

빈도에 따른 복합운동프로그램이 노인들의 체내 총항산화능 및 활성산소 유리기에 미치는 영향

정재민 · 김은정¹ · 윤영조² · 배성수³

부산외국어대학교 사회체육학부, ¹대구대학교 대학원
²대구대학교 재활과학대학원, ³대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

The Analysis of Old Person's Total Antioxidant Capacity and Free Oxygen Radical According to Exercise Frequency of Combination Exercise

Jae-min Jung, PT, MS, Eun-jung Kim, PT, MS¹,
Young-cho Yoon, PT, MS², Sung-soo Bae, PT, PhD³

Department of Leisure and Sport of Division, Pusan University of Foreign Studies

¹Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate School of Daegu University

²Major in Sports Orthopedic Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University

³Department of Physical Therapy, Collage of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was analyze the effect combination exercise program on plasma total antioxidant capacity and free oxygen radical according to exercise frequency of elderly. Age range of subject is 65~70 years.

Methods : Subjects divided into three groups: control group(0-time), week-3 times group(3-times), week-5 times group(5-times). Each group were performed combination exercise during 8 weeks.

Results : The results of each group by ANOVA free oxygen radical have a change($p<.05$). We performed comparison of total antioxidant capacity and free oxygen radical pre-test and post-test on each groups. Total antioxidant capacity was increased in the 3-times and 5-times groups but there have not significant. Total antioxidant capacity is improve better than to 5-times. Free oxygen radical is significant increased in the 0-time ($p<.05$). But 5-times but 3-times is no significant decrease. Free oxygen radical is improve better than to 3-times.

Conclusion : In the old people, exercise frequency week 3 times doing appeared effectively in improvement of the free oxygen radical and 5 times doing appeared effectively in improvement of the total antioxidant capacity.

교신저자 : 정재민, E-mail: 6240394@hanmail.net

논문접수일 : 2009년 6월 2일 / 수정접수일 : 2009년 7월 1일 / 게재승인일 : 2009년 7월 14일

So rightly must apply a exercise frequency well in characteristic of old person each person.

Key Words : Antioxidant, Free oxygen radical, Exercise frequency

I. 서 론

세계 보건 기구(WHO)에서는 건강을 자신의 생활과 환경에 잘 적응하고, 쾌적한 삶을 영위하는 것이라고 정의했다. 그러나 유년 시절을 지나 나이가 들에 따라 신체 각 기능의 쇠퇴를 경험하게 되고, 특히 노년에 이르러서는 낮은 신체활동과 더불어 급격한 체력의 저하 및 각종 질병에 노출 되게 된다. 그 중 노화와 관련한 산화스트레스와 각종 질환에 대한 관심이 다수의 매스미디어나 문헌을 통해 증가 되고 있다. 현재 노화에 관련한 이론이 300여 가지가 넘게 제기 되고 있지만, 노화의 속도와 관련된 현상이 왜 개개인간에 차이가 나는지에 대해서는 아직 불분명한 상태이다(Frisard와 Ravussin, 2006). 노화에 관한 수많은 이론 중 산화적 스트레스에 대한 이론은 그 중 유력한 노화 이론으로 받아들여지고 있는데 노화가 진행됨에 따라 산화 스트레스에 대처할 수 있는 혈중 항산화력이 점점 감소되어 지고(Andriollo 등, 2005; Franzoni 등, 2005), 감소된 항산화력은 활성 산소의 증가로 이어져 당뇨, 고혈압, 암과 같은 여러 질병의 진행에 관계하게 된다고 보고 되고 있다(Touyz, 2003).

