.9±5.2	46.8±6.4	46.8±0.6	44.8±5.6

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.



Table 67. The result of two-way repeated ANOVA for swim benches frequency

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	471.000	2	235.550	4.472	.021	.249	.717
Error	1422.050	27	52.699				
Within Subject							
Period	228.150	1	228.150	125.077	.001	.822	1.000
Group×Period	57.100	2	28.550	15.652	.001	.537	.999
Error	49.250	27	1.824				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정 시기별로 스윙벤치의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 66>에 제시하였으며, <Table 67>는 스윙벤치의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복 측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 67>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화 [ $F(2,27)=4.472$ ,  $p=.021$ ]와 측정시기 간 [ $F(1,27)=125.077$ ,  $p=.001$ ] 그리고, 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(2,27)=15.652$ ,  $p=.001$ ].

스윙벤치의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석(One-way repeated ANOVA)을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나 ( $F=3.559$ ,  $p=.042$ ) 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였다. 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다 ( $F=5.808$ ,  $p=.008$ ). 사후 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 Tukey 사후검증을 한 결과 TP 집단보다 BP1집단의 평균값이 가장 높은 수치로 나타났다. 하지만, 사전 값을 교정한 사후 값으로 확인하면, TP와 BP1 집단보다 BP2 집단이 가장 높은 수치를 확인할 수 있다.

스윙벤치의 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였다. BP1 집단의 스윙벤치 총 기록은  $48.40\pm 4.18$ (회/60초)로 사전보다 사후에 9.5% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $F=-14.402$ ,  $p=.001$ ). BP2 집단의 스윙벤치 총 기록은  $44.60\pm 6.19$ (회/60초)로 사전보다 사후에 14.4% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다 ( $F=-6.803$ ,  $p=.001$ ). TP 집단의 스윙벤치 총 기록은

41.55±6.04(회/60초)로 사전보다 사후에 3.1% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=-2.751, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 31>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 스윔벤치 측정기록은 집단 간 사전 값에서 BP1 집단이 BP2와 TP 집단보다 높은 수치로 나타났고, 사후 측정값에서도 가장 높게 나타났다. 하지만 사전 사후 측정값의 증가율은 BP2 집단이 BP1와 TP 집단보다 높은 것을 확인할 수 있다.

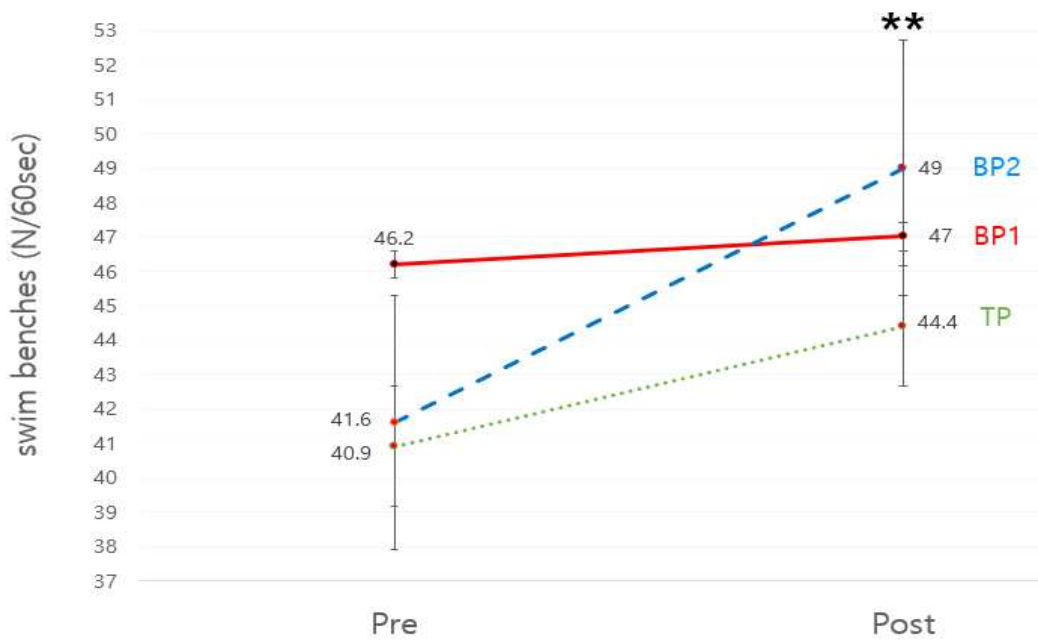


Figure 31. Comparison of swim benches

(2) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 수직 킥의 기록 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 킥 파워를 알아보기 위한 수직 킥의 결과는 다음 <Table 68>, <Table 69>, <Figure 32>와 같다.

Table 68. Descriptive statistics of vertical flutter kick by measurement trial (sec)

Group	Pre	Post	Corrected Post	Total
BP1	24.9±3.7	29.2±3.5	32.0±0.9	27.1±4.2
BP2	33.9±4.2	41.6±4.8	35.1±1.1	37.6±5.8
TP	24.3±6.5	27.0±7.5	30.3±1.0	25.7±7.0
Total	31.1±11.6	36.4±14.7	32.5±1.0	31.5±8.6

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 69. The result of two-way repeated ANOVA for vertical flutter kick

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1694.191	2	847.096	16.370	.001	.548	.999
Error	3354.663	27	124.247				
Within Subject							
Period	337.488	1	337.488	89.015	.001	.767	1.000
Group×Period	51.620	2	25.810	6.808	.004	.335	.887
Error	102.366	27	3.791				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정 시기별로 수직 킥의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 68>에 제시하였으며, <Table 69>는 수직 킥의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복 측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 69>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화 [ $F(2,27)=16.370$ ,  $p=.001$ ]와 측정시기 간 [ $F(1,27)=89.015$ ,  $p=.001$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(2,27)=6.808$ ,  $p=.004$ ]. 수직 킥을 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석

을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나 ( $F=11.928, p=.001$ ) 공분산분석으로 사전변인을 통제하였다. 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다( $F=18.731, p=.001$ ). 사후 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 *Tukey* 사후검증을 한 결과 TP와 BP1 집단보다 BP2 집단의 평균값이 가장 높은 수치로 나타났다.

집단 내 수직 킥 변화를 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였다. BP1 집단의 수직 킥 총 기록은  $27.07 \pm 4.15$ (초)로 사전보다 사후에 17.2% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=-13.814, p=.001$ ). BP2 집단의 총 기록은  $37.56 \pm 5.79$ (초)로 사전보다 사후에 22.7% 증가하였으나, 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=-5.330, p=.083$ ). TP 집단의 총 기록은  $25.65 \pm 6.96$ (초)로 사전보다 사후에 11.1% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=-4.521, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 32>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 수직 킥의 측정기록은 집단 간 사전 값에서 BP2 집단이 BP1와 TP 집단보다 높은 수치로 나타났고, 사후 측정값에서도 가장 높게 나타났다. 그리고 사전 사후 측정값의 증가율도 BP2 집단이 BP1와 TP 집단보다 높은 것을 확인할 수 있다.

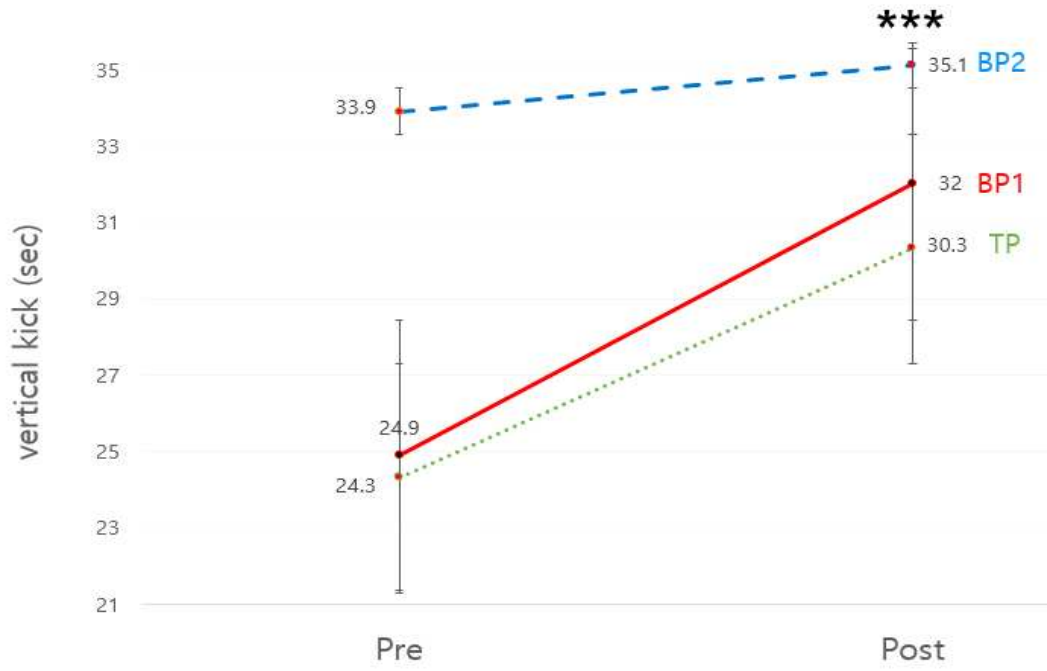


Figure 32. Comparison of vertical flutter kick

(3) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 15m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 스타트에서 15m까지 수영 기록의 측정 결과는 다음 <Table 70>, <Table 71>, <Figure 33>과 같다.

Table 70. Descriptive statistics of 15m swimming record by measurement trial (sec)

Group	Pre	Post	Corrected Post	Total
BP1	6.2±0.3	6.0±0.3	6.2±0.5	6.0±0.2
BP2	6.7±0.4	6.3±0.5	6.1±0.4	6.5±0.6
TP	6.7±0.6	6.6±0.6	6.3±0.4	6.6±0.5
Total	6.5±0.5	6.2±0.5	6.2±0.4	6.3±0.4

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 71. The result of two-way repeated ANOVA for 15m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	3.871	2	1.936	4.477	.021	.249	.718
Error	11.673	27	.432				
Within Subject							
Period	1.320	1	1.320	107.202	.001	.799	1.000
Group×Period	.212	2	.106	8.621	.001	.390	.949
Error	.332	27	.012				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정 시기별로 15m 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 70>에 제시하였으며, <Table 71>는 15m 기록의 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 71>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화 [ $F(2,27)=4.477$ ,  $p=.021$ ]와 측정 시기 간 [ $F(1,27)=107.202$ ,  $p=.001$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(2,27)=8.621$ ,  $p=.001$ ]. 집단 간 15m 기록 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을

적용하기 전 0주에서는 유의한 차이가 나타나( $F=4.579$ ,  $p=.019$ ) 공분산분석으로 사전변인을 통제하였다. 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타났다( $F=4.694$ ,  $p=.018$ ). 사후 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 *Tukey* 사후검증을 한 결과 TP와 BP2 집단보다 BP1 집단의 평균값이 가장 빠른 기록으로 나타났다.

또한, 15m 수영 기록을 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였다. BP1 집단의 15m 기록 총 기록은  $6.0\pm 0.2$ (초)로 사전보다 사후에 -3.2% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=-7.364$ ,  $p=.024$ ). BP2 집단의 총 기록은  $6.5\pm 0.6$ (0초)로 사전보다 사후에 -5.9% 감소하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=38.368$ ,  $p=.001$ ). TP 집단의 총 기록은  $6.6\pm 0.5$ (초)로 사전보다 사후에 -1.4% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=116.122$ ,  $p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 33>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하기 전 15m 기록은 집단 간 사전 값에서 BP1 집단이 BP2와 TP 집단보다 기록이 빠르게 나타났고, 사후 측정값에서도 가장 빠르게 나타났다. 그러나 교정사후 값에서는 BP2 집단의 기록이  $6.1\pm 0.04$ (초)로 가장 빠르게 나타났으며, BP1 집단의 기록은 6.2(초), TP 집단의 기록은  $6.3\pm 0.04$ (초)로 가장 느리게 나타났다. 또한, 사전 사후 측정기록의 감소율도 BP2 집단이 BP1와, TP 집단보다 높다는 것을 확인할 수 있다.

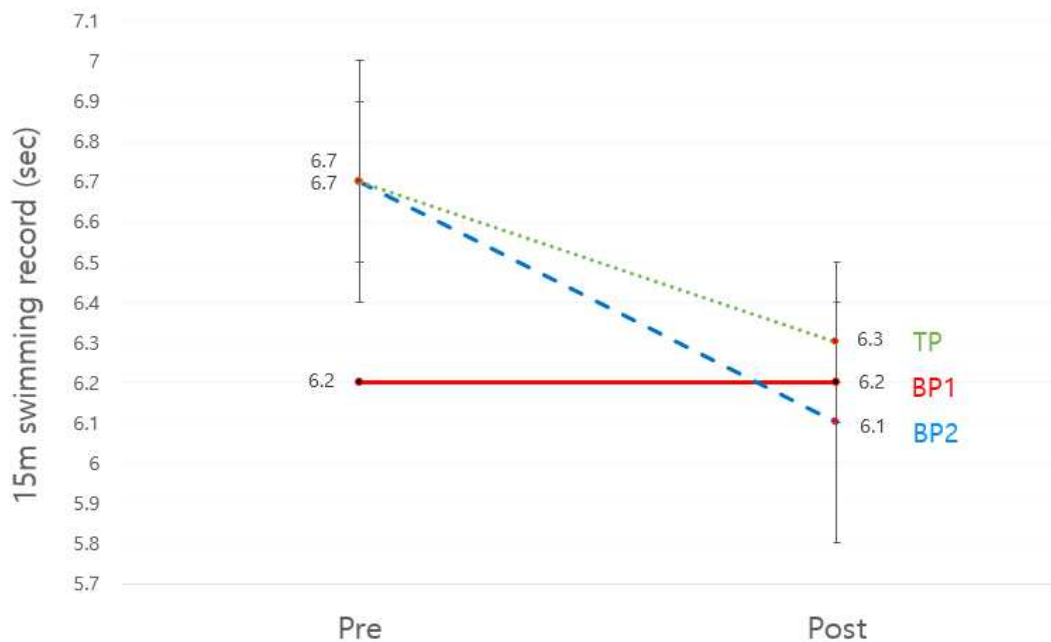


Figure 33. Comparison of 15m swimming record

(4) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 25m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 스타트에서 25m까지 수영 기록의 측정결과는 다음 <Table 72>, <Table 73>, <Figure 34>과 같다.

Table 72. Descriptive statistics of 25m swimming record by measurement trial (sec)

Group	Pre	Post	Total
BP1	12.8±1.2	12.5±1.1	12.4±1.0
BP2	12.5±0.8	12.0±0.9	12.3±1.1
TP	13.2±1.7	13.0±1.7	13.1±1.6
Total	12.8±1.2	12.4±1.3	12.6±1.2

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 73. The result of two-way repeated ANOVA for 25m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	7.936	2	3.968	1.217	.312	.083	.243
Error	88.006	27	3.259				
Within Subject							
Period	2.128	1	2.128	81.446	.001	.751	1.000
Group×Period	.321	2	.161	6.149	.006	.313	.852
Error	.705	27	.026				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정 시기별로 25m 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 72>에 제시하였으며, <Table 73>는 25m 기록 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복 측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 73>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(2,27)=1.217, p=.312$ ]. 측정시기 간 [ $F(1,27)=81.446, p=.001$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(2,27)=6.149, p=.006$ ].



집단 간 25m 기록 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주( $F=.793, p=.463$ )와 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.634, p=.214$ ).

집단 내 25m 기록 변화를 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였다. BP1 집단의 25m 총 기록은  $12.4 \pm 1.0$ (초)로 사전보다 사후에 -2.3% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=7.870, p=.001$ ). BP2 집단의 총 기록은  $12.3 \pm 1.1$ (초)로 사전보다 사후에 -4% 감소하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=4.823, P=.001$ ). TP 집단의 총 기록은  $13.1 \pm 1.6$ (초)로 사전보다 사후에 -1.5% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=4.019, p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 34>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하여 25m 사전 사후 측정기록 감소율을 비교한 결과, BP2 집단이 BP1과 TP 집단보다 기록이 가장 많이 단축되었다.

