

운동과 천연 항산화물

주성범*
남서울대학교

Exercise & Natural Antioxidants

Ju, Sung-Bum
NamSeoul University

Abstract

In this study, researches on the antioxidative functions of typical natural antioxidant such as red ginseng, green tea, E. senticosus, Cordyceps, etc. There were various researches to verify antioxidative functions in different forms using extracts from these natural substances in the food and nutritional studies, however, the comprehensive research that evaluates the physical exercise and antioxidative functions of natural antioxidant in the various exercise environment was insufficient. Thus, we think that the researches examining the changes of the exercise environment and conditions and verifying the antioxidative functions systematically by applying various natural antioxidant which are lately under the social spotlight should be conducted in the future.

key words : Natural Antioxidants

I. 서 론

운동을 통한 건강증진 및 경기력 향상 등의 신체의 긍정적 변화에도 불구하고 운동설정이 잘못된 고강도의 운동수행은 근육의 산화과정에서 유발된 활성산소가 발생하게 되며 스트레스, 음주, 과식, 흡연, 약, 효소반응, 염증반응, 자외선, 방사선 및 대기오염 등에 의해서도 영향을 받아 산화적 스트레스(oxidative

stress)의 정도를 더욱 증가시키는 원인이 된다고 하였다(Davies et al., 1982; Ji, 1995; Halliwell, 1989).

인체 내에서 유해한 산소가 발생되는 것은 체내의 섭취된 대부분의 산소가 세포의 대사과정에서 생성되는 전자(electron)와 결합하여 물로 환원되는데 반하여, 일부산소(2-3%)는 불완전 환원으로 전자를 흡수하기 때문이다. 이것을 산소유리기(oxygen free radical), 활성산소(reactive oxygen), 반응성 산소종(reactive oxygen species) 또는 유해산소라고 한다(Jenkins, 1993).

* accent-ju@nsu.ac.kr

이처럼, 고강도의 운동을 적용하였을 때 발생하는 산소유리기는 체내의 산화적 스트레스(oxidative stress)를 증가시켜 대사의 변화는 대사는 물론 세포막의 유동성, 투과성 그리고 흥분성의 변화나 세포막에 붙어 있는 효소들의 작용을 변화시키는 체내 부정적 결과를 초래한다.

하지만 이러한 산소유리기에 대해 인체는 효과적인 자체 방어기구를 지니고 있다. 먼저 예방적 항산화물로는 β -카로틴, catalase(CAT), glutathione 및 peroxidase 등이 있고, 유리기 포착형 항산화물로는 비타민 E, 비타민 C, SOD(superoxide dismutase) 등이 있다. 재생기능의 항산화물로는 프로테아제(protease: 단백분해효소)와 포스포리파제 A2(phospholipase A2) 등이 있다.

또한, 천연 항산화물로는 ascorbic acid, 토코페롤류, 플라노보이드(flavonoids), 페놀성 화합물 등이 있으며, 그 중에서도 생약 중의 페놀성 화합물은 항산화작용을 가진 대표적인 물질로 보고되고 있다(Avena & Hinoat, 1977; Koziowska & Zadernowski, 1983).

이러한 천연 항산화물은 인체가 가진 항산화기능으로는 처리하기 어려운 산소유리기를 제거하는데 도움을 주고 있으며, 천연 항산화물을 적절히 이용하는 것은 운동선수 및 일반인의 운동시 발생하는 산화적 스트레스의 감소를 가져와 운동의 부정적 효과를 최소화시키는데 중요한 역할을 담당하고 있다.

국내의 천연 항산화물질에 대한 연구를 살펴보면, 천연 항산화물의 추출 및 분석과 같은 생리효능에 대한 연구가 주로 이루어져 왔다. 운동과 관련해서도 천연 항산화물과 피로회복의 관련성에 대한 연구들이 진행되어왔다. 이에 지금까지의 주요 천연 항산화물에 대한 생리효능, 작용기전, 추출방법에 따른 항산화기능을 정리하고 운동과 천연 항산화물에 대한 연구를 분석함으로써 추후 운동과 천연 항산화물에 대한 추가적인 연구의 이론적 배경을 제공하고자 하는 것이다.

II. 천연물의 항산화 기능

방아풀잎(Isodon japonicus, Hara)을 이용하여 항산화 효과를 검증하는데 방아풀은 우리나라 산야에 자생 또는 재배되고 있으며, 꿀풀에 속하는 다년초로서 전초, 연명초라고도 하며 개화기에 채취하여, 소화불량, 식욕부진, 복통 등 민간약으로 이용되었으며, 방아풀 내 유리형 페놀산과 불용성 페놀산을 추출하여 항산화 효과를 검증한 결과, 불용성 페놀산의 항산화력이 높게 나타남을 보여주었는데 이를 방아세포에서는 유리형태가 아닌 결합형의 페놀화합물이 더 높게 존재하는 결과로 설명하였다(김동필, 최옥범, 1996). 또한, 산쑥의 물 추출(이가동 등, 1992), 들깨잎과 참깨잎의 추출물(곽영은 등, 2013), 청겨자채 추출물(이근종 등, 2001)에서도 항산화 효과를 가진 것으로 나타났다.