그러나 규칙적인 운동은 활성산소에 대한 산화적응 및 방어적인 효과를 가져다 줄 수 있는 좋은 대안으로 떠오르고 있다. 배철웅(2001)의 연구에 의하면 규칙적인 유산소성 운동을 통해 항산화 효소의 증가와 지질 과산화물의 감소로 항산화 방어 능력을 증진시킬 수 있고, 활성 산소에 대한 방어능력을 향상 시켜 산화적 스트레스에 의한 세포막의 손상을 방지할 수 있다고 하였으며, Evans(2000)도 규칙적인 운동이 비활동적인 생활 패턴과 운동 부족으로 야기되는 지질의 비 균형화와 비만으로 인한 성인병을 감소시킨다는 사실과 더불어 항산화 효소의 활성화를 유도함으로써 지질과산화 감소에 도움을 준다고 하였다. 그러나 Jennifer 등(2001)은 고령자와 관련이 있는 늙은 쥐의 골격근과 몇몇 조직에

서 기본 수준 보다 높은 활성 산소 종(reactive oxygen specise, ROS)을 보이고 있으며, 운동으로 야기될 수 있는 산화 스트레스(oxidative stress)가 높게 나타날 수 있다고 상반된 주장을 하기도 하였다.

한편 노인 운동 처방에 있어서 운동 빈도 역시 가볍게 다뤄서는 안 될 중요한 요인으로 Bauer(2005)는 격렬한 운동. 피로가 많이 느껴지는 운동, 컨디션이 안 좋은 상태에서의 운동은 노인의 세포 면역력을 억제시켜 부정적인 영향을 미친다고 하였으며, Simpson 등(2006)과 Phillips 등(2007)도 일회성의 급격한 운동이나 장시간 지속적으로 수행되는 운동일 경우, 운동이 스트레스로 작용할 수 있다는 연구 결과를 보고 하였다. 김기진과 김상현(2007)에 따르면 양적 요인으로 운동시간, 운동기간과 함께 운동 빈도를 제시하고 있는데, 주2회 운동을 실시하는 경우 자각적으로 운동효과를 느끼지만 충분한 효과라고 할 수 없고, 주3회 운동은 피로와 근육통을 점차 느끼지 않게 되고 운동 효과를 한층 더 기대할 수 있다고 하였다. 그러나 이영희(2000)의 연구에서는 수영 초보자의 경우 운동 빈도가 주6회보다 주3회 실시할 때 혈중 내 지질 감소에 보다 효과적인 개선을 보였다고 하였는데, 이는 개별적인 차이도 있겠지만 주당 운동량이 많다고 해서 반드시 신체의 생리적인 측면이 효율적으로 부합되는 것이 아니라는 것을 암시하고 있다.

그리하여 본 연구에서는 노인에게 알맞은 운동 종류를 선별한 복합운동프로그램을 노인들에게 빈도에 따라 적용함으로써 노인들의 체내 총항산화능, 활성 산소 유리기에 미치는 영향을 밝혀 보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2008년 11월부터 2009년 3월까지 D시 소재 종합복지관의 노인 대학에 참석하는 노인들로

Table 1. Combination exercise program

Level	Item	Intensity	Time
Warm-up	Stretching		10min
Main- exercise	Aerobic exercise	Walking	THR 50% (0week~4weeks) THR 60% (5weeks~8weeks)
	Resistance exercise	Upper body Lower body	Wall push Curl of empty hand Squirt of empty hand Lunge of empty hand
Cool-down	Stretching	Per each item 8~15RM/ 2set	15min 10min

THR: Target heart rate, RM: Repetition maximum

과거 병력과 심장질환이 없으며, 평소에 특별한 운동을 하지 않으나, 본 연구의 취지를 알고 자발적으로 연구에 참여를 위한 65~70세 사이의 노인 25명을 대상으로 하였다. 연구에 참여 할 노인은 각 그룹별로 무선 배치하여 통제 그룹(0-time), 주3회 운동그룹(3-times), 주5회 운동그룹(5-times)으로 구분하였으며, 주3회 운동그룹은 월, 수, 금 주5회 운동그룹은 월, 화, 수, 목, 금으로 각 그룹별로 동일한 시간에 8주간 복합운동프로그램을 실시하였다.

2. 실험 절차 및 방법

본 연구는 노인들의 주당 빈도에 따른 총항산화능 및 활성산소 유리기의 변화 양상을 알아보기 위하여 각 그룹별로 복합운동프로그램전에 사전 측정을 실시하였으며 8주간의 복합운동프로그램 후 사후 검사를 실시하였다.

