

[]

노인여성에서 아쿠아로빅 운동이 혈청 MDA 및 총항산화능에 미치는 영향

김정현, 최운선, 홍명호, 박용준, 김정아, 이철호, 최기운¹⁾, 이경옥²⁾

고려대학교 의과대학 가정의학교실, 분담연합의원¹⁾, 이화여자대학교 체육과학대학 사회체육학과²⁾

- 요약 -

연구배경 노인에게 적합한 운동으로 알려진 수중운동(아쿠아로빅)이 혈청 malondialdehyde(MDA)와 총항산화능(total antioxidant)에 미치는 영향을 규명하여 근골격계와 심혈관계에 도움이 되면서도 산화적 스트레스로부터 인체를 보호할 수 있는 노인운동으로서 적절한지를 검증하기 위하여 연구를 시행하였다.

연구방법 수중운동 프로그램에 참여하고자 서대문보건소를 방문한 노인여성 중 심장질환 여부에 관한 사전검사를 거친 29명을 대상으로 하여 2002년 3월부터 6개월 간 1시간 씩 매주 3회 수중운동을 실시하였으며 운동 실시 전과 실시 후 3개월, 6개월 마다 혈청 MDA와 총항산화능을 측정하여 변화의 유의성을 검증하였다.

결 과 수중운동(아쿠아로빅) 프로그램에 6개월간 꾸준히 참여한 인원은 29명 중 12명이었고 평균연령은 68.8세(±5.0)이었다. 아쿠아로빅 시작 후 3개월에는 운동 전에 비해 혈청 MDA가 유의하게 증가하였으나($P=0.0068$) 운동 시작 후 6개월에는 3개월에 비해 혈청 MDA가 유의하게 감소하였다($P=0.0425$). 운동 전과 운동 후 6개월에는 유의한 차이를 보이지 않았다($P=0.0522$). 총항산화능은 아쿠아로빅 시작 후 3개월이 운동 전에 비해 유의하게 증가하였다($P=0.0073$). 운동 시작 후 6개월에는 운동 3개월에 비해 감소한 것으로 나타났으나 유의하지 않았다($P=0.7207$). 아쿠아로빅 전과 운동 후 6개월의 총항산화능은 증가하는 양상을 보였으나 유의하지 않았다($P=0.1763$).

결 론 아쿠아로빅을 6개월간 규칙적으로 시행한 노인들에게서 인체 내의 산화적 스트레스를 반영하는 혈청 MDA는 유의한 차이를 보이지 않았으며 총항산화능은 수중운동 시작 후 3개월까지는 유의하게 증가하는 양상을 보였다.

(대한임상건강증진학회지 2003;3:94~101)

중심 단어 아쿠아로빅, malondialdehyde(MDA), 총항산화능

서 론

1980년대 초에 발간된 유엔(UN) 보고서에 의하면 연령 65세 이상의 인구를 노령 인구라 하고, 한 나라의 인구 가운데 65세 이상의 노령비율이 7% 이상인 나라를 노년 인구국(aged population)으로 정의하고 있다. 일반적으로 고령화

사회란 65세 이상의 인구 비율이 7% 이상인 사회를 뜻하고 14% 이상이면 고령사회로 일컫는다. 우리나라의 65세 이상의 인구비율은 1975년에 3.5%에 불과하였으나 2000년에는 6.8%로 고령화 사회에 접어들게 되었으며 2010년에는 8.7%, 2020년에는 12.5%로 계속 증가할 것으로 예상된다.¹⁾ 이에 우리 사회의 노령인구의 건강문제에 대한 중요성이 점차 커지고 있으며 노화에 따른 여러 가지 질병의 이환을 예방하기 위한 항산화에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

일반적으로 규칙적인 운동은 신체기능을 향상시키고, 여러 질환의 발병률을 낮추며 노화와 연관되는 기능저하의 시기를

•교신저자 : 홍 명 호 고려대학교의과대학 가정의학교실

•주 소 : 서울시 구로구 구로동 97번지

•전 화 : 02-818-6886

•팩 스 : 02-837-3966

•E-mail : mhongmd@hananet.net

•접 수 일 : 2003년 2월 7일 •채 택 일 : 2003년 5월 14일

늦추는데 있어 가장 효과적이고 경제적인 방법으로 거론되고 있다.²⁾ CDC/ACSM(Centers for Disease Control and Prevention/American College of Sports Medicine) 운동지침의 노인 운동에 대한 권장사항에서는 적당한 건강을 유지하고 심폐기능의 강화와 심혈관계 질환의 위험요인 조절을 위해서는 지속적인 운동이 필요하다고 말하고 있다.³⁾