옻나무(Rhus verniciflua)는 위장병, 변비, 어혈, 구충에 효과가 있다고 알려져 있어 민간요법과 보양식품으로 사용되고 있으며, 독성(allergy, 옻옴)이 심각하여 주의를 요하는 식품으로 옻의 독성 제거방법을 사용하여 옻나무 껍질을 물로 추출하여 항산화 작용을 하는 수용성 물질을 분리하여 구조 분석한 결과, gallic acid (3,4,5-hydroxylbenzoic acid)가 그 물질임을 확인하였다(김중배, 2003).

천연물 홍삼(red ginseng), 은행잎(ginkgo leaf), 음양곽(epimedium), 적하수오(polygoni radix), 진피(citrus unshij peel), 녹차(green tea), 마늘(garlic), 양파(onion), 다시마(kelp) 등을 이용하여 흰 쥐 간에서 지질 과산화도, 단백질 산화도 및 산소 소모율을 측정한 결과, 홍삼, 녹차, 은행잎, 적하수오, 음양곽 및 진피 등이 비교적 높은 항산화능을 나타냈으며, 지질과산화를 가장 잘 억제하고 단백질의 산화, 산소소모율을 가장 약하게 억제한다고 하였다. 즉 천연물은 활성산소에 의한 산화적 손상으로부터 인체를 보호한다고 할 수 있다. 한편, 활성산소에 의한 산화작용에 가장 민감한

성분은 세포막의 불포화 인지질들이 과산화 정도를 알 수 있는 TBA 측정결과 향신료로 쓰이는 양파, 마늘 및 다시마는 지질과산화 억제효소가 거의 없다고 하였으며, 약초인 홍삼, 녹차, 은행잎, 음양곽, 적하수오 및 진피에서는 항산화 효과가 나타났다고 하였다. 특히 녹차의 추출물액이 가장 강력한 항산화능을 가지고 있다고 하였다(임종제, 1996).

이와 더불어 마늘과 다시마도 산소소모를 농도에 비례하여 촉진시켰는데 역시 지질과산화를 촉진시키지 않는다는 관점에서 녹차처럼 활성산소를 발생하지 않는 자동 산화물질을 포함하고 있다고 생각되며, 양파는 비교적 높은 농도에서 산소소모를 잘 억제하였다. 또한, 마늘을 섭취시키면서 운동부하전과 후에 혈액을 분석한 결과 마늘이 운동시 항산화계의 불균형을 개선하는 것으로 규명하고 있으므로 생체조직을 보호할 수 있는 항산화능을 가진 것으로 간주되었다(Back, 1994). 또한, 향신료, 생약, 해조류, 미생물 대사물, 동물식품, 발효식품, 단백질 가수분해물, 아미노카르보닐반응생성물 등에서 검색된 항산화물에 대해 종합적인 연구가 실시되고 있다(하귀현, 1995).

이에 천연 항산화물로서 여러 연구에서 밝혀진 인삼(홍삼), 녹차의 추출물과 최근 널리 이용되고 있는 동충하초, 가시오갈피의 항산화기능을 대해 알아보고자 한다.

1. 홍삼의 항산화 기능

천연물의 항산화기능에 대한 연구 중 가장 많이 이용되는 천연물로서 홍삼을 들 수 있다. 홍삼에 대한 최근의 연구에 의하면 백삼에는 존재하지 않는 홍삼의 주된 사포닌(ginsenoside-Rb1, -Rb2 및 -Rc)과 manitol, glycerol-galactolipid, glycosyldiglyceride 등의 홍삼 고유의 생리활성 물질이 존재한다는 사실이 밝혀졌으며, 항피로, 항스트레스, 항염증 활성, 항암작용

등의 홍삼의 약리효능은 백삼에 비해 우수한 것으로 보고되고 있다(Hartz et al., 2004, Park, 1996; Sato et al., 1994). 따라서 수삼 및 백삼과 다른 홍삼의 생리활성차이는 홍삼 제조과정 중 발생하는 화학성분의 차이 때문으로 생각된다고 하였다(백인호, 2010).

