

생약조성물 투여가 지구력 향상과 항산화 물질에 미치는 영향

홍성길 · 양동식 · 강봉주 · 이홍석* · 윤유식†

한국한의학연구원 의료연구부

*(주)바이오랩 기술연구소

Effects of Formula (JR-22) Maybe Containing Traditional Herbs on Maximal Exercise Performance and Antioxidant Materials in Murine Model

Seong-Gil Hong, Dong-Sik Yang, Bong-Joo Kang, Hong-Seok Lee* and Yoosik Yoon†

Dept. of Medical R&D, Korea Institute of Oriental Medicine, Seoul 135-100, Korea

*BioLab R&D Center, Gyeonggi 431-827, Korea

Abstract

The effects of dietary supplementation of JR-22, formula containing distilled extracts of traditional herbs on maximal exercise performance and endurance were evaluated in mouse and rat model. In acute forced swimming test with 4%~8% of the body weight attached to the tail, it was shown that dietary JR-22 supplementation increased endurance in exercise performance. There was no change of blood lactic acid, ammonia, inorganic phosphorous ion and creatine kinase activity, however ATP concentration in muscle was increased by JR-22 supplementation. Also, insulin-like growth factor-1 (IGF-1) concentration in blood was significantly increased by JR-22 supplementation. In addition, the oxidative damage induced by exercise was reduced by JR-22 supplementation. In these results, we suggested that JR-22 supplementation enhanced maximal endurance exercise performance by the mechanism of increasing ATP and IGF-1 concentration and reducing oxidative damage.

Key words: endurance, IGF-1, fatigue index, traditional herb, natural product

서 론

천연물을 이용하여 지구력 등의 운동수행 능력을 향상시키는 데 있어서 많은 물질들이 효과가 있는 것으로 보고되어 있으며, 천연물중 인삼과 홍삼 등에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(1). 근육이 지속적인 운동을 하게 되면 근육내의 반복적인 수축으로 인해 ATP가 가수분해되고, 근섬유의 cross-linkage가 약화되면서 근력 생성이 저하되는 것으로 알려져 있다(2,3). 일반적으로 지구력을 향상시키는 작용 기전으로는 혈액 헤모글로빈 농도와 근육 미토콘드리아의 대사 활성, 혈관 확장 및 심근 대사의 활성화 등이 거론되어지고 있으며, 대부분 장기 운동시에 발생하는 근육내 무기인산, 젖산 등의 피로물질의 축적 억제와 ATP, creatine phosphate 등의 에너지 대사 물질의 빠른 재생을 통하여 근수축력을 회복시키는 효과를 나타낸다(4,5). 또한 최근들어 IGF-1의 농도와 지구력 향상간에 연관성이 있다는 보고도 있다(6).

IGF-1(Insulin-like Growth Factor-1)은 70개의 아미노산으로 구성된 폴리펩타이드로 간과 뼈에서 주로 생성되고 IGF-1 수용체를 통하여 기능을 발휘한다. IGF-1의 생체내

기능에 관해서 많은 연구가 실시되었으며 이러한 연구를 통하여 IGF-1이 단백질합성 촉진, 세포분화 촉진, 성장촉진, 골격근 재생 촉진 및 신경세포의 보호능 등이 보고되었으며 고령에 따른 근력의 감소 및 운동능력의 감소가 IGF-1의 생체내 농도의 감소와 직접적으로 연관되어 있음이 보고되었다. 이외에도 IGF-1의 결핍은 생후성장의 결여, 정신탈달 지연, 소두증 및 감각신경의 무감증을 초래한다고 알려져 있으며, IGF-1은 생체에서 이러한 다양한 기능을 수행하기 때문에 생체 내에서 IGF-1의 중요성은 성인뿐만 아니라 유소아에게도 중요하다고 할 수 있다(7-9).

최근 들어 IGF-1의 중요성을 감안하여 체내에서 IGF-1의 생성을 촉진할 수 있는 안전한 기능성 소재에 대한 필요성이 커지고 있으며 특별히 활발한 단백질합성을 통한 운동능력, 학습능력 및 성장이 필요한 유소아들에게 더욱 필요하다고 할 수 있다. 현재 지구력 향상 및 IGF-1의 생성 촉진을 위해서 다양한 천연물로부터 기능성 소재가 개발되고 있으며, 인삼 및 가시오가피 추출물 등에서 그 시도가 활발히 진행되고 있다(10,11).