하지만 최근 들어 급격한 운동은 오히려 우리 몸의 산화적 스트레스를 증가시키고 여기서 발생하는 활성산소와 과산화지질, 그리고 회복과정에서의 염증반응에 의해 인체의 손상이 초래되며 항산화 방어체제도 총항산화능이 감소하는 방향으로 변한다는 연구결과들이 나오고 있다.⁴⁻⁶⁾ 적절한 운동 강도의 설정과 피험자의 신체상태 등을 고려해서 운동을 시행해야 항산화능력을 증가시키고 혈중 과산화지질의 농도를 감소시키면서 운동의 효과를 극대화시킬 수 있다.⁷⁾

그러므로 노인에게 산화적 스트레스를 최소화하면서도 신체기능의 보존, 수명의 연장, 심폐기능의 향상, 심혈관질환의 위험인자 제거 등 운동의 본질적 목표를 상실하지 않는 적절한 운동에 대한 연구가 필요한 시점이라 하겠다. 그간 국내에서는 귀를 대상으로 한 실험이나 운동선수, 젊은 성인남자, 젊은 여성을 대상으로 한 연구가 많이 진행되었으나 노인여성을 대상으로 한 적절한 운동에 따른 총항산화능과 산화적 스트레스에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

과산화 지질의 측정방법은 과산화 지질의 대사산물인 malondialdehyde(이하 MDA)를 측정함으로써 알 수 있다.⁸⁾ 이러한 활성산소와 과산화 지질이 항산화제의 방어한계를 넘어서면 oxidative stress 현상이 일어나며 그 결과 세포의 단백질, 탄수화물, 지질 뿐만 아니라 DNA까지 손상을 입혀 관상동맥질환, 말초혈관질환, 암 등의 질병에 이르게 된다.⁹⁾

Total antioxidants status는 인체 내의 산화제와 항산화제의 균형을 반영하는 지표이다. 각각의 항산화물을 측정하는 방법은 인체의 상태에 따라 결과가 다르고 각각의 항산화물은 조직에 특이하게 반응하기 때문에 전체적인 항산화능을 알아보는데 좋은 지표가 아니다. 다양한 항산화물질들이 공존하는 혈장내의 항산화 상태는 antioxidant capacity에 의해 반영되고 이것을 측정하기 위한 상업화된 도구로 Randox사의 total antioxidants status(TAS) assay가 있다. 이것은 혈장의 TAS를 완전 자동화된 방법으로 측정할 수 있는 유일하게 상업화된 방법으로 Miller와 Rice-Evans에 의해 최초로 기술되었다.¹⁰⁻¹²⁾

수중운동은 어느 정도의 부하를 주면서 충격을 완화시켜주는 유산소 운동으로 근골격계가 약한 노인들에게 적합한 운

동으로 부각되고 있다. 특히 아쿠아로빅스(Aquarobics)는 수중운동의 장점을 모두 갖추면서 음악과 무용의 리듬감, 공간감, 표현력으로 사회, 정서적 변화를 긍정적으로 촉진시킬 수 있으며 관절통증 등의 신체적인 문제를 해소하고 심리, 사회적인 욕구까지 충족시켜줄 수 있어 근골격계가 약하고 지방이 많은 여성에게 특히 이상적인 운동 프로그램이라 하겠다.¹⁴⁾

이에 저자는 최근 노인들의 운동으로 각광받고 있는 아쿠아로빅스를 이용한 지속적인 저강도의 (50% VO₂max) 수중운동이 인체의 혈청 MDA와 총항산화능 활성도에 미치는 영향을 규명하여 근골격계와 심혈관계에 도움을 주면서도 산화적 스트레스로부터 인체를 보호할 수 있는 노인운동으로서 적절한지를 검증하고 궁극적으로 노인에 적합한 운동 프로그램의 개발에 기여하고자 본 연구를 시행하였다.

방 법

1. 대상

본 연구는 2002년 3월에 서대문구 보건소에서 주최하는 수중운동(아쿠아로빅스) 프로그램에 참여하고자 보건소를 방문한 60세 이상의 여성 중, 연구에 자발적으로 참여하고자 하는 노인을 대상으로 하였다. 그 중 연구 참여에 동의한 36명을 대상으로 사전 혈압과 활력징후, 심전도를 측정했고 과거 병력과 투약상황을 묻는 설문조사를 시행했다. 이중 7명은 사전 검사에서 심전도의 이상(6명)과 협심증병력(1명)으로 제외하였고, 나머지 29명을 연구 대상자로 하였다.

