

녹각 추출물과 CoenzymeQ10 복합제가 운동능력에 미치는 영향

이인희¹, 김민지¹, 박성운¹, 박여은¹, 김현미², 류재환¹
¹경희대학교 한방병원 동서협진실, ²경희대학교 동서의학대학원

Ergogenic Effect of *Cervi Cornu* and CoenzymeQ10 Complex

In-hee Lee¹, Min-ji Kim¹, Sung-woon Park¹, Yeo-eun Park¹, Hyun-mi Kim², Jae-hwan Lew¹

¹East-west medicine department, Kyung-Hee University Korean Medicine Hospital

²Graduate school of East-West Medical Science, Kyung-Hee university

ABSTRACT

Objectives: We aimed to evaluate the effect of *Cervi Cornu* and coenzymeQ10 on exercise and endurance capacity in rats and mice.

Methods: The extract of *Cervi Cornu* was manufactured by the pharmacy department of Kyung Hee Oriental Medical Hospital, and CoQ10 soft cap (Ildong Pharmaceutical) was used. In total, 24 rats and 30 mice were divided into 3 groups: Control (rat=8, mouse=10), CoQ10 alone (rat=8, mouse=10), *Cervi Cornu* extract, and CoQ10 (rat=8, mouse=10). Ergogenic effect was evaluated by administering the *Cervi Cornu* extract and coenzymeQ10 to rats and measuring the time to exhaustion during treadmill running; endurance capacity was assessed by measuring cold water swimming time, serum lactate level, and serum corticosterone level in each group. At 1 week from the end of treatment, we recalculated time to exhaustion during treadmill running in rats to investigate the long-term effect of the *Cervi Cornu* extract and coenzymeQ10.

Results: *Cervi Cornu* extract has long-term benefits in that it preserves the ergogenic effect caused by exercise. *Cervi Cornu* and coenzymeQ10 have no effect on increasing cold water swimming time in ICR mice. CoenzymeQ10 decreases the serum corticosterone level in ICR mice performing cold water swimming test.

Conclusions: *Cervi Cornu* seems to preserve the ergogenic effect caused by exercise, but a larger study is needed to investigate effect of *Cervi Cornu* and coenzymeQ10 on improving endurance capacity. CoenzymeQ10 decreases serum corticosterone level and it is related with the anti-psychological fatigue effect.

Key words: *Cervi Cornu*, coenzyme Q10, ergogenic effect, lactate, corticosterone

1. 서론

鹿角(녹각, cervi cornu, old antler)은 사슴과의

梅花鹿 *Cervus nippon* Temminck 또는 馬鹿 *Cervus elaphus* Linnaeus. 및 同屬 近緣 動物의 이미 骨化 된 角이나 혹은 骨質化된 老角이 自然 脫落된 것 인데, 主惡創癰腫 逐邪惡氣留血在陰中이라고 처음으로 神農本草經 上品에 기록되었으며, 주로 溫腎 陽, 行血消腫, 強筋骨하는 효능을 지니고 있어서, 주로 陽痿, 腰脊冷痛, 遺精, 虛勞內傷, 乳癰初起, 陰 疽瘡瘍, 瘀血腫痛 등의 증상에 많이 활용되어 왔다¹.

CoenzymeQ10(CoQ10, 코큐텐)은 주로 율혈성 심

- 투고일: 2015.08.20, 심사일: 2015.09.30, 게재확정일: 2015.09.30
- 교신저자: 류재환 서울시 동대문구 회기동 1번지
경희의료원 한방병원 3313호 동서협진실
TEL: 02-958-1812
E-mail: intmed@khu.ac.kr
- 이 논문은 2015년도 경희대학교 동서의학대학원 한의학 석사 학위 논문임.

장마비와 고혈압, 심근병, 승모판 탈출, 관상동맥 대체 혈관 수술 그리고 협심증같은 심장 혈관 질환들에 이용되며, 당뇨병과 치근막 질환, 면역 결핍, 암, 근육 이영양증에 이용된다. 또한 체중감량 보조제와 운동선수들의 '활동 수행 향상제'로도 활용되고 있다.²

녹용·녹각은 대개 골성장이나 면역증강, 골다공증, 골관절염 등의 치료에 실험적인 연구가 이루어지고 있으며, 운동능력의 증강을 위한 효과로서 生脈産 加 鹿角이 생쥐의 강제수영부하 후 측정된 피로물질을 감소시키고³ 녹용이 생쥐의 수영부하를 통해 측정된 근지구력이 유의하게 증가시킨다⁴는 보고가 있었지만, 녹각 단일제제 및 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 운동 수행 능력 향상을 위한 보조제와의 병용 등에 대한 연구는 활발치 않은 상태이다.