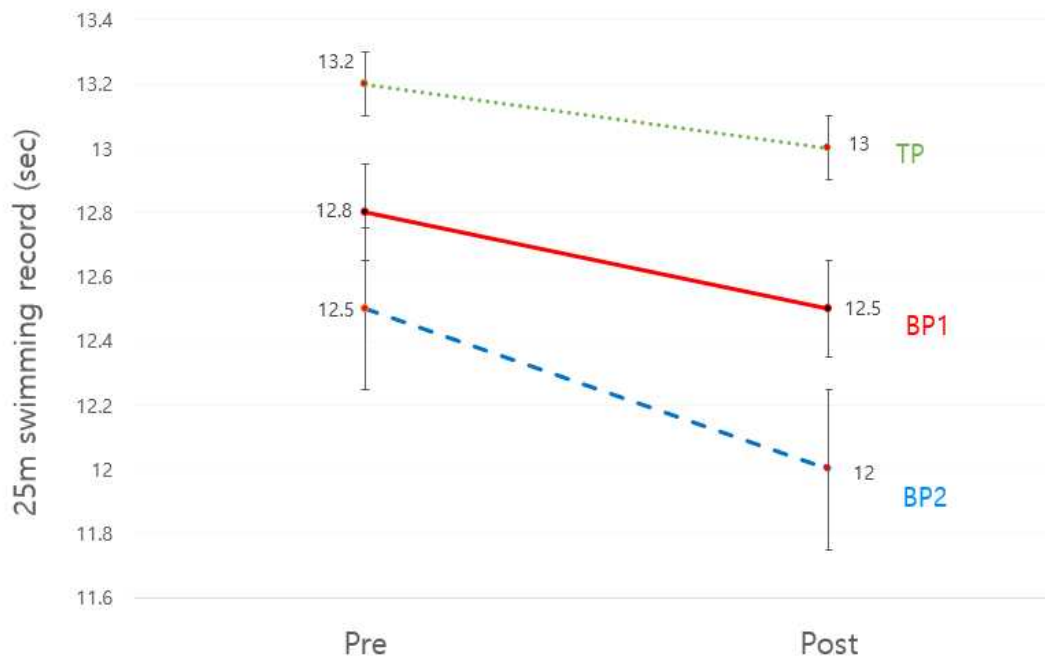


Figure 34. Comparison of 25m swimming record

(5) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 50m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 스타트에서 50m까지 수영 기록의 측정결과는 다음 <Table 74>, <Table 75>, <Figure 35>와 같다.

Table 74. Descriptive statistics of 50m swimming record by measurement trial (sec)

Group	Pre	Post	Total
BP1	28.0±2.5	27.3±2.0	27.6±2.2
BP2	28.0±1.9	27.7±1.8	27.7±1.8
TP	29.0±3.4	28.9±3.3	29.0±3.2
Total	28.3±2.6	27.8±2.5	28.0±2.5

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 75. The result of two-way repeated ANOVA for 50m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	22.700	2	11.350	.859	.435	.060	.182
Error	356.614	27	13.208				
Within Subject							
Period	3.548	1	3.548	24.505	.001	.476	.998
Group×Period	1.300	2	.650	4.491	.021	.250	.719
Error	3.909	27	.145				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 50m 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 74>에 제시하였으며, <Table 75>는 50m 기록 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복 측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 75>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(2,27)=.859, p=.435$ ]. 그리고 측정시기 간 [ $F(1,27)=24.505, p=.001$ ]과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(2,27)=4.491, p=.021$ ].

집단 간 50m 기록 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주( $F=.455, p=.640$ )와 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.423, p=.259$ ).

집단 내 변화를 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였다. BP1 집단의 50m 총 기록은  $27.6 \pm 2.2$ (초)로 사전보다 사후에 -2.5% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=.983, p=.001$ ). BP2 집단의 총 기록은  $27.7 \pm 1.8$ (초)로 사전보다 사후에 -1% 감소하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=.987, p=.001$ ). TP 집단의 총 기록은  $29.0 \pm 3.2$ (초)로 사전보다 사후에 -0.3% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=.986, P=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 35>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하여 50m 사전 사후 측정기록 감소율을 비교한 결과, BP1 집단이 BP2와 TP 집단보다 기록이 단축되었다.

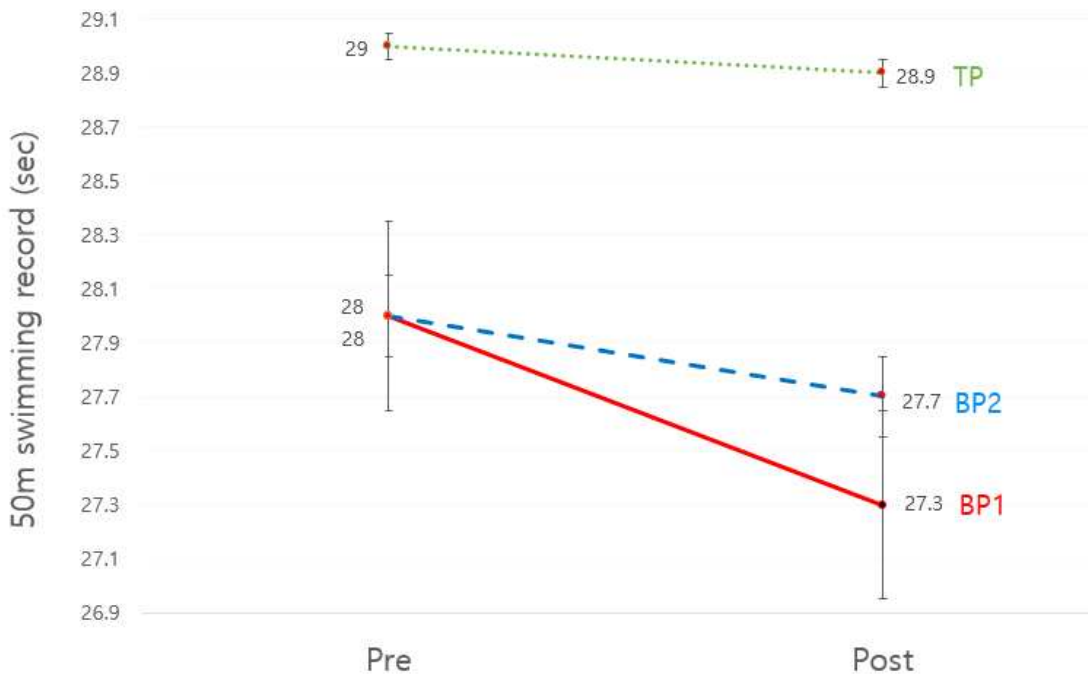


Figure 35. Comparison of 50m swimming record

(6) 블록 주기화 프로그램 적용에 따른 100m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 스타트에서 100m까지 수영 기록의 측정결과는 다음 <Table 76>, <Table 77>, <Figure 36>과 같다.

Table 76. Descriptive statistics of 100m swimming record by measurement trial (sec)

Group	Pre	Post	Total
BP1	60.0±4.7	58.7±3.3	59.4±4.0
BP2	59.0±4.5	58.2±4.1	58.6±4.3
TP	63.7±7.7	63.5±7.6	63.6±7.6
Total	60.9±5.6	60.1±5.0	60.5±5.3

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 77. The result of two-way repeated ANOVA for 100m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	289.839	2	144.919	2.317	.118	.146	.429
Error	1688.881	27	62.551				
Within Subject							
Period	8.408	1	8.408	20.844	.001	.436	.993
Group×Period	2.819	2	1.410	3.495	.045	.206	.603
Error	10.891	27	.403				

블록 주기화 트레이닝 프로그램에 따라 측정시기별로 100m 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 76>에 제시하였으며, <Table 77>는 100m 기록 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복 측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 77>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(2,27)=2.317, p=.118$ ]. 측정시기 간 [ $F(1,27)=20.844, p=.001$ ] 그리고, 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(2,27)=3.495, p=.045$ ].

집단 간 100m 기록 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주( $F=1.804$ ,  $p=.184$ )와 프로그램을 8주 적용한 후 집단 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=2.937$ ,  $p=.070$ ).

그러나 집단 내 변화를 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시한 결과, BP1 집단의 100m 총 기록은  $59.4\pm 4.0$ (초)로 사전보다 사후에 -2.1% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=2.788$ ,  $p=.001$ ). BP2 집단의 총 기록은  $58.6\pm 4.3$ (초)로 사전보다 사후에 -1.3% 감소하여, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=4.911$ ,  $p=.001$ ). TP 집단의 총 기록은  $63.6\pm 7.6$ (초)로 사전보다 사후에 -0.3% 감소하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $F=1.777$ ,  $p=.001$ ).

전체적으로 볼 때, <Figure 36>에서 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용하여 100m 사전 사후 측정기록 감소율을 비교한 결과, BP1 집단이 BP2와 TP 집단보다 기록이 단축되었다.

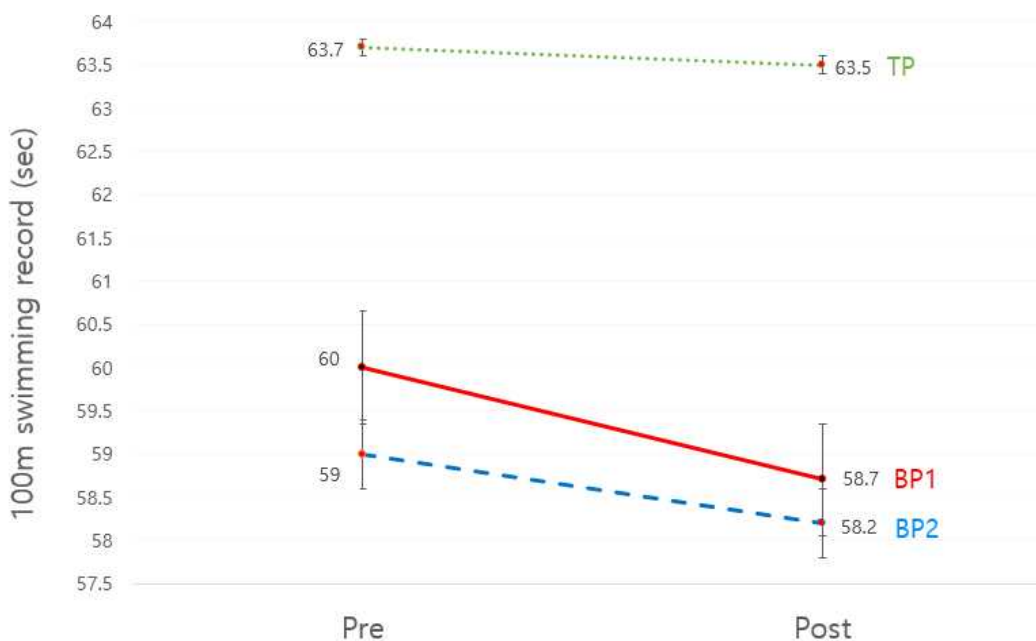


Figure 36. Comparison of 100m swimming record

## 2) Taper 기간에 따른 수영기록(Swimming record by taper durations)

### (1) Taper 기간에 따른 15m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 테이퍼 기간에 따른 15m까지 수영 기록의 측정결과는 다음 <Table 78>, <Table 79>, <Figure 37>과 같다.

Table 78. Descriptive statistics of 15m swim record by each taper durations (sec)

Variables Group	0일	3일	5일	7일	10일	12일	14일	Total
BP1	6.0±0.3	6.0±0.3	6.0±0.2	6.0±0.2	6.0±0.3	6.0±0.3	6.0±0.2	6.0±0.3
BP2	6.3±0.5	6.5±0.6	6.4±0.7	6.5±0.6	6.5±0.7	6.6±0.7	6.7±0.5	6.5±0.5
TP	6.6±0.6	6.9±0.6	6.7±0.6	6.7±0.5	6.7±0.6	6.7±0.6	6.7±0.6	6.6±0.5
Total	6.3±0.5	6.4±0.5	6.4±0.5	6.4±0.5	6.4±0.5	6.4±0.6	6.4±0.5	6.3±0.4

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 79. The result of two-way repeated ANOVA for 15m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	14.315	2	7.157	3.802	.035	.220	.642
Error	50.828	27	1.883				
Within Subject							
Period	.491	6	.082	4.596	.001	.145	.986
Group×Period	.509	12	.043	2.380	.007	.150	.958
Error	2.886	162	.018				

테이퍼 기간에 따라 측정시기별로 15m 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 78>에 제시하였으며, <Table 79>는 15m 기록 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 79>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(2,27)=3.802, p=.035$ ]

과 측정시기 간 [ $F(6,162)=4.596, p=.001$ ], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다 [ $F(12,162)=2.380, p=.007$ ].

집단 간 15m 기록변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였고, 테이퍼 기간에서 0일( $F=2.309, p=.119$ ), 3일( $F=3.146, p=.059$ ), 5일( $F=3.103, p=.061$ )에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 7일( $F=4.369, p=.023$ ), 10일( $F=3.637, p=.040$ ), 12일( $F=4.092, p=.028$ ), 14일( $F=5.987, p=.007$ )에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 Tukey 사후검증을 한 결과, 7일, 10일, 12일에서는 TP 집단보다 BP1 집단이 가장 빠르게 나타났으며, 14일에는 BP2와 TP 집단보다 BP1 집단이 가장 빠르게 나타났다.

집단 내 15m 기록 변화를 살펴보면, 0일부터 14일까지 총 7회 측정한 BP1 집단의 평균 기록은  $6.0\pm 0.3$ (초)로 5일, 7일, 14일이 0일, 3일, 10일, 12일보다 0.1초 빠르게 나타났다. 하지만 7번의 기록이 모두 6초 초반으로 거의 변화가 없는 것으로 보인다. BP2 집단의 평균 기록은  $6.5\pm 0.5$ (초)로 0일에 6.3초로 가장 빠르게 나타났고, 5일이 6.4초로 다른 기록보다 빠르게 나타났다. 7번의 기록이 모두 6초 중반으로 비슷해 보이나 12일부터는 기록이 느려지는 것을 확인할 수 있다. TP 집단의 평균 기록은  $6.6\pm 0.5$ (초)로 0일에 6.6초였으나, 3일에 0.3초가 느려진 6.9초로 15m까지의 기록이 가장 느리다. 5일부터는 6.7초 동일하게 나타났다.

전체적으로 <Figure 37>에서 볼 때, 테이퍼 기간을 적용하여 15m 기록을 비교한 결과, BP1 집단이 기록의 변화 없이 가장 빠르게 나타났고, 그 다음으로 BP2 집단이 빠르며, TP 집단이 가장 느린 기록으로 확인할 수 있다.

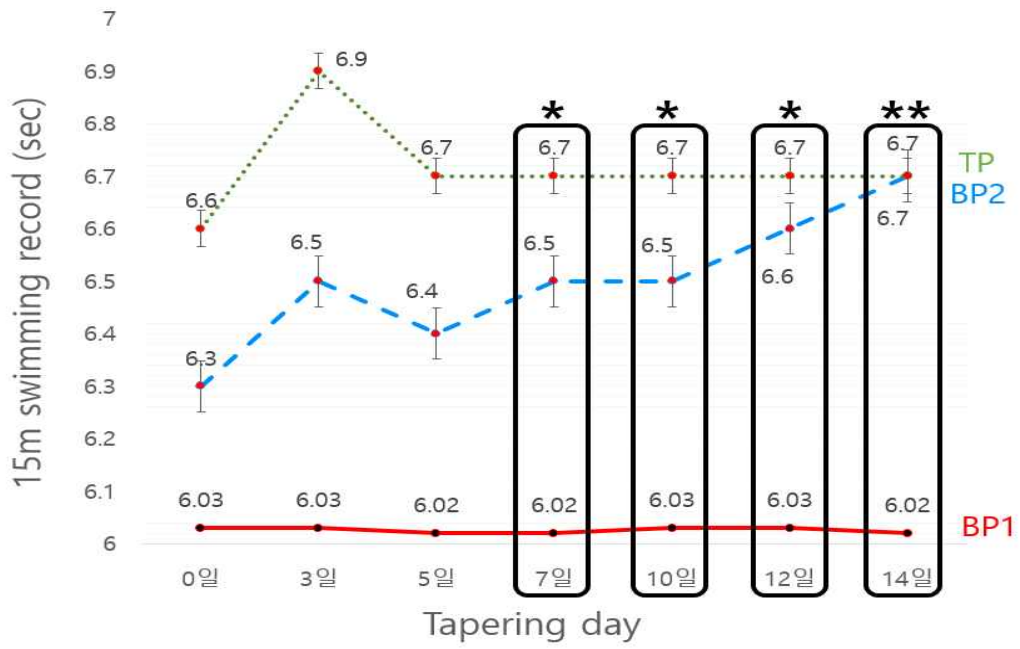


Figure 37. Comparison of 15m swimming record



(2) Taper 기간에 따른 25m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 테이퍼 기간에 따른 25m까지 수영기록의 측정결과는 다음 <Table 80>, <Table 81>, <Figure 38>과 같다.