면역조절작용으로서의 홍삼은 adoptogen 또는 Immunostimulator로서 분류된다. Adoptogen이란 이화학적, 생물학적 자극에 저항하는 물질을 말하며, Immuno-stimulator란 신체의 감염물질과 같은 이물질에 대하여 비특이적인 방어작용을 활성화시키는 물질을 말한다. 인삼과 홍삼에 대한 연구는 NK cell, T-cell 등과 같은 면역세포의 수 및 활성을 증가시키는 것으로 알려져 있으며, 인체 생리활성을 증가시켜 육체적 피로 회복 및 운동능력을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 이는 홍삼이 가지고 있는 대표적인 기능성 지표물질은 진세노사이드의 Rg1, Rb1 등이 알려져 있으며, 기타 다량의 사포닌 및 진세노사이드 등이 있다(허진철 등, 2009).

홍삼 사포닌(saponin) 중에 진세노사이드 조성비율의 차에 따라 생체에 미치는 영향이 달라지며, 진세노사이드의 바탕부분인 프로토파낙스디올(protopanaxdiol: PPD)계와 프로토파낙스트리올(protopanaxtriol: PPT)계의 구조적 차이에 따라 생리적으로 서로 다른 작용을 가진 것으로 보고되었다(김승환 등, 2003).

사포닌 외에도 phenol, polyacetylene, acidic polysaccharide 등의 유효성분이 함유되어 있어 암세포증식 억제와 면역기능을 개선시키는 효능(Shin et al., 2002)을 가지고 있다. 또한, 홍삼추출물은 antiplatelet 활동을 유도하기 때문에 항혈전증(antithrombotic) 역할을 한다고 하였으며, 이 효과는 혈전증(thrombotic)과 심혈관계 질환 같은 고위험에도 유의한 효과를 제공한다고 하였다. 게다가 홍삼은 혈관 내피세포들의 수를 증가시켜 혈관내 평활근육의 이완을 높여 혈압을 하강시키는 것으로 알려져 있다(Jin et al, 2007).

홍삼을 8주간 투여하면서 최대산소섭취량의 75%의

고정부하로 탈진운동을 실시한 결과, 홍삼이 고강도 운동시 발생하는 산소유리기와 과산화지질 생성을 억제하여 고강도 운동시 이용할 수 있는 천연 항산화물질이라고 주장을 하였다(이청무, 1998).

이진(2013)의 연구에서는 운동군, 홍삼군, 그리고 운동+홍삼군의 GPx, SOD, eNOS는 증가하였으며, 이상의 경과를 종합하면 운동과 홍삼섭취 그리고 복합 처치는 고지방식이 노화혈관에서 산화적 스트레스를 억제함으로써 혈관손상 억제효과가 있을 것으로 생각 된다고 하였으며, 홍삼의 비섭취 보다는 섭취에서, 단일 섭취보다는 복합 섭취에서 유·무산소성 운동수행 능력, 피로회복능력, 에너지 대사 능력에 높은 향상을 기대할 수 있다는 것을 알 수 있었다고 하였다(윤성진 등, 2012).

이러한 결과들을 종합해 볼 때, 홍삼의 진세노사이드(-Rg₁, -Rg₂, -Rb₁), 폴리아세틸렌과 토코페롤 등이 운동시 항산화체계의 불균형과 유리기 생성에 의한 산화적 손상을 완화시키며, 이를 억제하는 항산화물질의 생성을 촉진한다고 볼 수 있다.

2. 녹차의 항산화 기능

녹차는 폴리페놀성 화합물인 카테킨(catechin)을 비롯한 다수의 성분이 함유되어 있으므로 여러 가지 약리작용이 뛰어나다고 하였으며(Hayasi et al., 1990; Kada et al., 1985) 특히 항산화성이 우수하여 생체 내외의 스트레스에 의해 발생하는 유리기를 제거하는 기능이 있다고 알려져 있다(Kim et al., 2002).

녹차의 항산화 작용에 대한 연구에서는 카테킨의 폴리페놀 구조들이 과산화수소(hydrogen peroxide: H₂O₂)에 의한 세포독성을 억제하는 효과가 있다고 하였으며, 지질과산화 초기단계에서 singlet oxygen 및 유리기 제거 역할과 관련하여 플라노이드가 효과적이라고 하였다(Rhee et al., 1998).

또한, streptozotocin 유발 당뇨 쥐 간 조직에서의 항산화계 효소 활성을 관찰한 결과 카테킨이 이들 효소 활성화를 현저하게 강화시키는 것으로 보고하여, 운동과 관련된 산화적 스트레스와 피로도를 감소시킬 수 있는 물질로서 녹차의 이용을 기대할 수 있을 것이라고 하였다(Park et al., 1997).

이와 함께, 생체 내에서 H₂O₂와 환원형 glutathione(GSH)로부터 산화형 glutathione(GSSG)과 H₂O를 생성하는 반응과 기타 과산화물(ROOH)로부터 alcohol(ROH) 및 H₂O를 생성하는 반응의 촉매역할을 담당하는 glutathione peroxidase(GSHpx)는 녹차를 공급한 군이 정상군에 비해 20% 증가하였고, SOD 역시 녹차를 공급한 군에서 유의하게 증가하였다(김미지 & 이순재, 2002; Speisky et al., 1991).

