

규칙적인 저항 운동이 심폐 능력과 뇌혈류 속도에 미치는 영향

유재호 · 이석민

삼육대학교 물리치료학과

The Effects of Regular Resistive Exercise on Cardiopulmonary Ability and Cerebral Blood Flow Velocity

Jae-ho Yu, PT, MS, Suk-min Lee, PhD

Department of Physical Therapy, Sahmyook University

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study is to analysis effects of resistive exercise on cardiopulmonary fitness and cerebral artery blood flow velocity.

Methods : Ten healthy university students had done resistive exercise without aerobic exercise over one year participated resistive exercise group and ten general university students, then were calculated oxygen consumption (VO_2) and respiratory exchange rate(VO_2/VCO_2). After a week, they were measured Transcranial Doppler Ultrasonography(TCD) at moderate exercise(HRmax 50%), maximal exercise (HRmax 100%) for taking cerebral blood flow velocity.

Results : In the comparison between groups, resistive exercise group showed significant higher oxygen consumption and lower respiratory exchange than controls($p<0.05$). In resistive exercise group, oxygen consumption was significant negative correlation with cerebral artery pulsatory index($p<0.05$). but, oxygen consumption was significant positive correlation with systolic blood flow velocity in controls($p<0.05$).

Conclusions : After considering all the factors, important value in resistive exercise is regular participation and help us increasing contingency response ability.

Key Words : Oxygen consumption, Respiratory exchange rate, Regular exercise, Physical therapy

I . 서 론

현대인의 서구화된 식습관과 신체 활동의 감소는

교신저자 : 이석민, E-mail: leesm@syu.ac.kr

논문접수일 : 2010년 03월 14일 / 수정접수일 : 2010년 05월 14일 / 게재승인일 : 2010년 05월 25일

혈관 내 저밀도 콜레스테롤의 침착을 증가시키고 각종 심혈관계 질환의 발병율을 높이는 원인이 되고 있다. 심혈관계 질환 중 뇌졸중은 뇌에 있는 혈관이 혈전, 콜레스테롤, 색전 등에 의하여 협착되고 이로인해 뇌신경 세포로의 혈류 공급이 중단됨으로써, 특정 뇌 영역의 신경 세포가 괴사하여 발생하는 손상이다(Cauraugh과 Kim, 2002). 또한 뇌졸중은 사망의 원인이 되며 신체적 손상과 기능적 제한 등 여러 가지 문제점을 만들게 된다(Kelley-Moore과 ferraro, 2004).

혈관 협착으로 인한 뇌졸중의 주요 발생 기전은 혈역학적 장애에 의한 뇌경색, 혈전 색전증에 의한 뇌경색, 소혈관 질환에 의한 뇌경색 등이 있다(김태학, 2005). 이와 같은 혈관 폐쇄로 진단받은 환자는 초기엔 약물 치료방법을 사용하게 되지만 혈역학적 장애가 심할 시 적극적으로 수술적 치료를 받아야 하는 상황에 이르기엔 발병 인자들의 감소를 통하여 미연에 뇌졸중을 예방하는 것은 매우 중요하다(Vernieri 등, 1999).

뇌손상은 심폐기능과 밀접하게 관련되어 있고 운동과 뇌혈류에 관한 연구는 1990년대 이후부터 활발하게 진행되어 오고 있다. 심폐기능의 지표 중 최대산소섭취량은 개체의 유산소 능력, 즉 최대 운동 시 심혈관계의 최대 능력을 나타내므로 장기간에 걸쳐 규칙적으로 유산소 운동 시 최대산소섭취량은 증가하고, 그 증가의 정도는 훈련 효과를 객관적으로 평가하는 지표로 사용되고 있다(허봉렬과 김철준, 1990).

최대산소섭취량과 이에 따른 생리학적 변인들의 산출을 위하여 시행하는 검사로는 운동부하 검사가 있는데, 이 검사는 안정시의 검사와는 달리 정상인과 운동선수의 잠재성 심폐질환을 조기진단 하거나 여러 가지 원인으로 재활치료나 운동요법을 필요로 하는 환자들에게 사용하여 심폐지구력을 평가하는데에 이용되어 왔다(강도순, 2003). 하지만 뇌의 혈액역학 반응은 국소적으로 다르고 단순히 운동부하 검사만을 통한 심장과 전반적인 혈액 흐름의 측정으로는 뇌의 중요한 국부의 변화기전을 설명하기 힘들다(Williamson과 Friedman, 1996).

Jogensen 등(1992)은 고정식 싸이클 운동 시 중

대뇌동맥에서 뇌혈류속도가 점진적으로 증가되었음을 보고하였고, Hellstrom 등(1996)은 고강도 운동에서(VO_2max 80~90%) 중대뇌동맥과 좌내경동맥의 혈류속도는 약간 감소하는 경향이 있으나 좌중경동맥은 계속적으로 증가하였다고 보고하였다. 또한 Querido과 Sheel(2007)의 운동 시 뇌혈류 변화 연구에 따르면 규칙적으로 운동을 해온 사람은 운동 중에도 대뇌피질이 잘 보호되어지므로 갑작스럽게 증가된 혈류로 인한 뇌의 산소화가 일반적 상황에서 운동 능력을 제한하는 요소로 나타나지 않지만 고강도 운동 시 또는 운동 후 회복기 저혈압 등과 같은 상황은 뇌를 손상시킬 수 있다고 하였다.

