

수영수업중의 자유놀이, 기술연습 및 테스트에 관한 운동강도의 비교

최 태 희*

A Comparison of Exercise Intensity during Play Activities, Practice and Time Trial in Swimming Lessons

Tae-Hee, Choi

(Department of Physical Education, Cheju National University of Education)

Abstract

The purpose of this study was to compare the exercise intensity during play activities, practice and time trial in swimming lessons for high school students aged 15.4 to 16.2 years. After analyzing the heart rate and swimming velocity during those activities, we obtained the following results.

1) Swimming velocities during practice (1.01m/sec) and time trial (1.09m/sec) were approximately 5 times faster than that of play activities (0.20m /sec), respectively.

2) The average heart rate during practice, time trial and play activities were no significant.

3) The %HRmax during time trial was significantly higher than that practice ($P < 0.05$).

4) The distribution of the heart rate during practice included 9.9% between AerT and AnT. This indicates that aerobic power may be improved by practice.

* 제주교육대학교 체육교육과 전임강사

5) The distribution of the heart rate during time trial included 14.4% between AerT and AnT, and 9.1% over AnT, respectively. This indicates that aerobic and anaerobic power may be improved by time trial.

6) The distribution of the heart rate during play activities included 10.2% between AerT and AnT, and 6.8% over AnT, respectively. This indicates that aerobic and anaerobic power may be improved by play activities.

1. 연구목적

수영은 수중(수면)을 이동하는 운동이다. 걷는다든지, 달린다든지 하는 육상에서의 이동운동과는 달리 수중에서는 부력의 작용에 의해 체중을 지지할 필요는 없다. 그러나 수중에서는 물의 저항이 크기 때문에 수족(手足)을 사용한 이동운동을 행하지 않으면 안된다. 또한 인간에게 있어 수영이라는 운동은 발육발달에 따라 어느 시기에 도달하면 필연적으로 행할 수 있게 되는 것이 아니라 언젠가는 학습하지 않으면 안 될 운동이기도 하다.

이와 같이 수영은 전신을 사용하는 이동운동임과 동시에 학습을 필요로 하는 운동이기 때문에 학생들의 건전한 발육발달을 조장하는 교재로써 학교 교육 속에 포함되어져 있다. 이러한 수영수업의 주된 목표는 수영의 기본기능을 습득시킴과 동시에 지구력이나 스피드 등의 체력요인을 향상시킬 수 있는 운동강도의 확보에 있다고 하겠다.

여기에서 체력의 향상에 중점을 둔 경우에는 실제의 수영수업에서 어느 정도의 운동강도나 운동량이 확보되어지고 있는가를 조사해 볼 필요가 있다. 수영수업중의 운동강도에 관해서는 국민학생을 대상으로한 高木¹⁹⁾, 上田²⁰⁾, 중학생을 대상으로한 石崎¹¹⁾, 대학생 을 대상으로한 畚屋⁷⁾, 上田²⁰⁾의 연구등이 있다.

그러나 이러한 연구는 기술연습중의 운동강도에 관한 것이다. 수영수업에는 기술연습외에 여러 가지 운동과제가 전개되어진다. 그 중의 하나가 자유놀이이다. 이 경우 학생은 교사의 지도에서 벗어나 자유스런 분위기 속에서 수영을 즐기게 된다. 또 하나의 전형적인 운동과제는 테스트(Time Trial)이다. 이 경우 학생은 소정의 거리를 전력으로 수영하도록 요구되어진다.

이러한 수영의 자유놀이와 테스트에 어느 정도의 운동강도가 확보되어지며, 그리고 그 강도는 기술연습과 비교하여 어느 정도인가를 밝혀 두는 것은 차후 이러한 운동과제를 편성하여 수영수업을 효과적으로 전개하는 데 있어 매우 필요하다고 사료된다. 그러나 이 점에 관해서는 중학생, 대학생의 수영수업을 대상으로 실시한 최^{21), 23)}와 대학생의 원영을 대상으로 실시한 胡⁶⁾의 연구에 국한되어진 실정이다.

이러한 점에서 본 연구는 자유놀이, 기술연습 및 테스트가 포함되어진 고교생의 수영 수업중의 수영속도와 심박수를 측정하여 각각의 운동강도를 비교검토해 봄으로써 운동강도에서 본 운동과제의 특질을 밝히는 데 그 목적을 두었다.

2. 연구방법

1) 분석대상

경영3종목, 즉 자유형, 평영 및 접영의 기술향상과 함께 보다 빠르게 수영할 수 있도록 하는 데 목적을 둔 히로시마현 H대학 부속고등학교 1학년의 수영수업을 대상으로 했다.

