

활성산소에 대한 고찰

형인혁 · 문상은¹ · 배성수²

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공, ¹마산대학 물리치료과, ²대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

Review of Reactive Oxygen

In-hyok Hyong, P.T., M.S., Sang-eun Moon, P.T., Ph.D.¹, Sung-soo Bae, P.T., Ph.D.²

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Graduate school, Daegu University

¹Department of Physical Therapy, Masan Collage

²Department of Physical Therapy, Collage of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

Purpose : This study is to understand the reactive oxygen which is expected to be a causative factor of aging condition including dementia, atherosclerosis, even cancer.

Methods : The reactive oxygen is generated usually when people do very hard exercise or is under severe stressful situation or in unhealthy environment and as a protective reaction to reactive oxygen, human body releases antioxidant enzyme systems like superoxide dismutase (SOD), catalase, glutathione peroxidase (GPX), glutathion-S-transferase (GST) and non-enzymetic antioxidant systems like glutathione, ascorbate, β -carotene, vitimin E.

Results : Nowadays, we are getting more interested in the generation of reactive oxygen especially in the area of physical education, food and nutrition, alternative medicine etc.

Concluston : The study of reactive oxygen in patients with musculoskeletal disease is also required and among various physical therapeutic approaches, the method of general coordinative manipulation is considered more necessary.

Key Words : Reactive oxygen, General coordinative manipulation(GCM), Free radical, Musculoskeletal

I. 서 론

일반적으로 인체가 섭취한 산소의 95% 이상은 세포의 대사과정에서 생성되는 전자와 결합하여 물

로 환원되지만, 2~3%의 일부산소는 불완전 환원으로 전자를 흡수 하려는 활성적 반응(free radical)과정에서 세포의 파괴 작용을 초래하는데, 이를 산소 라디칼 또는 활성산소(reactive oxygen, oxgen free

radical)라고 한다(Alessio, 1993; Halliwell, 1985).

활성산소란 산소라디칼(oxygen free radical) 및 이것으로부터 파생된 여러 가지 산소 화합물들을 통칭하고, 이들은 모두 반응성이 높은 특징을 가지고 있으며 프리라디칼(free radical)은 화학적으로 최외각 전자궤도에 쌍을 이루고 있지 않는 원자나 분자를 의미하고 모든 분자가 라디칼을 형성 할 수 있지만, 특히 산소 라디칼이 문제시 되는 것은 호기성 생명체에서 산소의 이용은 필수 불가결한 것이면 세포내 전자 전달계로부터 이탈된 산소에 전달되어 산소 라디칼이 생성되기 때문이다(한복기, 1988).

최근노화와 암을 비롯한 각종 질병의 원인의 원인을 규명하려는 임상적 연구에 의해 활성산소가 주요 원인으로 대두되면서 다양한 연구가 지속되고 있다(이강평, 은희관, 임인수, 1997). 인체에서 생성되는 프리라디칼과 활성산소가 암과 성인병의 원인이며 활성산소를 중화시키는 항산화제가 암과 성인병 그리고 노화방지를 한다는 연구들이 발표되면서 흥미로운 연구 분야로 주목 되고 있다(이승범, 박상규, 2004). 또한 활성산소는 세포막과 세포핵을 공격하여 과산화지질(lipid peroxidation)과 DNA의 손상을 일으키고 암, 치매, 죽상경화증과 노화를 일으키는 주된 원인이 되며(Sen, 1995), 운동 시 활성산소의 국부적인 증가는 근육의 손상을 주어 대식세포(macrophage)와 리소좀(lysosomal)의 효소가 증가하는 염증을 유발 한다(이승범, 박상규, 2004). 현재 활성산소의 생성은 노화, 질병, 스트레스, 흡연, 음주, 자외선 등에 의해 증가되는데, 특히 대량의 산소 섭취가 요구되는 운동에 의해서 직접적인 영향을 받는다(Jenkins, & Goldfarb, 1993). 즉, 격렬한 운동 중에는 인체 내에서 대량의 산소소비와 일시적인 허혈, 재관류 현상 등에 의해 증가된 활성산소는 세포의 변형과 손상(MDA : malondialdehyde)을 야기 하고 과도한 운동과 산화적 스트레스 (oxidative stress)는 각종 대사물질과 면역계, 내분비계 등의 와해, 그리고 근육 손상등을 유발시키는 것으로 알려져 있고 이에 대해 인체는 활성산소의 방어체계로써 항산화 효소(SOD, catalase, glutathion peroxidase)를 지니고 있지만, 과도한 운동은 오히려 체내의 항산화효소의 기능을 감소시키는 원인이 되어 특히