2. 연구 방법

1) 사전조사

모든 대상자들의 연령을 체크하고 신장, 체중, 체질량지수를 파악하였다. 대상자의 혈청 내 MDA나 총항산화능 활성도에 영향을 줄 수 있는 당뇨, 고혈압, 고지혈증 등 과거의 질환력이나 음주, 흡연력, 복용약제 등에 대해서는 사전에 직접면담을 통한 설문조사를 시행하였다. 또한 활성산소 생성에 영향을 줄 수 있는 요인¹⁵⁾ 중의 하나인 스트레스에 관해서도 BEPSI(Brief Encounter Psychosocial Instrument) 수정판 설문지를 이용하여 평가하였다.

2) 수중운동(아쿠아로빅스)

본 연구에서는 아쿠아로빅스를 2002년 4월부터 시작하여 9월까지 총 6개월간 매주 3회 1시간씩 실시하였으며 총 운동 횟수는 78회였다. 운동의 내용은 준비운동 15분, 본운동 25분, 근력운동 10분, 정리운동 10분으로 구성되어 있다. 준비운동은 관절운동, 스트레칭, 심혈관계 준비운동으로, 본 운동은 유아 풀운동과 깊은 풀운동으로, 근력운동은 주로 벽을 이용한 팔, 다리의 굴곡과 신전운동으로 되어 있으며 마지막으로 정리운동은 스트레칭운동으로 구성되었다. 운동 프로그램은 이화여자대학교 체육학과에서 최대심박수의 50% 강도를 목표로 고안된 프로그램을 시행하였다.

3) 혈청 malondialdehyde(MDA)와 총항산화능 활성도의 측정

피검자들은 사전에 순수 연구 목적의 검사라는 설명을 들었고 채혈에 대한 사전 동의서를 얻었으며 운동프로그램을 시작하는 시점과 운동 후 3개월, 6개월 마다 채혈을 실시하였다. 채혈 8시간 전부터는 금식상태를 유지할 것을 교육하였으며 채혈은 오전 10시에 시행되었다. 또한 운동프로그램을 시행하는 동안 투약의 변화를 조사하였으며 총항산화능 수준에 영향을 줄 수 있는 비타민제제 등의 복용은 금하도록 하였다.

MDA는 미국 Hewlett Packard사의 Biotex LPO-586 Assay kit를 시약으로 사용했고 도일사의 Spectrophotometer HP 8452AS에서 분석을 하였다. 먼저 sample, standard, reagent blank에 각각 검체와 증류수를 200μl씩 분주하고 0.5M butylated hydroxytoluene과 희석된 R1 reagent를 분주하여 섞었다. 그 다음 36% HCl 150μl를 추가하고 섭씨 45도에서 60분간 incubation 후 ice bath에 놓고 10분간 15,000xg로 원심분리하여 상층액을 cuvette에서 586nm의 흡광도를 측정하여 계산하였다. 측정단위는 μmol로 하였다.

총항산화능은 영국 RANDOX사의 Total Antioxidant Status kit를 사용하였으며 일본 Hitachi사의 Hitachi 7150 기기를 이용하여 ABTS와 peroxidase, H₂O₂를 함께 배양하여 검체 속에 들어있는 항산화제의 양에 따라 변하는 청록색의 반색정도를 측정하였다. 측정 단위는 mmol/L로 하였다.

4) 통계처리

모든 통계분석은 SAS 8.2 version으로 시행하였으며, 모든 변수에 대해 Shapiro-Wilks 검정법을 이용하여 정규성

을 검정하였다. 운동 전과 운동 후 3개월, 6개월마다의 MDA와 total anti oxidants의 평균을 구하여 각각의 정도를 파악하였으며 MDA와 total antioxidant의 변화의 유의성을 보기 위해 운동전과 3개월 사이, 3개월부터 6개월 사이, 그리고 운동 전과 6개월 사이의 MDA, total antioxidants의 변화를 Wilcoxon signed rank test를 이용하여 검정하였다. 모든 분석의 유의수준은 95%로 하여 P-value 0.05 미만을 의미 있는 결과로 하였다.

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적인 특성

29명 중 17명은 개인적인 사정이나 관심 부족으로 운동을 중단하거나 운동에 꾸준히 참가하지 않아 제외되어 결국 남은 인원 12명이 연구에 참여하였다. 이들의 평균연령은 68.8세(±4.98)이었다. 신장은 평균 155.4cm(±4.1)였으며 체중은 평균 62.1kg(±6.5)였고 정규분포를 보이고 있었다. 체질량지수는 평균 25.78(±2.2)였다. BEPSI 설문지 결과는 한국어판 BEPSI 설문지(수정본)의 타당성 조사를 통해 설정한 분할점인 상(2.4 이상), 중(1.3초과 2.4 미만), 하(1.3 이하) 위험군으로 나누었다.¹⁶⁾ 점수의 평균은 1.58(±0.67)로 평균 중위험군에 속했으나 정규분포를 보이지 않았고 중앙값은 1.2로 저위험군이었으며 최고 값은 2.4, 최소 값은 1이었다(표 1).