이 수영수업은 1992년 6월~7월중, 5일간, 1일 50분간의 계획으로 실시되었다. 분석은 6월 27일(기술연습), 7월 4일(테스트 및 자유놀이)의 수업으로 이 지도는 25m의 옥외 수영장에서 기온 26~27°C, 수온 24~26°C의 조건하에서 실시되었다.

2) 피검자

이 수영수업의 수강생은 건강한 남학생 121명이었으며 본 연구의 피검자로서 14명을 추출했다. 그들의 연령, 체중, 신장 및 수영능력은 <표 1>에 나타났다.

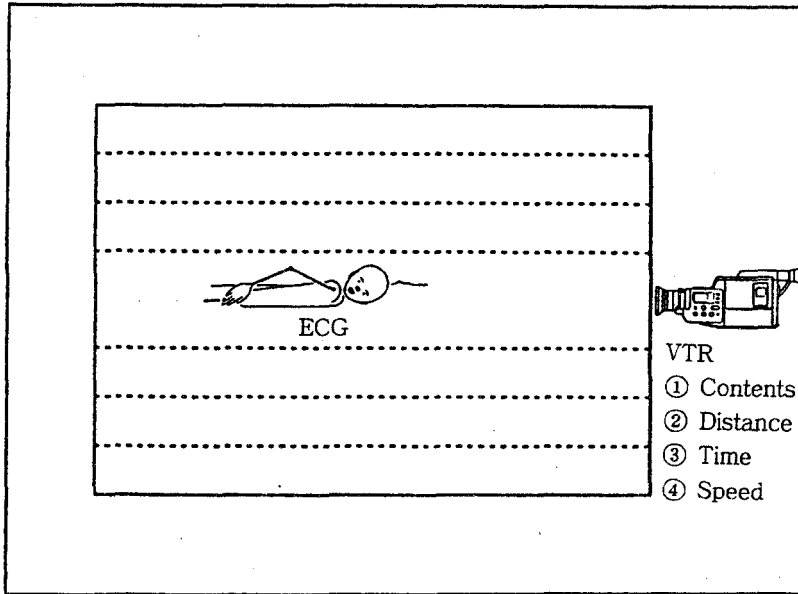
<표 1> 신체특성과 수영능력

성명	성별	연령 (세)	체중 (kg)	신장 (cm)	25m Best Time 자유형콤비	25m Best Time 평영콤비
S.B	♂	15.8	45.0	160.1	17	22
N.O	♂	15.9	65.0	173.6	24	22
M.B	♂	15.5	77.5	174.0	20	24
T.S	♂	16.1	42.5	155.0	22	25
Y.K	♂	16.2	57.5	167.0	21	24
H.I	♂	15.8	59.5	170.6	15	20
K.T	♂	15.4	51.5	152.3	20	26
Y.H	♂	15.8	55.5	164.5	27	-
S.T	♂	16.0	63.0	175.0	25	-
T.M	♂	16.1	55.0	162.3	24	-
S.I	♂	15.8	63.5	157.6	27	32
M.T	♂	15.8	54.0	174.0	26	39
H.T	♂	15.6	48.0	167.3	23	29
N.N	♂	16.0	61.5	181.5	20	23
Mean		15.8	57.1	166.8	22.2	26.0
SD		0.22	8.74	8.25	3.49	5.22

3) 측정항목 및 방법

(1) 물리적 운동강도

수영지도중의 연습내용, 수영거리, 수영시간, 수영속도를 산출하기 위해 지도의 전 과정을 VTR카메라로 촬영했다. 그 과정을 (그림 1)에 나타냈다.



(그림 1) 수영수업 분석의 레이아웃

VTR의 재생화면에서 개개인의 움직임이 식별되도록 각 피검자에게는 색이 다른 수영 모를 착용하게 하였으며, 수영거리를 산출하기 위해 기술연습과 테스트 시는 사용한 코스를, 자유 놀이시는 코스 로오프를 제거한 풀 사이드에 횡2m, 종5m 간격으로 비트 판을 놓아 촬영하였다.

또한 VTR카메라에 내장되어진 시간을 재생화면에 표시하여 개개인의 활동내용에 소요된 시간을 초단위로 나타냈으며 구하여진 수영거리를 소요된 시간으로 제하여 수영속도를 산출하였다.