이에 저자는 녹각과 Coenzyme Q10의 强筋骨, 운동 수행 향상의 효능에 대하여 운동능력 및 지구력에 미치는 영향을 비교하여 관찰하고자 하였으며, 또한 더불어 Coenzyme Q10 포함 한약물의 효과와 Coenzyme Q10 단독의 효과를 함께 비교해 보고자 하였다. 운동능력과 지구력 향상을 위하여 Coenzyme Q10과 녹각을 투여하였을 때 효과를 비교하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

1) 실험동물

실험동물의 식이 및 사육, 실험에 이용된 동물은 영바이오(주)(성남시, 한국)에서 구입한 체중 110 g 전후의 4주령 수컷 Sprague Dawley Rat과, 체중 30 g 전후의 6주령 수컷 Imprinting control region mice로 1주간 적응시킨 후 2주간 사육하였다. 실험 동물은 사육실에서 사육하였고, 사육실 온도는 24±0.5 °C, 습도 45±5%이며, 매일 광주기 및 암주기를 각각 12시간(07:00~19:00)이 되도록 조절하였다. 식

이와 물은 자유 공급하였으며, 모든 실험군의 Rat 에 normal diet(일반 쥐 사료, Research Diets)를 섭취시켰다. 동물실험은 경희대학교 동물윤리 규정에 따라 윤리위원회의 승인을 얻어 실험하였다. (KHMC-IACUC 14-041)

2) 재료 및 시약

실험에서 사용한 코큐텐 복합제는 코큐텐연질캡슐(CoQ10 soft cap. 황산망간 3.08 mg(망간 1 mg), 유비데카레논 5 mg, 초산토코페롤 200 mg, 셀레늄 함유건조효모 46.3 mg, 아스코르브산 500 mg, 베타카로틴 30% 현탁액 24.98 mg(베타카로틴 7.5 mg), 산화아연 18.7 mg, 산화제이동 1.25 mg, 일동제약(서울)을 구입하여 사용하였고, 녹각은 경희대학교 경희의료원 한방병원에서 구입하여 사용하였다.

3) 검액의 조제

녹각 100 g을 환류 냉각기가 달린 증류용 Flask 에 넣고 증류수 1100 ml를 가한 후 직화 상에서 2시간 30분 추출하였다. 여과 후 잔사에 다시 증류수 900 ml를 가하여 같은 조건에서 재탕하여 여과한 후, 여액을 합하여 rotary evaporator(vacuum evaporator, EYELA, Tokyo, Japan)로 감압 농축하였다. 농축액을 -70 °C deep freezer(ultra low temperature freezer, 일신바이오, 동두천시, 한국)에서 4시간 냉동시킨 후 lyophilizer(programmable freeze dryer PVTFD 10A, 일신바이오, 동두천시, 한국)에서 72시간 동결 건조하여 추출물 20.2 g(수득률 20.2%)을 얻었다. 동결건조 추출물은 High Performance Liquid Chromatography 분석(컬럼 Nuclisil C18/ 이동상 용매 A 0.1%AcOH, 용매 B Acetonitrile(0.1% AcOH) 0min 10% B, 5min 25%, 20min 40%, 35min 90% B/ UV 260 nm)을 시행하여 확인하였다.

2. 방 법

1) Treadmill exercise test

Treadmill exercise 실험은 4주령 SD rat 24마리를 각각 대조군(Control 8마리), 코큐텐 단독 투여군(CoQ 8마리), 녹각·코큐텐 동시 투여군(HQ 8

마리)으로 나누어 진행하였다. 코큐텐연질캡슐은 100 mg을 증류수에 녹여 코큐텐 수용액 60 cc가 되도록 제조한 후 10 cc/kg B.W/day(16.6 mg/kg B.W/day)로 복용토록 하였고, 녹각·코큐텐 동시 투여군의 경우 동결건조된 녹각을 기준으로 400 mg/kg B.W/day로 복용토록 하되, 코큐텐 16.6 mg과 녹각 400 mg을 증류수에 녹여 총 10 cc 수용액이 되도록 하여 약물 섭취량은 10 cc/kg B.W/day로 동일하게 설정하였다. 약물을 투여하지 않는 대조군에는 normal saline(NS)을 10 cc/kg B.W/day로 경구 투여하였다. 약물의 투여 용량은 성인 남성을 60 kg으로 가정하고 일상에서 접하기 쉬운 조건(전통적인 투여용량)으로 상정하기 위해 한약을 하루 12 g(3돈), 코큐텐연질캡슐을 100 mg 복용하는 것으로 계산하였다.