Table 80. Descriptive statistics of 25m swim record by each taper durations (sec)

Variables Group	0일	3일	5일	7일	10일	12일	14일	Total
BP1	12.5±1.1	12.4±1.0	12.4±0.9	12.4±1.0	12.6±1.0	12.6±1.1	12.7±1.0	12.5±1.1
BP2	11.9±0.9	12.0±0.9	12.3±1.3	12.2±1.0	12.4±1.1	12.5±1.2	12.5±1.0	12.2±0.8
TP	13.0±1.7	13.2±1.7	13.2±1.7	13.1±1.7	13.2±1.7	13.2±1.7	13.3±1.7	13.0±1.6
Total	12.4±1.3	12.5±1.3	12.6±1.3	12.6±1.2	12.7±1.3	12.7±1.3	12.8±1.2	12.6±1.2

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 81. The result of two-way repeated ANOVA for 25m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	27.816	2	13.908	1.190	.320	.081	.238
Error	345.619	27	11.690				
Within Subject							
Period	2.809	6	.468	5.808	.001	.177	.997
Group×Period	1.158	12	.096	1.197	.289	.081	.665
Error	13.059	162	.081				

테이퍼 기간에 따라 측정시기별로 25m 수영 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 80>에 제시하였으며, <Table 81>은 25m 수영 기록 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 81>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(2,27)=1.190$ ,  $P=.320$ ]. 측정시기 간 [ $F(6,162)=5.808$ ,  $P=.001$ ]과 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타났다

[ $F(12,162)=1.197, P=.289$ ].

25m 수영 기록을 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였고, 테이퍼 기간에서 0일( $F=1.634, P=.214$ ), 3일( $F=1.989, P=.156$ ), 5일( $F=1.055, P=.362$ ), 7일( $F=1.183, P=.322$ ), 10일( $F=.899, P=.465$ ), 12일( $F=.684, P=.513$ ), 14일( $F=1.099, P=.348$ )에서는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 25m 수영 기록 변화를 살펴보면, 0일부터 14일까지 총 7회 측정된 BP1 집단의 평균 기록은  $12.5 \pm 1.1$ (초)로 3일, 5일, 7일이 평균기록보다 0.1초 빠른 12.4초이다. 하지만 BP1 집단은 시기가 지날수록 기록이 느려지는 것을 확인할 수 있다. BP2 집단의 평균 기록은  $12.2 \pm 0.8$ (초)로 0일에 11.9초로 가장 빠르게 나타났고, 3일까지는 평균 기록보다 0.2초 빠르게 나타났지만, 10일 이후부터는 느려지는 것을 확인할 수 있다. TP 집단의 평균 기록은  $13.0 \pm 1.6$ (초)로 두 집단 평균기록보다 0.5~0.8초 느리며, 0일에 14일까지 비슷한 기록으로 나타났다.

전체적으로 <Figure 38>에서 볼 때, 테이퍼 기간을 적용하여 25m까지의 수영 기록을 비교한 결과, BP2 집단이 기록의 변화는 크지만 가장 빠르게 나타났고, 그 다음으로 BP1 집단이 빠르며, TP 집단이 가장 느린 기록으로 확인할 수 있다.

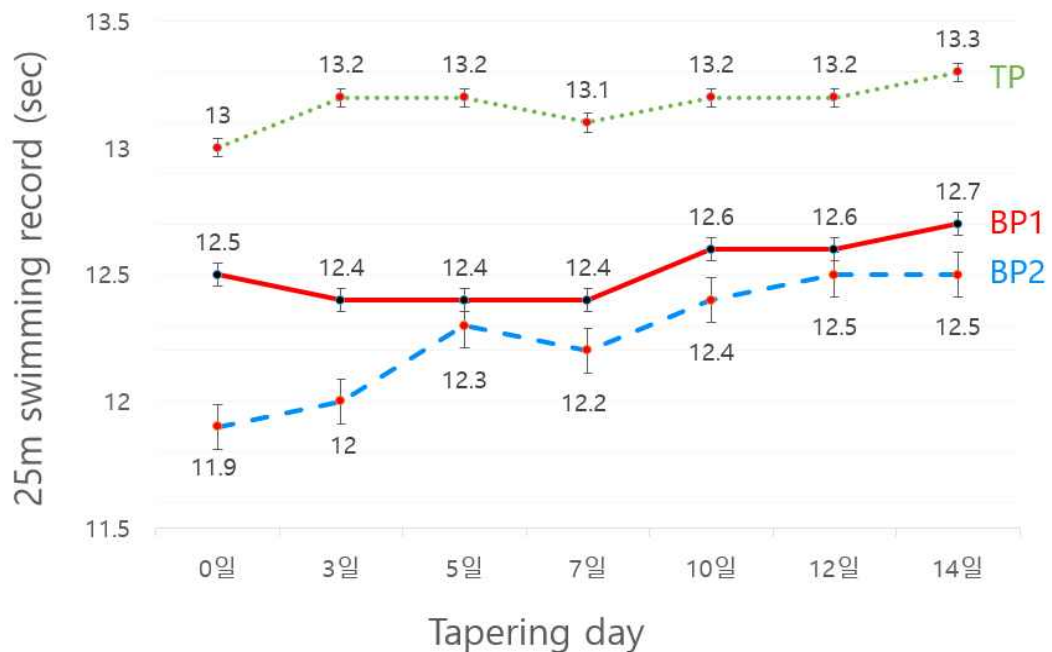


Figure 38. Comparison of 25m swimming record

(3) Taper 기간에 따른 50m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 테이퍼 기간에 따른 50m까지 수영기록의 측정결과는 다음 <Table 82>, <Table 83>, <Figure 39>와 같다.

Table 82. Descriptive statistics of 50m swim record by each taper durations (sec)

Variables Group	0일	3일	5일	7일	10일	12일	14일	Total
BP1	27.5±2.5	27.4±2.5	27.3±2.2	27.5±2.5	27.5±2.5	27.5±2.4	27.5±2.5	27.4±2.4
BP2	27.6±2.2	27.1±2.3	26.9±2.1	27.2±1.8	27.5±2.1	27.9±2.3	28.0±2.1	27.6±1.8
TP	28.9±3.3	29.6±3.3	30.3±3.3	30.5±3.8	29.9±3.5	29.7±3.4	29.3±3.5	28.9±3.2
Total	27.9±2.6	28.0±2.7	28.1±2.8	28.1±2.5	28.2±2.7	28.3±2.7	28.2±2.8	28.0±2.6

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 83. The result of two-way repeated ANOVA for 50m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	115.409	2	57.704	1.147	.333	.078	.231
Error	1358.313	27	50.308				
Within Subject							
Period	2.528	6	0.421	2.045	.062	.070	.730
Group×Period	18.371	12	1.531	7.430	.001	.355	1.000
Error	33.379	162	.206				

테이퍼 기간에 따라 측정시기별로 50m 수영 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 82>에 제시하였으며, <Table 83>는 50m 수영 기록 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 83>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간 [ $F(2,27)=1.147, P=.333$ ]과 측정시기 간에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(6,162)=2.045, P=.062$ ]. 그러나 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나

타났다[ $F(12,162)=7.430, P=.001$ ].

50m 수영 기록을 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시하였고, 테이퍼 기간에서 5일( $F=3.357, P=.050$ )에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 0일( $F=.595, P=.558$ ), 3일( $F=.777, P=.470$ ), 7일( $F=1.531, P=.235$ ), 10일( $F=1.028, P=.371$ ), 12일( $F=.869, P=.431$ ), 14일( $F=1.142, P=.334$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 *Tukey* 사후검증을 한 결과, 5일에서 TP 집단보다 BP1 집단이 가장 빠르게 나타났다.

집단 내 50m 수영 기록 변화를 살펴보면, 0일부터 14일까지 총 7회 측정한 BP1 집단의 평균 기록은  $27.4\pm 2.4$ (초)이고, 5일에 27.3초로 다른 시기보다 빠른 기록이 측정되었으며, 7일부터는 27.5초로 동일한 기록을 확인 할 수 있다. BP2 집단의 평균 기록은  $27.6\pm 1.8$ (초)이며, 5일에 26.9초 평균 기록보다 0.7초를 단축하였다. 14일은 28.0초 평균 기록보다 0.4초 증가한 것을 확인 할 수 있다. TP 집단의 평균 기록은  $28.9\pm 3.2$ (초)로 두 집단보다 가장 느렸으며, 0일에 28.9초 다른 시기보다 빠르게 나타났고, 7일에 30.5초로 0일 기록보다 0.9초 느려졌다.

전체적으로 <Figure 39>에서 볼 때, 테이퍼기간을 적용하여 50m 수영 기록을 비교한 결과, 평균기록은 BP1 집단이 빠르나, BP2 집단이 5일차에 기록이 가장 빠르다는 것을 확인할 수 있다.

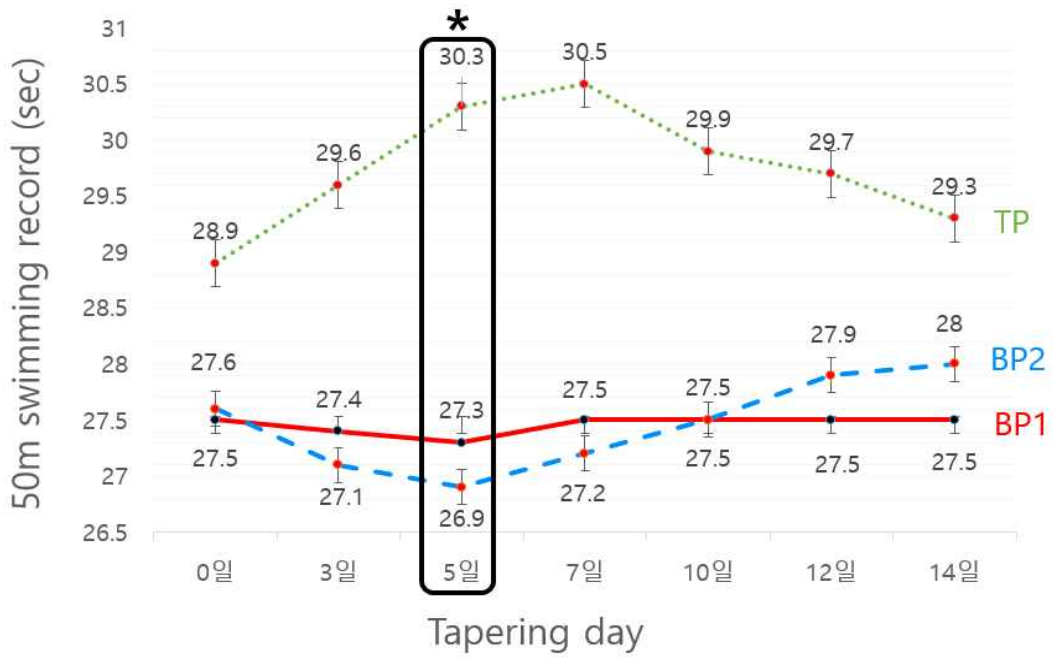


Figure 39. Comparison of 50m swimming record

(4) Taper 기간에 따른 50m 수영 기록의 변화

엘리트 단거리 수영선수들의 테이퍼 기간에 따른 100m까지 수영기록의 측정결과는 다음 <Table 84>, <Table 85>, <Figure 40>과 같다.

Table 84. Descriptive statistics of 100m swim record by each taper durations

Variables Group	0일	3일	5일	7일	10일	12일	14일	Total
BP1	59.4±4.6	59.0±4.7	59.5±4.6	59.4±4.7	59.3±4.6	58.4±4.5	59.5±4.8	59.3±4.0
BP2	58.4±4.4	58.8±5.1	57.9±3.9	57.8±3.4	58.5±4.3	58.9±4.3	59.2±4.6	58.6±4.2
TP	63.5±7.6	63.7±7.8	64.4±7.8	64.1±7.6	63.9±7.7	64.0±7.7	64.1±7.8	63.6±7.4
Total	60.4±5.9	60.5±6.2	60.6±6.1	60.4±5.9	60.5±5.9	60.2±6.1	60.8±6.1	60.4±5.7

BP1, 1week block periodization; BP2, 2week block periodization; TP, traditional periodization.

Table 85. The result of two-way repeated ANOVA for 100m swimming record

Variable	SS	df	MS	F	P	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1227.958	2	613.979	2.672	.087	.165	.485
Error	6203.966	27	229.777				
Within Subject							
Period	6.677	6	1.113	2.877	.011	.096	.883
Group×Period	19.742	12	1.645	4.253	.001	.240	1.000
Error	62.662	162	.387				

테이퍼 기간에 따라 측정시기별로 100m 수영 기록의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 84>에 제시하였으며, <Table 85>는 100m 수영 기록 변화가 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 85>의 이원반복측정분산분석 결과를 보면, 집단 간에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [ $F(2,27)=2.672$ ,  $P=.087$ ]. 측정시기 간 [ $F(6,162)=2.877$ ,  $P=.011$ ]과 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 모두 유의한 차이가 나타났다

[ $F(12,162)=4.253, P=.001$ ]. 100m 수영 기록의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 테이퍼 기간에서 5일( $F=3.508, P=.044$ ), 7일( $F=3.507, P=.044$ ), 12일( $F=3.394, P=.048$ )에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 0일( $F=2.169, P=.134$ ), 3일( $F=1.923, P=.166$ ), 10일( $F=2.400, P=.110$ ), 14일( $F=2.112, P=.141$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 *Tukey* 사후검증을 한 결과, 5일, 7일, 12일에서 TP 집단보다 BP2 집단이 가장 빠르게 나타났다.

집단 내 100m 수영 기록 변화를 살펴보면, 0일부터 14일까지 총7회 측정한 BP1 집단의 평균 기록은  $59.3\pm 4.0$ (초)이며, 12일에 58.4초로 평균기록보다 0.9초를 단축하였다. 3일에도 59.0초로 다른 시기보다 빠른 기록이 나타났으며, 5일, 7일, 10일, 14일은 비슷한 기록을 확인 할 수 있다. BP2 집단의 평균 기록은  $58.6\pm 4.2$ (초)이며, 5일 58.9초, 7일에 57.8로 평균기록보다 0.8초 단축하였다. 하지만 14일 59.2초로 7일 기록보다 1.4초 증가하여 기록차이가 많은 것을 확인 할 수 있다. TP 집단의 평균 기록은  $63.6\pm 7.4$ (초)로 0일에 가장 빠르게 나타났다. 3일, 10일에 63초 후반 이었으나, 5일, 7일, 12일, 14일에는 64초로 평균 기록보다 느린 것을 알 수 있다.

전체적으로 <Figure 40>에서 볼 때, 테이퍼 기간을 적용하여 100m 수영 기록을 비교한 결과, BP2 집단이 기록의 변화 없이 가장 빠르게 나타났고, TP 집단도 기록변화가 크지 않으나, 다른 집단에 비해 기록 단축이 필요한 것을 확인할 수 있다.