GSH는 심한 운동시 유산소성 조직의 산소소비가 증가함에 따라 활성 산소종 생성이 증가될 때에 매우 중요하다(Ji et al., 1995). GSH는 정상군과 운동군에서 유의한 차이가 없었으며, GSSG의 함량은 정상군에 비해서 녹차를 공급하지 않은 군에서 63% 감소하였다. 녹차를 공급한 군에서는 정상군 수준으로 나타나 운동시 녹차의 공급으로 GSHpx의 활성이 증가되었다는 것은 녹차중의 카테킨은 항산화제로 작용하여 세포막의 소기관들을 과산화로부터 방어하여 이들 효소 활성의 최적 구조를 유지시켜 주는데 공헌한 것으로 생각된다. 이와 더불어 산화적 스트레스가 증가되는 당뇨상태에서의 간장이나 심장조직에서 카테킨은 유리기 생성계인 MFO계(mixed function oxidative system)의 활성을 저해시키고 제거계인 SOD, GSH-px 등의 항산화 효소활성을 증가시켰다. 하지만, 6주간의 유산소 운동과 녹차섭취에 다른 과산화지질과 항산화효소에 미치는 영향에 대한 연구에서 녹차섭취에 따른 항산화효과를 검증할 수 없었으며, 이는 하루 1.5g~1.7g 양이 운동으로 발생하는 프리라디칼의 생성이나 억제에 영향을 미치지 못한 결과라고 하였다(남윤신, 이청무, 2007).

또한, 12주간의 녹차 섭취와 운동의 복합처치가 비만인의 항산화시스템과 아디포사이토키인에 미치는 영향에 대한 연구에서 녹차섭취는 신체구성과 혈중지질성분의 개선뿐만 아니라 SOD의 활성도를 증가시키는 것으로 나타났다고 하였다(전태원 등, 2006).

외인적 요인으로 볼 수 있는 전자파 조사 혹은 중금속 중독에서도 간조직의 산화적 손상이 초래되었으나, 녹차 카테킨은 항산화 효소활성을 증가시켰으며 동시에 이들 항산화 효소들의 유전발현을 유도하여 산화적 손상을 억제시켰다(Kim et al., 2002).

이러한 결과들을 종합해 볼 때, 녹차의 카테킨과 폴리페놀 등은 생체내의 내인적 요인 혹은 환경적, 외적요인에 의한 항산화 체계의 불균형과 유리기에 의한 산화적 손상을 완화시키며, 세포막 기능성을 유지시켜 세포의 노화를 방지하는 항산화, 항노화 기능이 탁월함을 알 수 있으며, 운동상황에서 발생하는 유리기 제거와 항산화 효소들의 생성 및 활성화에 큰 도움을 주는 것으로 밝혀졌다.

3. 가시오갈피의 항산화 기능

가시오갈피는 신체기관들의 기능을 활성화시키고 생체면역력 증가, 성인병 및 항암 치료에 약리적 효능을 지닌 물질이다(Talbert & Pauly, 1991). 또한, 신진대사촉진의 효과에서는 운동시 소모된 에너지기질인 크레아틴인산(creatine phosphate)를 빠르게 합성시키고 합성된 크레아틴인산(creatine phosphate)이 아데노신삼인산(ATP)의 교환비율을 증가시켜 체내 피로유발 물질 제거에 도움을 준다고 하였다(Rossiter et al, 1996). 가시오갈피는 이와같이 항산화작용은 체조직에서 지질과산화작용 방지에 의한 유해 산소기의 생성을 억제 또는 제거하여 궁극적으로 체내 항상성을 증가시킨다(Kahl & Kappus, 1993).

가시오갈피 성분에는 항산화 및 항균 작용이 널리

알려진 coumarin, steroid, triterpene, lignan, saponin 등이 존재하고, 두층에는 생리활성 물질인 flavonoid, lignan 및 iridoid 화합물이 주요 성분으로 알려져 있다(최영해, 김진웅, 2002). 가시오갈피 추출물이 rat의 간 조직내 superoxide dismutase, glutathione peroxidase 및 catalase 등과 같은 항산화 효소의 활성도를 현저히 증가시키며, 이러한 효능들이 체내 산화-항산화 체계와 밀접하게 관련된다는 점을 고려하여(Lee et al., 2004), 가시오갈피가 유리기를 효과적으로 제거할 수 있다는 이점이 추측되어 왔다.

가시오갈피 효능이 주요 성분인 아칸소사이드 D(acanthoside D)와 치사노사이드(chinsanoside)가 장시간 지구력 증강에 도움을 주는 역할을 함으로서 운동능력을 향상시키며, 아울러 항산화 작용에도 긍정적인 영향을 미친다고 연구되었다(Gaffney et al., 2001).