세포 손상을 유발 하게 된다(이강평, 은희관, 임인수, 1997).

인체는 신체활동을 행할 때 O₂를 필요로 하며 격렬한 운동 시에는 더 많은 산소 호흡을 필요로 하며, 그 결과 수많은 산소 라디칼이 발생하고, 프리라디칼은 세포막을 파괴하거나 DNA를 손상시키는 등 산화작용을 일으켜 인체는 약화 된다(Reiter, 1995). 산소의 섭취가 증가함에 따라 프리라디칼이 생성되고, 이것은 산화적 스트레스를 가중하게 되는데(Clarkson, 1995), 이러한 문제에 가장 설득력 있는 증거는 에너지 대사시 발생하는 산소 프리라디칼의 생성에 의한 인체조직의 산화적 손상이다(Jenkins, 1988; Ji, 1996). Sen(1995)은 적절한 운동은 생리적 항산화기능을 향상시키지만 고강도 운동은 산소요구량이 증가되어 활성조직으로의 산소공급이 10~15배, 혈류에서는 100배까지 증가된다고 하였고 인체는 이러한 산화적 스트레스를 대항하기 위해 항산화 시스템을 스스로 갖추고 있으며, 그 능력은 안정 시 발생하는 산화적 스트레스를 이겨내기에는 충분하지만(Ji et al., 1992), 운동 중에는 이러한 평행상태가 깨지면서 세포와 조직의 손상이 증가 될 수 있음을 추측 할 수 있다(김유섭, 2003).

본 논문에서는 노화를 발생시키는 활성산소에 대한 일반적인 고찰과 활성산소를 증가시키는 요소 및 감소시키는 요소와 활성산소 측정의 기준이 되는 과산화지질(MDA), 즉 활성산소의 공격에 의해 생성되는 세포손상의 부산물인 과산화물로서 분자내 Peroxide 결합을 갖는 지질의 총칭(이강평, 은희관, 임인수, 1997)인 과산화지질(MDA)의 측정방법과 물리치료적 접근 방법에 대하여 알아보고자 한다.

II. 활성산소에 영향을 미치는 요소

1. 과도한 운동과 고강도의 운동

운동과 건강측면에서 운동은 대사물질, 면역계, 내분비계의 긍정적인 반응을 야기하지만, 과도한 운동은 오히려 부정적인 결과를 초래하여 감염과 발병의 가능성을 증가시킬 수 있음을 지적하고 있고(Berk, 1990; Mackinnon, 1992; Wood, 1994) 특히

운동은 일반적으로 스트레스성 호르몬이나 면역물질(cytokine)의 활성도를 증가 시키지만(Crist, 1989; Keast, 1988; Lin, 1955), 다른 연구 결과들은 변화가 없거나, 오히려 감소된다는 보고도 있다(Morgan, 1985; Nehlsen, 1991; 이강평, 1994). 즉 운동에서 내분비계나 면역계의 반응은 운동강도에 의해 크게 영향을 받으나, 반응결과에 대해서는 다양한 이견이 있음을 알 수 있다(이강평, 은희관, 임인수, 1997).