1) 복합운동프로그램 구성

복합운동프로그램은 농업인의 체육활동 참여 실태 및 체력수준 조사(농촌진흥청, 2005)에서 나타난 노인이 선호하는 운동 종목과 실시 가능성을 모두 고려하여 본 운동프로그램을 구성하였으며, 운동전 10분간 가벼운 스트레칭 후 본 운동을 40분간 실시 하였으며, 본 운동 후 정리운동으로 10분간 스트레칭을 실시 하여 총 60분으로 하였다. 복합운동프로그램은 (Table 1)에 제시된 바와 같으며, 본 연구에 참가하는 노인들의 일상생활에서 발생 할 수 있

는 활동과 식이 섭취는 배제 하였다.

2) 혈액검사

본 연구에서 분석할 체내 총항산화능, 활성산소 유리기는 참가자의 혈액으로 이루어졌다. 참가자는 채혈 전 24시간 이내의 과격한 운동을 금지 하였으며, 최소한 12시간 동안의 공복 상태에서 채혈을 실시하였다.

(1) 총항산화능

체내 총항산화능은 참가자의 검지에서 50 μ l 모세관을 사용하여 채혈한 다음 Callegeri(ITALY)사의 FORMOX장비로 Ford test kit을 이용하여 분석 하였다. Callegeri사에서 제시한 검사 가능한 범위로는 0.25~3.00mmol/l로써 over 1.53mmol/l는 강한 항산화력, 1.07~1.53mmol/l는 정상 항산화력, under 1.07mmol/l는 항산화력 부족이다.

(2) 활성산소 유리기

체내 활성산소 유리기는 검지에서 20 μ l 모세관을 사용하여 채혈한 다음 Callegeri(ITALY)사의 FORMOX 장비로 Fort test kit을 이용하여 분석 하였다. Callegeri사에서 제시한 검사 가능한 범위로는 160~600 F.U.로써 under 160F.U.는 상담요망, 160~230F.U.는 정상, 230~310F.U.는 주의, 310~340F.U.는 저산화적 스트레스, 340~400F.U.는 중산화적 스트레스, 400~600F.U.는 고산화적 스트레스, over 600F.U.는 매우 심각한 산화적 스트레스이다.

3. 분석 방법

실험 결과는 SPSS 12.0 for window를 이용하여 측정된 모든 변인에 대하여 평균과 표준편차를 산출 하였으며, 그룹 간 측정 시기(복합운동프로그램 전·복합운동프로그램 후)의 변화률을 알아보기 위해 one-way ANOVA를 실시하였다. 또한 시간의 경과에 따른 그룹 내 복합운동프로그램 전·후 검증을 위하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 측정값의 통계학적 유의 수준은 $\alpha < .05$ 로 설정 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에서 참여한 대상자는 총25명 이었다. 그 중 통제그룹은 8명으로 평균연령은 68.45세였으며, 평균 신장은 153.8cm, 평균체중은 59.44kg였다. 주3회 운동그룹은 총 9명으로 평균연령은 68.23세였으며, 평균 신장은 155.29cm, 평균체중은 56.93kg이였

Table 2. General characteristic of subjects

	0-time (n=8)	3-times (n=9)	5-times (n=8)
Age(Yrs)	68.45 ±1.55	68.23 ±1.72	68.75 ±1.08
Height(cm)	153.80 ±5.21	155.29 ±3.58	154.77 ±3.38
Weight(kg)	59.44 ±7.49	56.93 ±3.86	58.32 ±7.64

다. 주5회 운동그룹은 총 8명으로 평균연령은 68.75세였으며, 평균 신장은 154.77cm, 평균체중은 58.32kg이었다(Table 2).