따라서 본 연구에서는 부작용이 없고 유소아들이 복용하

†Corresponding author. E-mail: ysyoon@kiom.re.kr
Phone: 82-2-3442-1994, Fax: 82-2-3447-1994

기 쉬운 제품 개발을 위해 식품으로의 사용이 가능하고 안전성이 확보된 생약재를 활용하였다. 즉, 지구력 향상 및 체내 IGF-1 생성을 촉진하는 천연물 조성물을 탐색하기 위하여 동의보감으로부터 발췌한 소건중탕(小建中湯) 처방을 활용한 JR-22를 이용하여 지구력 향상 효과 및 IGF-1 생성 촉진 효능을 관찰하였다.

재료 및 방법

지구력 향상용 조성물 JR-22의 제조

추출에 사용된 천연물 생약의 구성은 Table 1과 같다. 천연물 생약에 증류수 700 mL을 가하여 121°C에서 45분간 추출하여 추출액을 얻은 후 감압하에서 evaporation하여 증류액을 얻었다. 이 증류액에 비타민과 칼슘을 첨가하여 최종 조성물 JR-22를 제조하였다(Table 2).

실험동물 및 약물의 투여

4주령의 수컷 C57BL/6 마우스와 6주령의 Spargue-Dawley (SD) 랫트를 대한바이오텍에서 구입하여 1주일간 사육실 환경에 적응시킨 후 각 실험 모델에 사용하였으며 각 그룹은 10마리로 사용하였다.

JR-22의 투여는 60 kg의 성인의 1일 복용량을 기준으로 하여 단위체중당 투여용량으로 환산하여 1배 용량과 4배 용량의 JR-22를 1일 1회 경구 투여하였다.

지구력 및 피로도 관련 지수의 측정

4주간 JR-22를 경구 투여한 실험군과 증류수만을 투여한 대조군의 지구력 및 피로도 실험을 행하기 위하여 각 군의 마우스 및 랫트에 체중의 4~8%의 무게를 꼬리에 부착하여 실행하였다. 수조는 지름이 140 cm이고, 깊이는 50 cm이었고, 물의 온도는 35±1°C을 유지하였다. 수영 시간은 시작부터 실험동물이 물에 완전히 가라앉아 10초 동안 떠오르지 못

하는 시점까지 측정하여 지구력측정을 행하였다(12).

근육 피로도 및 근육내 ATP 함량의 측정을 위해서 JR-22를 투여한 SD 랫트에게 체중의 4%에 해당하는 무게를 부가한 뒤 90분간 강제 수영을 행하고, 이후 이 실험동물로부터 채혈된 혈청에서 무기인산, 젖산, 암모니아, creatine kinase 활성을 측정하였다. 또한, 강제 수영을 행한 랫트의 하지 골격근을 추출한 뒤 균질화하여 ATP의 함량을 측정하였다(13)

체내 산화적 손상 및 항산화 효소 활성

피로도 측정을 위해서 체중의 4% 무게가 부가하고 90분간 강제 수영을 행한 랫트의 혈장으로부터 체내의 산화적 손상의 지표인 지질과산화물의 농도는 Yagi의 방법(14)을 이용하여 지질과산화물의 2차 산물인 malondialdehyde와 thiobarbituric acid간의 반응으로 생성되는 색소(thiobarbituric acid-reactive substance, TBARS)를 통하여 측정하였다. 또한, 항산화력의 주요 지표인 superoxide dismutase(SOD)와 catalase의 활성을 각각 혈청 및 적혈구로부터 Murkland의 방법(15)과 Aebi의 방법(16)을 이용하여 측정하였다.