(2) 생리적 운동강도

수영지도중의 운동강도를 심박수로부터 산출하기 위해 Portable Heart Rate Memory (Vine사제)를 피검자에 부착시켜 10초 간격의 심전신호(R파)를 흥부쌍극유도법으로 도출했다. 이와 같이 도출된 심전신호는 Mac Reader(일종의 수신변환기)에 접속시킨 후 NEC PC-9801 DX Personal Computer에 의해 분석하였다.

3. 결 과

1) 수영수업의 내용

수영수업의 지도내용을 <표 2>에 나타냈다. 3~7의 기술연습에서는 자유형, 평영 및 접영의 3영법의 콤비네이션(Combination; 이하, 콤비) 연습이 행하여 졌으며, 1회 연습거리가 25m를 반복하는 레피테이션(Repetition) 형식에 속하는 내용이었다. 1회연습에 대한 소요시간과 휴식시간의 비율은 1 : 3.2~8.4이었다.

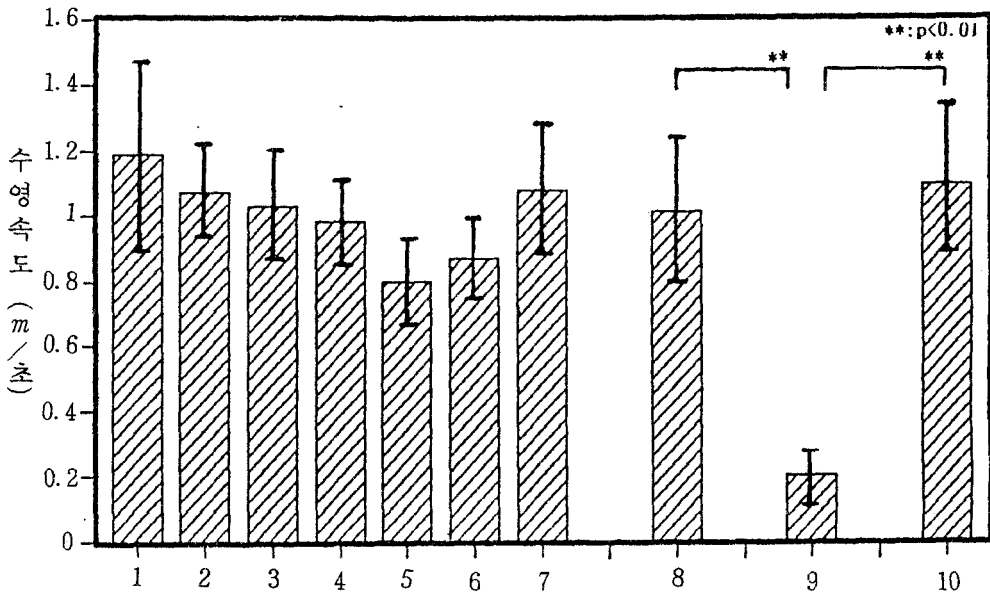
<표 2> 기술연습, 자유놀이 및 테스트의 지도내용

구 분	NO	내 용	수영거리 (m/1회)	회수	합 계 (m)	소요시간(A) (초/1회)	휴식시간(B) (초/1회)	A : B
기술연습	1	워밍업	25	1	25	22.1±4.91	140.0±54.06	1 : 6.4
	2	워밍업	25	1	25	23.8±3.19	102.8±59.39	1 : 4.3
	3	자유형콤비	25	1	25	24.9±3.31	209.4±89.12	1 : 8.4
	4	자유형콤비	25	1	25	25.9±2.95	138.5±91.32	1 : 5.3
	5	평영콤비	25	1	25	31.3±3.86	185.8±60.91	1 : 5.9
	6	평영콤비	25	1	25	29.3±4.10	93.0±34.30	1 : 3.2
	7	접영콤비	25	1	25	23.9±3.64	144.1± 3.64	1 : 6.0
자유놀이	8	자유놀이	-	-	110.1±37.9	540.0±0.00	-	-
테스 트	9	자유형콤비	25	1	25	22.2±3.49	225.2±39.17	1 : 10.1
	10	평영콤비	25	1	25	26.0±5.22	335.3±49.00	1 : 12.9

8의 자유놀이에서는 수중보행, 동적 휴식 및 수영이 반복되는 내용이 주로 행하여졌으며, 트레이닝관점에서 보면 정적휴식을 거의 포함하지 않는 지구운동이었다. 9, 10의 테스트에서는 25m의 자유형콤비와 평영콤비를 실시하였으며, 소요시간은 각각 22.2±3.49초, 26.0±5.22초이었다. 소요시간과 휴식시간의 비율은 1 : 10.1, 1 : 12.9로써 트레이닝 관점에서 보면 레피테이션에 속하는 내용이었다.