2. 운동 빈도에 따른 체내 총항산화능, 활성 산소 유리기의 변화

1) 총항산화능, 활성 산소 유리기의 그룹 간 비교 복합운동프로그램 전·후의 차이에 의한 그룹 간 검증 결과 총항산화능은 통제그룹에서 -0.03 ± 0.03

Table 3. The value difference between pre-test and post-test in total antioxidant capacity

(unit: mmol/L)				
0-time	3-times	5-times	F	P
-0.03 ±0.03	0.05 ±0.08	0.10 ±0.05	1.184	0.325

Table 4. The value difference between pre-test and post-test in free oxygen radical

(unit: F.U.)				
0-time	3-times	5-times	F	P
80.87 ±22.75	-26.88 ±24.96	22.75 ±30.89	3.847	0.037*

mmol/L, 주3회 운동그룹에서 0.05 ± 0.08 mmol/L, 주5회 운동그룹에서 0.10 ± 0.05 mmol/L으로 그룹 간 통계학적으로 유의하지 않았으나(Table 3)(Fig 1), 활성 산소유리기는 통제그룹에서 80.87 ± 27.48 F.U., 주3회 운동 그룹에서 -26.88 ± 24.96 F.U., 주5회 운동그룹에서 22.75 ± 30.89 F.U.으로 그룹 간 통계학적으로 유

Table 5. Comparison of total antioxidant capacity and free oxygen radical of between pre-test and post-test on each groups

Item	Group	Pre-T(M±SE)	Post-T(M±SE)	t	p
TAC (mmol/L)	0-time	0.58±0.01	0.55±0.03	0.989	0.356
	3-times	0.70±0.05	0.75±0.04	-0.595	0.569
	5-times	0.59±0.03	0.70±0.06	-1.870	0.104
FOR (F.U.)	0-time	217.87±27.70	298±17.93	-2.989	0.022*
	3-times	271.11±31.87	244.22±17.94	1.07	0.313
	5-times	213.25±21.58	236.00±20.35	-0.736	0.485