IGF-1 혈중 농도 측정

생후 4주령의 SD 랫트를 1주간 사육환경에 적응시킨 후 실험 이전 16시간 동안 절식시키고 대조군과 투여군으로 나누어 대조군에는 증류수를 경구 투여하였고, 투여군에는 인간의 복용량의 JR-22 제품을 체중에 비례하여 1회 경구 투여하였다. 이후에 2시간, 4시간, 6시간 후에 각각 미정맥에서 채혈하여 혈장을 분리한 후 혈장에서 IGF-1을 IGF-1 RIA kit(Diagnostic Systems Laboratories, Inc., USA)로 측정하여 JR-22 경구 투여가 IGF-1에 미치는 영향을 조사하였다

JR-22의 안전성실험

4주령의 수컷 C57BL 마우스와 SD 랫트를 1주일간 사육실 환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였으며, 4주간 위와 같은 방법으로 제조된 JR-22를 복용시킨 후 복용 전과 복용 후의 사망률, 체중, 이상행동, 간 독성 수치(GOT, GPT) 및 혈액학적 분석을 통해 안전성을 관찰하였다.

통계처리

실험결과는 평균±표준편차의 형태로 도시하였으며, 통계적 유의성 검증은 SPSS 9.0을 이용하여 unpaired t-test로 수행하였다.

결과 및 고찰

지구력 향상 효과

JR-22를 3주간 투여한 C57BL/6 마우스에 수영을 행하지 않을 경우 침수될 정도의 무게인 체중의 4%에 해당하는 무게를 부가한 뒤 최대수영 시간을 측정함으로써 지구력에 미치는 JR-22의 효과를 관찰하였다. 대조군의 경우 약 93초가 경과한 뒤 실험 동물이 더 이상 수영을 행하지 못하고 침수되

Table 1. Composition of Korea traditional prescriptions used for extraction

Components	Weights (g)
<i>Paonia lactiflora</i>	36
<i>Zingiber officinale</i>	24
<i>Zizuphus jujuba Miller</i>	18
<i>Cinnamomum cassia</i>	3
<i>Crataegus pinnatifida</i>	3
<i>Liriope platyphylla</i>	1
<i>Acorus gramineus Soland</i>	1
<i>Angelica sinensis</i>	1

Table 2. Composition of JR-22

Component	Amount (g/day)
Distilled herbal extract	97.59
Vitamin B ₁	0.0012
Vitamin B ₆	0.0014
Calcium lactate	0.9 (10 mg for calcium)
Xylitol	1.5

었으나, JR-22를 성인 복용량에 기준하여 동일 비율로 투여한 군(1X JR-22 group)의 경우 침수까지 걸린 시간이 약 136초로 평균수영시간이 46% 증가되는 경향을 보여주었으며, 4배 복용량을 투여한 군(4X JR-22 group)에서는 침수까지 약 160초를 나타내어 평균수영시간이 71%만큼 통계적으로 의미 있게 증가하였다(Fig. 1). 또한, 1X JR-22 투여군과 4X JR-22 투여군간에도 비록 통계적 유의성은 나타나지 않았지만 증가하는 모습을 보여 농도 의존적으로 수영시간이 증가함을 관찰할 수 있었다.

지구력 향상 효과가 다른 동물 모델에서도 나타나는지를 관찰하기 위하여 동일 실험 조건에서 실험 동물을 랫트로 바꾸고 체중의 8%에 해당하는 무게를 부가한 뒤 강제 수영 실험을 행하였을 때에도 대조군의 경우 약 183초 동안 수영을 행한 반면에 JR-22 투여군은 약 202초간 수영을 행하여 비록 통계적 유의성은 나타나지 않았으나 대조군에 대비하여 약 10%의 평균 수영시간 증가가 관찰되어 지구력이 향상되는 경향을 나타내었다(Table 3).

이러한 결과를 종합해 볼 때, JR-22의 투여는 지구력 향상에 효과가 있는 것으로 사료된다.

근육 ATP 함량 및 피로도의 측정

운동을 수행할 시 근육속에는 ATP의 분해로 발생하는 에너지를 이용한다. 근운동후에 피로를 느끼게 되는 것은 근육이 오랫동안 강력한 수축을 지속한 결과 근육에서 많은 ATP를 소모하기에 ATP의 분해 산물과 또 다른 ATP를 생산하기 위한 대사 과정에서 생겨나는 부산물의 축적이 원인이