이강평등에 따르면 서울 H 대학 체육학과생으로 하루 30분이상 규칙적으로 구기종목의 유산소운동을 지속하는 대상자 8명을 대상으로 Bruce treadmill protocol(1973)을 이용하여 운동강도에 따라서 최대운동과 중강도운동을 실시하여 안정시, 운동직후, 운동후 30분, 60분에 따른 MDA의 양을 비교분석하였다. 이 연구에 의하면 최대운동과 중강도 운동에 따른 MDA의 변화는 최대운동집단에서 안정시 3.15 ± 0.30 , 운동직후 1.84 ± 0.49 , 운동 후 30분 2.53 ± 0.37 , 운동후 60분 5.13 ± 0.42 를 나타냈고 중강도 운동집단에서는 안정시 3.07 ± 0.55 , 운동직후 2.25 ± 0.19 , 운동 후 30분 2.80 ± 0.48 , 운동후 60분 3.21 ± 1.53 을 나타내서 운동직후에는 중강도 운동보다 최대운동에서 더욱 감소되었지만, 두 집단 모두 운동 후 회복 시간이 경과됨에 따라 증가되었고 회복기에서 MDA의 증가율은 중강도 운동에 비해 최대운동에서 급격히 증가 하였고 이것은 고강도 운동은 산화적 스트레스에 의한 연쇄적 세포 손상의 잠재적 악영향을 미치고 있다고 주장하고 있다. 이와 같은 결과는 중강도 운동에 비해 최대강도 운동이 인체에서 산소소비량이 많고 그에 비례해서 발생하는 활성산소의 양도 증가한다고 사료된다.

김유섭(2003)의 연구에 따르면 여고생 15명을 대상으로 Bruce treadmill protocol(1973)을 이용하여 10주 동안 주4회의 빈도로 ACSM(1995)에서 권장하는 50~85% HRmax 범위 내에서 65% HRmax(N=5) 집단과 85% HRmax(N=5) 집단으로 달리기 운동을 매 회 40분간 실시하고, 실시하기 전에 5~10분간의 준비운동을 하였고 본 운동이 끝난 후 5~10분정도 정리운동을 실시하여 총 60분간의 운동을 실시한 두 집단과 통제집단(N=5)의 탈진 후 지질과산화(MDA)의 변화를 비교분석한 결과를 보면 통제집단(N=5)

에서는 사전 1.72 ± 0.17 , 5주후 1.76 ± 0.16 , 10주후 1.88 ± 0.19 로 처치기간에 따른 변화에서는 유의한 변화를 보이지 않았으며, 65% HRmax(N=5) 집단에서는 사전 1.45 ± 0.39 , 5주후 1.53 ± 0.38 , 10주후 1.11 ± 0.19 로 감소하였으나 유의한 변화는 없었고, 85% HRmax(N=5) 집단에서는 사전 1.43 ± 0.18 , 5주후 1.54 ± 0.27 , 10주후 2.10 ± 0.58 로 10주 후에 지질과산화(MDA) 수치가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 중강도의 운동은 세포나 조직내 세포의 산화적 손상이 적고 그에 반해서 고강도의 운동은 활성산소의 생성이 높아짐(Ji, 1993)에 따라 산화적 스트레스 증가에 따라 산화적 손상이 증가하는 것으로 사료 된다(김유섭, 2003).

이희정(1997: 고기준, 2002, 재인용)의 연구에서는, 실험동물에 육체적인 수영과 Rota-rod로 부하하였을 때 운동군에서 대조군과 유의적으로 간조직의 지질과산화의 함량이 운동부하시간에 따라 증가 되었으며, 지질과산화의 생성에 관여하는 시토크스 크산틴 산화효소(xanthine oxidase, XO)의 활성은 급성의 운동부하에 따라 현저히 증가되었다고 보고 하였고 활성산소에 의한 지질의 과산화 반응은 세포막의 투과성을 항진시킬 뿐만 아니라, 전반적인 세포 독성을 초래하여 노화현상이나 이에 따른 여러 가지 질환의 병리현상을 초래하여 발암과정에도 관여할 것으로 생각 되고 있다(Carlson 등, 1986).