또한, 가시오갈피의 장기간(6주) 투여 후 최대운동부하 테스트와 최대하운동부하 테스트시 지질과산화 항산화 효소활성에 대한 연구에서 혈중 MDA는 규칙적인 가시오갈피 투여가 체내 유리기의 생성감소와 항산화 효소들의 생성 및 활성을 강화하여, 운동시 세포 지질의 산화적 변형을 억제시키는 효과를 가져온다고 하였으며 가시오갈피의 투여가 생체기관의 환경 적응 및 면역력을 증가시키고, 생체의 방어력을 향상시키는 대표적인 생약 효능이 있다고 강조하고 있다. 혈중 GPX와 같은 항산화 효소들은 그 자체가 가지는 O₂-1에 대한 민감성 때문에 촉매적 활성은 O₂-1 농도의 증가에 따라 증가하게 되지만 가시오갈피 복용이 운동에 의한 O₂-1증가를 억제시킴으로서 GPX가 안정적인 수준 내에서 유지되었던 것으로 볼 수 있다고 하였다(백일영 등, 2002). 이처럼, 가시오갈피는 조직의 산화와 항산화 체계의 항상성 유지에 효력을 가지는 천연항산화 물질로 검증되고 있다.

4. 동충하초의 항산화 기능

동충하초는 자양강장, 성기능 개선, 항균성, 항종양, 면역기능 증가, 혈당 강하 및 염증성 질병등과 관련된 다양한 생리작용에 의해 건강기능식품 소재로 개발할 가치가 입증되었다(한대석, 1999).

동충하초는 코디셉스 속(*Cordyceps* spp.)에 해당되며 곤충을 기주로 하여 자실체를 발생하는 버섯으로서 동물성인 기주와 식물성인 자실체(버섯)로 이루어져 있다. 따라서 식물체를 기주로 하여 발생하는 다른 버섯류와는 다르게 동물성과 식물성이 함께 존재하는 버섯이다. 동충하초의 유용성분은 충초소(cordycepin), 충초산(cordycepic acid), 충초다당(cordycepin polisaccadire), 아미노산(아스파라긴산), 다당류, 비타민(vitamin B12, vitamin A) 등으로 생각되고 있다(Kuo et al., 1994, 신국현, 1995).

충초다당(cordycepin polisaccadire)은 동충하초에 함유되어 있는 대표적인 성분으로 면역기능이 높다는 것이 입증되었으며, 충초산(cordycepic acid)은 뇌혈전, 뇌출혈, 장기쇠약의 예방과 치료에 도움을 준다고 하였다. 또한, 동충하초에는 아미노산 18가지 중 17가지의 함유하고 있으며, 특히 아스파라긴산이 다량 함유되어 있어 스테미나 증가와 피로방지에 탁월한 효과가 있다고 하였으며, 최대산소섭취량의 75%로 운동시 지구성 운동능력을 약 14%나 향상시켰다고 하였다(이상현, 2002).

이와 더불어, 비타민 B12, 비타민 A 역시 다량 함유되어 피부조직의 정상기능 유지 등 여러 가지 생리적 이점을 주고 있다. 이러한 생리적 이점들은 다른 모든 선행연구에서 긍정적 항산화능을 예측하는 요인으로 간주되고 있다.

또한, 혈관을 강하게 하는 루틴이라는 비타민과 같은 물질을 함유하고 있어 혈관벽의 저항력과 모세혈관 벽의 투과성을 경감하며 인체에 필요한 무기물이

함유되어 있다고 하였으며, 동충하초의 주성분인 고탄수화물과 단백질을 계속 복용하면 피로회복과 영양공급과 같은 효과를 기대할 수 있다고 하였다.

동충하초와 관련된 항산화능에 대한 연구를 살펴보면, 동충하초 추출물을 쥐에 3일간 경구투여 후 강제수영을 시킨 결과 비타민 E 투여군과 비슷하거나 1.5배의 더 강한 지구력을 나타내어 강력한 항피로 효과가 있다고 하였으며, 쥐의 간 균질물에 대한 지질과산화물 함량을 측정된 결과 *P. tenuipes*와 *C. militaris*의 추출물이 지질과산화를 억제한다고 보고하였다(Shin et al., 2002).

이와 더불어 생쥐의 간을 적출하여 균질화하고 0.1g/ml와 0.3g/ml 농도의 동충하초 물 추출물과 잘 혼합한 후에 37℃에서 진탕 배양한 후 SOD와 GSHpx의 함량을 측정하였더니 0.3mg/ml 동충하초가 SOD 함량을 증가시킬 수 있다고 보고하였다. 또한 생물의 산소대사 과정에서 발생하는 과산화 이온(superoxide ion)이나 체내로 흡수된 약물이나 독극물 대사에서 발생하는 과산화 이온의 작용에 의한 손상을 동충하초가 감소시킬 수 있으며 세포막계통 과산화물에 의한 손상으로부터 보호해 준다고 하였다(Liu et al., 1991).