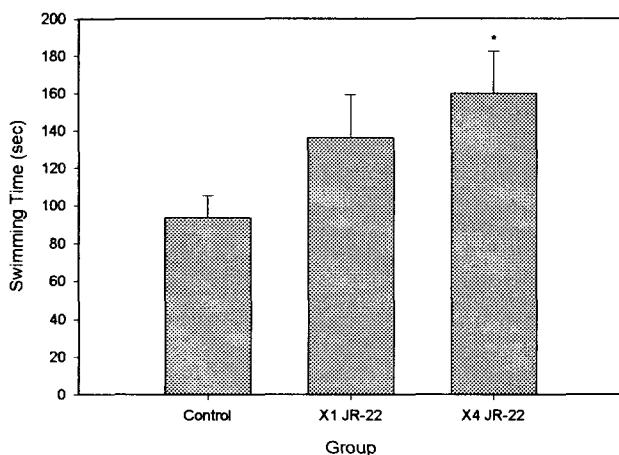


Fig. 1. Effects of JR-22 on acute-forced swimming time in C57BL/6 mouse with 4% of the body weight attached to the tail.

* $p < 0.05$ compared with control group.

Table 3. The effect of JR-22 on swimming time in SD rats with 8% of the body weight attached to the tail

	Swimming time (sec)
Control	182.6 ± 52.59 ¹⁾
JR-22 (1x)	201.4 ± 44.50

¹⁾Values are mean ± SE.

다. 근육이 지속적인 운동과정상에서 ATP를 다량 소모하게 되면 ATP의 분해과정에서 발생하는 무기인산염(inorganic phosphate)의 혈중 농도가 급속한 증가를 보이며 동시에 근육내의 ATP 함량이 감소하게 되어 혈중의 무기인산염의 농도는 근육의 피로도에 중요한 지표로서 사용된다. 또한 단백질이 에너지원으로 사용되면서 aspartic acid의 대사에 의한 근육내의 ATP의 재생 경로를 통해 근육에 에너지를 재공급하게 된다. 이 때 aspartic acid의 대사 과정상에서 암모니아(ammonia)를 생산하며, 따라서 암모니아의 증가는 단백질을 에너지원으로 이용하는 중요한 지표중의 하나이다. 또한 근육이 지속적인 수축운동으로 인하여 무산소 에너지 대사를 이용하게 될 경우 근육 세포내에 무산소 에너지 대사의 대표적 산물인 젖산이 축적되게 된다. 또한, 무산소 운동 과정상에서 ATP를 재합성하는데 필수적인 creatine phosphate의 합성을 담당하는 creatine kinase(CK)의 활성이 증가하게 된다. 따라서 젖산, 암모니아, 무기인산염 및 CK의 활성은 지속적인 근육운동의 결과로 인한 근육의 피로도를 대표하는 것으로 알려져 있으며, 이들 수치의 개선은 근육의 수축운동 시간을 더 증가시키고 지구력을 향상시킬 수 있다고 할 수 있다(17,18).

4주간 JR-22를 투여한 랫트에게 체중의 4%에 해당하는 부하를 주어 90분간 강제 수영을 시킨 뒤 젖산, 암모니아, 무기인산염 및 CK의 활성 측정을 통해 피로도를 확인한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다. 피로도를 나타내는 무기인산, 젖산, 암모니아의 농도 및 CK의 활성은 JR-22 투여시에 대조군과 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 이것은 JR-22가 직접적으로 근육 피로도를 경감시킴으로서 강제 수영을 통해 알아본 지구력 향상 효과를 나타내지는 않았던 것으로 사료된다.

강제수영을 종료한 뒤 실험동물의 하지골격근내의 ATP의 함량을 측정한 결과는 Fig. 2에서 나타난 바와 같이 JR-22의 투여군의 경우 711 pM으로서 대조군의 574 pM보다 약 22%정도 높은 결과를 나타내었으며, 통계적 유의성이 관찰되었다. 이러한 결과는 젖산 및 무기인산염과 같은 근육 피로도를 대표하는 물질들의 농도의 변화가 없는 상황에서 JR-22의 투여로 인하여 근육내 ATP의 함량이 대조군에 비하여 높은 농도를 보인 것으로 근육 수축 운동을 지속할 힘, 즉 지구력의 향상에 도움을 준 것으로 사료된다.

Table 4. Effects of JR-22 on blood biochemical parameters after acute-forced swimming with 4% of the body weight attached to the tail in SD rat for 90 min

	Inorganic phosphate (mg/dL)	Lactic acid (mmol/L)	Creatine kinase (IU/L)	Ammonia (umol/L)
Control	10.1 ± 0.3 ¹⁾	4.47 ± 0.51	997 ± 99	117 ± 9
JR-22	10.9 ± 0.3	4.42 ± 0.38	1,155 ± 124	117 ± 10

¹⁾Values are mean ± SE (n=9).