Clarkson(1995)은 산소소비의 증가는 활성산소에 의한 산화적 스트레스와 지질과산화를 유도 한다고 하였고 이와 같은 연구는 대사 활성이 높을수록 수명이 짧다는 수종의 포유 동물의 대사율과 수명과의 관계를 검토해 본 결과 반비례가 성립한다는 사실로부터 알 수 있다(정해영, 1991). 산소소비량이 증가하면 노화가 촉진된다는 사실로부터 노화에 활성산소가 관여 하고 있고 노화에 의해 생체 내 각 조직에 활성산소 반응산물이 증가 된다는 것이 잘 알려져 있고 그 대표적인 것이 lipofuscin과 과산화 지질이며 노화의 지표로 이용되기도 하고 (Yoshikawa, M. and Hirai, S, 1967) 나이에 따른 활성산소반응산물의 축적도는 생체의 항산화능에 의존 할 것이고 노화에 따른 변화를 보면 vitamin C는 노령자의 혈구, 뇌하수체, 대뇌피질, 심근, 흉근 등에서 감소

하고 Glutatathione도 여러 조직에서 노화에 따라 그 함유량의 저하가 보이는 반면 α -tocopherol(Vitamin E) 이나 carotenoid농도는 노화에 의해 저하되지 않는다고 하였다(Mino, M, 1988).

2. 항산화 효소

생체 내에는 항상성을 유지하기 위하여 Free radical들을 조절할 수 있는 다양한 항산화제가 존재하여 생체 내에서 생성되는 Free radical을 효율적으로 제거 할 수 있는데 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione peroxidase(GPX), glutathion-S-transferase(GST)와 같은 항산화 효소계들과 glutathione, ascorbate, β -carotene, vitamin E 등과 같은 비효소성 항산화제가 있다(Chung, H, Y and Kim, Y, K, 1992; Halliwell, B, 1990). 실험동물연구에서 늙은 쥐의 간에서 분리된 superoxide dismutase(SOD)가 젊은 쥐의 superoxide dismutase(SOD)보다 활성도가 낮고, glutathione의 농도 및 glutathione reductase의 활성 역시 늙은 쥐에서 저하되어 있음을 관찰됨으로써(한복기, 1988) 노화에 의해 산화적 스트레스에 대한 방어력이 감소됨을 알 수 있다(최종환외, 2004). 특히, 인간에게 있어 40대 이후 항산화제가 급격히 감소되어 바이러스나 유해물질에 대응할 수 있는 능력이 급격히 떨어지고 활성산소에 대응할 수 있는 능력이 떨어지고 활성산소에 대응 할 수 있는 능력이 감소되고(Barakat, H, A., Dohm, G. L and Shukl, N, 1989) 이것은 노화에 의해 세포대사능력의 쇠퇴로 항산화효소의 감소를 가져와 발생하는 것으로, 인간의 평균수명과의 관계가 있다고 한다(최종환외, 2004).

이종화 외(2003)의 연구에서는, 생쥐의 심근세포를 분리하여 배양한 심근세포에 대한 Hydrogen peroxide (H_2O_2)의 독성을 조사하기 위하여 H_2O_2 가 여러 농도로 포함된 배양액에 심근세포를 노출 시킨 후 H_2O_2 에 세포독성에 대한 단삼(SMR)의 방어효과를 MTT assay법에 의하여 분석한 결과 1-30 μ M H_2O_2 가 포함된 배양액에서 5시간동안 배양한 결과 H_2O_2 는 처리한 농도에 비례하여 세포생존율이 유의하게 감소시켰으며, 또한 H_2O_2 에 의한 세포독성을 단삼

(SMR)은 유의하게 감소되었다고 보고하였다. 이호 등 (1992)의 연구에서는 유산균이 활성산소 감소 및 면역증강 효과에 대한 보고에서 유산균 배양액 및 파쇄액의 활성산소 감소를 살펴본 결과, 유산균배양액 및 MN-complex는 XOD assay에 대한 반응에서 활성산소 감소 효과가 뛰어나 superoxide anion radical 감소와 관련이 있다고 주장하였다.