TAC: total antioxidant capacity, FOR: free oxygen radical
*p<. 05

빈도에 따른 복합운동프로그램이 노인들의 체내 총항산화능 및 활성산소 유리기에 미치는 영향

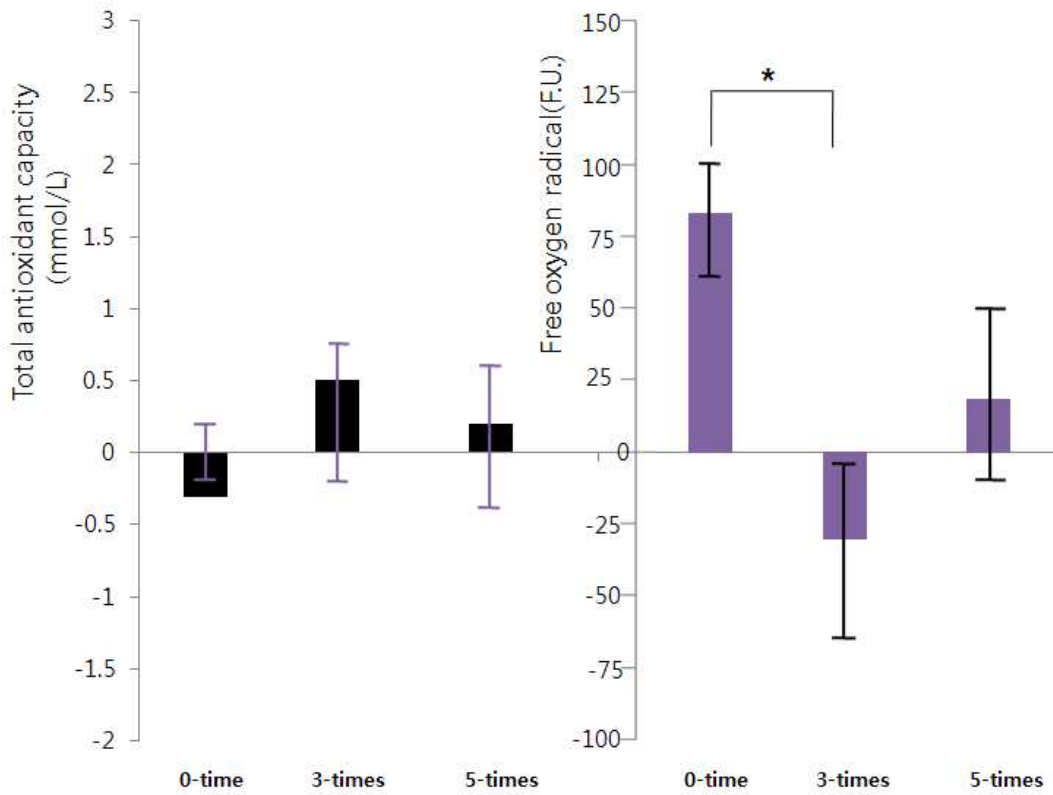


Fig 1. The difference between pre-test and post-test in total antioxidant capacity and free oxygen radical

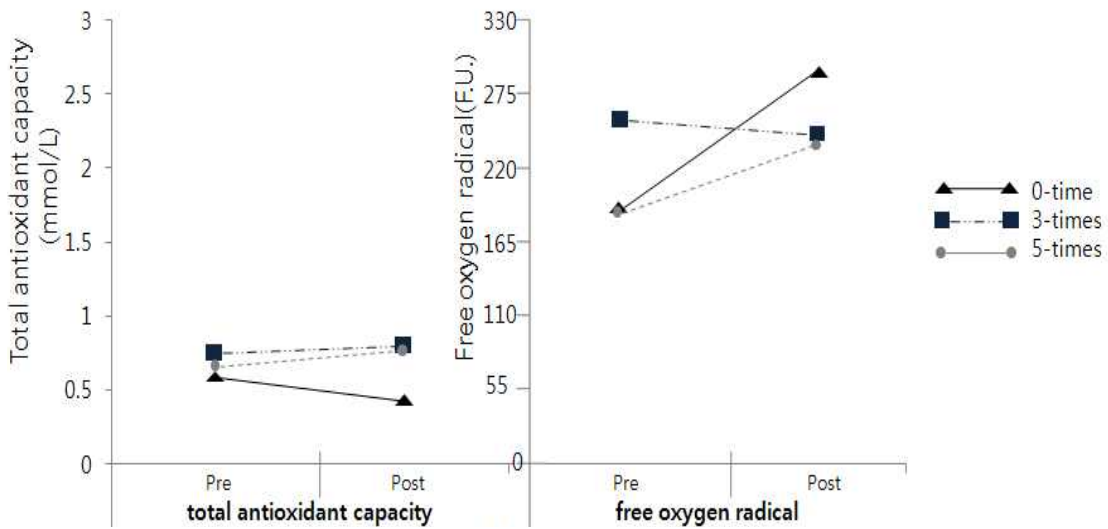


Fig 2. Comparison of total antioxidant capacity and free oxygen radical of between pre-test and post-test on each groups

의하게 나타났다($p<.05$)(Table 4)(Fig 1).

2) 총항산화능, 활성산소 유리기의 시간에 따른 그룹 내 변화

복합운동프로그램의 시간에 따른 그룹 내 총항산화능 검증 결과 통제그룹은 복합운동프로그램 전 $0.58\pm 0.01\text{mmol/L}$ 에 비하여 $0.55\pm 0.03\text{mmol/L}$ 으로 통계학적으로 의미 없는 감소를 보인 반면, 주3회 운동그룹에서는 복합운동프로그램 전 $0.70\pm 0.05\text{mmol/L}$ 에서 $0.75\pm 0.04\text{mmol/L}$ 으로 증가하였고, 주5회 운동그룹도 복합운동프로그램 전 $0.59\pm 0.03\text{mmol/L}$ 에서 $0.70\pm 0.06\text{mmol/L}$ 으로 증가하였으나, 두 그룹 모두 통계학적으로 의미는 없었다(Table 5)(Fig 2). 복합운동프로그램의 시간에 따른 그룹 내 검증 결과 활성산소 유리기의 검증 결과 통제그룹에서는 $217\pm 27.70\text{F.U.}$ 에서 $298\pm 17.93\text{F.U.}$ 으로 나쁘게 증가한 ($p<.05$) 반면, 주3회 운동그룹에서는 $271.11\pm 31.87\text{F.U.}$ 에서 $244.22\pm 17.94\text{F.U.}$ 으로 개선 되었으나 통계학적으로 의미는 없었다. 주5회 운동그룹에서는 $213.25\pm 21.58\text{F.U.}$ 에서 $236.00\pm 20.35\text{F.U.}$ 으로 나쁘게 증가하였으나 통계학적으로 의미는 없었다(Table 5) (Fig 2).