Table 1. General characteristics of the study population (N=12).

Variables	Mean(±SD) [†] , median	Range
Age(years)	68.8 (±5.0), 68.5	64 ~ 75
Height(cm)	155.4 (±4.1), 155.5	149 ~ 164
Body weight(kg)	62.1 (±6.5), 63.85	47.3 ~ 69.5
BEPSI [‡]	1.58(±0.6), 1.2	1 ~ 2.4

*: Total number †: Standard deviation

‡: Brief Encounter Psychosocial Instrument

12명의 대상자들 중 흡연자는 없었으며 음주를 하는 사람은 1명으로 월 1-2회의 음주를 하고 있었다. 또한 12명의 대상자들 중 7명이 고혈압을 진단받았으며 혈압약을 복용 중이었고 고지혈증을 가진 사람도 7명이었다. 당뇨를 가진 사람은 한 명으로 당뇨약을 복용 중이었다(표 2).

Table 2. Prevalence of associated medical factors in the study population(N=12).

Variables	Numbers	%
Alcohol drinking	1	8.3
Cigarette smoking	none	0
Hypertension	7	58.3
Dyslipidemia	7	58.3
Diabetes	1	8.3

2. 아쿠아로빅스 전후의 혈청 MDA의 변화

혈청 MDA는 아쿠아로빅스 전에 평균 $1.374\mu\text{mol}/\text{ml}$ (± 0.662), 3개월 후에는 평균 $2.393\mu\text{mol}/\text{ml}$ (± 0.734), 6개월 후에는 평균 $1.745\mu\text{mol}/\text{ml}$ (± 0.203)로 나타났고 모두 정규분포하지 않았다(그림 1). 운동 후 3개월에는 운동 전에 비해 혈청 MDA가 평균 $1.019\mu\text{mol}/\text{ml}$ 증가한 것으로 나타났고 이는 통계적으로 유의하였다($P=0.0068$). 그러나 운동 시작 후 6개월에는 운동 시작 후 3개월에 비해 평균 $0.648\mu\text{mol}/\text{ml}$ 감소한 것으로 나타났고 이 또한 통계적으로 유의하였다($P=0.0425$). 결국 운동 전과 운동 시작 후 6개월의 혈청 MDA는 평균 $0.371\mu\text{mol}/\text{ml}$ 증가한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다($P=0.0522$) (표 3).

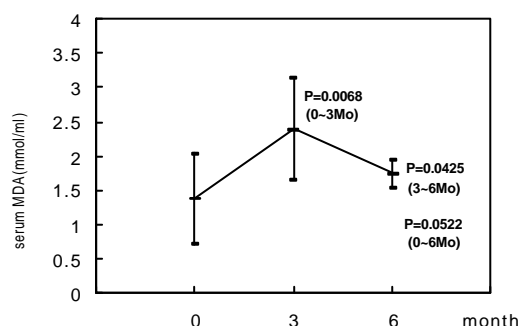


Figure 1. Changes in serum MDA levels during water exercise program.

Table 3. Serum MDA* levels at pre-exercise, 3 and 6 months after initiation of aquarobics.

Serum MDA ($\mu\text{mol}/\text{ml}$)	Pre-exercise	3months	6months
Mean($\pm\text{SD}^{\dagger}$)	$1.374(\pm 0.662)$	$2.393(\pm 0.734)$	$1.745(\pm 0.202)$
Median	1.355	2.665	1.71
Range	0.27~2.45	0.32~2.87	1.49~2.2

Change	$+1.019(\pm 0.979)^{\ddagger}$	$-0.648(\pm 0.783)^{\S}$
	$+0.371(\pm 0.596)^{\parallel}$	
P-value	0.0068	0.0425
	0.0522	

* : Malondialdehyde \dagger : Standard deviation
 \ddagger : 0~3 month \S : 3~6 month
 \parallel : 0~6 month \parallel : P value by Wilcoxon signed rank test