최종환외(2004)의 연구에서는 12주간의 홍삼복용이 여대생과 여성노인의 과산화지질(MDA)농도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 홍삼 복용 전, 후에 걸쳐서 안정시, VO_2 max 80%의 운동직, 후 그리고 회복기 30분의 과산화지질(MDA)수준을 분석한 결과 홍삼 복용전과 후의 과산화지질(MDA)수준, 그리고 노인집단과 여대생집단의 과산화지질(MDA)수준이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 홍삼복용이 젊은이들뿐만 아니라 노인들의 축적된 과산화지질(MDA)을 제거하거나 과산화지질(MDA)의 생성을 억제하는 항산화효과가 있다고 주장하였다. 류승희외(1997)의 연구에서는 김치가 피부건강에 미치는 연구에서 피부의 주요 표피세포인 keratinocyte (A431: Epidermoid carcinoma, human)과 진피의 대표적인 세포인 fibroblast (CCD-986SK, skin, normal control, human)을 이용하여 김치추출물들의 활성산소에 의한 독성제거를 살펴보았다. 먼저 숙성 시기를 달리한 김치(0주~5주) 추출물의 세포독성 실험결과 TD50은 keratinocyte에서는 대부분 2.5~5% 또는 5~10% 범위 내였고 fibroblast에서는 2.5%의 농도로 투여하고 산화적 스트레스를 유발시키는 과산화수소와 paraquat를 농도별로 투여하여 시료들의 활성산소에 대한 독성완화작용을 살펴본 결과 표피세포인 keratinocyte에 과산화수소를 투여 하였을때 과산화수소 1mM농도에서 세포생존율이 급격히 감소하였는데 2주 숙성김치의 경우 세포독성 완화효과가 가장 현저하였고 paraquat의 경우 1mM농도에서 3주, 2주, 1주 숙성김치의 세포독성 완화효과가 현저하였다. 이와 같은 김치추출물의 산화적 스트레스에 대한 독성억제효과는 김치 및 재료 속에 함유되어있는 플라보노이드, β -carotene, α -tocopherol, vitamin C등의 여러 성분의 유해산소 중 소거능에 의한 것으로 추정된다고 보고 하였다.

최진호 외(2000)의 연구에서는 뽕잎 추출물(MLE)을 SD계 쥐에 하루 100 및 300mg/kg BW로써 6주간 투여하여 뇌조직의 활성산소 및 그 제거효소의 활성에 미치는 영향에서 Mitochondria분획에서는 MLE-100 및 MLE-300 투여그룹은 대조그룹 대비 각각 13.4% 및 21.1%의 효과적인 hydroxyl radical (\cdot OH)의 생성효과가 인정되었고, microsome분획에서도 대조그룹 대비 각각 12.0% 및 13.4%의 유의적인 \cdot OH 라디칼의 생성억제 효과가 인정되었다. 따라서 뽕잎 추출물의 투여는 뇌조직의 \cdot OH 라디칼 및 $O_2^{\cdot-}$ 등 산소라디칼의 생성을 효과적으로 억제하여 LPO 및 OP의 생성을 효과적으로 억제 할뿐만 아니라 Min-SOD 및 Cu/Zn-SOD 등 활성산소의 제거효소의 활성을 효과적으로 증가시켜 뇌조직의 기능저하를 매우 효과적으로 방지 할 수 있다고 보고하였다.

김중대 외(1997)의 연구에서는 15종의 야생초 추출물의 항산화활성을 측정하기 위하여 SD계 쥐의 brain homogenate와 야생초 추출물을 반응시켜 과산화지질(MDA)을 측정하여 항산화 활성을 조사한 결과 황련이 가장 높은 항산화 활성을 보였으며 그다음으로 미역취, 인진쑥, 엉겅퀴순으로 높은 항산화 활성을 보였고 brain homogenate에 대해 가장 높은 항산화활성을 보인 황련의 물과 매탄을 추출물을 쥐에 급여한 결과 체중증가량, 식이섭취량 및 간장무게는 추출물을 급여하지 않은 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았고 간장 brain homogenate의 과산화지질(MDA) 측정결과, 황련추출물 급여군이 추출물을 급여하지 않은 대조군에 비해 유의적으로 낮은 과산화지질(MDA) 생성을 보였으나 Mitochondria와 microsome 분획에서는 각 군간에 차이를 보이지 않았고 간장 cytosol 중의 catalase, superoxide dismutase, GPX 효소 활성과 ascorbic acid 함량을 측정한 결과 각 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 GST와 glutathine 함량은 대조군에 비해 황련추출물 급여군이 유의적으로 높은 수준을 보였다. 이와 같은 결과로부터 황련추출물 급여는 쥐간장 cytosol 중의 GST와 glutathine의 농도를 증가시키고 과산화지질(MDA) 생성을 억제함으로써 유해산소 활성에 의한 손상으로부터 인체를 보호 할 수 있다고 보고하였다.