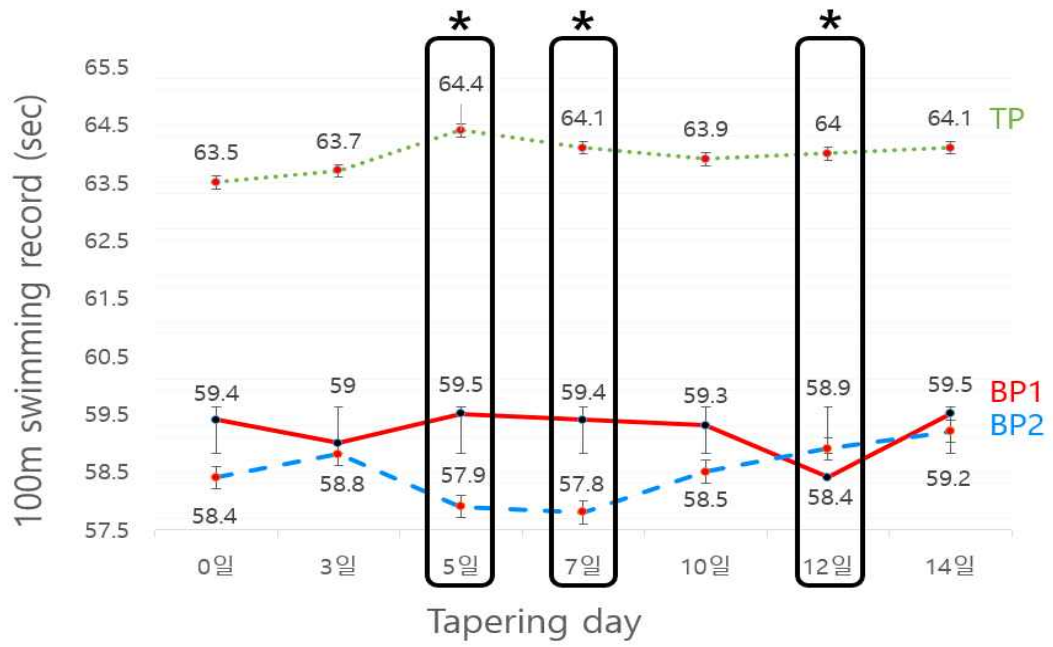


Figure 40. Comparison of 100m swimming record



## V. 논의

본 연구는 블록 주기화 프로그램을 엘리트 단거리 수영선수에게 맞도록 4주 트레이닝 프로그램으로 재구성하여 설계하였다. 프로그램을 2회 반복하여 8주간 블록 주기화 트레이닝과 전통 주기화 트레이닝을 비교·분석하였다. 연구 I에서는 블록 주기화 트레이닝이 단거리 수영선수의 기초체력, 등속성 근력 및 무산소성 파워에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 연구 II는 블록 주기화 트레이닝 후 테이퍼의 기간과 트레이닝 감소가 경기력에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 본 연구에서 얻은 결과를 바탕으로 다음과 같이 논의하고자 한다.

### 1. 연구 I : 블록 주기화 트레이닝 프로그램이 수영 엘리트 선수의 기초체력, 등속성 근력 및 무산소성 파워

체력(physical fitness)은 선수들이 경기력을 발휘하는데 요구되는 신체활동의 기본 신체능력을 의미하며, 높은 수준의 경기력을 발휘하기 위한 전제조건이다. 이러한 체력을 갖추기 위해서는 트레이닝이 필수적으로 수반되어야 하며, 체력 향상은 경기의 승패를 좌우하는 것으로 기본적이고 매우 중요한 요인이다.

본 연구에서는 8주 블록 주기화 트레이닝(BP)과 전통 주기화 트레이닝(TP) 프로그램을 실시하여 그에 따른 기초체력인 근력, 근지구력, 순발력, 민첩성, 유연성, 평형성을 측정하였다. 그 결과 BP 집단과 TP 집단은 악력, 배근력, 윗몸일으키기, 제자리높이뛰기, 사이드스텝, 전신반응시간, 체후굴에서 트레이닝 적용에 따른 집단 간, 측정 시기 간, 집단과 시기 간의 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다. 집단 간 배근력( $p<.002$ ), 제자리높이뛰기( $p<.001$ )와 사이드스텝( $p<.002$ )에서 BP 집단이 TP 집단보다 측정된 기록 변화에서 높은 차이로 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 블록 주기화 트레이닝이 단거리 수영선수의 체력 특성을 고려한 프로그램으로 체력이 향상되었음을 알 수 있다. 본 연구의 결과는 블록 주기화 트레이닝에 따른

기초체력을 비교한 선행연구(Pyne & Goldsmith, 2004; Clemente-Suárez & Arroyo-Toledo, 2018; Pliauga et al., 2018; Spinks, Murphy, Spinks & Lockie, 2007)의 연구결과를 뒷받침 하는 것이다. Geladas 등(2005)의 연구에서 스프린트 수영선수의 신체적 특성에 관한 분석한 결과 체자리높이뛰기와 악력은 자유형 100m 선수와 밀접한 관련이 있으며, 남자 수영 국가대표에게 주기화 근력 트레이닝을 적용한 송홍선, 박동호, 정동식(2008)의 연구에서도 기초체력인 서전트점프, 체자리멀리뛰기, 윗몸일으키기, 전신반응시간, 유연성이 사전보다 사후에 체력이 향상되어 통계적으로도 유의한 차이가 나타나 본 연구 결과와 일치한다.

근력은 근육이 발휘하는 힘으로 근육이 이완 수축되는 근섬유의 수, 근육의 크기 등으로 악력과 배근력 등이 평가된다. 본 연구에서 BP 집단이 근력을 평가한 좌측 악력에서 사전보다 사후에 6.6% 증가하여 유의한 차이가 나타났고( $p<.027$ ), 우측 악력도 28.2% 증가되었지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 수영 스트로크 시 손가락에서부터 전완근(forearm muscles), 삼두근(triceps), 삼각근(deltoid), 광배근(latissimus dorsi)까지 사용되는 근력과 배영선수가 스타트(start) 할 때 스타트 손잡이를 잡고 몸을 물 밖으로 올려 유지할 때 전완근(forearm muscles)과 이두근(biceps)이 필요하다. Garrido, Silva, Fernandes, Barbosa, Costa, Marinho & Marques(2012)의 연구에서도 강한 악력은 스트로크와 밀접한 영향이 있고, 단거리 수영선수에게는 중요한 요인이라 보고하였다. 이렇듯이 악력의 수치 증가는 수영기술훈련과 연관이 있는 것을 알 수 있다. 그리고 BP과 TP의 배근력을 비교한 결과, BP 집단은 트레이닝을 하기 전 0주보다 8주 후의 측정기록이 높아 유의한 차이가 나타났으므로( $p<.001$ ), BP의 프로그램이 근력에 효과적인 것을 알 수 있다.

근지구력은 근수축의 지속시간으로 최대하의 힘을 오랜 기간 동안 발휘하는 능력으로 윗몸일으키기 등이 평가된다. 본 연구에서 8주간 BP과 TP의 트레이닝 프로그램을 비교한 결과 BP 집단이 윗몸일으키기를 측정 기록이 사전보다 사후에 15.4%가 증가하였으나, 유의한 차이는 나타나지 않았다.

순발력은 정해진 시간 내에 정확한 동작으로 빠르게 수행할 수 있는 능력이다. 순간적으로 발휘되는 폭발적인 근력과 속도의 최대과위이며, 체자리높이뛰기로 평가한다. 본 연구에서 트레이닝 프로그램을 적용하기 전 0주에서는 TP 집단이 BP 집단보다 2.5cm 더 높이 점프를 하여 높은 수치로 측정되었으나, 8주 후에는 BP 집단이

TP 집단보다 점프능력이 2.7cm 향상되어 집단과 시기간의 유의한 차이가 나타났고 ( $p<.016$ ), BP 집단은 사전보다 사후에 8.1% 증가하여 BP 트레이닝 프로그램이 단거리 수영선수에게는 효과적이라고 할 수 있다. 25초 이내의 단거리 수영선수에게 있어 스타트를 할 때 빠르게 출발하고 멀리 뿔 수 있는 순발력이 경기 결과의 승패를 좌우하는 중요한 요인이다(West, Owen, Cunningham, Cook & Kilduff, 2011). Keiner, Yaghabi, Sander, Wirth & Hartmann(2015)은 스타트 15m에서 100m의 스프린트 수영 능력은 순간적인 속도와 강도이다. 점프 트레이닝은 강도와 속도를 향상시켜 스타트를 빠르고 멀리 뿔 수 있도록 하므로 스프린트 선수에게 중요한 트레이닝이며, 수영기록과 점프 트레이닝은 밀접한 관계라고 보고하였다(Keiner et al., 2015).

민첩성은 방향전환 능력으로 균형을 잃지 않고 속도도 감속하지 않으며 신속하고 정확하게 여러 방향으로 바꾸는 능력으로 사이드 스텝을 평가한다. 본 연구 사이드 스텝에서 집단 간( $p<.001$ ), 집단과 측정시기( $p<.010$ )에 따른 상호작용에서 유의한 차이가 나타났으며, 그 결과는 BP 트레이닝 프로그램이 효과적인 것을 알 수 있다. BP 집단에서 사전보다 사후에 사이드 스텝 횟수가 8% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다. 100m 이상 수영을 할 때 50m 턴에서 선수는 속도를 줄이지 않고, 180° 회전으로 방향을 전환하고 빠르게 벽을 차고 다시 빠른 속도로 레이스를 지속해야한다. 1분 이내 승부가 결정되는 100m에서 빠르게 회전하고, 멀리 전진할 수 있도록 벽을 차는 하지근력이 매우 중요하다. 이와 같이 엘리트 수영선수에게 턴의 회전능력을 향상시키기 위해서는 본 연구에서 실시한 BP 프로그램과 같이 박스 점프, 서전트 점프 등 트레이닝을 적용한 결과, 턴의 속도를 단축하였고 경기력에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였으며(Jones, Pyne, Haff & Newton., 2018), 본 연구의 민첩성 결과와 일치한다.

또한 전신반응시간은 외부에서 소리가 주어질 때 인체에서 소리를 감지하고, 중추 신경을 통해 근육이 수축하고 동작을 수행할 수 있도록 하기 전까지의 시간을 의미한다. 따라서 전신반응 측정계측기 발판에서 소리를 듣고 양발이 떨어지는 시간을 테스트 한다. 본 연구에서 실시한 전신반응시간(소리)의 결과는 집단 간( $p<.002$ ), 측정시기( $p<.001$ )에 따른 변화에서 유의한 차이가 나타났으며, 그 결과는 BP 트레이닝 프로그램이 효과적인 것을 알 수 있다. BP 집단에서 전신반응시간이 사전보다 사후

에 10% 단축하였고, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 세계 수영 선수권 대회에서 선수들의 스타트 반응시간을 평가한 결과, 예선-준결승-결승에 출전한 선수들의 스타트 반응시간의 유의한 차이가 없다고 보고하였으나(Da Silva, Dos Santos, Favaro, Lirani & Osiecki, 2019), 세계대회에 출전하는 선수들의 기록 차이는 50m에 1초 이내로 기록 차이가 크지 않기 때문에 스타트 반응시간 또한 차이가 없는 것으로 생각된다. 하지만 Blanksby, Nicholson & Elliott(2002) 지상 트레이닝에서 소리에 따라 반응 트레이닝을 하였더니 스타트 반응시간이 단축되었다고 보고한 바, 본 연구결과와 유사한 양상을 보였다. 스프린터 선수에게 중요한 스타트에서 출발 신호를 듣고 반응해야 되는 시간을 0.1초라도 단축하기 위해서는 BP 프로그램에 소리반응 트레이닝을 추가할 필요가 있다.

유연성은 관절가동범위(range of motion, ROM)를 향상시켜 운동의 효율성 증진과 부상 예방하는데 있으며, 평가로는 체후굴과 장좌체전굴을 실시한다. 본 연구 체후굴에서 집단 간에서 유의한 차이가 나타났으며( $p < .006$ ), 장좌체전굴은 BP와 TP 트레이닝에 따른 변화에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 본 연구와 다른 변인을 측정 한 선행연구를 살펴보면, 수영의 스트로크의 효율성을 증가시키기 위해 어깨 유연성을 향상시키며, 킥을 칠 때 발등의 면적과 탄성으로 킥의 효과를 극대화 시킬 수 있다. 즉, ROM 증가는 경기력과 부상예방에 상관관계가 높다고 보고하였다(Willems, Cornelis, De Deurwaerder, Roelandt & De Mits, 2014). 따라서 다수의 선행연구와 같이(Willems et al., 2014; Geladas et al., 2005; Troup, 1999; Beach, Whitney & Dickoff-Hoffman, 1992) 수영선수의 유연성 평가는 어깨, 발목 ROM을 측정이 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

평형성은 신체의 균형 및 안정된 자세를 유지하는 능력으로 눈감고 한발서기로 평가한다. 본 연구 눈감고 한발서기에서 BP와 TP 트레이닝에 따른 변화는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만, BP 집단은 사전보다 사후에 눈감고 한발서기가 64% 증가하여 BP 트레이닝 프로그램이 단거리 수영선수의 균형감각을 향상시켜 운동수행능력에 효과적인 것을 확인할 수 있다.

수영선수에게 밸런스(balance)와 코어(core) 트레이닝을 적용하였더니 외복사근(external oblique), 복직근(rectus abdominis), 척추기립근(erector spinae), 대둔근(gluteus maximus) 등 근육의 근 기능이 향상되어 밸런스와 코어 트레이닝이 수영

선수들에게 효과적이다(Fig, 2005). 올림픽 참가 수준의 호주 수영선수에게 근력과 저항 트레이닝을 점진적으로 시행한 결과, 상체와 하체의 근력이 강화되었고 어깨 회전근개(shoulder rotator cuff)의 불균형과 허리통증은 안정화가 되어 성공적인 트레이닝이라 보고하였다(Newton et al., 2002). 이와 같이 트레이닝 원리에 따라 근력, 스피드, 민첩성, 유연성 등을 스포츠 종목과 개인의 특성에 맞게 프로그램을 구성이 필요하다. 또한, 신체적 발달, 피로 회복, 상해 예방과 기술 습득을 할 수 있는 트레이닝 프로그램이 최상의 경기력에 발휘할 수 있도록 한다. 본 연구의 BP 프로그램은 트레이닝원리에 따라 설계하였으며, 대흉근/소흉근(pectoralis major/minor), 전면삼각근(anterior deltoid), 광배근(latissimus dorsi), 복직근(rectus abdominis), 외복사근(external oblique), 대둔근(gluteus maximus), 대퇴사두근(quadriceps), 대퇴이두근(biceps femoris), 비복근(gastrocnemius) 등 근육의 근 기능을 발달시켜 BP 트레이닝이 효과적이고, 단거리 수영선수에게는 적합하다고 볼 수 있다.

본 연구는 엘리트 단거리 수영선수에게 블록 주기화 트레이닝을 적용하여 전문체력 능력의 향상에 대한 비교·분석하였다. 전문체력 변인은 슬관절의 등속성 근력, 무산소성 파워, 젖산감소율로 설정하여 사전·사후에 측정하였다. 그 결과 BP 집단과 TP 집단은 슬관절 등속성 근력의 신근과 굴근 각근력 60°/sec, 우측 굴근신근비율에서 트레이닝 적용에 따른 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 무산소성 파워로 원게이트 검사를 한 결과 최고파워, 상대파워에서 BP 트레이닝 적용에 따른 집단 간, 측정 시기 간, 집단과 시기 간의 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다. BP 집단과 TP 집단 간 비교에서는 좌신근 절대값( $p<.028$ ), 우신근 상대값( $p<.041$ ), 우굴근 절대값( $p<.011$ ), 우측굴근신근비율( $p<.05$ ), 최고파워 절대값( $p<.018$ ), 최고파워 상대값( $p<.019$ ), 평균파워 절대값( $p<.035$ )에서 BP 집단이 TP 집단보다 측정기록 변화에서 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 블록 주기화 트레이닝이 단거리 수영선수의 경기력 관련 전문체력 특성을 고려한 프로그램으로 근 기능과, 무산소성 파워가 향상되어 트레이닝의 효과가 긍정적이었음을 알 수 있다. 본 연구의 결과는 블록 주기화 트레이닝에 따른 경기력 관련 전문체력을 비교한 선행연구(García-Ramos, Tomazin, Feriche, Strojnik, de la Fuente, Argüelles-Cienfuegos & Štirn, 2016; Fiolo, 2017) 결과와 일치하여 본 연구를 지지한다. Dalamitros, Manou, Christoulas & Kellis(2015)는 청소년 수영선수에게 근력 트레이닝을 적용하여 슬관

절 60°/sec의 측정된 결과에서 신근과 굴곡 모두 사전보다 사후에 수치가 향상되어 경기력에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고하였다. 또한, 고등학생 자유형 선수들의 국제대회 집단과 국내대회 집단의 체력과 등속성 근기능(peak torque)을 비교·분석한 결과 국제대회 출전하는 선수들이 체력도 우수하고, 등속성 근기능의 허리, 슬관절, 어깨 모두 국내대회 집단보다 높은 수치가 나타나(Bae, Yu & Lee, 2016), 본 연구와 유사한 결과를 초래하였다. 체력과 근기능의 발달은 기록 단축과 밀접한 관계가 있으며, 경기력 향상에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각된다.