VI. 고 찰

Miyazaki 등(2001)은 유산소성 트레이닝이 19~21세 남성들에게 트레이닝 전에 비하여 트레이닝 후에 항산화 능력에 긍정적인 영향 미치는 것으로 보고 하였으며, 김구, 박병근(2008)도 중년 여성들의 댄스 스포츠 프로그램 실시에 따른 항산화 능력의 변화에서 운동전에 비해 운동 후 항산화 능력 개선에 효과적이었다고 보고 하였다. 또한 박중욱(2002)도 유산소성 운동 집단과 무산소성 운동집단의 비교 연구에서 두 집단 모두 SOD 활성도가 유의하게 증가하였다고 보고 하였는데, 본 연구에서 이뤄진 8주간의 복합운동프로그램을 통한 체내 총항산화능의 시간에 따른 검증 결과 복합운동프로그램 전에 비하여 복합운동프로그램 후에 주3회 운동그룹, 주5회 운동그룹에서 증가 하였으나, 통계학적으로 의미 있는 증가는 아니었다. 그러나 평균값만을 놓고 비

교해 볼 때, 복합운동프로그램전에 비하여 주5회 운동그룹(0.11mmol/L), 주3회 운동그룹(0.05mmol/L)에서 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 Callegeri사에서 제시한 총항산화능의 정상범위 $1.07\sim 1.53\text{mmol/L}$ 에는 미치지 못하나, 복합운동프로그램을 통해 통제그룹에 비하여 비약적인 향상을 보인 두 운동 그룹은 항산화 효소의 활성이 일시적인 운동에 의해 증가하는 경우는 드물게 관찰되지만 장기간의 트레이닝을 통해서 유의하게 증가되는 것으로 보고한 Miyazaki 등(2001), 배철웅(2001)의 연구와 유사한 결과를 보였다.

8주간의 복합운동프로그램을 통한 체내 활성산소 유리기의 시간에 따른 검증 결과 통제그룹($p<.05$)과 주5회 운동 실시 그룹에서 복합운동프로그램 전에 비하여 복합운동프로그램 후에 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 Callegeri사에서 제시한 활성산소 유리기의 정상 범위 $160\sim 230\text{F.U.}$ 을 기준으로, 정상범위에 해당하던 참여자가 복합운동프로그램후에 오히려 주의에 해당하는 수치로 오히려 나쁘게 증가한 결과였다. 반면에 복합운동프로그램 전·후 평균값만으로 볼 때, 주3회 운동그룹은 복합운동프로그램 전·후 모두 저산화적 스트레스에 해당하는 수치이지만, 복합운동프로그램 전에 비하여 복합운동프로그램 후에 개선되는 것을 볼 수 있었다. 세부적으로 통제그룹에서 체내 활성산소 유리기가 개선된 참여자는 8명중 1명인 반면에, 주3회 운동 실시 그룹에서 개선을 보이거나 정상범위로 개선된 참여자는 9명중 7명이나 되었다. 주5회 운동 실시 그룹은 정상범위로 개선된 참여자는 8명중 3명에 불과했다.

엄우섭(2004)은 운동과 트레이닝 시에 나타나는 항산화 특성은 유산소성 능력과 밀접한 관련성이 있다고 하였는데, 박일봉 등(2007)도 역시 장기간의 유산소 운동을 통해 과산화지질을 감소시키고, 항산화 효소인 SOD, GPX를 증가 시켰다고 보고 하였다.