항산화 효소(SOD)에 대한 선행 연구들을 살펴보면 Halliwe et al(1989)는 SOD는 활성산소의 첫 번째 생성물인 과산화음이온을 제거하는 역할을 하는 효소이며 특히 운동으로 인한 산화적 스트레스에 대처하는데 매우 중요한 효소로 항산화 방어체제에서 가장 중요한 효소라고 보고하였고, Mena et al(1991)과 Oh-Ishi et al(1997)은 규칙적인 운동은 SOD 활성을 증가 시켰다고 보고하였으며, Ji et al(1999)은 쥐를 대상으로 10주간 훈련 후 일부 근육에서 SOD 활성을 증가 시켰다고 보고하였고, 항산화효소(GPX)에 대한 선행 연구들을 살펴보면 Sen et al(1992)는 GPX는 H_2O_2 를 방어하는 강력한 기능을 가지고 있으며, 세포내에서 thiol과 GR(glutathine reduced)에 의해 이루어지고 glutathine 항상성 유지에도 중요한 역할을 하는 효소라고 하였고 Power et al(1994)는 장기간의 훈련 후 GPX 활성이 쥐의 적근에서 45% 증가 하였다고 보고하였으며 Leeuwenburgh et al(1997)은 트레드밀 훈련에 의해 GPX 활성이 적근에서 62% 증가 하였다고 보고하였고, 항산화효소(CAT)에 대한 선행 연구들을 살펴보면 CAT의 주요기능은 과산화수소(hydrogen peroxide)를 물로 분해하는 것이라고 하였다. Calderera et al은 급격한 운동은 CAT의 활성을 증가시킨다고 보고하였고 Ji et al(1994)은 장기간의 탈진 운동 후 CAT의 활성이 증가하였다고 보고 하였다(이승범, 박상규, 2004: 재인용).

김유섭(2003)의 연구에서는 건강한 여고생을 대상으로 10주간 서로 다른 강도의 운동에 따른 항산화효소(SOD, CAT)의 변화를 볼 때 중강도 운동(65% HR max)을 지속적으로 실시하는 것이 항산화효소 활성의 증가시켜 활성산소에 대한 방어능력을 향상시킨다고 보고하였다.

III. 과산화지질(MDA) 측정방법

1. Yagi(1982)방법

최종환 외(2004)와 고기준(2002)과 이강평, 은희관, 임인수(1997) 등이 사용한 과산화지질(MDA) 측정방법으로 이강평, 은희관, 임인수(1997) 등이 이용

한 측정 방법을 소개 하고자 한다.

1) Ssmpling 한 혈청 20μl를 H2SO4(4ml)와 10% phosphotungstic acid (0.5ml)를 혼합한다.

2) 5분간 원심분리(3000rpm)하여 상층액은 제거한 후, N/12 H2SO4(2ml)와 phosphotungstic acid (0.3ml)를 한다.

3) 5분간 원심분리 3000rpm)하여 상층액은 제거한 후, H2O 2.9ml로 mixing 하고, 1% TBA (0.05 MNaOH, 1.0ml), glacial acetic acid(1.0ml), 10mM의 FeCl3 (0.3ml)를 혼합한다.

4) 95°C의 물에 50분간 waterbath한 후, cooling 하고 n-butanol (5.0ml)를 넣고, 1분간 혼합한 후, saturated (NH4)2SO4 soluation (0.5 ml)를 넣고, 10분간 원심분리(3000rpm) 한다.