본 연구에서 BP 집단 내 슬관절 등속성 근력을 측정된 세부적인 내용은 다음과 같다. 좌신근 절대값은 사전보다 사후에 근기능이 12% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p<.001$ ). 사전 측정에서는 TP 집단과 1.6% 차이였으나, 블록 주기화 트레이닝을 수행한 후, BP 집단이 13.7%의 증가폭을 보이며 향상되었다. 또한, 좌신근 상대값 사후에서도 11% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p<.001$ ).

좌굴근 절대값은 사전보다 사후에 근기능이 12% 증가하였고, 통계적으로도 유의한 차이도 나타났다( $p<.042$ ). 사전 측정에서는 TP 집단과 1.5% 비슷하였으나, 블록 주기화 트레이닝을 수행 후, BP 집단이 7.5%의 증가폭을 보이며 좌굴근 절대값이 향상되었다. 또한, 상대값도 사후에 11% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p<.024$ ).

우신근 절대값은 사전보다 사후에 근기능이 10% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p<.002$ ). 사전 측정에서는 TP 집단이 0.5% 높았으나, 블록 주기화 트레이닝을 수행 후, BP 집단이 14.6%의 증가폭을 보이며 우신근 절대값이 향상되었다. 또한, 상대값도 사후에 10% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p<.012$ ). 우굴근 절대값은 사전보다 사후에 11% 근기능이 증가하였고, 유의한 차이도 나타났다( $p<.020$ ). 상대값도 사후에 12% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p<.002$ ).

우측굴근신근비율은 사전 보다 사후에 수치가 증가함으로 통계적으로 유의한 차이도 나타났으며( $p<.006$ ), 좌측굴근신근비율, 신근과 굴근 좌우비에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

등속성 근력 측정은 수영 킥과 밀접한 관련이 있다. 수영 킥은 고관절(hip joint)부터 구부리는 동작으로 시작하여 대퇴, 무릎까지 움직이며, 무릎에서 발목까지의 뺨기를 하는 아래차기와 반사적으로 대퇴를 위로 밀어서 위로 차기를 한다. 이때 대둔근(gluteus maximus), 슬굴곡근(hamstring muscles), 대퇴사두근(quadriceps), 족저



근(ankle plantaris)의 근육을 가장 많이 사용한다. Åstrand(1978), Charbonnier, Lacour, Riffat & Flandrois(1975)연구에 따르면 위로차기보다 내려차기의 에너지 소비 비중이 더 높으므로 중·장거리 선수의 피로와 더 빠른 평균속도로 레이스를 하기 위해서는 킥의 비중을 줄여야한다고 하였다. 하지만 단거리 선수는 짧은 시간의 레이스이며, 에너지 보존 보다는 추진력 증가가 더 중요하기 때문에 킥의 사용 빈도를 높여 강하고 빠른 킥을 차야한다. 따라서, 하체의 근력이 킥의 강도와 속도에 영향을 미치며, 단거리 수영의 추진력을 좌우하기 때문에 본 연구의 BP 트레이닝을 통해 슬관절의 신근과 굴근이 향상된 것은 긍정적인 의미가 있다고 생각된다.

50m 단거리 선수와 400m 장거리 선수 대상으로 근력과 경기력 간의 상관관계를 연구한 Hawley, Williams, Vickovic & Handcock(1992)는 상·하체 원게이트 검사를 실시한 결과, 단거리선수는 팔·다리 평균파워가 장거리선수보다 높게 나타났다고 보고하였다. 그리고 Bencke, Damsgaard, Sækmose, Jørgensen, Jørgensen & Klausen(2002)는 청소년 수영선수의 등급(상위권과 하위권)에 따른 무산소성 파워와 근력의 차이를 검사하였다. 원게이트 검사에서 상위권 선수들이 최대파워가 10%, 평균파워는 16% 높게 나타났으며, 서전트 점프, 제자리 반복 점프 측정에서 모두 유의하게 차이가 나타나 경기력이 우수한 선수일수록 무산소성 파워와 근력이 발달되었다고 보고하였다(Bencke et al., 2002).

본 연구에서 BP 집단 내 무산소성 파워를 측정한 세부적인 내용은 다음과 같다. 최고파워 절대값은 사전보다 사후에 7.7% 파워가 향상되었고, 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 상대값도 사후에 7.8% 증가하여 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 평균파워 절대값은 사전보다 사후에 5.8% 파워가 향상되어 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 상대값도 사후에 5.4% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p < .001$ ).

무산소성 파워는 단거리 수영선수가 50m 대회를 땀 때 무산소성 에너지 동원능력에 의존하여 폭발적인 파워와 최대근력을 사용한다. 에너지 동원 능력인 ATP-PC 체계나 무산소성 해당작용(젖산체계)을 향상시키기 위해서는 무산소성 파워를 증대시키는 트레이닝이 필요하다. 따라서 무산소성 파워를 향상시키기 위해서는 고강도 트레이닝과 인터벌 트레이닝을 적용하여 단거리 선수가 사용하는 특정 근육을 향상시키는 것이 중요하다고 생각된다.

## 2. 연구Ⅱ : 블록 주기화 트레이닝 후 Taper 기간에 따른 경기력 관련 전문체력 및 수영 기록

코치들은 무산소성 근력을 검사하기 위해 신뢰성이 높은 1RM, 제자리점프, 크랭킹(cranking), 원게이트 검사 등을 이용하여 근력과의 관계를 측정해왔다. 하지만, 수영의 유사 동작으로 무산소성 근력을 측정을 하기에는 역부족이다. Swaine(2000)은 스포츠과학자와 코치들은 이용하는 스윙벤치를 시뮬레이션 한 결과, 20대 남자 선수들의 스윙벤치 스트로크 속도, 심폐기능 등의 신뢰계수 0.93으로 스윙벤치는 스트로크 무산소성 근력 검사로 신뢰성을 확인되었다. 전자식 스윙벤치의 무산소성 근력 측정과 스프린트 수영 속도 간의 연구에서도 스윙벤치의 효과는 긍정적이며, 경기력 향상도 영향을 미칠 것이라고 보고하였다(Edelmann-Nusser et al., 2004; Swaine & Zanker, 1996; Ogita & Taniguchi, 1995).

8주간 블록 주기화 프로그램을 1주일씩 4주를 2회 반복한 BP1 집단, 2주일씩 진행한 BP2 집단, 주기화 트레이닝을 진행한 TP 집단으로 진행하였다. 단거리 수영선수들을 위한 트레이닝 프로그램을 비교·분석하기 위해 경기력 관련 전문체력인 스윙벤치와 수직 킱을 설정하였다. BP와 TP 프로그램 사전·사후에 스윙벤치, 수직 킱을 측정한 결과는 집단 간, 측정 시기 간, 집단과 시기 간의 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, BP 집단과 TP 집단 간 차이를 살펴본 결과, 두 변인 모두 사전 측정 값이 유의한 차이가 나타나 사전변인을 통제하였으며, 스윙벤치는( $p<.008$ ), 수직 킱은( $p<.001$ )로 사후 측정에서도 유의한 차이가 나타났다. 스윙벤치 사후검증에서 TP와 BP1 집단보다 BP2 집단이 가장 높은 수치를 확인되었고, BP2 집단은 스트로크 속도가 17.8% 증가하였다. 수직 킱은 TP와 BP1 집단보다 BP2 집단 유의한 차이로 높게 나타났으나, <Figure 32>에서 기록의 향상도를 보면 BP2 집단은 3.4%, BP1 집단이 28.4%증가하였다. 통계적으로는 BP2 집단이 오랫동안 수직 킱을 찾으나, 블록 주기화 적용 후 BP1 집단의 수직 킱 증가율이 높은 것은 트레이닝을 통해 복직근(rectus abdominis), 외복사근(external oblique muscle of abdomen), 척추 기립근(erector spinae), 대퇴사두근(quadriceps), 대둔근(gluteus maximus) 등 근육이 발달되어, 수직 킱을 칠 때 사용되는 근기능들이 향상되었음을 알 수 있다. Suciú &



Popovici(2014) 연구에서도 6주 동안 15명의 수영선수를 대상으로 일주일에 3번 4.5kg의 웨이트 벨트를 착용하여 30초 동안 수직 킥을 차고, 3분 휴식, 4세트로 트레이닝을 하였다. 그 결과, 슬관절의 신근 100°와 120° 측정에서 근기능이 발달되고, 수영 속도와 기록이 향상되었다. 그리고 청소년 수영선수 대상으로 5개월 동안 수직 킥 트레이닝을 적용하여 50m 수영기록 변화의 효과를 검증한 결과, 기록은 단축되고, 하체 근력도 향상되어 킥의 강도는 높아지고 횟수는 줄어들었다고 보고하였다(Peter, Martina & Romana, 2020). 앞서 언급한 선행연구의 결과처럼 수영관련 전문체력의 트레이닝은 근력과 수영기록을 단축시켜 경기력에 긍정적인 영향을 보고한 바와 같이 스вим벤치와 수직 킥의 기록 향상을 시킨 블록 주기화 트레이닝 효과가 입증되었다고 생각한다.

본 연구에서 BP1 집단과 BP2 집단 내 경기력 관련 전문체력을 측정한 세부적인 내용은 다음과 같다. 스вим벤치의 BP1 집단은 사전보다 사후에 9.5% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p=.001$ ). BP2 집단은 사후에 14.4% 증가하여 유의한 차이가 나타났다( $p=.001$ ). 수직 킥의 BP1 집단은 사전보다 사후에 17.2% 증가하였고, 유의한 차이도 나타났다( $p=.001$ ). 하지만, BP2 집단은 사후에 22.7% 증가하였으나, 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p=.083$ ).

본 연구에서 설계한 블록 주기화의 프로그램에서 스트로크와 관련이 깊은 종목은 턱거리(pull up), 랫 풀다운(lat pull-down), 5m 줄 올라가기(rope climbing), 메디신 볼(medicine ball overhead throws), 케이블 업다운 트위스트(cable up-down twist) 등이다. 물속 스트로크의 뺨기(glide)에서 위로젓기(upsweep)까지 사용되는 근육은 견갑하근(subscapularis), 광배근(latissimus dorsi), 능형근(rhomboids), 대흉근/소흉근(pectoralis major/minor), 상완삼두근(triceps brachii), 상완이두근(biceps brachii), 상지 굴곡근(forearm flexors), 오혜완근(coracobrachialis), 전면 삼각근(anterior deltoid)이다. 선수와 코치는 스트로크의 거리를 향상하려면 위와 같은 트레이닝에 집중해야 한다. 또한, 스트로크에 관련된 선행연구에서도 근육 발달은 스트로크의 길이, 속도, 활성도가 향상되며, 스트로크 향상은 기록과 밀접한 관계이므로 경기에서 승패를 좌우할 수 있는 중요한 요인이다(Hawley et al., 1992; Nakashima & Ono, 2014; Secchi, Muratt, Andrade & Greve, 2010; Caty, Aujouannet, Hintzy, Bonifazi, Clarys & Rouard, 2007; Ikuta, Matsuda, Yamada, Kida, Oda & Moritani,

2012). 따라서 단거리선수에게 설계된 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 통하여 근력향상은 필수적이다.

본 연구는 엘리트 단거리 수영선수에게 블록 주기화 트레이닝 프로그램이 수영기록과의 관련성을 보고자 하였다. Girolld, Maurin, Dugue, Chatard & Millet(2007) 연구에서도 단거리 선수에게 강한 근력이 수영 속도 향상과 관련되어있기 때문에 효율적인 ATP-PC 에너지 시스템과 당 분해를 통한 에너지 전환(glycolytic metabolism) 기능을 향상시키기 위해서 웨이트 중량을 무겁게 하여 동작을 빠른 속도로 수행하는 근력 트레이닝이 중요하다(Rodríguez & Mader, 2011). 또한, 코치들은 수영 트레이닝으로 ATP-PC와 젖산 시스템, 스피드, 파워 등을 향상 시킬 수 있는 프로그램들도 근력 트레이닝과 함께 진행한다. 그래서 15m와 25m는 정식대회에서 실시하지 않으나, 선수들은 스타트 플랫폼에서 0.7초 이내로 점프를 하고 잠영에서 첫 번째 스트로크까지 빠르고 강한 킥으로 추진력을 얻어야 기록 단축에 효과적이므로 코치들은 짧은 거리 트레이닝을 진행한다. 짧은 거리의 속도를 향상시켜야 50m, 100m 기록도 단축시킬 수 있고, 짧은 거리트레이닝은 경기에서 승패를 좌우하기 때문에 15m와 25m 기록 측정도 필요하다. Arellano(2000)는 수영기록 분석 시스템(temporal swimming analysis system, TSAS)을 사용하여 스타트에서부터 100m까지 세부 기록을 측정하였고, 측정한 기록은 트레이닝계획에 적용되어 선수들의 운동수행능력 향상에 적합한 시스템이라고 하였다.

본 연구에서는 8주간 블록 주기화 프로그램을 적용하여 사전(0주)와 사후(8주)에 단거리 수영선수 기록을 스타트 15m, 25m, 50m, 100m 거리별로 측정하였다. 거리별 기록을 측정한 결과는 집단 간, 측정 시기 간, 집단과 시기 간의 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간 차이를 살펴본 결과 15m에서는 사전측정 값이 유의한 차이가 나타나 사전변인을 통제하였으며, 사후 측정에서 유의한 차이가 나타났다( $p < .018$ ). 스타트 15m 사후검증에서 TP와 BP1 집단보다 BP2 집단이 가장 빠른 기록으로 확인되었다. 하지만 25m, 50m, 100m에서는 집단 간의 기록은 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 측정기록을 분석한 결과, BP1 집단은 스타트 15m에서 사전기록이  $6.2 \pm 0.3$ 초 이었으나, 사후에  $6.2 \pm 0.5$ 초로 기록의 변화가 없으나( $p < .024$ ), 25m에서는 0.3초 기록 단축으로 -2.3% 감소( $p < .011$ ), 50m에서는 0.3초 기록 단축으로 -1%

감소( $p<.001$ ), 100m 0.8초 기록 단축으로 -1.3%로 감소하여( $p<.001$ ), 15m, 25m, 50m, 100m 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. BP2 집단은 스타트 15m에서 사전보다 사후기록이 0.5초 기록단축으로 -5.9% 감소( $p<.001$ ), 25m에서는 0.5초 기록 단축으로 -4% 감소( $p<.011$ ), 50m에서는 0.7초 기록 단축으로 -2.5% 감소( $p<.001$ ), 100m 1.3초 기록 단축으로 -2.1%로 감소하여( $p<.001$ ), 15m, 25m, 50m, 100m 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. Arroyo & Gonzalez(2017) 연구에서 점진적 강도부하(pyramid training) 프로그램을 8주간 수행하였더니 50m기록이 1.55% 단축되어 유의한 차이가 나타났고( $p<.01$ ), 자유형 운동수행능력이 80%이상 상위권 선수들이 더 높은 파워를 나타내어 기록 단축에 밀접한 관련이 있다고 보고하였다.

폴란드 수영선수 16명 대상으로 6주간 근육강화 트레이닝 수행하고 비디오카메라 시스템을 사용하여 50m 기록을 측정 한 결과, 0.3초 단축으로 -1.2%( $p<.001$ ) 감소하였다(Karpiński, Rejdych, Brzozowska, Gołaś, Sadowski, Swinarew & Stanula, 2019). 이와 같이 100m 선수라도 짧은 거리의 기록이 단축되어야하고 0.1초 단축을 위해서는 스타트, 턴, 잠영(물속 킥), 및 호흡까지 반복적인 연습이 필요하다고 생각된다. 본 연구의 결과에서도 BP1과 BP2 집단은 15m에서 100m까지 기록이 단축되었다. 이러한 결과는 본 연구의 파워프로그램에서 플라이오메트릭, CMJ후 스프린트 달리기 트레이닝, 1RM의 70~80% 강도에서 10초간 빠르게 수행하는 웨이트 트레이닝 등이 10~15초 순간적인 파워와 스피드 특성을 효과적으로 나타낸 것으로 사료된다.