동충하초와 수영운동의 복합그룹에서 MDA, SOD의 유의한 변화가 나타나, 지질과산화 및 항산화효소 활성도에 유의한 효과가 있다고 하였으나, 동충하초 섭취군에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다(여운기, 2004).

동충하초의 이러한 약리적 작용에도 불구하고, 인삼(홍삼) 및 녹차 등의 천연물에 비하여 항산화 기능에 대한 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이며, 이에 따라 동충하초와 항산화기능에 대한 관계는 기존의 피로회복과의 관계를 규명한 연구결과에서 추론되고 있는 실정이다. 이에 동충하초의 추출물 섭취를 통한 다양한 운동조건에서의 항산화기능에 대한 추가적인 연구와 더불어 이러한 추출물과 항산화기능과의 생리적 기전에 대한 연구가 필요할 것이다.

Ⅲ. 결 론

본 연구에서는 운동 적용시 천연 항산화물과의 항산화기능을 알아보기 위해 대표적인 천연물인 홍삼, 녹차, 가시오갈피, 동충하초 등의 천연 항산화물의 항산화기능에 대한 연구들을 살펴보았다. 이처럼, 많은 천연 항산화물질에 의한 항산화기능이 밝혀지고 있으며, 이러한 천연물질은 부적절한 운동 및 다양한 원인으로 야기되는 활성산소를 제거하는데 큰 도움을 줄 것이다. 그럼에도 불구하고, 다양한 운동조건에서 항산화물질의 기능을 밝혀내지 못했다는 측면에서 천연 항산화물질에 대한 기능을 검증하는 연구에서 진행되어야 할 것이다. 이에 추후 진행되는 연구에서는 운동환경 및 운동조건의 변화와 최근에 사회적으로 각광받고 있는 다양한 천연 항산화물을 적용하여 체계적으로 항산화기능을 검증하는 연구들이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 곽영은, 기서하, 노은경, 신하늘, 한영주 등(2013). 들깨잎과 참깨잎 추출물의 항산화 활성 및 대장암세포 증식 억제 활성 비교분석. 한국식품조리과학회지, 29(3), 241-248.
- 이근중, 김미리, 심재석, 황재관(2001). 청겨자채 추출물의 뇌조직 내 Oxidative Stress 억제활성물질의 동정. 한국식품영양과학회지, 30(5), 943-948.
- 이상현, 고성식, 윤영조, 이제일(2002). 동충하초 투여가 최대유산소성 능력과 피로회복에 미치는 영향. 한국체육교육학회지, 6(2), 187-193.
- 김동필, 최옥범(1996). Bangah(Isodon Japonicus, Hara) 잎 추출물의 항산화효과. 한국식품영양학회지, 9(2), 137-142.
- 김미지, 이순재(2002). 녹차가 유산소 운동 후 흰쥐 간조직의 항산화 작용 및 근육회복에 미치는 영향. 한국식품영양학회지, 31(6), 1058-1064.
- 김승환, 장명재, 이성규, 장완성, 최현희 등(2003). 인삼복용시 과산화지질과 총항산화기능에 미치는 영향. 한국체육학회지, 42(3), 661-668.
- 김중배(2003). 옷나무 껍질에서 분리한 항산화물질의 성분, 한국식품영양학회지, 16(1) 60-65.
- 남윤신, 이청무(2007). 6주간의 유산소 운동과 녹차 섭취가 과산화지질, 항산화효소에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 16(2), 697-706.
- 백인호(2010). 홍삼산성다당체의 면역증진 기능성 최근 연구동향 리뷰. 고려인삼연구와 산업, 4(1), 20-35.
- 백일영, 박태선, 오세욱, 우진희, 진희은 등(2002). 가시오갈피 투여가 최대부하와 최대하부하 운동시 피로유발 요인과 산화-항산화 체계에 미치는 영향. 한국체육학회지, 41(3), 305-315.
- 신국현(1995). 동충하초의 항암, 면역증강 및 항피로 작용. 서울대 천연물과학 연구보고서, 75-80.
- 여윤기, 권태동, 김기훈(2004). 동충하초 섭취 및 수영운동이 흰쥐의 지질대사 및 MDA, SOD에 미치는 영향. 운동영양학회지, 8(3), 393-397.
- 윤성진, 박해찬, 이진석, 최연주, 안수경, 김나미, 최영기(2012). 홍삼과 홍삼 혼합물 섭취가 유·무산소성 운동수행능력, 피로회복능력에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 47, 855~866.
- 이경임, 이숙희, 김정옥, 정해영, 박건영(1992). 산속의 물 추출물과 에테르 추출물의 항산화 효과. 한국영양식량학회지, 22(1), 17-22.
- 이기동, 김정숙, 배재오, 윤형식(1992). 산속의 물 추출물과 에테르 추출물의 항산화 효과. 한국영양식량학회지, 21(1), 17-15.
- 이진(2013). 운동과 홍삼섭취가 고지방식이 노화흰쥐의 혈관에서 산화적 스트레스, eNOS에 미치는 영향. 체육과학연구, 24(1), 1-11.
- 이청무(1998). 홍삼과 비타민 E 투여가 혈중 항산화 효소 활성도 및 과산화지질 생성에 미치는 영