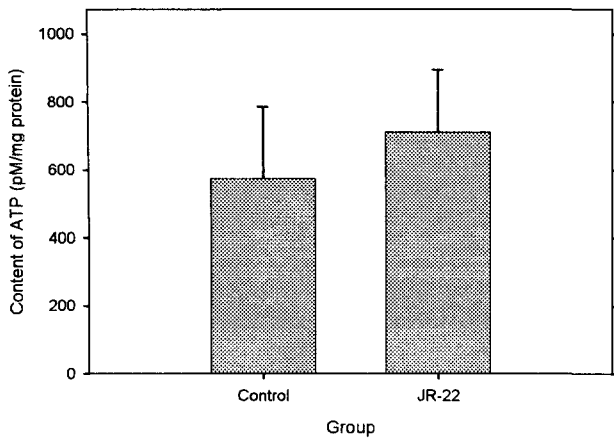


Fig. 2. Effects of JR-22 on muscle ATP contents after acute-forced swimming time with 4% of the body weight attached to the tail during 90 minutes in SD rat.

산화적 손상과 혈중 항산화 효소의 변화

과도한 운동은 체내의 산소 소모를 가속시켜 노화 및 각종 질병과 높은 연관성이 있는 것으로 알려진 활성 산소의 발생을 증대시키며, 활성산소에 의한 세포의 산화적 손상이 발생하게 된다. 특히 과도한 운동 이후 DNA의 손상이 관찰되었다고 보고되어 있다(19,20). 따라서 본 연구에서는 90분간의 강제 수영이라는 과도한 운동을 실행한 이후 실험 동물에게서 산화적 손상과 항산화 효소의 활성을 측정하고 JR-22를 투여한 효과를 관찰하고자 하였으며 이 결과는 Fig. 3 및 Fig. 4에 나타났다. 지질과산화의 결과이자 체내의 산화적 손상의 지표가 되는 혈청 TBARS의 경우 JR-22를 투여한 군은 대조군의 14.5 nmol/mg protein에 비하여 약 11%정도 낮은 13.8 nmol/mg protein을 나타내었으며, 통계적 유의성이 있는 것으로 확인되었다. 또한 체내에서 활성 산소의 독성을 방어하는 중요한 효소들인 superoxide dismutase(SOD)와 catalase의 활성을 측정된 결과에서는 JR-22의 투여로 인하여 SOD 및 catalase의 활성이 대조군에 비하여 JR-22 투여군이 약

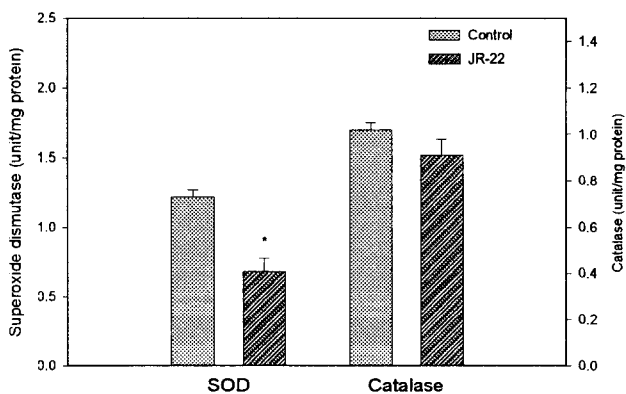


Fig. 3. Effects of JR-22 on superoxide dismutase (SOD) activity of plasma and catalase activity of erythrocyte after acute-forced swimming with 4% of the body weight attached to the tail during 90 minutes in SD rat.

* $p < 0.05$ significantly different with control group by t-test.