2) 수영수업의 물리적 운동강도

기술연습, 자유놀이 및 테스트시의 수영속도를 (그림 2)에 나타냈다. 가장 빠른 속도를 나타낸 1의 워밍업(1.19m/초), 가장 느린 속도를 나타낸 5의 평영콤비(0.79m/초)를 포함해 기술연습중의 평균수영속도는 1.01±0.208m/초이었다. 이 수영속도는 자유놀이(0.20±0.070m/초)보다 유의하게 빠른 속도($P < 0.01$)이었으나, 테스트의 평균수영속도(1.09±0.206m/초) 보다는 느린 속도를 나타냈다.



1. 워밍-업 (25m×1) 2. 워밍-업 (25m×1) 3. 자유형콤비 (25m×1) 4. 자유형콤비 (25m×1) 5. 평영콤비 (25m×1) 6. 평영콤비 (25m×1) 7. 접영콤비 (25m×1)
8. 기술연습의 평균속도* 9. 자유놀이의 평균속도* 10. 테스트의 평균속도*

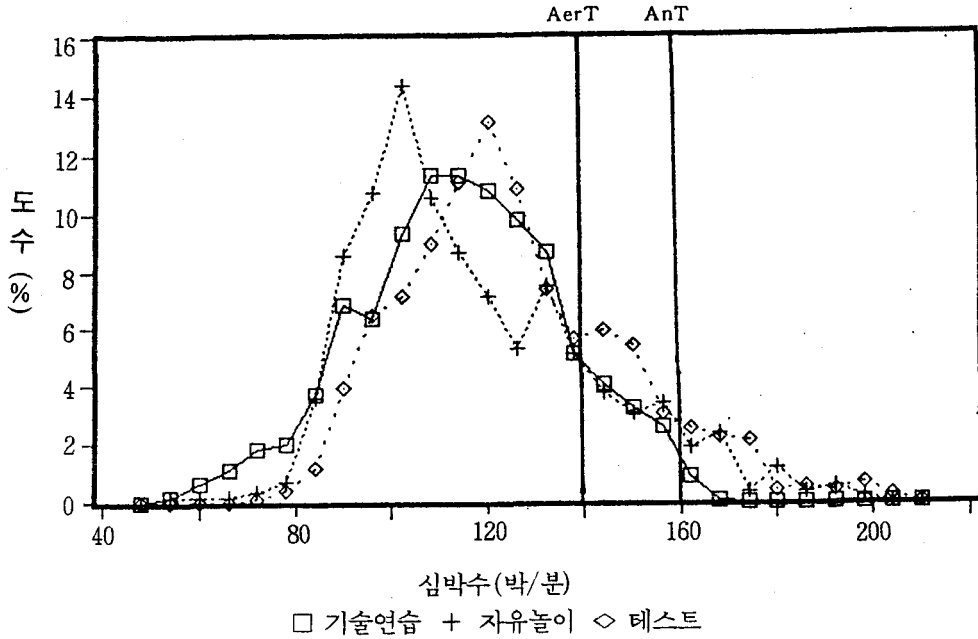
*는 피검자 14명의 평균치이다.

(그림 2) 기술연습, 자유놀이 및 테스트시의 수영속도

3) 수영수업의 생리적 운동강도

기술연습, 자유놀이 및 테스트시의 피검자 14명에 대한 심박수의 평균치를 비교해 보면 테스트의 평균심박수(125.2±23.81박/분)는 자유놀이(117.2±24.55박/분)와 기술연습(114.3±21.80박/분)보다 8~11박/분 높은 심박수를 나타냈으나, 유의하지는 않았다.

(그림 3)은 기술연습, 자유놀이 및 테스트시의 심박수 도수분포를 나타낸 것이다. 그림중의 수직선은 Skinner와 Mclellan¹⁸⁾의 가설모델에 의해 구분되어진 유산소성 작업역치(Aerobic Threshold; 이하, AerT로 표기)와 무산소성 작업역치(Anaerobic Threshold; 이하, AnT로 표기)에 해당하는 심박수를 나타낸 것이다. 심박수 도수분포를 보면 자유놀이가 기술연습과 테스트보다 약간 왼쪽에 편중하는 경향을 나타냈으며, 기술연습의 분포패턴이 테스트와 유사하게 나타났다.