코치와 스포츠과학자들은 시즌 주요 대회 며칠에서 몇 주 전까지 강도 높은 트레이닝을 마무리한 다음 테이퍼 기간을 통해 피로회복과 최상의 컨디션으로 대회에 출전을 할 수 있도록 많은 연구를 진행하고 있다(Mujika, 2010; Toubekis et al., 2013; Hellard et al., 2013; Zehsaz et al., 2011; Papacosta et al., 2013). Johns 등 (1992) 연구에서도 주당 50~90% 정도 트레이닝양 감소가 수영선수의 경기력이 3% 향상된 것으로 보고되었고, 수영선수에게 테이퍼를 적용하여 근력과 자유형 기록에 관한 연구에서 테이퍼를 적용한 집단이 2.6%의 근력이 증가하였다(Johns et al., 1992). 테이퍼에서 트레이닝양 감소 중요하지만, 기간도 경기승패에 좌우되기 때문에 중요하다. 선행연구에서는 4~30일까지 다양한 기간들이 제시되고 있다(Hopper et

al 1999; Mujika et al., 1996; Neary et al., 2005). 따라서 본 연구에서도 단거리 수영선수에게 적합한 테이퍼 기간을 연구하기 위해 0~14일간 테이퍼를 실시하였다. 테이퍼 기간에 따라 측정시기별로 15m, 25m, 50m, 100m 수영기록을 측정한 결과 집단 간, 측정시기 간, 집단과 시기 간의 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다.

집단 간 15m 기록에서 7일( $p=.023$ ), 10일( $p=.040$ ), 12일( $p=.028$ ), 14일( $p=.007$ )에서는 유의한 차이가 나타났다. 사후검증을 한 결과 BP2와 TP 집단보다 BP1 집단이 가장 빠르게 나타났다. <Figure 37>을 살펴보면, BP1 집단은 기록의 변화가 없으며, BP2 집단은 0일에 6.3초로 가장 빠르게 나타나고 7일부터는 기록이 점점 늘어나는 것을 확인할 수 있다. 25m 수영 기록은 모두 유의한 차이가 나타나지 않았지만, <Figure 38>에서 BP2 집단이 0일과 3일 기록보다 5일 이후 기록은 느려졌지만 BP1 집단보다 빠른 기록이 측정되었다. 50m 수영 기록에서는 5일( $p=.050$ )만 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, BP1 집단이 가장 빠르게 나타났다. BP1 집단은 5일에 27.3초로 다른 시기보다 빠른 기록을 확인하였고, BP2 집단도 5일에 26.9초 평균 기록보다 0.7초가 단축되었다. 이러한 결과는 50m에 출전하는 선수에게 테이퍼 기간을 5일까지 적용하는 것이 효과적이라고 생각된다. 100m 수영 기록을 측정한 결과, 5일( $p=.044$ ), 7일( $p=.044$ ), 12일( $p=.048$ )에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 사후검증에서는 5일, 7일, 12일에서 BP2 집단이 가장 빠르게 나타났다. BP2 집단의 평균 기록은  $58.6 \pm 4.2$ (초)이며, 5일 58.9초, 7일에 57.8로 평균기록보다 0.8초 단축하였다. 하지만 14일 59.2초로 7일 기록보다 1.4초 증가하여 기록차이가 많은 것을 확인할 수 있다. 100m는 1분이내의 승패가 결정되는 경기로 파워-지구력이 필요한 종목이다. 100m가 주 종목인 선수는 스프린트의 트레이닝만 하기보다는 파워와 스피드를 유지할 수 있도록 근지구력 트레이닝도 필요하다. Bidrman(1998)은 1996년 올림픽 금메달리스트 평영선수가 웨이트 트레이닝의 파워-지구력을 일주일에 4번 진행하였고, 스프린트 트레이닝은 10m 파워랙 수영과 고탄력 밴드를 이용하여 킥과 무산소성 트레이닝을 지속적하였다. 대회 참가 전 3주의 테이퍼 기간을 트레이닝양, 강도, 빈도를 감소하였더니 50m, 100m, 200m까지 세계신기록을 수립하였다. 마이크 배로만 선수는 일주일에 6일은 60분 간 서킷 트레이닝을 메디신볼을 이용하여 올림픽 출전 3주전 까지 지속하였다. 그 이후 테이퍼를 설정하여 트레이닝양과 강도를 1일 30분으로 줄여 대회 8일 전까지 수행한 결과 금메달의 성과를 거두었다. 이와 같

이 트레이닝과 테이퍼 적용을 효율적으로 한다면 잦은 대회 참가에서도 성공적인 성과가 나타날 수 있다고 사료된다.

본 연구에서도 블록 주기화 프로그램과 일일 8,000~9,000m 수영 트레이닝을 일주일에 5일, 8주 간 진행하였고, 14일간 테이퍼 기간에 트레이닝양을 50~70%까지 감소시켜 기록을 측정하였다. 그 결과 50m 선수에게는 14일 기간 중 5일째 기록이 가장 빠르게 나타났고, 7일이 지나가면 기록이 상승하기 때문에 테이퍼 기간을 짧게 진행하는 것이 단거리 선수에게 유리하다고 판단된다. 그리고 BP1 집단에서 100m 기록이 12일째 가장 많이 단축되었고, BP2 집단은 5일, 7일째 기록이 가장 빠르게 나타났고, 14일부터는 기록이 상승하였다. 따라서 100m 선수들은 5일~12일 사이, 50m는 5일 이내에 대회 출전 시 성공적인 기록 단축을 예상 할 수 있다.

본 연구결과를 종합해 보면 엘리트 단거리 수영선수에게 전통 주기화 트레이닝을 통한 근력 향상보다 8주간 블록 주기화 트레이닝 프로그램 적용이 기초체력, 하지 근기능, 무산소성 파워, 그리고 경기력 관련 체력 향상으로 기록 단축되었다. 그리고 14일 간 테이퍼 기간을 적용한 결과, 50m는 5일째, 100m는 5일, 7일, 12일째 가장 빠른 기록을 나타낸 것을 확인할 수 있다.

따라서 엘리트 단거리 수영선수에게는 블록 주기화 트레이닝 프로그램이 선수의 체력을 향상 시켜 경기에 긍정적인 영향을 발휘할 수 있도록 하였으며, 테이퍼를 적용하여 선수에게 최상의 컨디션으로 기록 경신을 할 수 있는 프로그램이라고 사료된다.

## VI. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구는 블록 주기화 트레이닝 프로그램이 엘리트 단거리 수영선수들의 체력 및 경기력에 미치는 효과를 비교·분석하고, 수영선수에게 프로그램과 테이퍼 기간을 제시하고자 한다. 이에 따라 연구 I에서는 4주 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 설계하고, 50m와 100m 단거리 수영 선수 총 20명에게 8주간의 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하여 기초 체력, 하지 근기능 및 무산소성 파워를 비교·분석하였다.

본 연구Ⅱ는 단거리 수영 선수 총 30명을 블록 주기화 1주 트레이닝 집단(BP1), 2주 집단(BP2)과 전통 집단(TP)을 10명씩 분류하였다. 8주간의 블록 주기화 트레이닝 프로그램 종료 후, 테이퍼 기간을 0일~14일까지 적용하고 기간 내 선수들의 최고의 경기력을 발휘할 수 있는 시점과 시점에 따른 수영 기록과의 관계를 비교·분석하였다.

본 연구에서 실험한 결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전(0주)와 후(8주)의 시기에 따라 TP 집단보다 BP 집단이 기초체력인 근력, 근지구력, 순발력, 민첩성이 유의하게 향상되었다(연구 I).

둘째, 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전(0주)와 후(8주)의 시기에 따라 TP 집단보다 BP 집단이 전문체력인 슬관절 60°/sec의 좌신근, 우신근, 우굴근, 우측굴근신근비율과 무산소성 파워인 최고파워, 평균파워 모두 BP 집단이 유의하게 증가하였다(연구 I).

셋째, 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전(0주)와 후(8주)의 시기에 따라 BP2 집단이 전문체력인 스윙벤치와 수직 킥의 운동수행능력이 향상되어 유의한 차이가 나타났다(연구Ⅱ).

넷째, 블록 주기화 트레이닝 프로그램을 적용하기 전(0주)와 후(8주)의 시기에 따라 BP2 집단이 15m 수영기록 향상되어 유의한 차이로 단축되었다(연구Ⅱ).

다섯째, 테이퍼를 14일간 적용에 따라 BP1 집단이 15m, BP2 집단은 50m, 100m에서 가장 빠르게 나타났다. 또한, TP 집단보다 BP1과 BP2 집단이 기록을 단축되어 유의한 차이가 나타났다(연구Ⅱ).

여섯째, 0일, 3일, 5일, 7일, 10일, 12일, 14일의 테이퍼 기간에 따라 15m에서는 0일차, 50m 5일차에 BP1과 BP2 집단 모두 기록이 가장 빠르게 나타나 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 25m에서는 BP1 집단이 5일차, BP2 집단은 0일차에 가장 빠른 기록은 나타냈고, 100m에서는 BP1 집단이 12일차, BP2 집단은 7일차에 기록을 단축하였다(연구Ⅱ).

## 2. 제 언

본 연구의 결과를 종합해 보면, 블록 주기화 트레이닝 프로그램의 적용은 선수들의 경기력 관련 체력 및 기록을 향상시켜 긍정적인 영향을 미쳤고, 이를 통해 단거리 청소년 수영선수에게 블록 주기화 근력 트레이닝 프로그램이 필요하다는 것을 제시할 수 있다. 그리고 테이퍼 프로그램이 선수들에게 피로 회복을 함으로써 최상의 컨디션으로 기록 경신을 할 수 있도록 하며, 경기 승패를 좌우할 수 있다는 사실도 확인 하였다.

하지만, 본 연구는 남자 고등학생 단거리 선수만을 대상으로 하였기에, 여자, 나이, 종목에 따라 차이가 나타날 수 있으므로, 차후에는 장거리 선수들 대상으로 연구 해 볼 필요성 있다.



## Abstract

### Effect of block periodization program on physical fitness and sport performance for elite swimming athletes

Ji-Hee, Park

*Department of Kinesiology*

*General graduate school of Jeju National University*

*Jeju, Korea*

(Supervised by professor Young-Pyo, Kim)

The purpose of this study was to analyze whether block periodization (BP) program for 8 weeks might improve physical fitness and swimming performance in elite swimmers. The participants in this study consisted of 30 high school swimmers with 50m and 100m as the main events, and they were classified into three groups: BP training group with 1 week intervals (BP-1, n=10), BP training group with 2-weeks intervals (BP-2, n=10) and traditional training group (TP, n=10). In study I, we analyzed basic physical fitness including muscle strength, muscle endurance, power and agility, and special physical fitness including isokinetic knee strength and anaerobic functions after BP-1 training program. Study II suggested differences of swimming record and performance according to a tapering period (0~14 days) after three types of training program.

The results obtained in this study were as follows;



First, BP-1 training group significantly increased muscle strength, muscle endurance, power and agility compared to those in TP training group

Second, BP-1 training group significantly improved isokinetic knee strength at 60°/sec as well as enhanced peak and average power in Wingate test compared to those in TP training group.

Third, BP-2 training group showed significant difference of swim bench and vertical kick performance compared to those in TP and BP-1 training groups

Fourth, BP-2 training group significantly improved 15m swimming record than TP and BP-1 training groups

Fifth, BP-1 training group significantly reduced swimming record in only the 15m and BP-2 training group significantly decreased the 50m and 100m swimming record following 14-day tapers compared to those in TP training group.

Sixth, Both BP-1 and BP-2 training groups showed the fastest swimming record in the 50 m freestyle at 5-day tapers compared to TP training group.

Seventh, BP-1 training group showed the fastest swimming record in 100m freestyle at 12-day tapers, and BP-2 training group showed the fastest swimming record in 100m freestyle at 7-day tapers.

Taken together, these findings suggested new evidence that BP training program not only might positively influence physical fitness and swimming record but also would be needed to youth swimming sprinter for athletic performance.

## 참고문헌

- 김창국, 박기주. (1998). 최신 트레이닝 방법론. 서울: 도서출판 대경.
- 박순호, 정천규. (1997). 수영과 Fitness. 서울, 도서출판 대한 미디어.
- 송홍선, 박동호, 정동식. (2008). 자연과학: 수영선수를 위한 주기화 근력트레이닝 적용이 경기력에 미치는 영향. *체육과학연구*, 19(3), 60-72.
- 이병두, 최강진, 정용수, 김경태, & 신갑호. (1999). 스포츠생리학: Taper 방법이 수영선수들의 경기력과 근 글리코겐 농도에 미치는 영향. *한국체육학회지-인문사회과학*, 38(3), 572-582
- Amaro, N. M., Marinho, D. A., Marques, M. C., Batalha, N. P., & Morouço, P. G. (2017). Effects of dry-land strength and conditioning programs in age group swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2447-2454.
- Arellano, R. (2000). Evaluating the technical race components during the training season. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Arroyo Toledo, J. J., & Gonzalez Rave, J. M. (2017). Effects of specific strength training on sprint swim performance.
- Åstrand, P. (1978). Aerobic power in swimming. *International Series on Sport Sciences*, 6, 127-131.
- Avalos, M., Hellard, P., & Chatard, J. C. (2003). Modeling the training-performance relationship using a mixed model in elite swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(5), 838.
- Bae, Y. H., Yu, J. H., & Lee, S. M. (2016). Comparison of basic physical fitness, aerobic capacity, and isokinetic strength between national and international level high school freestyle swimmers. *Journal of physical therapy science*, 28(3), 891-895.
- Beach, M. L., Whitney, S. L., & Dickoff-Hoffman, S. A. (1992). Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 16(6), 262-268.
- Bencke, J., Damsgaard, R., Sækmose, A., Jørgensen, P., Jørgensen, K., & Klausen, K.

- (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(3), 171-178.
- Bidrman, J. (1998). Training a champion. *Swimming Technique*, 37(1), 10-13.
- Blanksby, B., Nicholson, L., & Elliott, B. (2002). Swimming: Biomechanical analysis of the grab, track and handle swimming starts: an intervention study. *Sports Biomechanics*, 1(1), 11-24.
- Bompa, T. (1993). Theory and methodology of training the to athletics performance. *Publishing Company. Iowa/Hunt*.
- Bompa, T. O. (1996). Variations of periodization of strength. *Strength and Conditioning*, 18, 58-61.
- Bompa, T. O. (1999). Periodization Training: Theory and Methodology-4th: Theory and Methodology-4th. *Human Kinetics publishers*.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2018). Periodization-: theory and methodology of training. *Human kinetics*.
- Bompa, T. O., & Calcina, O. (1993). Periodization of strength: The new wave in strength training. *Veritas*.
- Bompa, T. O., & Carrera, M. (2005). Periodization training for sports. *Elsevier*.
- Bompa, T. O., & Carrera, M. (2015). Conditioning young athletes. *Human Kinetics*.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). Periodization training for sports, 3e. *Human kinetics*.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007). Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1358-1365.
- Breil, F. A., Weber, S. N., Koller, S., Hoppeler, H., & Vogt, M. (2010). Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO<sub>2</sub>max and performance. *European journal of applied physiology*, 109(6), 1077-1086.
- Caty, V., Aujouannet, Y., Hintzy, F., Bonifazi, M., Clarys, J. P., & Rouard, A. H. (2007). Wrist stabilisation and forearm muscle coactivation during freestyle

- swimming. *Journal of electromyography and kinesiology*, 17(3), 285-291.
- Charbonnier, J. P., Lacour, J. R., Riffat, J., & Flandrois, R. (1975). Experimental study of the performance of competition swimmers. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 34(1), 157-167.
- Clemente-Suárez, V. J., & Arroyo-Toledo, J. J. (2018). The use of autonomic modulation device to control training performance after high-intensity interval training program. *Journal of medical systems*, 42(3), 47.
- Costill, D. L. (1992). Handbook of sports medicine and science, Swimming (Vol. 1). Blackwell Publishing.
- Costill, D. L., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International journal of sports medicine*, 6(05), 266-270.
- Da Silva, J. K., Dos Santos, P. S., Favaro, S. O., Lirani, L. D. S., & Osiecki, R. (2019). Reaction time on swimming block start in competitors swimmers on World Swimming Championship. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 376-380.
- Dalamitros, A. A., Manou, V., Christoulas, K., & Kellis, S. (2015). Knee muscles isokinetic evaluation after a six-month regular combined swim and dry-land strength training period in adolescent competitive swimmers. *Journal of human kinetics*, 49(1), 195-200.
- Demura, S., Aoki, H., Yamamoto, Y., & Yamaji, S. (2010). Comparison of strength values and laterality in various muscle contractions between competitive swimmers and untrained persons. *Health*, 2(11), 1249.
- Edelmann-Nusser, J., Hohmann, A., Witte, K., & Heller, M. (2004). Evaluation of a swim bench. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Farhangimaleki, N., Zehsaz, F., & Tiidus, P. M. (2009). The effect of Taper period on plasma pro-inflammatory cytokine levels and performance in elite male cyclists. *J Sports Sci Med*8(4), 600-606.
- Fig, G. (2005). Strength training for swimmers: Training the core. *Strength & Conditioning Journal*, 27(2), 40-42.