본 연구에서 실시된 복합운동프로그램은 50~60%의 강도의 유산소성 걷기 운동이 포함되어 있었는데, Ji(2002)는 최대심박수의 75% 이하 수준의 중등도의 규칙적인 유산소 운동이 항산화계 및 산화손상치료체계(oxidative damage repair system)을 강화

시킨다고 하였으며, 엄우섭(2004)도 최대 심박수의 50~70%의 트레이닝은 세포내 항산화 효소를 증가 시킴으로써 지질 과산화화를 예방하거나 최소화 시켜 준다고 보고 하였다. 본 연구에서도 통계학적으로 의미 있는 차이는 없으나, 주3회 운동그룹과 주5회 운동그룹에서 총항산화능과 활성산소 유리기의 개선을 보인 참여자는 복합운동프로그램 중에 50~60%의 강도의 유산소 걷기 운동이 세포내 조직인 미토콘드리아에서의 SOD활성 증가와 혈액 내 항산화 효소의 활성을 증가시킴으로써 항산화 적응을 가져 오고, 이에 따라 운동으로 유발되는 프리라디칼(Free radical)의 발생을 효과적으로 방어하였다는 조한준(2001)의 연구와 유사한 결과로 사료 된다. 또 다른 측면에서 높은 지구성 트레이닝은 최대 유산소성 운동 능력을 향상 시키지만, 자유라디칼의 생성을 증가시키기도 하기 때문에 더욱 큰 세포 손상의 원인이 될 수 있다고 보고한 엄우섭(2004)의 연구 결과로 볼 때, 주5회 운동 실시 그룹에서는 8명중 3명의 참여자만이 활성산소 유리기가 개선됨으로써, 노인들에게 있어서의 운동 빈도를 주5회 실시 하는 것보다는 주3회 실시 하는 것이 체내 총항산화력 증가 및 활성산소 유리기 감소에 효율적인 것으로 사료 된다.

한편 박현(1999)은 우리가 섭취하는 음식물의 성분 중에는 산화스트레스로부터 조직을 보호하는 기능이 있는 식품들이 있어 적절한 식이패턴은 인체의 항산화기능을 더욱 강화 시켜줄 수 있다고 하였는데, 김정규 등(2003)은 비타민 C와 E의 복합 투여가 총항산화능은 증가시키고 활성산소 유리기 감소에 효과적이라고 하였으며, 최종환 등(2008)도 홍삼을 일정 기간 복용한 노인들에 있어서 홍삼 성분이 활성산소에 대하여 충분한 항산화 작용을 하여 활성산소 수준을 낮게 유지 시킨다고 보고 하였다. 그러나 본 연구에 있어서 실험 참여자의 식이에 대한 변인 통제가 이루어지지 않은 점은 각 그룹의 노인들의 생리적 반응에 영향을 끼쳤을거라 사료되며 이런 연구 결과에 영향을 미칠 수 있었던 식이 섭취나 생활습관 등을 본 연구에서 잘 고려하지 않은 것은 아쉬운 점으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 노인들에게 8주간 주당 빈도에 따라 복합운동프로그램을 실시함으로써 체내 총항산화능, 활성산소 유리기에 미치는 영향을 밝혀보고자 하였다. 자발적으로 연구에 참여한 65~70세 사이의 노인 25명을 대상으로 통제 그룹(0-time), 주3회 운동 실시 그룹(3-times), 주5회 운동 실시 그룹(5-times)으로 구분하여 8주간 복합운동프로그램을 빈도에 따라 실시함으로써 얻은 연구 결과는 다음과 같다.

노인들에게 있어서 운동 빈도를 주3회 실시 하는 것은 체내 활성산소 유리기의 개선에 효과적인 것으로 나타났으며, 체내 총항산화능의 개선에는 주5회 운동을 실시하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. 노인들의 운동처방에 있어서 운동이 줄 수 있는 긍정적인 효과를 높이기 위해서 운동 빈도가 많다고 해서 결코 좋은 것이 아니라고 사료 되며, 개개인의 특성과 운동 능력에 맞는 빈도, 강도, 시간 등을 잘 고려한 개별적인 운동처방이 이루어 져야 한다고 생각 된다. 마지막으로 본 연구에 있어서 운동에 대한 노인들의 생리적 반응에 변수를 작용할 수 있었던 식이섭취나 생활습관 등을 잘 고려한 연구가 필요 하다고 생각 된다.