이처럼 유산소 운동과 운동 형태에 따른 뇌혈류의 변화에 관련된 연구들은 체육학 및 운동생리학 분야에서 관심있게 다루어져 다양한 반면, 물리치료 현장에서 근력, 근지구력, 균형능력의 증진을 위해 사용되는 저항 운동을 통한 심폐 능력의 증진과 뇌혈류의 변화를 다룬 연구는 미비한 실정이다. 최근의 연구에 따르면 저항운동은 심폐 기능을 증진시킨다고 보고 한 바 있으나 연령과 기간에 따라 아직까지 논란의 여지가 있다(Sagiv 등, 2007).

따라서 본 연구는 규칙적으로 저항운동을 시행해 온 운동군의 심폐 능력과 뇌혈류 속도를 유사한 신체조건의 일반인과 비교하여 단순히 근력, 근지구력, 평형성의 증가를 위해 주로 사용되어 왔던 저항 운동이 심폐 능력과 뇌혈류 속도에 미치는 영향을 파악하여 뇌손상을 예방함에 있어 저항 운동의 우수성을 증명하고 그 지침을 마련하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 2009년 8월까지 1년 이상 주 3회 1RM (Repetition maximum)의 80% 수준으로 규칙적으로 저항운동에 참여한 S대학교 헬스 동호회 남학생 10명과 일반 남성 대학생 10명을 대상으로 하였다. 대상자들은 본 연구의 내용을 이해하고 자발적으로 참여의사를 밝힌 자로 뇌혈관질환, 심장질환, 당뇨병 등 심폐기능과 뇌혈류에 영향을 미치는 질환의 병

력이 없고 신경학적 검사 상 이상소견이 없는 사람으로 정하였고 유산소 운동에 따른 심폐능력 및 뇌혈류 변화를 최대한 배제하기 위해 규칙적인 유산소 운동에 참여하지 않는 자들로 제한하였다. 실험을 실시하기 전에 체성분분석기(InBody 3.0, Biospace, Korea)를 이용하여 신장, 체중 및 체지방을 측정하였다.

2. 연구 절차

1) 실험절차

본 연구는 규칙적인 저항 운동이 심폐 능력과 뇌혈류 속도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 유산소 운동에 참여하지 않지만 규칙적인 저항운동을 1년 이상 시행해온 대학생 10명과 일반 대학생 10명을 선정하였고 피험자들은 실험 중 유의해야 할 사항과 기본적인 측정절차에 대한 설명을 들은 뒤 측정을 실시하였다.

본 연구에 이용된 실험실의 온도는 항상 22~24°C, 습도 60%가 유지되도록 하여 환경적인 요인에 의한 생리적 반응의 변화를 최소화하였으며 실험은 피험자들은 기초적인 의학검사와 운동부하 검사를 실시하였고 산소섭취량과 호흡교환율을 산출하였다. 일주일 뒤 운동부하 검사를 통한 심박수를 근거로 중강도(HRmax 50%), 최대강도(HRmax 100%)에 경두개 도플러 초음파 검사(Transcranial Doppler Ultrasonography, TCD)를 실시하였다. 피험자들은 실험 1시간 전에 도착하여 순번을 정하고 기본적인 측정절차에 대한 설명을 들은 뒤 의료용 침대에 누워 20분 정도 안정을 취한 후 실시하였다.

2) 운동부하 심폐지구력 검사

산소섭취량과 호흡교환율을 얻기 위해 운동부하 검사를 실시하였다. 검사 전 트레드밀에 앉은 자세와 선 자세에서 각각 혈압을 측정하고 12유도 심전도를 출력하였다. 운동부하 검사를 수행하기 위하여 Q-STRESS TM55 (QUINTON 2000, SANG CHUNG)를 사용하였고 Bruce(1963)의 protocol를 사용하여 매 3분마다 트레드밀의 속도와 경사를 이용하여 운동강도를 점차적으로 증가시키면서 각 단계 2분에

혈압을 측정(Tango, Suntech USA)하였고, 자각적 운동강도(ratings of perceived exertion: 1982)에 의한 운동강도를 피험자가 주관적으로 판단하도록 하였다. 그리고 다음 단계가 시작되는 동시에 12유도 심전도를 출력하였다. 호흡가스는 mixing chamber 방식으로 운동 시 매 15초마다 호흡인자들을 분석하여 산소섭취량(VO_2)과 호흡교환율(VCO_2/VO_2)을 측정하였다.