(그림 3) 기술연습, 자유놀이 및 테스트시의 심박수 도수분포

4. 고 찰

1) 물리적 운동강도의 비교

운동과제간의 수영속도를 비교한 결과, 테스트가 기술연습 및 자유놀이보다 빠른 속도를 나타냈고 자유놀이는 테스트의 18%, 기술연습의 20%에 불과했다. 이러한 결과는 실시방법 및 연습내용의 차이에 의한 것이라 사료되었다. 즉, 테스트가 가장 빠른 속도를 나타낸 것은 운동기와 휴식기의 비율(1:10.1, 1:12.9)에서도 나타난 바와 같이 휴식기를 길게 하여 피로를 제거하고 일정한 거리를 전력으로 수영하게 한 레피테이션 트레이닝이었던 것이라 사료된다. 이 속도는 중학생¹⁾의 1.11m/초와 비슷하였으나, 대학생²⁾의 0.90m/초 보다는 빠른 속도를 나타냈다. 이것은 본 피검자들은 25m의 테스트를 실시한 반면, 대학생은 50~100m의 테스트(4명법)를 실시하였기 때문이라 사료되었다.

한편 자유놀이가 가장 늦은 속도를 나타낸 것은 정적인 휴식없이 수중보행, 잠수 및 수영 등을 하면서 즐겼던 지구운동에 의한 것이라 사료되었다. 이러한 자유놀이의 속도는 중학생을 대상으로한 최³⁾의 0.26m/초, 대학생을 대상으로한 최²⁾의 0.23m/초, 胡⁶⁾의 원영중의 0.21m/초와 비슷한 수준을 나타냈다.

본 연구의 기술연습의 수영속도는 전력으로 수영하게 한 테스트의 속도와 유의한 차가 없었다. 이것은 기술연습의 수영속도가 테스트보다 유의하게 ($P < 0.01$) 느린 속도를 나타낸 중학생 및 대학생과는 다른 현상을 나타냈다. 이러한 현상을 가져온 요인으로서 본 연구의 기술연습의 운동기와 휴식기의 비율(1:3~8)에서도 나타난 바와 같이 연습내용이 콤비를 위주한 레피테이션 트레이닝이었던 것이라 사료되었다. 특히 기술연습전의 워밍-업의 수영속도가 다른 연습내용 보다 빠른 속도를 나타낸 것은 워밍-업의 이해부족 또는 속도배분의 미숙에 의한 것이라 사료된다. 이러한 경우에는 워밍-업의 의의를 이해 시킴과 동시에 의식적으로 속도를 낮추어서 실시하도록 지도해야 할 필요성이 있다고 사료되었다.

2) 생리적 운동강도의 비교

고교기(高校期)는 신체적으로 모든 기능이 충실해지는 시기이다. 즉 뇌중량은 성인의 수준에 달하여 본격적인 대뇌의 기능발달이 일어나는 시기이기도 하다. 또한 근중량은 성인의 거의 100%에 달하고 근육조직에 밀접하게 관련하고 있는 근력도 같은 경향을 나타낸다. 이러한 신체의 일반적 발육발달상황을 고려하여 수영의 기술면에서는 중학교기에 획득한 기본기술을 더욱 충실하게 발전 시켜야하며, 체력면에서는 유산소 능력의 증가와 함께 무산소 능력의 발달에 중점을 두어야 할 시기이기도 하다.

이러한 발육발달기에 있어서는 반드시 주교재에 의해서 운동강도가 확보되어지는 것이 아니라 보조교재에 의해서도 운동강도가 확보되어진다. 즉 동일교재일지라도 운동과제가 다르다면 생리적 운동강도에 차가 나타나는 것은 타교재에서도 보고되어지고 있다. 齊藤⁶⁾의 고교2학년을 대상으로 실시한 핸드볼수업은, 기술연습을 중심으로한 수업보다 게임을 포함한 수업의 운동강도가 평균적으로 높았으며, 고교배드민턴 부원을 대상으로한 漆原¹⁷⁾의 연구에서는 단식게임(172.0~176.8박/분)이 복식게임(143.2~150.9박/분)보다 높은 운동강도를 나타냈다. 한편 胡⁸⁾의 동일한 물리적 운동강도로 실시한 원영에서는 수영능력이 높은 그룹(95.7박/분)이 낮은 그룹(120.0박/분)보다 낮은 심박수를 나타냈다. 이것은 수영능력의 차에 의해 신체에 미치는 생리적 운동강도가 달라움을 지적하고 있다.