모든 군은 주 3회 treadmill을 연습하였으며 10 m/min, 16 m/min, 21 m/min으로 각 10분 총 30분간 treadmill을 달리도록 하였다. Treadmill은 exer 3/6 open treadmill(Columbus instruments, Columbus, USA)를 사용하였으며, 2주 후 최종 측정에서 5분간격으로 10 m/min, 16 m/min, 21 m/min, 24 m/min, 26 m/min, 29 m/min, 32 m/min, 34 m/min, 37 m/min, 40 m/min로 증속하여 지칠 때까지 달리게 하였다. 지칠 때 까지 걸리는 시간(exhaustion time)을 비교하여 각 개체의 운동능력을 평가하였다. 50분 이상 달릴 경우 40 m/min 속도를 유지하여 달리게 하였고, 지침(exhaustion)이 발생한 시각은 3회 연속으로 속도를 따라가지 못하고 뒤처짐이 발생하는 첫 시간으로 정의하였으며, 이때 1회의 달림은 속도에 뒤처지지 않고 15초 이상을 연속으로 달리는 것으로 설정하였다. 이 시험은 투약이 끝난 2주 경에 1회, 그 이후 운동과 투약이 이루어지지 않은 상태에서 1주 지난 후(3주 경) 1회 재측정하였다.

2) Cold swimming test

Cold swimming test 실험은 6주령 ICR mice 30마리를 각각 대조군(Control 10마리), 코큐텐 단독 투여군(CQ 10마리), 녹각·코큐텐 동시 투여군(HQ

10마리)으로 나누어 진행하였다. 약물의 투여 용량은 Treadmill exercise test 와 동일하며 체중에 따라 경구 투여하였다.

10 °C의 물을 깊이 15 cm로 채운 수조(30 cm×20 cm×20 cm)에서 각 군의 mouse 로 Cold Swimming test를 실시하였고, 익수 될 때까지의 시간을 기록하였다.

익수 직후 heart puncture 로 혈액을 수집하여 SST 용기에 넣고 상온에서 20분간 방치한 뒤, 3000 rpm에서 15분간 원심 분리 하여 혈청을 얻었다. Corticosterone과 lactate 수치에 대한 검사가 이루어졌으며, 검사가 이루어지기 까지 -70 °C에서 냉동보관 하였다.

3. 통계처리

모든 실험성적은 mean±standard deviation로 나타내었으며, SPSS(version:18, IBM SPSS Statistics, USA)를 사용하여 분석하였다. 실험 성적은 정규성 검정 상 정규성을 나타내었으며, One way Anova test를 시행하여 각 군을 비교하고 Duncan's multiple range test 로 검정하였다. Cold swimming test에서 체중과 수영시간간의 관계를 비교할 때 상관관계 분석을 사용했고, 단순회귀분석을 통해 나타내었다. 대조군과 실험군을 비교할 때는 Student t-test를 사용하였다. 모든 비교에서 p<0.05일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

III. 결 과

1. Treadmill exercise test

SD rat으로 시행한 Treadmill 운동 시 지칠 때까지 걸리는 시간(exhaustion time)을 비교한 실험에서, 투약이 끝난 직후 2주경에 실시한 측정에서 대조군이 1909.75±415.566초, 코큐텐 단독 투여군이 1991.25±680.409초, 녹각·코큐텐 동시 투여군이 2228.25±137.483초 순으로 증가되는 경향을 보였지만 세 군 간의 유의한 차이는 없었다. 그 후 약물

투여와 Treadmill 연습을 중지하고 1주 후 재측정한 결과에서 녹각·코큐텐 동시 투여군은 2154.25±360.342초를 기록한 반면, 대조군은 1663.75±249.770초, 코큐텐 단독 투여군은 1537.50±264.451초를 기록하였으며 녹각·코큐텐 동시 투여군이 다른 두 군과 유의한 차이를 보였다(p<0.01)(Fig. 1). 대조군과 코큐텐 단독 투여군 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