운동부하 검사의 중단 기준은 심혈관계 증상이나 피로에 의해 피험자가 운동중단을 요청 할 때, 자각적 운동강도(RPE)가 17이상 일 때, 호흡 교환율(RER)이 1.15 이상일 경우로 설정하였으나 최대강도(all-out)를 측정하기 위해서 피험자가 운동 중단을 요구할 때 검사를 중단하였다. 운동이 종료된 후에는 트레드밀 위에서 1.9kph 속도로 2분정도 가볍게 걷게 한 후 앉은 자세에서 3분 동안 회복시 변화를 관찰하였다. 이러한 운동부하검사에 관한 전반적인 절차는 미국스포츠의학회 지침서를 이용하여 실시하였다(ACSM, 2006).

3) 경두개 도플러 초음파 검사(TCD)

뇌혈류 측정은 운동부하검사 일주일 후, 측정된 최대 산소섭취량에 근거하여 중강도, 최대강도로 나누어 각 단계에 도달하였을 때 트레드밀에서 내려서 준비된 침대에 바로 누운 자세에서 Power M-mode 150(SPENCER TECHNOLOGIES, USA)를 이용하여 뇌혈류를 측정하였다. 측정은 검사자는 본체와 연결된 probe를 이용하여 안정 시에 중대뇌동맥(middle cerebral artery)를 선택하여 transtemporal approach의 방법을 이용하여 깊이 50~64mm에 있는 부위에서 다가오는 혈류를 측정하였다. 측정 시 저항이 가장 활발한 중대뇌동맥의 위치를 찾아내어 혈류의 수축 시와 이완 시의 최고속도와 뇌혈관의 협착지수(pulsatility index)등을 모니터와 음향을 이용해 판정하여 측정하였고 그 다음의 측정을 위해 중대뇌동맥의 위치를 수성 싸인펜으로 반경 0.5cm의 원으로 표시하였다. 운동부하 검사 중 TCD 측정은 피험자를 민첩하게 보조하여 최대한 빠르게 의료용 침대에 눕힌 후 20초 내에 측정하여 컴퓨터에 입력한 다음 되돌아가는 방식으로 하였다.

3. 분석 방법

본 자료는 운동군과 대조군 간의 신체적 특성, 산소섭취량, 호흡교환율 간의 차이를 분석하기 위하여 Independent t-test를 사용하였다. 운동 강도에 따른 산소 섭취량, 호흡교환율, METS와 뇌혈류 속도 및 혈관 협착지수간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 사용하였다. 각 변수들의 통계적 유의 수준 $\alpha=0.05$ 로 하였으며 통계 분석방법은 SPSS version 12.0 프로그램을 사용하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 (Table 1)과 같다. 운동군의 평균 연령은 20.00세, 키는 173.01cm, 몸무게는 74.53kg이었으며, 대조군의 평균 연령은 20.04세, 키는 173.29cm, 몸무게는 76.49kg이었다. BMI는 운동군이 24.88점, 대조군이 25.46점이었다.

Table 1. Participant General characteristics

Variable	Exercise (n=10)	Controls (n=10)	t	p
Age (years)	20.00±0.66	20.04±1.07	-1.000	0.058
Height (cm)	173.01±7.20	173.29±7.09	-0.088	0.897
Weight (kg)	74.53±10.49	76.49±10.61	-0.415	0.843
BMI	24.88±2.83	25.46±3.04	-0.446	0.530

Note: Values are mean±S.D for age, height, weight. BMI; Body Mass Index

Table 2. Difference of Oxygen consumption between exercise group and control group

(unit: ml/kg/min)

Oxygen consumption (VO ₂)	Exercise group	Controls	t	p
Moderate intensity (HRmax 50%)	25.84±2.40	20.97±1.49	5.442	0.038*
Peak intensity (HRmax)	59.63±6.09	47.18±3.71	5.514	0.015*

*p<0.05

Table 3. Difference of Respiratory exchange rate between exercise group and control group

(unit: ml/kg/min)

Respiratory exchange rate (VCO ₂ /VO ₂)	Exercise group	Controls	t	p
Moderate intensity (HRmax 50%)	0.91±0.05	0.97±0.05	-2.590	0.720
Peak intensity (HRmax)	1.14±0.13	1.18±0.06	-0.954	0.022*

*p<0.05

대상자의 신체적 특성은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2. 그룹 간의 운동 강도에 따른 산소섭취량(VO₂)의 차이

운동군과 대조군 간의 산소섭취량(VO₂)의 차이는 독립 표본 평균검정(Independent t test)으로 분석하였다(Table 2)(Figure 1-A). 그룹 간 중강도(HRmax 50%)에서 산소섭취량은 유의한 차이가 나타났고 (P<0.05) 최대강도(HRmax)에서 산소섭취량 역시 유의한 차이가 나타났다(P<0.05).