참 고 문 헌

- 김구, 박병근. 12주간의 댄스스포츠 운동이 비만 중년여성의 신체구성 및 항산화 효소 활성에 미치는 영향. 운동영양학회지. 2008;12(2):77-82.
- 김기진, 김상현. 성인 여성의 운동참여 빈도와 신체구성 및 혈관 염증관련 지표의 관련성. 한국비만학회지. 2007;16(2):65-75.
- 김정규, 신영오, 노성규. 비타민 C와 E의 복합투여가 일회성 운동 시 혈중 활성산소 유리기, 총항산화능, 및 C-반응성 단백질에 미치는 영향. 한국운동생리학회지. 2007;16(3):243-52.
- 박일봉, 강성훈, 여남희. 중년여성들의 장기간 유산소 운동이 혈중 항산화효소 및 지질과산물에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2007;18(4):103, 461-70.

- 박종욱. 유산소 운동과 저항성 운동에 따른 항산화 효소, 지질과산화 및 호흡 순환 기능의 변화에 관한 연구. 전남대학교 대학원. 박사학위논문. 2002.
- 박현. 노년기 운동과 산화 스트레스. 대한폐경학회. 제11차춘계연수교육. 1999; 45-52.
- 배철웅. 장기간 규칙적인 유산소성 달리기운동이 항산화 효소 활성도와 지질 과산화물의 변화에 미치는 영향. 한국체육학회지. 2001;40(4):829-39.
- 엄우섭. 운동강도에 따른 12주간 유산소성 운동이 지질 과산화물(MDA)과 항산화 효소(SOD)에 미치는 영향. 운동과학. 2004;13(3):335-50.
- 이영희. 규칙적인 수영운동이 여성들의 운동 빈도별 순환능력, 치력 및 혈청 지질 수준에 미치는 효과. 한국체육학회지. 2000;39(1):455-66.
- 조한준. 장기간 유산소성 훈련이 쥐의 항산화 체계에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 석사학위 청구 논문. 2001
- 최종환, 김영수, 이규문 등. 홍삼복용이 노인들의 유산소 운동시 발생된 활성산소에 미치는 영향. 고려인삼학회지. 2004;28:27-32.
- Andriollo SM, Hininger FI, Meunier N et al. Age-related oxidative stress and antioxidant parameters in middle-aged and older European subject: the ZENITH study. Eur J Clin Nutr. 2005;59:58-62.
- Bauer M.E. Stress, glucocorticoids and ageing of the immune system. Stress. 2005;8:69-83.
- Evans WJ, Vitamin E. Vitamin C and exercise. Am J Clin Nutr. 2000;72(2): 647-52.
- Franzoni F, Ghiadoni L, Galetta F et al. Physical activity, plasma antioxidant capacity, and endothelium dependent vasodilation in young and older men. Am J Hypertens. 2005;18:510-6.
- Frisard M, Ravussin E. Energy metabolism and oxidative stress: impact on the metabolic syndrome and the aging process. Endocrine. 2006;29(1): 27-32.
- Jennifer MS, Jeffrey BB. Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. Nutrition. 2001; 17(10):809-14.
- Ji LL. Exercise-induced modulation of antioxidant defence. Ann N Y Acad Sci. 2002;959:82-92.
- Miyazaki H, Oh-ishi S, Ookawara T et al. Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. Eur. Journal Appl Physiol. 2001;84:1-6.
- Phillips AC, Burns VE, Lord JM. Stress and exercise: Getting the balance right for aging immunity. Exerc Sport Sci Rev, 2007;35:35-9.
- Simpson RJ, Florida-James GD, Whyte GP et al. The effects of intensive, moderate and downhill treadmill running on human blood lymphocytes expressing the adhesion/activation molecules CD54(ICAM-1), CD18(bata2 integrin) and CD53. Eur J Appl Physiol. 2006;97:109-21.
- Touyz RM. Reactive oxygen species in vascular biology: role in arterial hypertension. Expert Rev Cardiovas Ther. 2003;91-106.