3. 아쿠아로빅스 전후의 총항산화능 활성도의 변화

혈청 총항산화능 활성도는 아쿠아로빅스 전에 평균 $1.288\text{mmol}/\text{L}$ (± 0.055), 시작 3개월 후에는 평균 $1.411\text{mmol}/\text{L}$ (± 0.091), 6개월 후에는 평균 $1.405\text{mmol}/\text{L}$ (± 0.224)로 나타났으며 모두 유의한 차이를 보이지 않았다(그림 2). 아쿠아로빅스 시작 후 3개월에는 시작 전에 비해 총항산화능 활성도가 평균 $0.123\text{mmol}/\text{L}$ 증가한 것으로 나타났고 이는 통계적으로 유의하였다($P=0.0073$). 아쿠아로빅스 시작 후 6개월에는 시작 후 3개월에 비해 평균 $0.006\text{mmol}/\text{L}$ 감소한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다($P=0.7207$). 결국 운동 전과 운동 시작 후 6개월의 총항산화능 활성도는 평균 $0.117\text{mmol}/\text{L}$ 증가한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다($P=0.1763$) (표 4).

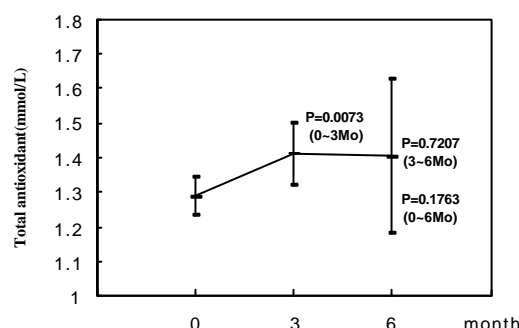


Figure 2. Changes in total antioxidants activities during water exercise program.

Table 4. Total antioxidants at pre-exercise, 3 and 6 months after initiation of aquarobics.

T-antioxidant($\mu\text{mol}/\text{L}$)	Pre-exercise	3months	6months
Mean($\pm\text{SD}^{\dagger}$)	$1.288(\pm 0.055)$	$1.411(\pm 0.091)$	$1.405(\pm 0.224)$
Median	1.295	1.43	1.4
Range	1.2~1.38	1.31~1.5	1.1~1.76
Change		$+0.123(\pm 0.103)^{\ddagger}$	$-0.006(\pm 0.294)^{\S}$
		$+0.117(\pm 0.241)^{\parallel}$	
P-value	0.0073	0.7207	
		0.1763	

*: Total antioxidants †: Standard deviation
 ‡: 0~3 month §: 3~6 month
 ||: 0~6 month ¶: P value by Wilcoxon signed rank test

고 찰

연대기적 혹은 생물학적 노화를 막론하고 인체의 전반적인 기능은 서서히 감소한다. 여러 가지 산화적 스트레스(oxidative stress)를 유발하며, 각종 대사물질과 면역계, 내분비계, 그리고 근육 등에 나쁜 영향을 끼치는 것으로 알려진 활성산소(reactive oxygen)의 생성은 노화, 질병, 스트레스, 흡연, 음주, 자외선 등에 의해 증가된다.⁹⁾

과산화 반응은 linolenic acid, oleic acid와 같은 고도로 불포화된 지방산의 이중결합에 있는 탄화수소에서 수소를 빼내어 활성산소와 과산화지질이 생성되는 반응이다. 과산화 지질의 측정방법은 과산화 지질의 대사산물인 Malondialdehyde(MDA)를 측정함으로써 알 수 있다.¹⁵⁾ 이러한 활성산소와 과산화 지질이 항산화계의 방어한계를 넘어서면 oxidative stress 현상이 일어나며 그 결과 세포의 단백질, 탄수화물, 지질 뿐만 아니라 DNA까지 손상을 입혀 관상동맥질환, 말초혈관질환, 암 등의 질병에 이르게 된다.¹⁶⁾

반면 인체는 이러한 산화적 스트레스에 대항하기 위한 항산화 시스템을 갖추고 있으며 이 능력은 안정 시 발생하는 산화적인 스트레스를 이겨내기에 충분하다.¹⁷⁾ 세포 내 방어 기전은 Reactive Oxidant Species(ROS) 제거 항산화 효소인 superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GSH-Px), catalase 등에 의해 수행되며 glutathione과 ascorbate도 세포내 ROS의 독성을 중화시키는데 중요한 역할을 담당한다.^{18,19)} 세포 외의 ROS 중화는 주로 혈장과 간질액에 고농도로 존재하는 비효소계 방어기전, 특히 ascorbate 및 지용성 항산화 비타민(vitamin E, carotenoids)들에 의해 이루어지고 있다.²⁰⁾