3. 그룹 간 운동 강도에 따른 호흡교환율(VCO₂/VO₂)의 차이

운동군과 대조군 간의 호흡교환율(VCO₂/VO₂)의 차이는 독립 표본 평균검정(Independent t test)으로 분석하였다(Table 3)(Figure 1-B). 그룹 간 중강도 (HRmax 50%)에서 호흡교환율은 유의한 차이가 나

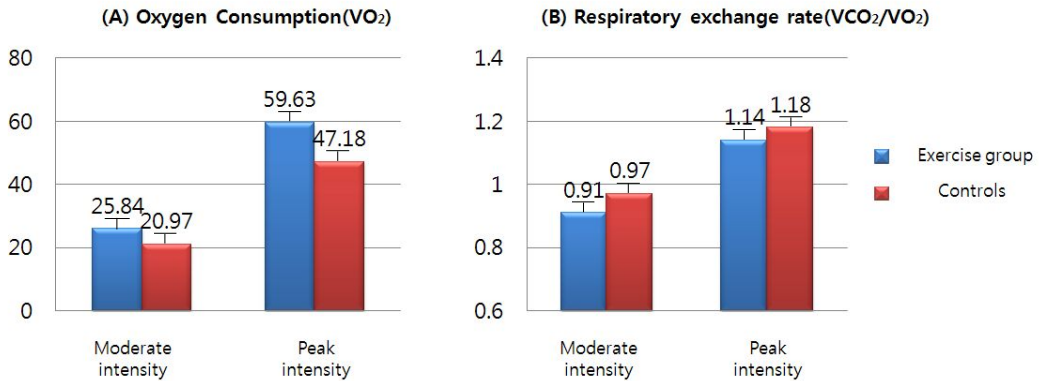


Figure 1. Difference of Oxygen consumption(VO₂, A) and Respiratory exchange rate(VCO₂/VO₂, B) according to exercise intensity between exercise group and controls

타나진 않았지만 최대강도(HRmax)에서 호흡교환율은 유의한 차이가 나타났다(P<0.05).

4. 그룹 간 운동 강도에 따른 뇌혈류 속도의 차이

운동군과 대조군 간의 뇌혈류 속도 변인은 수축기속도, 이완기속도, 평균속도, 뇌혈관 협착지수로 분류하였고 독립 표본 평균검정(Independent t test)으로 그 차이를 분석하였다(Table 4). 그룹 간의 뇌혈류 속도의 차이는 모든 변인에서 통계적으로 의미있는 차이는 나타나지 않았으나 중강도(HRmax 50%)에서는 모든 변인에서 대조군이 높게 나타났고 최대강도(HRmax)에서는 모든 변인에서 운동군이 높게 나타났다.

5. 그룹 간 심폐 능력과 뇌혈류속도 간의 상관성 비교

1) 운동군의 심폐 능력과 뇌혈류 간의 상관성

운동군의 심폐 능력과 뇌혈류 간의 상관성은 피어슨 상관분석(Pearson's correlation coefficient)으로 분석하였다(Table 5). 운동군은 중강도 산소섭취량에서 중강도 뇌혈류 협착지수(p<0.05), 최대강도 뇌혈류 협착지수(p<0.05)와 음의 상관관계가 나타났고 최대강도 산소섭취량은 중강도 뇌혈류 협착지수(p<0.05), 최대강도 뇌혈류 협착지수(p<0.01)와 음의 상관관계가 나타났다. 중강도 호흡교환율과 중강도 이완기 속도는 음의 상관관계가 나타났으며(p<0.05), 안정시 산소이용률(METS)은 중강도 뇌혈류 협착지수(p<0.05), 최대강도 뇌혈류 협착지수(p<0.05)와 음

Table 4. Difference of cerebral blood flow between exercise group and controls

Variable of cerebral blood flow		Exercise	Controls	t	p
Velocity of Systolic phase (mm/sec)	Moderate Intensity (HRmax 50%)	133.60±37.82	154.70±30.78	-1.368	0.443
	Peak Intensity (HRmax)	148.20±35.14	143.90±33.71	0.279	0.813
Velocity of Diastolic phase (mm/sec)	Moderate Intensity (HRmax 50%)	59.40±14.36	61.40±13.43	-0.322	0.733
	Peak Intensity (HRmax)	49.40±14.57	41.50±12.02	1.322	0.685
Mean Velocity (mm/sec)	Moderate Intensity (HRmax 50%)	89.20±21.03	98.20±19.93	-0.982	0.832
	Peak Intensity (HRmax)	86.80±20.55	80.80±20.76	0.649	0.740
Pulsatility index	Moderate Intensity (HRmax 50%)	0.94±0.14	0.95±0.12	-0.115	0.405
	Peak Intensity (HRmax)	1.14±0.14	1.28±0.19	-1.788	0.453

Table 5. Correlation of cardiopulmonary fitness and cerebral blood flow in exercise group