생체부담도를 조사하기 위해 산출한 본 연구의 평균심박수는 테스트가 자유놀이와 기술연습보다 약간 높았을 뿐 120박/분 전후로 운동과제간에 현저한 차이를 나타내지는 않았다. 그러나 기술연습시의 평균심박수(114박/분)는 중학생과 대학생을 대상으로한 최^{2), 3)}의 130박/분, 128박/분보다 약15박/분 낮았다.

연령에 따라 최고 심박수(HRmax)와 안정시 심박수(HRrest)가 상이하므로 절대적 심박수(Absolute Heart Rate)대신에 상대적 심박수(Relative Heart Rate)를 사용하는 것

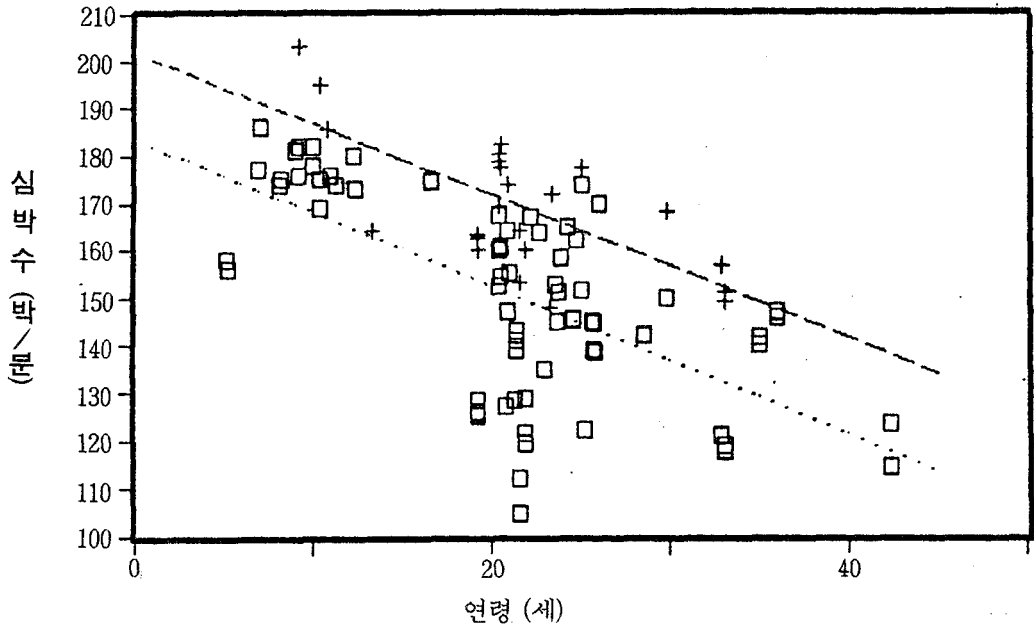
이 타당하며, 이러한 상대적 심박수는 %HRmax로 표기되어진다. 본 연구에서는 Karvonen과 Vuorimaa¹²⁾의 방정식 $(HR_{ex}-HR_{rest})/(HR_{max}-HR_{rest}) \times 100$ 을 이용하여 %HRmax를 산출했다(HR_{ex}: 운동시 심박수, HR_{max}: 최고 심박수, HR_{rest}: 안정시 심박수). Drinkwater와 Horvath⁵⁾의 방정식 $(y = -0.78 \times \text{age} + 209)$ 으로 최고 심박수를 산출하였으며, 수영지도전 휴식시의 심박수를 안정시 심박수로 산출했다.

또한 수영중의 심박수는 육상운동중의 심박수와 비교하여 약 20박/분 낮다고 하는 Magel¹⁴⁾, Dixon과 Faulkner⁴⁾, Mcardle¹⁵⁾, 石原⁹⁾, 黒川¹³⁾의 보고를 고려한 보정(補正)%HRmax는 테스트(62.3±10.38%HRmax)가 기술연습(54.0±7.23%HRmax)보다 유의하게 높았으며(P<0.05), 자유놀이는 56.5±11.97%HRmax이었다.