규칙적인 운동은 건강을 유지시킬 수 있을 뿐만 아니라 심혈관계질환, 암 등의 질병을 예방하거나 속도를 늦출 수 있는 장점이 있다.²¹⁾ 부적절한 운동이 인체에 미치는 부정적인 영향에 관한 연구들의 사례에서 1986년의 한 연구에서는 운동선수와 같이 격렬한 운동을 하거나 잘 훈련되지 않은 사람이 불규칙적인 운동을 하는 경우, 에너지 요구량을 따라가기 위한 산소의 소비가 평소의 수십 배에 이른다고 보고하였다.²²⁾ 또한 격렬한 운동을 하는 사람과 운동을 전혀 하지 않

거나 불규칙적으로 하는 사람은 산화적 스트레스로 인해 MDA 수준이 증가하고 총항산화능이 감소하였고 비타민 E와 C의 농도가 감소한다는 보고도 있다.^{23,24)}

운동의 강도에 따른 혈청 MDA와 총항산화능의 변화에 대한 연구에서는 신체 건강한 남성이 무산소성 역치 수준의 80% 강도에서 40분간운동을 시행한 직후에는 MDA와 총항산화능의 유의한 변화가 없었으나 110% 강도의 운동 직후에는 MDA의 증가와 총항산화능의 감소가 유의하게 일어났음을 보고하고 있다.⁴⁾

반면 일정한 강도로 규칙적인 운동을 한 경우에 대한 연구는 그다지 많지 않다. 적당한 양의 운동을 규칙적으로 시행한 사람들의 경우 운동을 전혀 하지 않거나 운동량이 적은 사람들에 비해 적혈구내 GSH-Px(Glutathione Peroxidase)와 혈장 총항산화능이 향상되었으며 특히 흡연자의 경우 규칙적인 운동을 하면 흡연으로 인한 산화적 스트레스에 대한 항산화 상태가 개선되어 있었다고 한다.²⁵⁾ 또한 원위 25 마리를 고지혈증 상태로 유도하여 6주간 다양한 강도와 시간으로 규칙적인 수영을 시킨 결과, 운동 강도와 운동시간에 따라 고지혈증 상태에 있는 원위의 산화적 스트레스에 의한 활성산소 생성계의 반응을 선택적으로 억제시키고, 항산화효소 활성을 증가시키는데 도움이 된다고 결론지었다.²⁶⁾ 본 연구는 노인들의 항산화계에 긍정적인 영향을 줄 수 있는 규칙적인 중저강도의 운동으로 생각되는 아쿠아로빅을 이용한 항산화계에 대한 연구이다.

본 연구에서는 혈청 MDA는 규칙적으로 중등도 정도의 강도를 가진 수중운동(아쿠아로빅)을 시행한 후 3개월까지는 유의하게 증가하였으나 그 후 3개월간은 유의하게 감소하여 6개월이 되자 처음 시작할 때의 값과 유의한 차이를 나타내지 않았다.

아쿠아로빅 시작 후 3개월까지의 MDA 수준의 상승은 운동생리학적으로는 평소의 활동량이 많지 않던 노인들이 운동을 시작하면서 생긴 에너지 소비의 증가와 그에 따른 산소요구량의 증가로 활성산소 및 과산화 지질의 생성이 증가했다는 설명²²⁾과 면역화적인 관점에서 갑자기 시작한 운동으로 인한 근육조직의 손상과 이를 회복시키기 위한 inflammatory process에 투입된 neutrophil과 macrophage가 활성산소를 많이 만들어내어 결과적으로 과산화 지질의 증가를 가져왔다는 설명이 모두 가능할 것으로 생각된다.²⁷⁾

운동을 계속하면서 항산화체계의 적응이 유도되어 산화적 스트레스가 감소하고 이미 알려진 대로 장기간의 운동으로 인해 미토콘드리아 및 cytochrome c,a와 같은 구성물질이 증가하게 되며 활성산소에 수소를 공급하여 H₂O로 환원시키

는 반응을 유도한다. 결국 활성산소의 양이 줄고 총항산화능은 잉여분을 갖게 되어 증가하게 된다. 이는 후의 MDA 감소를 설명할 수 있을 것이다.²⁸⁾ 이는 더욱 장기간의 운동을 시행하였을 때 혈청 MDA의 수준이 계속 감소할 가능성을 제시하고 있으며 6개월 정도의 기간 동안 규칙적으로 시행하는 수중운동이 노인의 혈청 MDA 수준을 증가시켜 산화적 스트레스를 유발할 가능성은 통계적으로 나타나지 않았다는 결과를 뒷받침할 수 있다. 또한 저강도의 운동이 혈청 MDA의 수준에 유의한 영향을 미치지 않는다는 연구 결과는 6개월간의 아쿠아로빅스가 혈청 MDA 수준을 증가시키지 않았다는 결과를 뒷받침할 수 있다.⁷⁾

총항산화능은 운동시작 3개월까지는 유의하게 증가하였다. 그 이후 3개월간은 약간의 감소가 있었으나 이는 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 운동 후 6개월과 운동전의 총항산화능은 증가한 양상을 보였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 하지만 유의하게 증가되었던 3개월과 6개월간의 차이가 미미한 것으로 보여 더욱 장기간의 운동을 시행했을 경우 총항산화능의 변화는 예견하기가 어렵다. 또한 혈청 MDA 수준이 유의하게 감소하는 추세라면 결국 인체에 미칠 수 있는 산화적 스트레스는 오히려 줄어들 수 있다는 가능성을 제시한다.