			Oxygen consumption		Respiratory exchange rate		METS
			Moderate Intensity	Peak Intensity	Moderate Intensity	Peak Intensity	
Velocity of Systolic phase	Moderate Intensity	r	-0.443	-0.435	-0.578	-0.620	-0.433
		p	0.199	0.209	0.080	0.056	0.211
	Peak Intensity	r	0.174	0.094	-0.414	-0.035	0.203
		p	0.630	0.796	0.234	0.924	0.573
Velocity of Diastolic phase	Moderate Intensity	r	0.107	0.135	-0.646*	-0.407	0.131
		p	0.768	0.711	0.044	0.243	0.719
	Peak Intensity	r	0.551	0.477	-0.417	-0.048	0.571
		p	0.099	0.164	0.231	0.896	0.085
Mean Velocity	Moderate Intensity	r	0.042	0.058	-0.534	-0.227	0.069
		p	0.908	0.874	0.112	0.528	0.850
	Peak Intensity	r	0.334	0.254	-0.485	-0.093	0.360
		p	0.346	0.480	0.156	0.799	0.307
Pulsatility index	Moderate Intensity	r	-0.635*	-0.709*	0.415	0.182	-0.634*
		p	0.049	0.022	0.233	0.614	0.049
	Peak Intensity	r	-0.755*	-0.766**	0.153	0.066	-0.743*
		p	0.012	0.010	0.672	0.857	0.014

METS; Metabolic equivalent

*p<0.05, **p<0.01

의 상관관계가 나타났다.

2) 대조군의 심폐 능력과 뇌혈류 간의 상관성

대조군의 심폐 능력과 뇌혈류 간의 상관성은 피어슨 상관분석(Pearson's correlation coefficient)으로 분석하였다<Table 6>. 대조군은 중강도 산소섭취량

Table 6. Correlation of cardiopulmonary fitness and cerebral blood flow in controls

			Oxygen consumption		Respiratory exchange rate		METS
			Moderate Intensity	Peak Intensity	Moderate Intensity	Peak Intensity	
Velocity of Systolic phase	Moderate Intensity	r	0.662*	0.660*	0.113	0.276	0.660*
		p	0.037	0.038	0.755	0.440	0.038
	Peak Intensity	r	0.673*	0.670*	0.064	0.407	0.671*
		p	0.033	0.034	0.861	0.243	0.034
Velocity of Diastolic phase	Moderate Intensity	r	0.403	0.400	0.312	-0.035	0.400
		p	0.249	0.252	0.380	0.925	0.252
	Peak Intensity	r	0.384	0.382	0.171	0.233	0.382
		p	0.273	0.276	0.636	0.518	0.276
Mean Velocity	Moderate Intensity	r	0.572	0.569	0.205	0.156	0.569
		p	0.084	0.086	0.570	0.666	0.086
	Peak Intensity	r	0.524	0.521	0.164	0.435	0.522
		p	0.120	0.123	0.650	0.209	0.122
Pulsatility index	Moderate Intensity	r	0.459	0.460	-0.444	0.599	0.460
		p	0.182	0.181	0.199	0.067	0.181
	Peak Intensity	r	0.384	0.385	-0.281	-0.036	0.385
		p	0.273	0.272	0.432	0.921	0.271

METS; Metabolic equivalent

*p<0.05

에서 중강도 수축기 속도($p<0.05$), 최대강도 수축기 속도($p<0.05$)와 양의 상관관계가 나타났고 최대강도 산소섭취량은 중강도 수축기 속도($p<0.05$), 최대강도 수축기 속도($p<0.05$)와 양의 상관관계가 나타났다. 안정시 산소이용률(METS)은 중강도 수축기 속도($p<0.05$), 최대강도 수축기 속도($p<0.05$)와 양의 상관관계가 나타났다.

IV. 고 찰

본 연구는 규칙적인 저항 운동이 심폐 능력과 뇌혈류 속도에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 저항운동은 밴드, 덤벨과 같은 기구 또는 치료사가 자신의 몸을 이용하여 환자에게 부하를 주어 근육 운동을 시키는 방법으로 근력, 지구력, 균형 능력을 증가시키는데 있어 매우 효과적인 운동방법이며 물리치료 분야에서 근골격계, 신경계 질환자들의 재활 방법으로 널리 사용되어왔다. 또한 저항운동은 근육량의 증가와 지방량의 감소를 통해 기초대사량을 증가시킴으로써 비만과 고지혈증 환자에 있어 콜레스테롤 수치의 감소에는 효과적으로 분류되어왔지만(Aslam 등, 2009) 장기간 수행하기 힘들다는 단점에 때문에 심혈관계의 개선이란 부분에서 유산소 운동과 다르게 많은 연구들이 이뤄지지 않았다. 하지만 물리치료 현장에서는 전반적인 기능 수행이라는 목적을 달성하기 위해 대다수의 환자가 스스로 또는 치료사의 중재를 통해 적은 저항으로 많은 회수를 반복적으로 수행하는 저항운동 들이 이루어지고 있다.