- 향. 미간행 박사학위논문. 성균관대학교, 서울.
- 임종채(1996). 홍삼을 비롯한 몇몇 천연물의 항산화
능에 대한 연구. 미간행 석사학위논문. 전남
대학교. 광주.
- 전태원, 신윤아, 김경배, 서동일, 김영경 등(2006). 녹
차섭취와 운동의 복합처치가 adipocytokines
및 항산화 시스템에 미치는 영향. *운동과학*,
15(2), 137-146.
- 최영해 김진웅(2002). HPLC-ESI/MS를 이용한
Eleutheroside B와 E의 정량. *Kor. J.*
Pharmacology, 33, 88-91.
- 하귀현(1995). 천연 항산화 성분. *한국식품영양학회*
지, 8(2), 135-144.
- 한대석, 송효남, 김상희(1999). 새로운 기능성식품 소
제. *한국식품과 산업*, 32(3), 56-63
- 허진철, 손민식, 박철홍, 이현진, 이상한(2009). 세포
의 운동성 저해활성을 통한 홍삼의 항암활성
연구. *한국식품저장유통학회 학술발표논문집*,
237-237.
- Avena, S. L., & Hinoat, L. V.(1977). Ferulic acid and
other phenolics in oat seed. *J. Food Sci.*, 42,
551-552.
- Back, Y. H.(1994). Effects on Garlic intake on the
antifatigue and fatigue recovery during
prolongged exercise. *J. korean Soc. Food Nutr.*,
24, 970-977.
- Chen, A. C.(1987). Partners in defence, vitamin E and
vitamin C. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 71,
725-731.
- Choi, M. H., Lee, S. C., Ryu, S.P., Rhee, I. K., Joo, G.
J., & Rhee, S. J.(2001), Effects of glucuronic
acid derivetives isolated from xylan on
antioxidative defense system and muscle fatigue
recovery after aerobic exercise. *Korean J.*
Nutrition, 34, 872-880.
- Chung, Y. H., Kim, K. W., & Oura, H.(1993). Effects
of ginsenoside Rb2 on the anti-oxidants in
senescence-accelerated mice(SAM- R/1). *Proc.*
6th Int' Korea Ginseng & Tobacco Research
Institue, 30-32.
- Davies, K. J., Quintanilha, A. T., Brooks, G. A., &
Packer, L.(1982). Freeradicals and tissue damage
produced by exercise. *Biochem. Biophys. Res.*
Communi., 107, 1198-1205.
- Gaffney, B. T., Hugel, H. M., & Rich, P. A.(2001).
The effects of Eleutherococcus senticosus and
Panax ginseng on steroid hormone indices of
stress and lymphocyte subset numbers in
endurance athletes. *Life Sci. Dec 14*, 70(4),
431-442.
- Halliwell, B. G.(1989). Free radicals in biology and
medicine. Clarendon Press Oxford.
- Hartz, A. T., Bertler, S., Noyes, R., Hoehms, J.,
Logemann, C., Schnift, S., Butain, Y., Wang,
W., Brake, K., Erake, M., & Kautzman, H.
(2004). Randomized controlled fatigue trial of
siberian ginseng for chronic fatigue. *Phychol*
Med, 34, 51-61.
- Hayashi, E., Hayashi, M., Yamazoe, H.(1990).
Pharmalogical action od tea extracts on the
central nervous system in mice. *Oyo. Yakuri.*,
40, 351-356.
- Jenkins, R. R.(1993). Exercise, oxidative stress,
antioxidants. A review. *Int. J. Sport Nutr.*, 3,
356-375.
- Ji, L. L. (1995). Exercise and oxidative stress; Role of
the cellular antioxidant system. *Gerontology*. 37,
317-325.
- Jin, Y. R., Yu, J. Y., Lee, J. J., You S. H., Chung, J.
H., Noh, j. Y., Im, J. H., Han, X. H., Kim, T.
J., Shin, K. S., Wee, J. J., & Yun, Y. P. (2007).
Antithrombotic and antiplatelet activities of
Korean red gingseng extract. *Basic Clin*
Parmacol Toxicol, 100, 170-175.
- Kada, T., Kaneko, K., Matzuzaki, S., Mntza T., &
Hara. Y.(1985). Detection and chemical