5) 상층액(n-butanol layer)은 fluorometry와 spectrophotometry 를 이용하여 정량화 한다.

2. Thiobabituric acid를 이용한 Buege and Aust (1978)의 방법

이승범, 박상규(2004)의 연구에서 이용한 방법을 소개 하고자 한다.

0.16M KCL 이 포함된 0.2M tris(hysrixy-methyl) aminomethane (Tris)-HCL 완충용액(pH 7.4)으로 조직을 균질화 시켜서 trichloroacetic acid-thiobarbituric acid reagent 와 완전히 섞고 boiling water bath에서 15분간 가열하여 식힌 후 1000g에서 10분간 원심분리 하여 상층액을 취하여 형광분석 파장535nm에서 흡광도를 측정 한다.

IV. 결 론

산화 스트레스는 활성산소종/활성질소종 (reactive oxygen species, ROS/ reactive nitrogen species, RNS)의 발생과 항산화 방어계(antioxdyant defence system)의 발생과 항산화 방어계(antioxdyant defence system)간에 심각한 불균형을 초래하고(임동건, 2004), 세포나 조직에 손상을 가해 류마티스성 관절염 및 종양의 원인이 되거나 중추신경계를 포함한 전반적인 노화와 밀접한 관계가 있고 노화와 관련이 깊은 파킨스씨병, 헌팅턴씨병, 근위축성 측색경화증들과도

관련이 있는 것으로 보고 되고 있다 (Coyle, J. T. and Puttfarken, P, 1993).

노화의 원인으로 주목 받고 있는 활성산소에 관하여 의학, 체육학, 약학, 생물학, 한의학, 식품영양학, 대체의학 등등에서 관심을 가지고 접근하고 있다. 지금까지 알려진 활성산소를 감소시킬 수 있는 방법은 중강도의 지속적인 유산소운동과 항산화제 식품이나 약품을 복용하는 것과 자연친화적인 환경 속에서 스트레스 없이 살아가는 것 등으로 좁혀진다. 지금까지의 연구들이 건강한 일반인과 동물실험에만 국한 되어 있는데, 범위를 넓혀서 실질적으로 통증과 자세불균형으로 인한 스트레스로 유해산소가 증가 되어있으리라 사료되는 근골격계환자를 대상으로 한 연구가 필요하고 또한 근골격계 환자를 치료 관리하는 물리치료적 접근이 필요하다.

참 고 문 헌

- 고기준. 부하유무에 따른 흰쥐의 수영운동이 혈액성분과 항산화효소 및 활성산소에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 7(3), 2002.
- 김유섭. 장기간 다른 강도의 운동이 항산화효소의 활성도와 지질과산화에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 15(1), 2003.
- 류승희외 5명. 김치 추출물의 활성산소에 대한 피부세포 독성 완화효과: J. Korean. Soc. Sci. NUTR, 26(5), 1997.
- 문상은. 전신조정술. 정담미디어, 2004.
- 박래준외 5명. 피부화상이 간의 유해산소 생성계 및 해독계 효소활성에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 14(1), 2002.
- 박수복. 태권도 선수의 최대 운동 부하시 혈중 백혈구와 수와 호중구 활성산소 신생능에 미치는 영향. 한국스포츠 리서치, 15(2), 2004.
- 이강평, 은회관, 임인수. 최대운동시 활성산소에 의한 잠재적 악영향 및 항산화제 투여 효과. 한국체육학회지, 36(1), 1997.
- 이승범, 박상규. 규칙적인 유산소운동이 쥐의 활성산소, 과산화지질 및 항산화효소에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 22, 2004.