뇌졸중 환자에게 있어 이차적인 재발은 처음보다 더 큰 후유 장애를 남기게 되는데 5년 이내의 재발율은 16~42%에 이르며 경동맥 폐쇄 환자의 경우 뇌경색 재발 가능성이 높게는 1년 안에 20.1% 정도로 더욱 높은 것으로 보고되어 왔다(Bornstein 등, 1994). 물리치료를 이차적인 재발의 예방은 상당히 중요한 부분이기엔 신경근의 축진을 통한 기능의 향상과 함께 혈관의 개선은 매우 중요한 문제가 아닐 수 없다. 하지만 물리치료 현장에서 현재까지 심혈관계 개선에 검증되어온 유산소 운동을 함께 병행하기에는 그 안정성과 환자의 기능 수준, 시간적

여유 등의 문제점에 의해 쉽게 행하지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 기능 수준 회복을 위해 전통적으로 시행하는 저항 운동도 환자의 규칙적인 노력 여부에 따라 심폐 능력의 개선과 뇌혈류 속도에 변화를 줄 수 있다는 가설을 가지고 시행되었다.

본 연구에서 운동군의 중강도와 최대강도 산소섭취량과 최대강도 호흡교환율은 대조군과 비교하여 통계적으로 의미있는 차이를 보였다. 송낙훈(2008)은 척수손상 환자를 대상으로 한 연구에서 탄성 저항운동이 심폐능력과 혈액학적 요인의 개선에 효과적이라고 하였고 소위영 등(2008)은 탄력 저항운동의 비만 여성에 대한 적용이 심폐능력을 향상시켰다고 하였는데 본 연구의 결과와 비슷하다고 할 수 있겠다. 규칙적인 저항운동으로 인한 이러한 심폐능력의 향상은 기초대사량의 증가와 정맥회귀혈의 증가를 통한 심박출량의 증가와 관련있다고 생각되어진다.

최근 경두개 초음파 검사를 통해 안정시와 운동시에 따른 뇌혈관의 혈류, 속도, 저항 및 동맥의 협착에 관한 연구는 혈류역학적인 부분에서도 비중있게 다루어지고 있다(Shoemaker 등, 1996; Toska과 Erikson, 1994). 뇌순환계에서의 뇌혈류 역학은 뇌혈관의 내경이나 혈류량의 변화와 파형, 혈류속도, 측부순환 관계를 연구하는 분야이며 뇌혈류는 정상적일 때 자기조절(autoregulation)을 통해 혈압의 변화와 뇌활성 요구량에 맞춰 상대적으로 일정한 뇌혈류 흐름을 유지하게 되지만(Paulson 등, 1990) 신체 활동이나 운동 시 뇌혈류양이나 속도는 증가되는 것으로 보고되고 있다(Williamson 등, 1999).

경두개 도플러 초음파 검사(TCD)는 측정이 간편하며 뇌혈관 조영술에 비해 비침습적이며 고통이 없어 검사가 비교적 쉽고, 반복 시행하기 수월한 장점이 있으며(Newell 등, 1994) 혈관폐쇄유무와 폐쇄 위치, 혈류의 방향 및 측부순환(collateral flow) 형성 여부 등을 비침습적으로 알 수 있다는 장점이 있다(Kwon, 2001). 특히 두개 내 동맥들 중 중대뇌동맥은 크기가 클 뿐만 아니라 위치상 TCD로 측정하기가 쉬우며, 특히 경동맥계의 동맥들 중 민감도와 특이도가 비교적 높은 편이고 협착의 정도를 측정하기에 가장 좋은 동맥으로 알려져 있다(Lindgard,

1994). 이와 같은 이유로 본 연구에서도 중강도와 최대강도 운동시 대상자들의 중대뇌 동맥을 촉지하여 혈류의 속도와 뇌혈관의 협착 정도를 측정하기 위해 TCD를 사용하였다.

Rothmier 등(2006)에 의하면 격렬한 움직임은 치명적인 사고로 이어질 수 있으며 미국에서는 연간 110명의 엘리트 운동선수들이 운동 중 돌연사하고 있고 그 중 심혈관계가 원인이 되는 돌연사는 젊은 운동선수에 있어 주요 사망원인이라고 보고하였다. 평소 규칙적인 운동을 수행해 오지 않은 일반인들은 갑작스러운 격렬한 활동 수행 시 이러한 위험에 많이 노출된다. 돌연사란 전혀 예상하지 못한 상태에서 돌발적으로 발생하고 발병한지 1시간 이내에 사망하는 것으로 주원인은 심장 질환이다. 특히 심장사 중 악성 심실 빈맥성 부정맥은 심장 근육세포에 피를 공급해주는 관상동맥이 갑자기 막혀서 심장 근육세포가 산소와 영양소 부족으로 죽어 가는 과정에 생긴 경우로 가장 빈도수가 높으며, 전체 돌연심장사의 70~80%를 차지하고 있다(차태준, 2008). 부정맥이 사회적으로 중요하고 관심을 많이 받고 있는 것은 돌연사를 일으킬 확률이 높고, 뇌졸중의 중요한 원인이 되고 있다는 점 때문이다. 부정맥 중 심실세동은 악성 심실 빈맥성 부정맥이 일으키고 심방세동은 뇌졸중의 중요한 원인이 되고 있다(Vingerhoets 등, 1993).