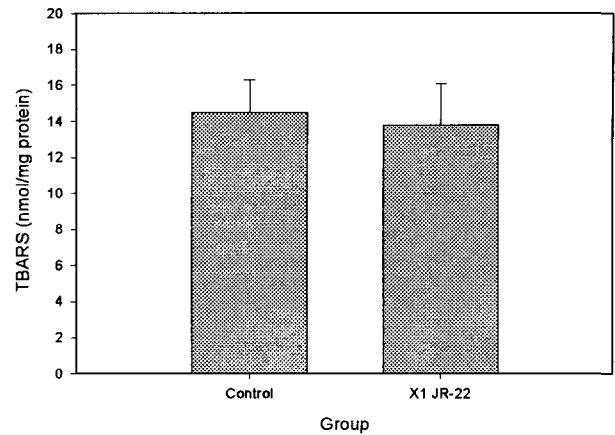


Fig. 4. Effects of JR-22 on thiobarbituric acid-reactive substance (TBARS) content after acute-forced swimming with 4% of the body weight attached to the tail during 90 minutes in SD rat.

45% 및 6%정도 낮게 관찰되었다. 일반적으로 SOD 및 catalase와 같은 항산화 방어 효소의 활성은 활성산소의 발생량에 비례하여 증가한다고 알려져 있다. 따라서 JR-22의 투여는 체내 활성 산소의 양을 줄임으로써 산화적 손상을 경감시키고 SOD 등의 항산화 효소의 활성 또한 증가폭이 낮게 나타나는 효과를 나타낸 것으로 사료된다.

혈중 IGF-1의 변화

IGF-1은 성장기에 근육, 뼈 및 장기의 발달에 관여하는 중요한 인자로서 받아들여지고 있으며, IGF-1의 주입이 근육의 강화효과가 있다고 보고되어있다(6). 또한, 노화가 진행됨에 따라서 체내 IGF-1의 생성량이 감소되고, 이것이 근력의 약화와 연관성을 가지고 있다는 보고(21) 등에서 보는 바와 같이 IGF-1의 생체내 농도는 근지구력과 높은 연관성을 가지고 있다. 따라서 JR-22를 실험 동물에게 투여한 이후 시간대별로 혈중 IGF-1의 농도를 측정하였으며 그 결과는 Fig. 5와 같은 결과를 나타내었다. JR-22 투여군에서 IGF-1

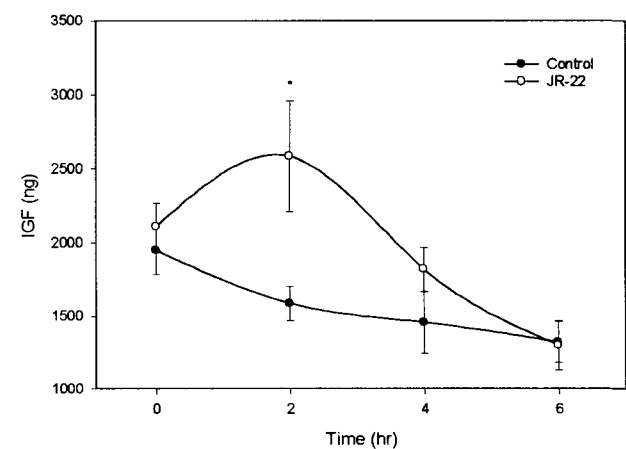


Fig. 5. Effects of JR-22 on serum IGF-1 concentration in SD rat.

*Significantly different at $p < 0.05$ by t-test.

Table 5. Effects of JR-22 on serum GPT and GOT activity after 4 weeks in SD rat

	GPT (Karmen Unit) ²⁾	GOT (Karmen Unit) ³⁾
Control	44.0±2.6 ¹⁾	298±23
JR-22 x1	44.8±2.3	282±36
JR-22 x4	42.9±2.0	298±28

¹⁾ Values are mean±SE.

²⁾ GPT: glutamate-pyruvate transaminase.

³⁾ GOT: glutamate-oxaloacetate transaminase.

의 농도는 JR-22 투여 이후 2시간째까지 증가하는 모습을 보였으며, 이후 감소하여 4시간째에 대조군과 유사한 수준으로 감소하였다. 특히, 2시간째에서 대조군에서 IGF-1의 함량이 약 1584 pg인 것과 비교할 때, JR-22 투여군은 약 2584 pg의 함량을 나타내어 대조군에 대비 약 63% 증가하였으며, 통계적으로 유의성을 나타내었다. 비록 JR-22의 1회 투여 이후 IGF-1의 증가폭은 4시간째 이후 대조군과 차이점을 나타내지 못하였지만 JR-22의 지속적인 섭취는 IGF-1의 체내 농도를 상승시켜 뼈 및 근육을 비롯한 인체 근육격계에 유익할 것으로 사료되며, 동시에 근육 강화를 통한 지구력 향상에도 좋은 영향을 줄 것으로 사료된다.