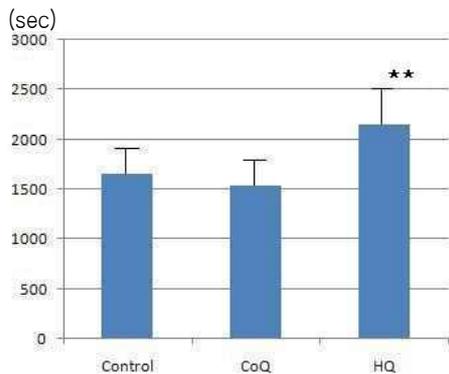


Fig. 1. Time to exhaustion at one week from end of treatment (week 3).

The results are expressed as mean±standard deviation (sec) (n=8). There are significant differences between HQ group and the other groups by one way ANOVA. Control group and CoQ group does not show significant results (*p<0.05, **p<0.01 vs control group).

Control : The group administered with Normal saline
 CoQ : The group administered with CoQ10 soft cap
 HQ : The group administered with *Cervi Cornu* and CoQ10 soft cap

2. Cold Swimming test

ICR mice 로 시행한 Cold Swimming test 에서 대조군은 1218.00±192.734초, 코큐텐 단독 투여군은 1113.00±140.760초, 녹각·코큐텐 동시 투여군은 1227.80±186.753초로 동시 투여군, 대조군, 코큐텐 단독 투여군의 순서로 오랜시간 수영이 가능했으나 세 군 사이의 유의한 차이는 없었다. 실험 종료시 측정된 체중에서 코큐텐 단독 투여군이 다른

두 군에 비해서 유의하게 적은 체중을 보였는데 (Table 1), 체중의 차이가 수영시간에 유의한 영향을 끼칠 수 있음을(p<0.01) 나타내었다(Fig. 2).

Table 1. Weight of each Experiment Groups

Group	Weight (g)
Control	36.40±2.757
CoQ	33.40±0.966**
HQ	36.40±2.989

Each value represents mean±standard deviation (n=10). Mean weight of CoQ group is significantly different from other groups (*p<0.05, **p<0.01 vs control group).
 Control : The group administered with Normal saline
 CoQ : The group administered with CoQ10 soft cap
 HQ : The group administered with *Cervi Cornu* and CoQ10 soft cap

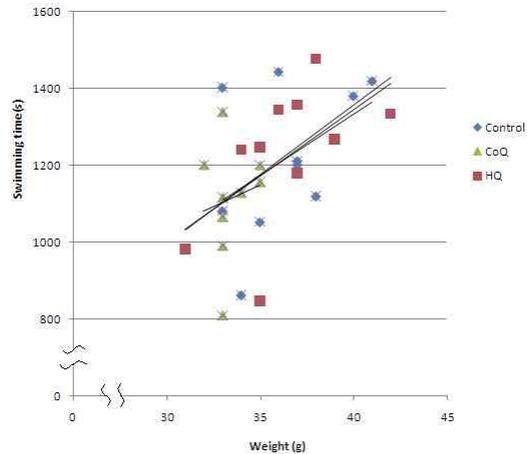


Fig. 2. Correlation between swimming time and weight.

Swimming time and wight of mouse have significant correlation (p<0.05).

Control : The group administered with Normal saline
 CoQ : The group administered with CoQ10 soft cap
 HQ : The group administered with *Cervi Cornu* and CoQ10 soft cap

3. Corticosterone, Lactate 혈청 검사

Cold Swimming test 실험 직후 채혈한 혈청에서 비교한 세 군의 Lactate 수치는 유의한 차이가 없

었다(Table 2). Cold Swimming test 직후 채혈한 혈청에서 비교한 세 군간 corticosterone 수치는 Control 군이 다른 두 군에 비하여 유의하게 높았다($p<0.05$)(Fig. 3).