뇌혈류 속도를 따로 구분하여 분석하지 않았지만 TCD를 이용한 Sohemaker 등(1996)의 연구에서는 6명의 남녀 대상들을 중심으로 9주간의 등척성 운동 전,후의 심장과 운동근육의 평균 혈류 속도를 비교하였는데 지속적인 운동 후 평균 혈류 속도는 최대 심박수 및 혈압의 감소와 함께 약 12%의 감소를 보였다고 보고한 바 있다.

다른 유사한 연구에서 Stacey-Clear과 Fish(1984)은 일반인을 대상으로 사지의 동적인 움직임 상황을 반복한 실험 결과 17%의 평균 혈류 속도와 심박수의 감소를 보고한 바 있다. 지속적으로 격렬한 작업을 수행하는 사람들은 이러한 혈류의 평균 속도의 변화를 감안할 때 규칙적인 운동을 통한 심혈관계의 개선이 병행되지 않는다면 뇌졸중의 위험에 노출되어 매우 위험한 상황에 빠질 수도 있다고 말

할 수 있다.

본 연구에서 운동군은 산소섭취량과 뇌혈관 협착 지수 간에 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였으나 대조군에서는 산소섭취량과 수축기 속도와 양의 상관관계를 보여 다소 상이한 결과를 보였다. Kulikov 등(2007)은 환자들을 대상으로 한 연구에서 운동 강도의 증가에 따라 혈관저항과 혈압간의 상관관계는 나타났지만 뇌혈류 속도와 혈압 등의 심혈관 변인과의 상관관계는 나타나지 않았다고 보고한 바 있는데 통계적으로 유의하지는 않았지만 본 연구의 대조군과 같이 양의 상관관계가 나타났다. 일반적으로 수축기 혈압과 수축기 혈류 속도는 혈관 저항이 높아짐에 따라 증가하는데 대조군의 경우 저항운동 뿐만 아니라 규칙적인 운동에 참여한 바 없기 때문에 혈관의 탄성도가 감소되고 혈관 저항이 높아짐에 따라 이러한 결과가 나타난 것으로 생각된다.

아직까지 운동유무에 따른 뇌혈류 속도의 감소는 논란의 요소가 있고 본 연구에서 운동군과 대조군에 뇌혈류 속도에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 혈류 속도의 변화가 중강도에서 최대강도로 변화 시 그룹간에 역전되는 경향을 보였는데 이는 운동군이 규칙적인 저항 운동 운동을 통해 혈관부하에 대해 유연하게 반응하는 것으로 생각된다. 본 연구의 제한점은 운동군 10명, 대조군 10명으로 다소 대상자 수가 작았고 1년 이상의 기간 때문에 근력 운동 종류에 대한 중재가 이루어지지 않은 부분이다. 심폐물리치료의 관심도가 증가됨에 따라 물리치료 분야에서 쉽게 적용하는 저항운동과 심장, 호흡계와의 관계는 앞으로 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 규칙적인 저항 운동이 심폐 능력과 뇌혈류 속도에 미치는 영향을 파악하여 물리치료에 있어 저항 운동의 우수성을 증명하고 뇌졸중을 예방하는 지침을 마련하고자 하였다. 본 연구의 결과에서 운동군은 중강도와 최대강도에서 산소섭취량이 유의하게 높은 것으로 나타났고 최대강도에서

호흡교환율은 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 운동군은 중강도 산소섭취량에서 중강도 뇌혈류 협착지수, 최대강도 뇌혈류 협착지수와 음의 상관관계가 나타났고 최대강도 산소섭취량은 중강도 뇌혈류 협착지수, 최대강도 뇌혈류 협착지수와 음의 상관관계가 나타났다. 대조군은 중강도 산소섭취량에서 중강도 수축기 속도, 최대강도 수축기 속도와 양의 상관관계가 나타났고 최대강도 산소섭취량은 중강도 수축기 속도, 최대강도 수축기 속도와 양의 상관관계가 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 규칙적인 저항 운동은 최대산소섭취량을 증가시키고 호흡교환율을 감소시키며 규칙적으로 저항 운동에 참여시 뇌혈관의 협착지수는 뇌혈관의 건강을 평가하는데 유리한 평가 지표이다. 따라서 물리치료에 있어 저항 운동의 규칙적인 시행은 심폐능력 개선에 중요하며 뇌졸중 예방에 도움이 된다.

참 고 문 헌

강도순. 운동선수와 비운동선수의 심폐기능에 관한 비교. 호남대학교 교육대학원. 2003.

김태학. 증후성 경동맥 폐쇄환자에서 뇌졸중 재발의 위험인자. 전남대학교 대학원. 2005.

소위영, 전태원, 서동일 등. 12주간의 탄력저항운동이 비만중년여성의 신체조성, 심폐기능 및 체력에 미치는 영향. 대한비만학회지, 2008;17(3):132-40.