고교생을 대상으로한 유산소 능력의 개선에 관한 보고를 보면 石井¹⁰⁾는 60% $\dot{V}O_2$ max와 80% $\dot{V}O_2$ max의 운동강도(5분간, 3회/주, 10주간)의 트레이닝을 실시한 결과 $\dot{V}O_2$ max의 증가와 최대지구보(最大持久歩)시간이 연장되어지는 경향을 나타냈다고 했다. 다만, 피검자가 운동부에 소속되어 트레이닝전의 활동수준이 높으면 靑木¹⁾의 보고에서도 지적하였듯이 75% $\dot{V}O_2$ max의 운동강도(20~30분간, 3회/주, 6주간)로써 트레이닝을 실시하여도 $\dot{V}O_2$ max가 변화하지 않는 경우가 있으나 일반학생의 경우, 60% $\dot{V}O_2$ max 이상의 운동강도에서 5분간 이상 실시한다면 트레이닝 효과가 기대된다고 했다. 또한 池上⁸⁾는 $\dot{V}O_2$ max의 개선이 기대되는 최저의 트레이닝조건으로써 50~70% $\dot{V}O_2$ max(60~80%HRmax), 山地²¹⁾는 40~50% $\dot{V}O_2$ max(20~30분간, 2~3회, 5주이상)라고 하였으며, 石原⁹⁾의 유산소 작업능력의 향상을 위한 운동강도는 AerT에서 AnT간이 적당하고 심박수 115~144박/분이 수중운동시 운동강도 설정의 기준이 된다고 보고했다.

이러한 선행연구와 비교해 보면, 본 연구의 테스트의 보정%HRmax는 유산소 능력의 개선이 기대되는 운동강도의 하한선에 속하였지만, 기술연습과 자유놀이에서는 유산소 능력의 개선을 기대하기에는 낮은 강도를 나타냈다. 그러나 수영수업중의 심박수는 연습내용에 따라 크게 변동하고 있다. 따라서 심박수의 분포로 운동강도를 검토하여 보는 것도 중요하다.

본 연구에서는 심박수의 분포를 AerT와 AnT의 관점에서 분석했다. 즉, Skinner와 McIellen¹⁸⁾의 가설모델에 의거하여 지금까지 보고되어진 선행연구의 AerT와 AnT의 심박수를 연령별로 플롯하여, AerT와 AnT의 연령에 대한 직선회기식(AerT: $y = -1.55X + 183.02$, AnT: $y = -1.50X + 201.86$)을 구했다(그림 4). 또한 본 연구는 수영중의 심박수로부터 운동강도를 분석하였기 때문에 AerT와 AnT에 해당하는 심박수는 각각 139박/분, 158박/분이 되었다.



□ AerT : $y = -1.55x + 183.6$ + AnT : $y = -1.50x + 201.9$

(그림 4) AerT와 AnT의 심박수

이와 같이 분석되어진 운동과제별 심박수 도수분포를 보면, 테스트에서는 AerT에서 AnT간에 전심박수의 14.4%, AnT 이상에 전심박수의 9.1%가 포함되어져, 유산소 능력과 무산소 능력의 개선이 기대되었다. 기술연습에서는 AerT에서 AnT간에 전심박수의 9.9%, AnT 이상에 전심박수의 0.9%가 포함되어져, 유산소 능력의 개선이 기대되었다. 자유놀이에서는 AerT에서 AnT간에 전심박수의 10.2%, AnT 이상에 전심박수의 6.8%가 포함되어져, 유산소 능력과 무산소 능력의 개선이 기대되었다.

이상으로부터 고교기의 수영수업에서는 기술연습에 자유놀이 및 테스트를 부가함으로써 지도내용의 변화를 모색함과 동시에 유산소 능력과 무산소 능력의 개선이 기대되는 운동 강도를 확보할 수 있다는 가능성이 시사되었다. 그러나 고교기의 기본적인 기술연습은 레피테이션 트레이닝보다는 휴식기가 짧은 인터벌 트레이닝을 실시하는 것이 바람직하다고 사료되었다. 또한 테스트에는 AnT 이상의 도수가 9% 포함되었지만 무산소능력이 급격하게 증가하는 시기임을 고려한다면 이번 실시된 25m의 테스트만이 아니라 50m의 테스트를 실시하여 유산계(乳酸系)의 에너지 기구에도 부하를 가하는 시도가 필요하다고 사료되었다.

5. 요약

자유놀이, 기술연습 및 테스트가 포함되어진 고교생의 수영수업을 대상으로 물리적 운동강도인 수영속도와 생리적 운동강도인 심박수를 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 테스트(1.09m/초)와 기술연습(1.01m/초)의 수영속도는 자유놀이(0.20m/초)의 약 5배에 달했다.

2) 평균심박수는 운동과제간의 현저한 차는 없었다.

3) 보정%HRmax는 테스트가 기술연습보다 유의하게 높았다($p < 0.05$).

4) 기술연습에서는 AerT에서 AnT간에 전심박수의 9.9%가 포함되어져, 유산소 능력의 개선이 기대되었다.