Table 2. Lactate Level of each Experiment Groups

	Serum lactate (nmol/ μ l)
Control	2.67 \pm 0.12
CoQ	2.73 \pm 0.15
HQ	2.75 \pm 0.14

Each value represents mean \pm standard deviation (n=10). There are no significant differences between three groups. Control : The group administered with Normal saline
CoQ : The group administered with CoQ10 soft cap
HQ : The group administered with *Cervi Cornu* and CoQ10 soft cap

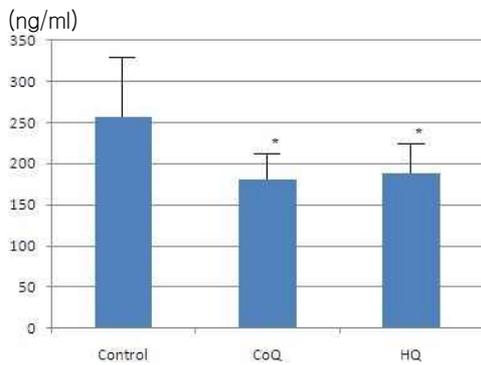


Fig. 3. Corticosterone level of each experiment groups.

The results are expressed as mean \pm S.D (sec) (n=10). CoQ group and HQ group are significantly different from Control group (* $p<0.05$, ** $p<0.01$ vs control group).

Control : The group administered with Normal saline
CoQ : The group administered with CoQ10 soft cap
HQ : The group administered with *Cervi Cornu* and CoQ10 soft cap

IV. 고찰

현대인의 수명이 길어지고 건강에 대한 관심이 높아지면서 스스로의 건강을 위한 여러 가지 활동

이 꾸준히 신장되고 있다. 그 중에서도 운동을 통한 건강 증진과 문화생활 영위, 사회 활동 등은 그 효용성을 인정받아 비단 운동선수들 뿐 아니라 일반인들에게도 중요한 관심거리가 되고 있다. 중년의 남녀를 대상으로 시행한 건강운동 참여에 따른 건강증진행위와 건강위기감에 대한 실험에서 성별, 연령, 주변 환경에 따른 만족감 등에 따라 건강에 대한 심리적 위기감이 차이가 있고, 경제력과 생활 만족도가 낮을수록, 운동시간과 운동빈도가 낮을수록 신체적 건강과 정신적 건강을 나쁘게 지각하고 있다고 보고된 바 있으며⁵, 성인을 대상으로 한 실험에서 운동을 통한 자기효능감 증진⁶, 건강운동교실 참여를 통한 사회적지지감과 생활만족감⁷ 증진 등이 보고되었다. 대사질환 및 심혈관 질환에서 운동참여를 하였을 때 생화학 검사 상 유의한 차이가 있으며⁸ 노인 중 우울 집단에서 운동 후 우울감이 감소됨이 보고되었고⁹ 유아기에서의 체계적인 신체활동 경험은 일생동안 건강한 삶을 살 수 있는 초서를 마련하게 해주며 인지발달, 정서발달, 사회성발달, 문제해결능력 발달, 창의성 발달과 같은 전인적 발달을 도모해준다¹⁰.

본 연구는 이와 같은 사회적인 관심과 보건지도의 필요에 따라 수행한 in vivo 실험으로 Rat과 mouse에게 각각 비타민 복합제와 녹각 추출물을 투여함으로써 운동 수행 능력과 지구력에 유의한 차이를 가져올 수 있는지 비교하였다. Rat의 경우 treadmill 운동을 병행하면서 약물을 투여하였고, mouse의 경우 약물만 투여한 후 운동시간을 비교하였는데, 결과적으로 운동을 병행하면서 녹각을 투여하였을 때 운동효과를 장기적으로 보존함을 알 수 있었고, 코큐텐 복합제에서의 corticosterone 감소 효과를 확인할 수 있었다.

Rat을 이용한 운동 능력 실험은 Rat에게 treadmill 운동을 연습시키면서 비타민제와 한약물을 투여하였는데, 운동을 지속적으로 수행한 직후(2주경)에 비교한 운동능력은 대조군 보다 코큐텐 단독을 투여한 군에서 더 좋고, 코큐텐 단독보다 녹각·코큐

텐 동시 투여군이 더 좋은 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. treadmill 운동 자체가 기억력 증진¹¹, 심혈관계 효능¹², 항비만 효능과 항산화 효능¹³, 손상 신경 재생¹⁴, 면역력 증가¹⁵, 항당뇨 효과^{16,17}, 항파킨슨 효과¹⁸, 항우울 효과¹⁹, 고혈압 군에서 혈관 보호 효과²⁰, 인슐린 감수성 및 근육의 glucose 이용 효율 증가²¹ 등의 효과가 보고되었으며, 박²²의 연구는 흰 쥐에게 매일 실시한 treadmill 운동이 근육 손상 예방과 근력 증진을 가져옴으로써 운동능력이 향상됨을 보고하였고, 최²³의 연구는 쥐를 매일 운동 시킨 군과 격일로 운동시킨 군의 운동 효과가 큰 차이 없이 유의한 효과를 가져온다는 것을 보고했다.