- Fiolo, N. (2017). The effect of periodized strength training and periodized concurrent training on running performance.
- Ganter, N., Witte, K., Edelmann-Nusser, J., Heller, M., Schwab, K., & Witte, H. (2007). Spectral parameters of surface electromyography and performance in swim bench exercises during the training of elite and junior swimmers. *European Journal of Sport Science*, 7(3), 143-155.
- García-Pallarés, J., García-Fernández, M., Sánchez-Medina, L., & Izquierdo, M. (2010). Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European journal of applied physiology*, 110(1), 99-107.
- García-Ramos, A., Tomazin, K., Feriche, B., Strojnik, V., de la Fuente, B., Argüelles-Cienfuegos, J., & Štirn, I. (2016). The relationship between the lower-body muscular profile and swimming start performance. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 157-165.
- Garrett, W. E., & Kirkendall, D. T. (2000). Exercise and sport science. *Lippincott Williams & Wilkins*.
- Garrido, N. D., Silva, A. J., Fernandes, R. J., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Marinho, D., & Marques, M. C. (2012). High level swimming performance and its relation to non-specific parameters: a cross-sectional study on maximum handgrip isometric strength. *Perceptual and motor skills*, 114(3), 936-948.
- Geladas, N. D., Nassis, G. P., & Pavlicevic, S. (2005). Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International journal of sports medicine*, 26(02), 139-144.
- Girold, S., Calmels, P., Maurin, D., Milhau, N., & Chatard, J. C. (2006). Assisted and resisted sprint training in swimming. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 547-554.
- Girold, S., Maurin, D., Dugue, B., Chatard, J., & Millet, G. (2007). Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 599.

- Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M. M., & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British journal of sports medicine*, 26(3), 151-155.
- Hellard, P., Avalos, M., Hausswirth, C., Pyne, D., Toussaint, J. F., Mujika I.(2013). Identifying optimal overload and taper in elite swimmers over time. *J Sports Sci Med*. 12(4), 668-678
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., Ginn, E. M. (1999). Effects of three Taper techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 78(3), 258-263.
- Houmard, J. A., & Johns, R. A. (1994). Effects of taper on swim performance. *Sports Medicine*, 17(4), 224-232.
- Ikuta, Y., Matsuda, Y., Yamada, Y., Kida, N., Oda, S., & Moritani, T. (2012). Relationship between decreased swimming velocity and muscle activity during 200-m front crawl. *European journal of applied physiology*, 112(9), 3417-3429.
- Issurin, V. (2008). Block periodization versus traditional training theory: a review. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 48(1), 65.
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports medicine*, 40(3), 189-206.
- Issurin, V. B. (2016). Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes' preparation: a review. *Sports medicine*, 46(3), 329-338.
- Issurin, V., & Yessis, M. (2008). Principles and basics of advanced athletic training (p. 223). *Ultimate athlete Concepts*.
- Johns, R. A., Houmard, J. A., Kobe, R. W., Hortobágyi, T. I. B. O. R., Bruno, N. J., Wells, J. M., & Shinebarger, M. H. (1992). Effects of taper on swim power, stroke distance, and performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(10), 1141-1146.
- Jones, J. V., Pyne, D. B., Haff, G. G., & Newton, R. U. (2018). Comparison of ballistic and strength training on swimming turn and dry-land leg extensor characteristics in elite swimmers. *International Journal of Sports Science*

- & Coaching*, 13(2), 262–269.
- Jovanovic, M., & Jukic, I. (2019). Optimal vs. Robust: Applications to planning strategies. Insights from a simulation study.
- Karpiński, J., Rejdych, W., Brzozowska, D., Gołaś, A., Sadowski, W., Swinarew, A. S., & Stanula, A. (2019). The effects of a 6-week core exercises on swimming performance of national level swimmers. *bioRxiv*.
- Keiner, M., Yaghobi, D., Sander, A., Wirth, K., & Hartmann, H. (2015). The influence of maximal strength performance of upper and lower extremities and trunk muscles on different sprint swim performances in adolescent swimmers. *Science & Sports*, 30(6), e147–e154.
- Kraemer, W. J. (1997). A series of studies—The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(3), 131–142.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 36(4), 674–688.
- Maniazhagu, D. (2016). Effect of two modes of circuit training on explosive power. *International Journal of Physical Education Sports Management and Yogic Sciences*, 6(4), 5–10.
- Matveyev, L. P. (1966). Periodization of sports training. *Moscow, Russia: Fisultura I Sport*.
- Morris, K. S., Osborne, M. A., Shephard, M. E., Skinner, T. L., & Jenkins, D. G. (2016). Velocity, aerobic power and metabolic cost of whole body and arms only front crawl swimming at various stroke rates. *European journal of applied physiology*, 116(5), 1075–1085.
- Mujika, I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the Taper. *Scand J Med Sci Sports*, 2, 24–31
- Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), 1182–1187.

- Mujika, I., A. Goya, S. Padilla, A. Grijalba, E. Gorostiaga, and J. Ibanez. (2000). Physiological responses to a 6-day taper in middledistance runners: influence of training intensity and volume. *Med. Sci*, 32, 511 - 517.
- Mujika, I., Chatard, J. C., Padilla, S., Guezennec, C. Y., & Geysant, A. (1996). Hormonal responses to training and its tapering off in competitive swimmers: relationships with performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 74(4), 361-366.
- Nakashima, M., & Ono, A. (2014). Maximum joint torque dependency of the crawl swimming with optimized arm stroke. *Journal of Biomechanical Science and Engineering*, 9(1), 1-9.
- Neary, J. P., Martin, T. P., Reid, D. C., Burnham, R., & Quinney, H. A. (1992). The effects of a reduced exercise duration taper programme on performance and muscle enzymes of endurance cyclists. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(1), 30-36.
- Neary, J. P., McKenzie, D. C., & Bhambhani, Y. N. (2005). Muscle oxygenation trends after tapering in trained cyclists. *Dynamic Medicine*, 4(1), 4.
- Newton, R. U., Jones, J., Kraemer, W. J., & Wardle, H. (2002). Strength and power training of Australian Olympic swimmers. *Strength & Conditioning Journal*, 24(3), 7-15.
- Ogita, F., & Taniguchi, S. (1995). The comparison of peak oxygen uptake between swim-bench exercise and arm stroke. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 71(4), 295-300.
- Padilhas, O. P., Soares, Y. M., da Silva, R. S. B., de Andrade Pereira, R., Lima, F. F., Neto, M. M., & Silva, A. S. (2017). Physiological Restoration and Improvement in Physical Performance in Response to a Taper Period in Young Swimmers. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20(4).
- Papacosta, E., Gleeson, M., & Nassis, G. P. (2013). Salivary hormones, IgA, and performance during intense training and Taper in judo athletes. *J Strength Cond Res*. 27(9), 2569-80.



- Papoti, M., Martins, L. E., Cunha, S. A., Zagatto, A. M., & Gobatto, C. A. (2007). Effects of taper on swimming force and swimmer performance after an experimental ten-week training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 538-542.
- Peter, M., Martina, M., & Romana, P. (2020). The impact of special strength intervention in water on the flutter kicking performance in swimming. *Journal of Physical Education & Sport*, 20(2).
- Pla, R., Le Meur, Y., Aubry, A., Toussaint, J. F., & Hellard, P. (2019). Effects of a 6-week period of polarized or threshold training on performance and fatigue in elite swimmers. *International journal of sports physiology and performance*, 14(2), 183-189.
- Platonov, V. N. (2004). System of preparation of athletes in Olympic sports. The general theory and its practical application. Kiev: Olympic Literature, 152-217.
- Platonov, V. N. (2013). Periodization of sports training. General theory and its practical application. *Kiev: Olympic literature*.
- Pliuga, V., Lukonaitiene, I., Kamandulis, S., Skurvydas, A., Sakalauskas, R., Scanlan, AT., Stanislovaitiene J., & Conte, D. (2018). The effect of block and traditional periodization training models on jump and sprint performance in collegiate basketball players. *Biology of sport*, 35(4), 373.
- Plisk, S. S., & Stone, M. H. (2003). Periodization strategies. *Strength & Conditioning Journal*, 25(6), 19-37.
- Pritchard, H., Keogh, J., Barnes, M., & McGuigan, M. (2015). Effects and mechanisms of tapering in maximizing muscular strength. *Strength & Conditioning Journal*, 37(2), 72-83.
- Pyne, D. B., & Goldsmith, W. M. (2004). Training and testing of competitive swimmers. *Handbook of sports medicine and science: swimming*, 128-143.
- Rodríguez, F. A., & Mader, A. (2011). Energy systems in swimming. World Book of Swimming. From Science to Performance. *New York: Nova*, 225-240.
- Rønnestad, B. R., Øfsteng, S. J., & Ellefsen, S. (2019). Block periodization of strength

- and endurance training is superior to traditional periodization in ice hockey players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(2), 180-188.
- Schmidtbleicher, D. (1983). Welche Absprunghöhen bei Tiefsprüngen. *Die Lehre der Leichtathletik*, 34(2), 47-49.
- Secchi, L. L. B., Muratt, M. D., Andrade, N. V. S., & Greve, J. M. A. (2010). Isokinetic trunk dynamometry in diferent swimming strokes. *Acta Ortop Bras*, 18(5).
- Shepley, B., MacDougall, J. D., Cipriano, N., Sutton, J. R., Tarnopolsky, M. A., & Coates, G. (1992). Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *Journal of Applied Physiology*, 72(2), 706-711.
- Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 77-85.
- Stöggl, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in physiology*, 5, 33.
- Stone, M. H., O'Bryant, H., Garhammer, J., McMillan, J., & Rozenek, R. (1981). A theoretical model of strength training. *NSCA J*, 4(4), 36-39.
- Strzala, M., & Tyka, A. (2009). Physical endurance, somatic indices and swimming technique parameters as determinants of front crawl swimming speed at short distances in young swimmers. *Medicina Sportiva*, 13(2), 99-107.
- Suarez, D. G., Mizuguchi, S., Hornsby, W. G., Cunanan, A. J., Marsh, D. J., & Stone, M. H. (2019). Phase-specific changes in rate of force development and muscle morphology throughout a block periodized training cycle in weightlifters. *Sports*, 7(6), 129.
- Suciu, M. A., & Popovici, C. (2014). Effects of vertical water training on knee extensors strength in swimmers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 117, 420-426.

- Swaine, I. L. (2000). Arm and leg power output in swimmers during simulated swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(7), 1288-1292.
- Swaine, I. L., & Zanker, C. L. (1996). The reproducibility of cardiopulmonary responses to exercise using a swim bench. *International journal of sports medicine*, 17(02), 140-144.
- Tanaka, H. I. R. O. F. U. M. I., Costill, D. L., Thomas, R. O. B. E. R. T., Fink, W. J., & Widrick, J. J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(8), 952-959.
- Thomas, L., Mujika, I., & Busso, T. (2009). Computer simulations assessing the potential performance benefit of a final increase in training during pre-event Taper. *J Strength Cond Res*. 23(6), 1729-1736.
- Thomas, L., Mujika, I., & Busso, T. A. (2008). A model study of optimal training reduction during pre-event Taper in elite swimmers. *J Sports Sci*. 26(6), 643-52.
- Toubekis, A. G., Drosou, E., Gourgoulis, V., Thomaidis, S., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2013). Competitive performance, training load and physiological responses during Taper in young swimmers. *J Hum Kinet*. 38, 125-134.
- Trappe, S., Costill, D., & Thomas, R. (2001). Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(1), 48-56.
- Troup, J. P. (1999). The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clinics in sports medicine*, 18(2), 267-285.
- Wells, G. D., Schneiderman-Walker, J., & Plyley, M. (2006). Normal physiological characteristics of elite swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 18(1), 30-52.
- West, D. J., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2011). Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 950-955.
- Willems, T. M., Cornelis, J. A., De Deurwaerder, L. E., Roelandt, F., & De Mits, S. (2014). The effect of ankle muscle strength and flexibility on dolphin kick performance in competitive swimmers. *Human movement science*, 36, 167-176.

- Yamamoto, Y., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1988). Hematological and biochemical indices during the tapering period of competitive swimmers. *Swimming Science V, International series on sports sciences*, 18, 243-249.
- Zehsaz, F., Azarbaijani, M. A., Farhangimalek, N., & Tiidus, P. (2011). Effect of Taper period on plasma hormone concentrations, mood state, and performance of elite male cyclists. *Eur J Sport Sci.* 11(3), 183-190.
- Zhang, P. (2014). Basic Land Drills for Swimming Stroke Acquisition. *JTRM in Kinesiology*.

## 부 록

Adaptation training program	
AD 1	
Upper extremity	Associated muscles
Pull up	광배근(latissimus dorsi), 이두근(biceps), 대흉근/소흉근(pectoralis major/minor), 대원근(pectoralis major), 오혜완근(coracobrachialis), 견갑하근(subscapularis),
Bench press	전면 삼각근(anterior deltoid), 상지 굴곡근(flexors), 이두근(biceps), 삼두근(triceps) 대흉근(pectoralis major), 광배근(lactissimus dorsi), 전거근(serratus anterior)
Lower extremity	Associated muscles
Eccentric back extension	척추기립근(erector spinae), 대둔근(gluteus maximus), 슬괩근(hamstrings)
Decline sit up	복직근(rectus abdominis), 외복사근(external oblique), 장요근(iliopsoas), 치골근(pectineus), 장내전근(adductor longus), 봉공근(sartorius), 대퇴직근(rectus femoris), 대퇴근막장근(tensor fasciae latae)
Isometric half squats on the wall	대퇴근(quadiceps), 둔근(gluteus), 슬괩근(hamstring), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Squat	복직근(rectus abdominis), 복사근(obliques), 척추기립근(erector spinae), 대퇴사두근(quadiceps), 대둔근(gluteus maximus), 대내전근(adductor magnus), 슬괩근(hamstrings), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Standing calf raise	비복근(gastrocnemius), 가자미근(soleus)

**Adaptation training program**

**AD 2**

<b>Upper extremity</b>	<b>Associated muscles</b>
Shoulder press	전면/측면 삼각근(anterior/lateral deltoid), 상완삼두근(triceps brachii), 대흉근(pectoralis major), 전거근(serratus anterior)
Seated cable row	대흉근(pectoralis major), 상완근(brachialis), 완요골근(brachioradialis), 승모근(trapezius), 극하근(infraspinatus), 대/소원근(teres major/minor), 후면 삼각근(posterior deltoid), 능형근(rhomboides), 광배근(lactissimus dorsi), 척추기립근(erector spinae)
Barbell curl	승모근(trapezius), 삼각근(deltoid), 대흉근(pectoralis major), 상완근(brachialis), 상완이두근(biceps brachii)
Push down	상완삼두근(triceps brachii), 주근(anconeus)
<b>Whole body</b>	<b>Associated muscles</b>
Deadlift	삼각근(deltoid), 승모근(trapezius), 대원근(teres major), 대흉근(pectoralis major), 상완이두근(biceps brachii), 상완삼두근(triceps brachii), 상완근(brachialis), 광배근(lactissimus dorsi), 상지 굴곡근(forearm flexors), 대둔근(gluteus maximus), 대내전근(adductor magnus), 내/외측광근(vastus medialis/lateralis), 대퇴이두근(biceps femoris), 비복근(gastrocnemius)
Landmine squat	상완 삼두근(triceps brachii), 전거근(serratus anterior), 전면/측면 삼각근(anterior/lateral deltoid), 상부 대흉근(upper pectoralis major), 대둔근(gluteus maximus), 대내전근(adductor magnus), 대퇴직근(rectus femoris), 내/외측광근(vastus medialis/lateralis), 가자미근(soleus)
<b>Core</b>	<b>Associated muscles</b>
Eccentric sit up	대흉근(pectoralis major), 복직근(rectus abdominis), 복횡근(transverse abdominis), 내/외복사근(internal/external oblique)