- 이호, 양승각, 박수남, 전도용. 유산균의 활성산소 소거 및 면역증강 효과. 한국생물공학회지, 7(4), 1992.
- 이희정. 운동부하에 따른 간조직 지질과산화의 생성 기전. 경성대학교대학원 석사학위논문, 1997.
- 임동진. 산화스트레스; 활성산소종과산화질소. 대한중환자의학회지, 19(2), 2004.
- 정해영. 노화, 활성산소, 동맥경화. 생명과학, 1(1), 1991.
- 정해영, 김윤경. 노화촉진 생쥐에서 노화에 따른 활성산소 생성 및 항산화능의 변화. 약학회지, 36(5), 1992.
- 최진희외 6명. 뇌조직의 활성산소 및 그 제거효소에 미치는 뽕잎 추출물의 영향. 생명과학회지, 10(6), 2000.
- 한복기. 노화의 이해 ; 활성산소와 노화현상. 대한화학회지, 38(2), 1988.
- 허은주외 8명. 아토피피부염 말초혈액 단백질의 활성산소 생성증가. 소아알레르기 및 호흡기, 14(1), 2004.
- Alessio, H. M. Exercise-induced Oxidative Stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(8), 1993.
- Barakat, H.A., Dohm, G, L. and ShukL, N. Influence of Age and Exercise Training on Lipid Metabolism in Fischer-344 Rats. *J , Physiol*, 67, 1989.
- Berk, L. S. Nieman, D, C and Youngberg, W. S. The Effects of Long Endurance Running on Natural Killer Cell in Marathoners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 1990.
- Carlson, G, P., and Kim, Y, C. Effect of Forced Exercise on Dichloro-methane Blood levels and Metabolism to Carbon Monoxide in Rats. *IRCS Med, Soc*, 14, 1986.
- Clarkson, P, M. Antioxidants and Physical Performance. *Crit, Rev, Food Sci, NUTR*, 35, 1995.
- Coyle, J. and Tand Puttfarken, P. Oxidative Stress, Glutamate and Neurodegenerative Disorders. *Science*, 262(689), 1993.
- Crist, D, M., Mackinon, L, T., Thompson, R, F., Atterbom, H, A., and Egan, P, G. Physical Exercise Increase NK Cellularmediated Tumar Cytotoxicity in Elderly Woman. *Gerontology*, 35, 1989.
- Halliwell, B. *Free Radical in Biology and Medicine*. Clarendon Press Oxford, 1985.
- Jenkins R, R. *Free Radical Chemistry ; Relation Ship to Exercise*. *Sport Med*, 5, 1988.
- Jenkins R, R and Goldfarb. *Introducation ; Oxidant Stress, Aging and Exercise*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(2), 1993.
- Ji, L, L. Antidioxidant Enzyme Response to Exercise and Aging. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(2), 1993.
- Ji, L, L. Exercise, Oxidative Stress and Antidioxidants. *Am. J. Sport Med*, 24, 1996.
- Ji, L, L. Fu R, Mitchell EW. Glutathine and Antioxidant Enzymes in Skeletal Musule ; Effect of Fiber Type and Exercise Intensity. *J, Physiol*, 73(5), 1992.
- Keast, D, K. Exercise and the Immume Response. *Sport Medicine*, 5, 1988.
- Lin, Y, S. Jan, M, S., Ysai, T, J., & Chan, H, I. Immunomodulatory Effect of Acute Exercise Bout in Sedentary and Trained Rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(1), 1995.
- Mackinnon, L, T. *Exercise and Immunology*. Monography 2, Champing, LL. Human Kinetics Publishers, 1992.
- Mino, M. 노화. 화학동인, 1988.
- Morgun, W, P. Affecyive benefits of Vigorous Physical Activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 1985.
- Nehlsen-Cannarella, S, L., Nieman, D, C, & Donohue, K. The Effect of Acute Moderate Exercise on Leckocyte and Lymphocyte Subpopulations ; *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 1991.
- Reiter R, J. Oxygen Radical Detoxification processes During Aging. The functional Imporant of Melatonin;

Aging Clin , Exp, Res, 7, 1995.
Sen, C, K. Oxidants and Antioxidants in Exercise ;
J. Physiol, 79(3). 1995.
Woods, J, A and Davis, J, M. Exercise Mono Cyte

Macrophage Funcyion Cancer. Medicine and
Science in Sports and Exercise, 26(2), 1994.
Yagi, K. Lipid Peroxides in Biology and Medicine.
Academic Press, 1982.