본 연구는 주 3회 격일로 운동을 한 경우였으며, 선행 연구들로 비추어 보았을 때 treadmill 운동 자체가 Rat의 운동능력을 향상시켜 주므로 운동과 약물 투여를 지속한 후 곧바로 시행한 실험에서 세 구간 차이가 유의하게 나타나지 않았을 것으로 사료된다. 한편 약물 투여와 운동이 종료 된 후 일주일 후에 시행한 treadmill 운동에서는 녹각·코큐텐 동시 투여군은 운동 능력을 유지하고 있었고 나머지 두 군은 운동 능력이 동시 투여군에 비하여 유의하게 저하되어 있었는데, 코큐텐 단독 투여군과 대조군이 서로 유의하게 차이하지 않았던 점을 감안하면 운동을 지속하면서 녹각을 투여한 군에서 운동효과가 장기적으로 보존된다고 볼 수 있다.

녹각(*Cervi Cornu*)은 전통적으로 성질이 溫無毒하고 味는 鹹한 약재로서 歸經은 肝腎經으로 들어가며, 溫腎陽, 強筋骨, 行血疏腫, 治陽, 遺精, 腰脊冷痛, 陰疽, 瘡瘍, 乳癰初期, 瘀血腫痛 한다고 표현하고 있어, 대표적인 보익 약재로 꼽히고 있으며²⁴, 녹용과 녹각의 성분을 분석한 결과 칼슘, 나트륨, 칼륨, 알루미늄 등의 무기물은 녹용에 비하여 더 많이 함유된 반면, 불포화지방산 및 필수아미노산은 녹용에 비하여 더 적은 양이 함유되어 있었다²⁵. 녹용의 경우 면역 증대, 항암, 항피로, 골형성 증대 및 골흡수 억제, 항염 및 진통, 항산화, 창상 치유

효과, 신경 재생 촉진, 심부전 억제, 항노화 작용 등이 보고되었고²⁶, 녹각은 유방조직 과형성 억제, 면역 증대, 항암, 항피로, 골형성 증대 및 골흡수 억제, 항균 및 항바이러스, 항염 및 진통, 혈당 강하 작용, 적혈구 증대 작용, 항스트레스 작용, 항산화 작용에 대한 연구가 보고되었는데²⁷, 신²⁸과 심²⁹이 녹용에서의 운동능력 향상과 항피로 효과에 대하여 밝힌 바 있으나 녹용과 녹각의 강제수영부하시험을 통한 자양강장 효과를 비교하여 두 군 모두 대조군과 유의한 차이를 보이지 못한 경우도 있었다³⁰.

CoenzymeQ10(2,3-dimethoxy-5-methyl-6-decaprenyl-1,4-benzoquinone)은 식품의약품안전청에서 인정한 항산화 물질이며, 비타민 C와 함께 항산화력이 강한 대표적인 성분으로 유럽과 미국에서는 꾸준히 매출 3위 안에 들 정도의 영양보충식품이다. 이는 유비퀴논(ubiquinone)으로 불리우며 자연계의 거의 모든 호기적 대사를 하는 동식물체의 조직에서 발견되는 보조효소이며, 체내에서 전자전달을 매개하고, 미토콘드리아의 에너지 생산에 관여하는 효소의 전자와 양성자 운반에 작용하며 ATP 합성에 관여한다. 코큐텐의 항산화 기능, 항노화, 순환계 질환, 파킨슨병, 알츠하이머, 헌팅턴 병과 같은 퇴행성 신경질환에 관련된 연구가 진행되었고³¹, 그 외에도 운동선수의 경기력 향상, 심근질환자의 심기능 향상, 고혈압, 동맥경화, 면역 증강 등의 효과가 입증되었으며, 최근에는 항산화 작용을 바탕으로 화장품으로까지 활용되고 있다^{32,33}. 국내에서 운동능력을 평가하기 위해 웨이트 트레이닝을 하는 사람을 대상으로 시행된 실험에서 코큐텐 복용군과 미복용군 간 유의한 차이를 보이지는 않았으나³⁴, treadmill 운동을 하는 운동선수들에게 코큐텐을 투여하였을 때는 젖산농도와 근육손상지수가 감소되어 유의한 차이를 보였다³⁵. 본 연구에서 운동능력의 향상을 위해 코큐텐이 투여된 군이 대조군에 비하여 운동능력이 증가되는 경향을 보였으나 유의하게 차이가 있지 않았고, 운동 당시에 코큐텐을 복용하였다 하더라도 복용이 중지되면 미복용군