- identification of natural bio antimutagen. Mutation Research, 150, 127-131.
- Kahl R, Kappus H 1993 Toxicology of the synthetic antioxidants BHA and BHT in comparison with natural antioxidant vitamin E. Z Lebensm Unters Forsch, 196, 329-338.
- Kim, M. J. Choi, J. H., Yang, J. A., Kim, S. Y., Kim, J. H., lee, J. H.(2002). Effects of green tea catechin on enzyme activities and gene expression of antioxidant system in rat liver exposed to microwaves. Nutrition Research 22, 733-744.
- Koziowska, H., & Zadernowski, R.(1983). Phenolic acid in rapeseed and mustard. J. Am. Oil Chem. Soc., 60, 11-19.
- Kuo, Y. C., Lin, C. Y., Tasi, W. J., Wu, C. L., Chen, C. F., & Shiao, M. S.(1994). Growth inhibitors against tumor cells in *Cordyceps sinensis* other than cordycein and polysaccharides. Cancer Invest., 12(6), 611-615.
- Lee S, Son D., Ryu J., Lee, Y. S., Jung, S. H., Kang, J., Lee, S. Y., Kim, H. S. & Shin, K. H.(2004). Anti-oxidant activities of *Acanthopanax senticosus* stems and their lignan components. Arch Pharm. Res. 27, 106-110.
- Liu, Y., Wu, C., & Li, C. (1991). Antioxidation of *Raesiomyces shnensis*(S.p.nov.). Chin. Med. J., 16(4), 240.
- Matzuzaki, T., Hata, Y.(1985). Antioxidative activity of tea leaf catechins. Nippon Nogeikagaku Kaish 59, 129-134.
- Metzger, J. M.(1992). Perspectives in Exercise Science & Sports Medicine: Mechanism of Chemomechanical Coupling in Skeletal Muscle During Work. 1, 1-52.
- Nakayama, T.(1994). Suppression of hydroperoxide induced cytotoxicity by polyphenols. University of Shizuoka, Japan., 7, 1991-1998.
- Park, S. J., Kim, D. H., Paek, N. S., & Kim, S. S.(2006). Preparation and quality characteristics of the fermentation product of ginseng by lactic acid bacteria(FGL). J. Ginseng Res., 30, 88-94.
- Park, G. Y., Rhee, J. S., Kim, J. G.(1997). Effects of green tea catechin on cytochrome P450, Xanthine oxidase activities in livers and liver damages in streptozotocin induced diabetic rat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 901-807.
- Park, J. D.(1996) Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng. Korean J. Ginseng Sci. 20:389-396.
- Rhee, S. J., Kwang, O.G., & Kim, S. O.(1998) Effects of catechin on the microsomal mixed function oxidase system and lipid peroxidation of lung in diabetic rat. Kor. J. Gerontol., 8, 49-55.
- Rossiter, H. B., Cannell, E. R., & Jakeman, P. M.(1996). The effects of oral creatine supplementations on the 1000m performance of competitive rowers. J. Sports. Sci. 14, 175-179.
- Sato, K., Mochizuki, M., Saiki, I., Yoo, Y.C., & Samukawa, K., Azuma, I.(1994). Inhibition of tumor angiogenesis and metastasis by a saponin of *Panax ginseng*-ginsenoside Rb2. Biol. Pharma. Bull 17, 635-636.
- Shin, J. Y., Song, J. Y., Yun, Y. S., Yang, H. O., Phee, D. K., & Pyo, S. (2002). Immunostimulating of acidic polysaccharides extract of *Panax ginseng* on macrophage function. Immunopharmacol Immunotoxicol, 24, 469-482.
- Shin, K. H., Lim, S.H., Ku, A., Lee, S. H., Yu, N. M., & Jung, S. H.(1999). Research report Screening and evaluation of pharmacologically active principles from cultivated fungus of *Cordyceps* sp. Growing on the silkworm. *Bombyx mori* L. Rural Development Administration, Korea, 69-171.
- Speisky, H., Kera, Y., Penttila, K, E., Israel, Y., &

- Lindros, K. O.(1998). Depletion of hepatic glutathione by ethanol occurs independently of ethanol metabolism. *Alcohol. Clin. Exp. Res.*, 12, 224-228.
- Talbert, L., & Pauly, M.(1991). Eleutherococcus; King of the Adaptogens. *American Institute of Health and Nutritio.*, 1-16.
- Zang, J. T., Qu, Z., Liu, Y., & Deng, H. L.(1990). Preliminary study on antiamnesic mechanism of ginsenoside Rg1 and Rb2. *Clin. Med. J.*, 103(11), 932-938.

논문투고일 : 2014. 10. 31.

심사일 : 2014. 11. 15.

심사완료일 : 2014. 11. 25.