요약하면 아쿠아로빅스를 6개월간 규칙적으로 시행한 노인들에게서 인체 내의 산화적 스트레스가 증가하는 객관적인 증거는 없었으며 총항산화능은 증가하는 양상을 보여서 결과적으로 노인의 항산화 시스템에 긍정적인 영향을 끼치며 더욱 장기간 시행할 경우의 변화를 연구할 필요가 있다고 할 수 있겠다.

본 연구의 제한점은 표본 집단의 수가 적었고 연구 대상자들이 가진 고혈압과 고지혈증의 유병률이 전체 노인여성을 대표하기에는 무리가 있었다는 점, 개인적인 운동프로그램의 수행능력과 성적평가가 이루어지지 않아 운동의 질과 실제적 운동 강도에 대한 측정이 어려워 이에 대한 항산화제의 영향을 규명하기에는 무리가 있었다는 점이 있다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 아쿠아로빅스라는 수중운동을 장기간 시행하였을 때 나타나는 인체 내의 총항산화능과 과산화 지질의 대사물의 변화를 객관적으로 규명하여 그동안 거의 연구되지 않았던 노인의 중등도 강도의 장기간의 운동과 항산화제와의 관계를 전향적으로 연구하였다는 데 의의가 있다. 앞으로도 노인에게 적합한 운동 프로그램의 개발을 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 하겠다.

참 고 문 헌

1. 조경환, 김선미. 노인병 역학. 노인병학. 초판, 서울: 도서출판 의학출판사 2000 : 36-7.
2. Bortz WM. Disuse and aging. JAMA 1982; 248: 1203-8.
3. Pate R, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health: A recommendation from the centers for Disease Control and Prevention and American College of Sports Medicine. JAMA 1995; 273: 402-7.
4. 진영수, 김미정, 박준영, 김용권, 이혁중. 운동양식과 항산화비타민의 보충이 항산화효소 및 총항산화능에 미치는 영향. 한국체육학회지 1999; 4: 451-60.
5. 윤진한, 정일규. 장기적인 운동습관이 혈중지질과 항산화비타민에 미치는 영향. 한국사회체육학회지 2000; 14: 567-78.
6. Sahlin KS, Warholm CM, Hoberg J. Repetitive static muscle contractions in humans-A trigger of metabolic and oxidative stress? Eur J Appl Physiol 1992; 64: 228-36.
7. Ji LL. Antioxidant enzyme response to exercise and aging. Med Sci Sports Exerc 1993; 25:225-31.
8. 이귀녕, 권오현. 과산화지질. 지질검사. 임상병리과일. 제3판. 서울: 도서출판 의학문화사, 2000: 179-81.
9. Gutteridge JMC, Halliwell B. Antioxidants in Nutrition, health, and Disease : Oxford University press, 1994.
10. Kampa et al. A new automated method for the determination of the Total Antioxidant Capacity (TAC) of human plasma, based on the crocin bleaching assay. BMC Clinical Pathology 2002; 2(1): 3.
11. Miller, NJ, Rice-Evans, C, Davies, MJ, Gopinathan, V, & Milner, AA.. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in neonates. Clin Sci 1993; 84:407-12.
12. Rice-Evans, C & Miller, NJ. Total antioxidant status in plasma and body fluids. Meth Enzymol 1994; 234:279-93.