Adaptation training	
AD 3	
Upper extremity & core	Associated muscles
Rope climbing	전면 삼각근(anterior deltoid), 능형근(rhomboides), 상완삼두근(biceps brachii), 광배근(lactissimus dorsi), 상지 굴곡근(forearm flexors), 복직근(rectus abdominis), 복횡근(transverse abdominis)
Medicine ball slam	상완삼두근(triceps brachii), 상완이두근(biceps brachii), 상완근(brachialis), 복직근(rectus abdominis), 광배근(lactissimus dorsi)
Whole body	Associated muscles
Jump rope	승모근(trapezius), 삼두근(deltoid), 대흉근(pectoralis major), 전거근(serratus anterior), 광배근(latissimus dorsi), 상완삼두근(triceps brachii), 복직근(rectus abdominis), 외복사근(external oblique), 대둔근(gluteus maximus), 대퇴사두근(quadriceps), 슬괩근(hamstrings), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius), 손목 신전근(wrist extensor)
Body weight squat	복직근(rectus abdominis), 복사근(obliques), 척추기립근(erector spinae), 대퇴사두근(quadriceps), 대둔근(gluteus maximus), 대내전근(adductor magnus), 슬괩근(hamstrings), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Agility ladder ins and out	동적 균형과 민첩성 훈련(dynamic balance and agility training)
Kettle bell swing	전면/측면 삼각근(anterior/lateral deltoid), 전거근(serratus anterior), 상부 대흉근(upper pectoralis major), 중/하 승모근(middle/lower trapezius), 대둔근(gluteus maximus), 대퇴직근(rectus femoris), 내/외측광근(vastus medialis/lateralis), 슬괩근(hamstrings), 가자미근(soleus)
Squat rotation press on bosu	muscles used for squat, 균형 및 코어 근력 향상(balance and core strength)
Lower extremity	Associated muscles
Side plank with hip adduction	외복사근(external oblique), 전거근(serratus anterior), 중둔근(gluteus medius), 대퇴근막장근(tensor fasciae latae), 대퇴직근(rectus femoris), 대요근(psoas major)
Standing jump	삼각근(deltoid), 척추기립근(erector spinae), 복직근(rectus femoris), 대퇴사두근(quadriceps), 슬괩근(hamstrings), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)

Maximum muscular strength training	
MS 1	
Upper extremity	Associated muscles
Pull up	muscles as above
Bench press	
Barbell curl	
Triceps cable push-downs	
Seated rows	
Barbell machine presses	전면/측면 삼각근(anterior/lateral deltoid), 상완삼두근(triceps brachii), 상부 대흉근(upper pectoralis major), 전거근(serratus anterior)
T-bar row	후면 삼각근(posterior deltoid), 극하근(infraspinatus), 중부/하부 승모근(middle/lower trapezius), 대/소원근(teres major/minor), 대흉근(pectoralis major), 광배근(lactissimus dorsi), 상완근(brachialis)
Dumbbell lateral raise	측면 삼각근(lateral deltoid), 승모근(trapezius), 상완삼두근(tricep brachii), 전거근(serratus anterior)

Maximum muscular strength training	
MS 2	
Whole body	Associated muscles
Barbell back squats	muscles used for squat as above with 삼각근(deltoid), 대흉근(pectoralis major), 상완이두근(biceps brachii)
Nordic hamstring exercise	전면 삼각근(anterior deltoid), 상부/하부 대흉근(upper/lower pectoralis major), 상완이두근(biceps brachii), 상완 삼두근(triceps brachii), 봉공근(sartorius), 슬괵근(hamstrings), 비복근(gastrocnemius), 슬와근(popliteus)
Lower extremity	Associated muscles
Leg curl	슬괵근(hamstrings), 박근(gracilis), 봉공근(sartorius), 비복근(gastrocnemius)
Leg press	대퇴사두근(quadiceps), 대둔근(gluteus maximus), 슬괵근(hamstrings), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Standing calf raise	muscles used for standing calf raise



Leg extension	내/외측광근(vastus medialis/lateralis), 봉공근(sartorius), 전경골근(tibialis anterior), 장지신근(extensor digitorum longus), 장비골근(fibularis longus), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Barbell lunges	대퇴근막장근(tensor fasciae latae), 대퇴직근(rectus femoris), 내/외측광근(vastus medialis/lateralis), 내전근(adductors), 대/중둔근(gluteus maximus/medius), 대퇴이두근(biceps femoris), 박근(gracilis), 봉공근(sartorius)

### Maximum muscular strength training

#### MS 3

Upper extremity & core	Associated muscles
Physio ball T.Y.A	승모근(trapezius), 후면 삼각근(posterior deltoid), 광배근(latissimus dorsi), 전거근(serratus anterior), 척추기립근(erector spinae), 대둔근(gluteus maximus), 능형근(rhomboids)
Whole body	Associated muscles
Deadlift	muscles as above
Superman push-up	후면 삼각근(posterior deltoid), 상완 삼두근(triceps brachii), 하부 대흉근(lower pectoralis major), 복직근(rectus abdominis), 외측광근(external oblique), 대원근(teres major), 광배근(latissimus dorsi), 대퇴직근(rectus femoris)
Lower extremity	Associated muscles
Eccentric back extension	muscles as above
Decline sit ups	
Pull over crunch using gymball	복직근(rectus abdominis), 외측광근(external oblique), 장요근(iliopsoas), 치골근(pectineus), 봉공근(sartorius), 장내전근(adductor longus), 대퇴근막장근(tensor fasciae latae), 대퇴직근(rectus femoris)
Cable up-down twist	외측광근(external oblique), 대요근(psoas major), 대퇴근막장근(tensor fasciae latae), 장내전근(adductor longus), 대내전근(adductor magnus), 중둔근(gluteus medius)

**Power training**

**P 1**

<b>Upper extremity &amp; core</b>	<b>Associated muscles</b>
Rope climbing	muscles as above
Lat pull down	
Shoulder press	
<b>Whole body</b>	<b>Associated muscles</b>
Medicine ball throw to side	상완삼두근(trapezius brachii), 전면 삼각근(anterior deltoid), 내/외측광근(internal/external oblique), 복횡근(transverse abdominis), 중둔근(gluteus medius), 대퇴근막장근(tensor fasciae latae)
Barbell back squat	muscles as above
<b>Lower extremity</b>	<b>Associated muscles</b>
Depth jump	척추기립근(erector spinae), 장늑근(iliocostalis), 대/중둔근(gluteus maximus/medius), 대퇴사두근(quadriceps), 슬괩근(hamstrings), 비복근(gastrocnemius)
Single leg vertical power jump	척추기립근(erector spinae), 대퇴사두근(quadriceps), 슬괩근(hamstrings), 대/중둔근(gluteus maximus/medius), 전경골근(tibialis anterior), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Multiple box jump	muscles used for depth jump as above
Side jump and sprint 25m	외측광근(external oblique), 대/중둔근(gluteus maximus/medius), 슬괩근(hamstrings), 전경골근(tibialis anterior), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Bench press	muscles as above
Leg press	

**Power training**

**P 2**

<b>Upper extremity &amp; core</b>	<b>Associated muscles</b>
Rope climbing	muscles as above
Shoulder row	
Shoulder press	

Bench presses	
<b>Whole body</b>	<b>Associated muscles</b>
Deadlift	muscles as above
Medicine ball throw to side	상완삼두근(trapezius brachii), 전면 삼각근(anterior deltoid), 내/외측광근(internal/external oblique), 복횡근(transverse abdominis), 중둔근(gluteus medius), 대퇴근막장근(tensor fasciae latae)
<b>Lower extremity</b>	<b>Associated muscles</b>
Depth jump (30~40cm)	muscles as above
Multiple box jump	muscles used for depth jump as above
Running bound	대퇴사두근(quadriceps), 슬픽근(hamstrings), 전경골근(tibialis anterior), 가자미근(soleus), 비복근(gastrocnemius)
Leg press	muscles as above

### Power training

#### P 3

<b>Lower extremity &amp; core</b>	<b>Associated muscles</b>
Jumping	muscles as above (complex movement)
Sprinting	
Isometric half squats & sprint	

### Power-endurance training

#### General muscles used for freestyle

승모근(trapezius), 대흉근(pectoralis), 척추기립근(erector spinae), 능형근(rhomboideus), 광배근(latissimus dorsi), 내/외측광근(external obliques), 장요근(iliopsoas), 요방형근(quadratus lumborum), 대둔근(gluteus maximus), 대퇴직근(biceps femoris), 비복근(gastrocnemius), 족척근(plantaris)

## 감사의 글

박사를 받은 남편의 권유와 아이들을 돌봐주시겠다는 부모님 덕분에 박사공부를 시작할 수 있었습니다. 박사과정에 입학할 때까지는 제가 과연 공부와 박사학위논문을 쓸 수 있을까하는 의문을 가지고 있었는데 어느덧 논문도 쓰고 감사의 글을 쓰면서 지나왔던 날들을 회상하게 되었습니다. 너무나도 가슴이 벅차고 뿌듯한 마음을 감출 수 없습니다. 이렇게 부족한 저를 성장시켜 주시고 논문이 나올 수 있도록 도와주신 분들께 감사인사 올립니다.

나의 평생 동반자이자 나의 남편 백상규씨! 저를 가장 많이 이해해주시고 아낌없이 응원하면서 끝까지 박사과정을 잘 마무리할 수 있었습니다. 또한, 가정에서 저의 빈자리를 채워주시면서 아이들을 챙겨주셔서 제가 학교에 더 신경 쓸 수 있었어요. 이 모든 일을 할 수 있었던 건 당신덕분이예요. 당신을 존경하며 사랑합니다. 그리고 나의 이쁜 아가들 백설원과 백승엽... 우선 너무 미안하고 사랑해.. 엄마가 공부한다고 너희들을 신경 못쓰고 알아서 잘 하겠지 하면서 옆에 있어주지 못해 너무 미안해 그리고 이렇게 4년이라는 시간을 옆에서 기다려주고 엄마를 보고 싶어도, 엄마와 함께 하고 싶은 일들도 많았을 텐데 참아줘서 너무 고마워. 설원이와 승엽이가 잘 자라줘서 너무 뿌듯하고 행복해~ 고맙고 사랑해.

그리고, 저를 묵묵히 응원해주시고 설원이와 승엽이 챙겨주신 아빠와 엄마, 시어머니, 나의 큰오빠 박진수와 은정언니, 하늘에서 나를 지켜보고 있을 작은오빠 박익수 (보고싶네.....) 너무 고맙습니다. 가족의 도움이 아니면 아마도 저는 이 자리에 있지 않았을까 생각이듭니다. 가족이 든든하게 지원해주셨기 때문에 중간에 포기하지 않고 학교에만 몰두할 수 있도록해주셔서 박사과정을 잘 마무리하게 되었습니다. 4년이라는 시간이동안 두 아이의 엄마로써, 아내로써, 딸로써의 역할을 제대로 하지 못한 미안한 마음이 가장 큼니다만, 저를 이해해주는 가족이 있기에 어렵고 힘든 박사 학위를 취득하게 되었습니다. 받은 사랑만큼 이제는 다 돌려드리겠습니다. 정말 고맙고 사랑합니다.

저의 지도교수님이신 김영표 교수님. 부족한 저를 받아주시고 학문의 길로 인도해주셔서 뜻 깊은 학교생활을 할 수 있습니다. 교수님 가르침 덕분에 많이 배우고, 다양한 경험도 하였습니다. 항상 지켜봐주시고 많은 지도해주셔서 감사드립니다. 앞

으로도 교수님 뒤에 따라가면서 함께 가겠습니다.

저의 학문 지주이신 서태범 교수님. 2017년 여름..... 교수님을 뵙게 되서 저에게는 너무 행운입니다. 교수님과 함께한 4년이 제 인생의 전환점이 되었고, 학교생활이 즐거웠습니다. 하나부터 열까지 모든 것을 지도해주시면서 제가 성장 할 수 있도록 끝없이 칭찬도 해주시고 응원해주셔서 너무 감사드리고 존경합니다. 교수님께서 아껴주신 그 마음 잊지 않겠습니다.

그리고, 논문을 꼼꼼하게 봐주시고, 많이 지도해주신 류재청 교수님. 제가 모르고 이해 안되는 부분을 끝까지 알 수 있도록 상세하게 지도해주시는 양명환 교수님. 배움의 즐거움을 알려주고 김미예 교수님. 토론을 하면서 생각의 전환을 할 수 있게 해주신 김덕진 교수님. 이번 논문을 쓰면서 많은 걸 느꼈습니다. 항상 언제든지, 늦은 시간까지 연구실에 계시면서 학생들에게 지도하시는 모습에 보면서 교수님들처럼 학생을 지도하는 아껴주시는 모습을 본받아야겠다고 생각을 하였습니다. 학자의 모습이 무엇인지 알게 해주신 교수님들께 너무 감사드립니다.

박사를 들어오기 전부터 인사드렸던 남편 지도교수님이신 민기 교수님. 제가 박사과정 입학하고 교수님의 열정적인 강의를 들으면서 많은 것을 배웠고, 남편뿐만 아니라 저까지 신경 써주시면서 상담도 해주시고 챙겨주셔서 너무 감사드립니다.

동물실험으로 시작하여 수영까지 함께했던 이영재 교수님. 끊임없는 공부의 열정과 하나부터 모든 것을 섬세하게 지도해주시는 모습에 감동 받았습니다. 교수님의 열정의 기운을 받아 저도 끊임없는 노력을 하도록 하겠습니다. 교수님 감사합니다.

멀리에서 항상 응원해주신 이대택 교수님. 항상 국민대가 생각나고 교수님이 생각납니다. 이렇게 박사논문을 드릴 수 있어 너무 기쁘고, 감사드립니다.

이렇게 많은 분들의 지도와 도움으로 박사를 무사히 잘 마무리 할 수 있었습니다. 말로써 다 표현 하지 못하였지만 교수님들의 가르침을 잘 간직하고 앞으로도 성장하며 잘 따라가겠습니다.

제주대 운동생리학연구실은 저에게 학교 적응과 공부를 할 수 있도록 한 곳이며, 저를 변하게 해준 고마운 곳입니다. 그 곳에서 함께 해주신 운동생리학&스포츠 의학 연구실 선생님들과 수의대 선생님들~ 모두 바쁘고 힘든 시간에도 서로 도와가며 함께한 시간들이 너무 소중한게 느껴지네요.

또한, 이 논문에 도움을 주신 박세진 선생님, 이겨라 감독님, 윤각락 선생님 덕분

에 수영선수들을 대상으로 논문을 작성할 수 있었으며, 참여해준 학생들에게도 감사의 인사를 올립니다.

너무나도 생각나는 나의 친구 강승미와 이환준 오라버니, 앞으로 좋은 뜻으로 함께 할 멋있고 배울 부분이 많은 윤소미 박사, 학문적으로 도움을 많이 준 남광우 교수, 정신적 지주인 신은주 언니, 언제나 나의 편인 권세정 언니, 영원한 나의친구 박우희.... 이런 저런 얘기도 고민도 다 들어주고 응원해주고 할 수 있다고 말해주면서 옆에 있어줘서 너무 고맙고 힘이 되었어요.

그리고 옆에서 도움을 주시고, 응원해주신 모든 분들을 다 적을 수 없어 죄송하지만 찾아뵙고 인사 올리겠습니다. 지금처럼 배움의 자세로 학문의 끈을 놓지 않고 발전해 나가는 모습을 보여드리도록 노력하는 박지희가 되겠습니다. 감사합니다.

2020년 7월  
박 지 희 배상