과 장기적인 차이는 없었다. 이는 운동 중재가 근육 단백질 합성을 증가시키고 단백질 분해를 감소 시킴으로써 근비대를 야기하고³⁶, 또 Choe³⁷의 연구에서 쥐에 적용된 운동중재가 뒷다리 근의 근육무게와 단백질 합량을 증가시켰다는 결과를 보였다는 점에서, treadmill 운동이 복용 약물에 상관없이 근육 단면적 증가를 통한 운동능력 향상을 야기했을 것으로 보인다. 또한 운동 중단 후 운동 능력의 유지는 결국 골격근 단면적의 유지와 비례한다는 점에서³⁸ 항산화·복합 비타민제보다 동물성 약제인 녹각이 근육 형성과 유지에 우월했던 것으로 사료되나 보다 각 약물을 독자적으로 장기투여 하였을 때의 효과를 비교해 볼 필요가 있다.

Swimming exercise test는 생쥐의 최대 수영시간을 측정하는 검사법으로 여러 조건이 생쥐의 지구력에 미치는 영향을 알아보기 위해 다양한 형태로 개발되어 왔다³⁹. 수영 운동 시 물에 들어가면, 비중과 열전도성이 공기와 다르기 때문에 체온이 저하하고 열생산이 증가함으로써 많은 열량이 소비되며, 근육운동의 대부분은 골격근에서 이루어지고, 근육의 피로는 과도한 운동으로 일시에 다량의 에너지 소모와 근육에 대사산물의 축적, 그리고 그로 인한 혈액순환과 체온의 변화 등을 발생시키는 것으로 알려져 있다⁴⁰. 황⁴¹, 김 등⁴²의 연구에 따르면 약물 투여만으로도 농도 의존적으로 swimming time이 증가될 수 있는 것으로 사료되어, 본 연구에서 mouse의 지구력 실험은 Rat의 운동능력 실험과 달리 각 군에게 약물 투여만 시행하였다.

Cold swimming test에서 익수할 때까지의 시간은 세 군간 유의한 차이는 없으나 녹각코큐텐 동시 투여군, 대조군, 코큐텐 단독 투여군의 순서로 측정되었는데, mouse의 초기 체중이 녹각·코큐텐 동시 투여군은 31.00±1.414 g, 코큐텐 단독 투여군은 24.0±0.527 g, 대조군은 28.00±1.633 g으로 세 군이 모두 서로간 유의하게 차이가 있었고(p<0.01), 실험 종료 시 녹각·코큐텐 동시 투여군은 36.40±2.989 g, 코큐텐 단독 투여군은 33.40±0.966 g, 대조

군은 36.40±2.757 g으로, 코큐텐 단독 투여군이 다른 두 군에 비하여 유의하게 체중이 적었다(p<0.01). 수영시간이 측정된 당시의 체중(실험 종료 시 체중)과 수영 시간 간에는 유의한 상관관계를 보였음에도(p<0.05) 세 군 사이 수영시간에 유의한 차이는 없었지만, 성장기 mouse의 체중증가 혹은 체중에 영향을 미치는 지가 약물 등에 의한 외부의 부정적 영향을 평가하는 지표라는 점을 감안할 때^{43,44} 코큐텐 단독 투여군의 기록이 좋지 않은 경향을 보인 이유는 실험 외적인 부분일 가능성을 배제할 수 없을 것으로 사료된다. 더불어 Rat의 운동능력 평가 실험에 비추어 보았을 때, cold swimming test는 실험 기간 중 약물 이외의 변수가 없으므로 약물 투여 중지 일주일 후 재실험이 가능했다면 운동중재가 포함되지 않은 상태에서 녹각의 효용성을 평가할 수 있으리라 생각되며, 이는 추후 연구에서 보다 자세히 밝혀져야 할 것이다.