13. Re, R, Pellegrini, N, Proteggente, A, Pannala, A, Yang, M, & Rice-Evans, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 1999; 26:1231-7.
14. 이경옥, 이기화, 한혜원, 김희은. 노년기 여성의 수중운동효과. *한국유산소운동과학회지* 1999; 3: 111-23.
15. Jenkins RR, Goldfarb A. Introduction : oxidant stress, aging, and exercise. *Med. Sci. Sports exerc.* 1993; 25(2) : 210-2.
16. 임지혁, 배종면, 최순식, 김성원, 황한식, 허봉렬. 외래용 스트레스량 측정도구로서 한국어판 BEPSI 설문서(수경판)의 타당성. *가정의학회지* 1996; 17(1):42-53.
17. Cutler RG. Antioxidants, aging and longevity. In *free radicals in biology*, W. A. Pryor(Ed.). New-york: Academic Press 1984; 3-14.
18. Fanton JC, Ward PA. Role of oxygen-derived free radicals and metabolites in leukocytes-dependent inflammatory reactions. *Am J Pathol* 1982; 107: 397-418.
19. Bergsten P, Amitai G, Levine M. Ascorbic acid content of human B and T lymphocytes and monocytes. *Ann NY Acad Sci* 1990; 587: 275-7.
20. Burton GW, Ingold KU. β -carotene, an unusual type of lipid antioxidant. *Science* 1984; 224: 569-73.
21. Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, Clark DS, Cooper KH, Gibbon LW. Physical fitness and all cause mortality. *J Am Med Assoc* 1989; 262: 2395-401.
22. Aw TY, Andersson BS, Kennedy FG., Jones DP. Intracellular antioxidant booster and its effect on a healthy life span. *Res Q Exerc Sport* 1986; 68: 292-302.
23. Kitamura, Tanaka K, Kiyohara C, Hirohata T, Tomita Y, Ishibashi M, Kido K. Relationship of alcohol use, physical activity and dietary habits with serum carotenoids, retinol and alpha-tocopherol among male Japanese smoker. *Int J Epidemiol* 1997; 26: 307-14.
24. Jil. Exercise and oxidative stress : Role of the cellular antioxidant system. In : Holloszy Jo, ed. *Exercise and sports sciences reviews*. 1995: 135-66.
25. 강명희, 박은주. 규칙적인 운동습관이 남자 성인의 적혈구내 항산화효소활성과 혈장 항산화능력(TRAP)에 미치는 영향. *한국영양학회지* 2000; 33(3): 280-95.
26. 고기준, 김태운. 수영이 고지혈증 환자의 활성산소 및 항산화효소에 미치는 영향. *한국체육학회지* 1999; 38(3): 361-74.
27. Niess AM, Dickhuth HH, Northoff H, Fehrenbach E. Free radicals and oxidative stress in exercise-immunological aspect. *Exerc Immunol Rev* 1999; 5: 22-56.
28. Alessio HM, Goldfarb AH. Lipid peroxidation and scavenger enzymes during exercise: adaptive response to training. *J Appl Physiol* 1988; 64: 1333-6.

[Abstract]

The Effect of Aquarobics on Serum MDA and Total Antioxidants in the Aged Women

Jung Hyun Kim, Youn Seon Choi, Myung Ho Hong, Yong Jun Park, Jeong A Kim,
Chul Ho Lee, Kee Un Choi,¹⁾ Kyung Ok Yi²⁾

Department of Family Medicine, College of Medicine, Korea University.¹⁾ Bundang Association Clinic,

²⁾ College of Human Movement & Performance, Ewha Womans University

Background	Aquarobics is generally considered as a suitable exercise for the elderly. This study was to examine the effects of aquarobics on serum malondialdehyde(MDA) and total antioxidants to consider if it has protective effects against aging from potentially harmful oxidative stress while maintaining the physical fitness and preventing cardiovascular diseases in the elderly.
Methods	Among those who visited Sodaemun Health Care Center for aquarobics, 29 female seniors participated. They completed one hour of aquarobics three times a week from March to September 2002. Blood samples were drawn before and after the exercise at the beginning, after 3 months, and at the end of the study respectively. All individuals had undergone health examination for the study and were proven to be free of major cardiovascular or other diseases.
Results	Twelve participants completed the six months' course and their mean age was 68.8(±4.96). From the beginning to the next three months, serum MDA showed significant increase($P=0.0068$), but after 6 months it decreased significantly ($P=0.0425$). Differences did not reach statistical significance for serum MDA in overall ($P=0.0522$). Total antioxidants increased significantly after 3 months($P=0.0073$) but after 6 months it decreased but was not statistically significant ($P=0.7207$). Comparison of the levels of total antioxidants showed slight increase but with no statistical significance($P=0.1763$).
Conclusions	There were no significant differences in serum MDA levels after completion of 6 months' of aquarobics. Total antioxidants showed significant increase only for the initial three months. (Korean J Health Promot Dis Prev 2003;3:99~101)
Key words	aquarobics, malondialdehyde(MDA), total antioxidants

• Address for correspondence : Myung Ho Hong
Department of Family Medicine, College of Medicine, Korea University.
• Tel : 82-2-818-6886
• Fax : 82-2-837-3966
• E-mail : mhongmd@hananet.net