JR-22 투여에 의한 간독성 및 기타 부작용 관찰

JR-22는 상술한대로 식품으로 사용이 허가된 천연물 생약 재료로부터 추출한 물질로서 체내에서 높은 안전성을 확보할 것으로 추측되며, 이를 확인하기 위하여 실험 동물을 사용하여 인간의 1회 섭취량과 동일한 용량 및 4배 농도의 용량을 4주간 투여한 뒤 생존율, 체중, 혈액 생화학적 분석 및 일반 소견을 관찰하였으며, 그 결과는 Table 5 및 6에 나타내었다. JR-22를 4주간 투여한 이후에도 사망한 개체가 발생하지 아니하였고 대조군과 비교하여 체중 및 일반 소견에 있어서도 특이한 점이 발견되지 아니하였다. 또한 JR-22를 4주간 투여한 후 혈액의 생화학적 분석에 의한 간기능 지표(GPT, GOT) 및 혈액 생화학적 분석에서도 모두 정상치를 나타내어 JR-22의 투여에 의한 부작용은 없는 것으로 사료된다.

요 약

근육은 지속적인 수축운동 과정에서 근육 세포내의 에너지원인 ATP가 고갈되고, 근육피로를 나타내는 물질이 축적되어 근력이 약해지고 피로도가 증가하게 된다. 지구력을 향상시키기 위하여 ATP의 합성 증가 및 근육내 피로 물질

의 축적 방지 등이 요구되어지는데, 본 연구에서는 전통 생약 재료로부터 추출 증류한 조성물 JR-22를 이용하여 지구력 향상 효과를 확인하고자 하였다. JR-22를 4주간 실험 동물에게 투여한 이후 체중의 4-8%에 해당하는 무게를 부가하고 강제 수영 시간을 통하여 지구력 향상효과를 확인한 결과 JR-22의 투여로 인하여 지구력이 향상되는 효과를 확인하였다. JR-22에 의한 지구력 향상 효과의 기작을 관찰하기 위하여 체중의 4%에 해당하는 무게를 부가한 뒤 90분간 강제 수영시킨 실험 동물로부터 근육 피로 물질들과 근육내 ATP 함량을 측정하고 JR-22의 투여가 근육내 ATP 함량을 증가시키는 것으로 나타나 JR-22의 투여가 근육내 ATP를 증가시킴으로서 지구력을 향상시키는 효과를 나타내는 것으로 추측되었다. 또한 근육세포의 강화와 연관성이 있는 IGF-1과의 관련성을 알아보기 위하여 JR-22를 투여한 이후 혈액중의 IGF-1의 농도를 측정하였을 때도 JR-22에 의해서 유의성이 있는 IGF-1의 증가가 관찰되어 JR-22의 투여가 근력강화에 도움을 줄 수 있다고 추측되었다. 이러한 운동 과정에서 발생하는 체내의 산화적 손상은 JR-22의 투여를 통해 완화되고 있음을 확인하여 JR-22의 투여가 체내의 항산화력 증진에 도움을 줄 수 있는 것으로 추측되었다. 한편 JR-22를 4주 이상 투여하였을 경우에도 간독성 지표인 GOT, GPT를 비롯한 각종 혈액 생화학적 수치들의 변화가 나타나지 않았으며, 기타 이상 소견이 발견되지 않아 JR-22의 식용으로의 안전성에도 문제가 없는 것으로 판단되었다. 이상의 결과에서 JR-22는 IGF-1의 증가 및 근육내 ATP 농도를 증가시킴으로서 지구력을 강화시키는 효과가 있을 뿐 아니라 운동 시 발생하는 부작용중 하나인 산화적 손상을 억제시키는 항산화 효과 또한 겸비하고 있는 것으로 판단된다.