송낙훈. 탄성저항운동이 척수손상환자의 심폐기능, 혈액학적 요인, 혈중지질 및 항산화효소 활성화에 미치는 영향. 경기대학교 대학원. 2008.

차태준. Arrhythmogenic Ion Channel Remodeling in the Heart: HF and AF, 대한 심장학회 추계학술대회. 2008.

허봉렬, 김철준. 장기간의 유산소성 운동이 심혈관 질환의 위험인자에 미치는 영향. 대한 순환기학회지. 1990;20(2):226-31.

ACSM. ACSM's Health/Fitness Facility Standards and Guidelines(3rd Edit), American College of Sports Medicine. 2006.

Aslam F, Haque A, Lee LV et al. Hyperlipidemia in older adults. Clin Geriatr Med. 2009;25(4):

591-606

Bornstein NM, Karepov VG, Aronovich BD et al. Failure of aspirin treatment after stroke. Stroke. 1994;25(2):275-7.

Bruce RA, Blackman JR, Jones JW. Exercise testing in adult normal subjects and cardiac patients. Pediatrics. 1963;32:742-55.

Cauraugh JH, Kim SB. Two coupled motor recovery protocols are better than one: electro myogram-triggered neuromuscular stimulation and bilateral movements. Stroke. 2002;33:1589-94.

Hellstrom G, Fischer-Colbrie W, Wahlgren NG et al. Carotid artery blood flow and middle cerebral artery blood flow velocity during physical exercise. J Appl Physiol. 1996;81(1):413-8.

Ide K, Pott F, van Lieshout JJ et al. Middle cerebral artery blood velocity depends on cardiac output during dynamic exercise with a large muscle mass. Acta Physiol Scand. 1998;162:13-20.

Jogensen LG, Perko G, Secher NH. Regional cerebral artery mean flow velocity and blood flow during dynamic exercise in humans. J Appl Physiol. 1992; 73(5):1825-30.

Kelley-Moore JA, Ferraro KF. The black/white disability gap: persistent inequality in later life? J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci. 2004;59(1):S34-43.

Kulikov VP, Gatal'skiĭ KK, Doronina NL et al. Cerebral hemodynamic reaction to physical exercise of moderate intensity. Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova. 2007;93(2):161-8.

Kwon SU. TCD findings of steno-occlusive disease in the large cerebral vessels. Korea Journal of Stroke. 2001;3:14-20.

Lindgaard KF. Intracranial artery stenosis. In: Newell DW, Aaslid R, eds. Transcranial Doppler. New York: Raven Press Publishers. 1994.

Newell DW, Aaslid R, Lam A et al. Comparison of flow and velocity during dynamic autoregulation testing in human. Stroke. 1994;25:793-7.

Paulson OB, Strandgaard S, Edvinsson L. Cerebral

- autoregulation. *Cerebrovasc Brain Metab.* 1990;2(2):161-92.
- Pott F, Jensen K, Hansen H et al. Middle cerebral artery blood velocity and plasma catecholamines during exercise. *Acta Physiol Scand.* 1996;158(4):349-56.
- Querido JS, Sheel AW. Regulation of cerebral blood flow during exercise. *Sports Med.* 2007;37(9):765-82.
- Robert JR, Kathy MO, Nancy BM et al. Gender comparison of RPE at absolute and relative physiology criteria. *Medicine & Science in sports & exercise.* 2000;32(12):2120-9.
- Rothmier JD, Drezner JA, Harmon KG. Automated External Defibrillators in Washington State High Schools: An Assessment of Emergency Preparedness. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2006;16(5):434.
- Sagiv M, Sagiv M, Ben-Sira D. Weight lifting training and left ventricular function in adolescent subjects. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007;47(3):329-34.
- Shoenmaker JK, Pozeg ZI, Hughson RL. Forearm blood flow by doppler ultrasound during rest and exercise : Tests of day-to-day repeatability. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1996;28(9):1144-9.
- Stacey-Clear A, Fish PJ. Repeatability of blood flow measurement using multichannel pulsed Doppler ultrasound. *Br J. Radiol.* 1984;57:419-20.
- Toska K, Eriksen M. Peripheral vasoconstriction shortly after onset of moderate exercise in humans. *J appl Physiol.* 1994;77(3):1519-25.
- Vernieri F, Pasqualetti P, Passarelli F et al. Stroke. 1999;30(3):593-8.
- Vingerhoets F, Bogousslavsky J, Regli F et al. Atrial Fibrillation After Acute Stroke. *Stroke.* 1993;24:26-30.
- Williamson JW, Friedman DB, Mitchell JH et al. Mechanisms regulating regional cerebral activation during dynamic handgrip in humans. *J Appl Physiol.* 1996;81(5):1884-90.
- Williamson JW, McColl R, Mathews D et al. Activation of the insular cortex is affected by the intensity of exercise. *J Appl Physiol.* 1999;87(3):1213-9.