5) 테스트에서는 AerT에서 AnT간에 전심박수의 14.4%, AnT 이상에 전심박수의 9.1%가 포함되어져, 유산소 능력과 무산소 능력의 개선이 기대되었다.

6) 자유놀이에서는 AerT에서 AnT간에 전심박수의 10.2%, AnT 이상에 전심박수의 6.8%가 포함되어져, 유산소 능력과 무산소 능력의 개선이 기대되었다.

인용문헌

- 1) 青木純一郎, 形本靜夫, 石河利寛, 水野良一, 永海正行 “持久走を中心とした體育授業の生理學的効果” 體育科學, 7, 30-36, 1979.
- 2) 崔 泰羲, 黒川隆志 “大學生のプールでの自由遊び, 水泳練習及びテストにおける運動強度の比較” 스포츠方法學研究, 5, 41-52, 1992.
- 3) 崔 泰羲, 黒川隆志 “中學生のプールでの自由遊び, 水泳練習, 테스트及び飛びこみにおける運動強度の比較” 體育科教育學研究, 9, 9-21, 1992.
- 4) Dixon, R. W. and Faulkner, J. A., “Cardiac outputs during maximal effort running and swimming” J. Appl. Physiol., 30, 653-656, 1971.
- 5) Drinkwater, B. L. and Horvath, S. M., “Heat tolerance and aging” Med. Sci. Sports, 11, 49-55, 1979.
- 6) 胡 泰志, 黒川隆志, 上田 毅, 崔 泰羲, 崔 勝旭, 仰木孝治 “高泳力群と低泳力群の遠泳中の運動強度” 스포츠方法學研究, 8, 9-19, 1995.
- 7) 合屋十四秋 “水泳授業時の心拍數變動と時間泳による運動處方の検討” デザント 스포츠科學, 7, 203-213, 1986.

- 8) 地上晴夫“運動処方”朝倉書店, 1988.
- 9) 石原俊樹, 宮下允正“有酸素作業能力向上のための水中運動の検討” J. J. Sports Sci., 1, 325-328, 1982.
- 10) 石井喜八, 堀居 昭 “全身持久性の運動処方に関する研究-間接法によるトレーニング処方-” 體育科學, 2, 123-131, 1974.
- 11) 石崎忠利, 佐藤 亭, 渡邊敏夫“中學生における各種水泳運動中の心拍數” 學校體育, 7, 64-67, 1990
- 12) Karvonen, J. and Vuorimaa, T., “Heart rate and exercise intensity during sports activities” Sports Medicine, 5, 303-312, 1988.
- 13) 黒川隆志, 野村武男, 富堅泰一, 地上晴夫“水泳, ランニング及びペダリングにおける水泳選手の呼吸循環系の反應” 體力科學, 33, 157-170, 1984.
- 14) Magel, J. R., “Comparison of the physiologic response to varying intensities of submaximal work in tethered swimming and treadmill running” J. Sports Med., 11, 203-212, 1971.
- 15) McArdle, W. D., Magel, J. R., Delio, D. J., Toner, M. and Chase, J. M., “Specificity of run training on $\dot{V}O_{2max}$ and heart rate changes running and swimming” Med. Sci. Sports, 10, 16-20, 1978.
- 16) 齊藤 満, 星川 保, 松井秀治“體力の個體差からみた正課體育の運動量と質について (高校生のハンドボール授業を対象に)” 新體育, 48, 733-737, 1978.
- 17) 漆原 誠, 前出哲子, 土屋典子, 本多宏子, 遠井稔男, 池田舜一, 吉澤茂弘“高校女子バドミントン選手の心拍變動を中心にしたゲームおよび練習の分析” 體育の科學, 35, 851-857, 1985.
- 18) Skinner, J. S. and Mclellan, T. M., “The transition from aerobic to anaerobic metabolism” Research Quarterly For Exercise And Sports, 51, 234-248, 1980.
- 19) 高木美和子“學校體育における水泳” 日本水泳連盟科學技術委員會編, 水泳醫學百科, 南江堂, 10-14, 1987.
- 20) 上田 毅“有酸素能力の改善を目指した水泳授業の實驗的研究-心拍數と主觀的運動強度を用いた水泳授業の分析-” 廣島大學大學院教育學研究科修士論文, 1988.
- 21) 山地哲司, 横山泰行“持久性トレーニング (強度, 時間, 頻度, 期間) の最大酸素攝取量への影響” 體育學研究, 32, 167-179, 1987.