문 헌

1. Baranov AI. 1982. Medicinal use of ginseng and related plants in the soviet Union. *J Ethnopharm* 5: 339-353.
2. Millar NC, Homsher E. 1990. The effects of phosphate and calcium on force generation in glycerinated rabbit skeletal muscle fibers. *J Biol Chem* 265: 20234-20240.
3. Walker JW, Moss RL. 1991. Thin filament modulation of cross-bridge transition measured by photogeneration of Pi in skeletal muscle fibers. *Biophys J* 59: 418-423.
4. Carr CJ. 1986. Natural plants products that enhance performance and endurance. In *Enhancers of performance and endurance*. Carr CJ, Joki E, eds. Lawrence Erlbaum Associates, NJ.

Table 6. Effects of JR-22 on blood biochemical index on SD rat fed JR-22 for 4 weeks

	BUN	Chol	Glu	CK	Crea	TG
Control	18.8±0.6 ¹⁾	53.5±1.4	112±5	528±53	0.60±0.02	56.9±4.1
JR-22	17.0±0.4*	53.4±1.3	114±3	319±38*	0.55±0.02*	48.9±2.5

BUN: blood urea-nitrogen, Chol: cholesterol, Glu: glucose, CK: creatine kinase activity, Crea: creatine, TG: triglyceride.

¹⁾ Values are mean±SE (n=9).

*Significantly different at p<0.05 by t-test.

5. Wei R, Cao Z. 1992. Effects of *Radix astragali* and *Radix ginseng* in enhancing the metabolism of human myocardial cells in vitro. *Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih* 17: 173-175.
6. Singleton JR, Feldman EL. 2001. IGF-1 in muscle metabolism and myotherapies. *Neuribiol Dis* 8: 451-454.
7. Laron Z. 2001. Insulin-like growth factor 1 (IGF-1): a growth hormone. *J Clin Pathol Mol Pathol* 54: 311-316.
8. Nilsson A, Isgaard J, Lindahl A, Dahlstrom A, Skottner A, Isaksson GP. 1986. Regulation by growth hormone of number of chondrocytes containing IGF-1 in rat growth plate. *Science* 223: 571-574.
9. Roith DL. 1997. Insulin-like growth factors. *New Eng J Med* 336: 633-640.
10. Song Y, Han DS, Oh SW, Paik IY, Park T. 2002. Effect of dietary supplement of *Eleutherococcus senticosus*, taurine and carnitine on endurance exercise performance in rats. *Korea J Nutr* 35: 825-833.
11. Park IY, Park TS, Oh SW, Woo JH, Jin HE, Park HR. 2002. The effects of *Eleutherococcus senticosus* on human fatigue factors and oxidant-antioxidant system during maximal and submaximal exercise. *Korea J Phys Edu* 41: 305-315.
12. Butterweck V, Jurgenliemk G, Nahrstedt A, Winterhoff H. 2000. Flavonoids from *Hypericum perforatum* show antidepressant activity in the forced swimming test. *Planta Med* 66: 3-6.
13. Gottlieb C. 1987. Adenosine triphosphate in human semen: A study on condition for a bioluminescence assay. *Fertil Steril* 47: 992-999.
14. Yagi K. 1976. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem Med* 15: 212-216.
15. Murklund S, Marlund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the antioxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *J Biochem* 47: 469-474.
16. Aebi H. 1974. Catalase. In *Method of enzyme analysis*. Bergmeyer HU, ed. Academic Press, New York.
17. Paik IY, Kim JK, Chun YS, Oho HJ. 1997. Verifying the validity of fatigue elements changes following absolute exercise intensities. *Kor J Physical Edu* 36: 218-223.
18. Rossiter HB, Cannerll ER, Jakeman PM. 1996. The effects of oral creatine supplementation on the 1000-m performance of competitive rowers. *J Sports Sci* 14: 175-179.
19. Vina J, Gimeno A, Sastre J, Terada LS. 2000. Mechanism of free radical production in exhaustive exercise in humans and rats: role of xanthine oxidase and protection by allopurinol. *IUBMB Life* 49: 539-544.
20. Poldidori MC, Mecocis P, Cherubini A, Senin U. 2000. Physical activity and oxidative stress during hypertensive rats. *Am J Hypertension* 21: 154-157.
21. Cappola AR, Bandeen-Toche K, Wand GS, Volpato S, Fried LP. 2001. Association of IGF-1 levels with muscle strength and mobility in older women. *J Clin Endocrinol Metab* 86: 4139-4146.

(2003년 3월 3일 접수; 2003년 9월 16일 채택)