운동 중 생성되는 혈중 피로인자로는 lactate, phosphorous, ammonia, pH 등이 있으며, Lactate는 조직 내 저산소증 조건에서 glycolysis를 통해 축적되어 이 자체는 근육의 대사나 수축과정에 영향을 미치지 않지만, 과다 축적될 경우 세포내 acidosis를 일으키고 해당과정을 방해하여 결국에는 탈진에 이르게 된다⁴⁵. 때문에 동일한 운동 사후의 낮은 혈청 젖산치는 지구력을 간접적으로 대표하는데, 본 실험에서 각 군의 수영시간이 유의하게 차이가 없었다는 점, 그리고 각 개체별로 익수할 때까지(한계에 다다를 때까지) 각기 다른 양의 운동을 수행했다는 점을 고려하면, 본 연구에서 측정된 lactate 수치가 10 °C의 Cold Swimming test에서 mouse가 견딜 수 있는 최대 lactate 혈중 농도를 시사하는 것으로 보이며, 따라서 각 군의 혈청 Lactate에서 유의한 차이를 보이지 않은 것을 설명할 수 있다. 최⁴⁶의 연구에서, 홍삼이 용량 의존적으로 생쥐의 수영시간을 증가시켰음에도 혈청 젖산 농도는 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이 결과 역시 본 결론을 뒷받침한다. 추후 연구에서,

동일한 운동량을 부하한 후 운동 사후의 혈청 lactate 수치를 비교하였을 때 의미 있는 결과가 도출 될 것으로 생각된다.

Corticosteroids는 정신적, 신체적 스트레스 상황에서 변화된 환경에 대한 신체의 항상성을 유지하기 위해 분비되는데, 실제로 corticosterone이 대조군에 비하여 코큐텐 단독 투여군과 녹각·코큐텐 동시 투여군에서 유의하게 감소하여 있었음에도 불구하고 세 군간 수영시간에서는 의미 있게 차이가 나지 않아, 본 연구의 결과만으로는 corticosterone의 증감 그 자체가 실질적으로 운동능력에 영향을 미치는 지는 불분명하다. Aboul-Fotouh Sawasan⁴⁷의 coenzymQ10의 항우울 효과 연구에서 혈청 corticosterone 농도가 유의하게 감소됨을 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과와 일치하며 한약 동시 투여군과 코큐텐 단독 투여군 간 유의한 차이가 없었으므로 코큐텐 복합제가 혈청 corticosterone을 떨어뜨리는 효과를 일으킨 것으로 보인다. 한편 본 연구에서 사용된 코큐텐 복합제에는 코큐텐 이외에 Vit A(베타카로틴), Vit E(초산토코페롤), Vit C(아스코르브산) 등이 함께 포함되어 있는데, Lodhi GM⁴⁸의 연구는 ascorbic acid와 alpha tocopherol의 투여가 SD rat의 급성 스트레스에 의한 corticosterone level 상승을 억제한다는 점을 보고 했고, Nathalie Marssal-Arvy⁴⁹의 연구는 Vit A가 결핍된 흰 쥐에서 혈청 corticosterone 농도가 상승하며 retinoic acid를 투여하였을 때 이것이 다시 정상화됨을 보고 했는데, 따라서 혈청 corticosterone을 감소시키는 효과가 코큐텐의 단독효과라고 확인할 수는 없다. 다만 swimming time에는 변화가 없어, 이 효과는 신체적인 스트레스보다 정신적인 스트레스에 더 유효하다고 생각되며 본 연구에 취지에 맞추어, 운동능력이 신체적·정신적 요소가 복합적으로 작용한다고 보았을 때 ‘감소된 corticosterone이 항우울 효과를 대변하여 이로써 왕성하게 활동하는 모습을 보이는지’와 ‘증가된 corticosterone이 급격한 스트레스 상황에서 항상성을 도모하기 위한 신체적

·정신적 반응을 촉진하여 이로써 왕성하게 활동하는 모습을 보이는지’에 대해서는 세심한 비교연구 및 필요하다면 단일 성분간의 비교분석이 필요하다라고 생각된다.

본 연구를 통해서 녹각을 운동과 병행하며 투여하였을 때 운동을 중지한 후에도 향상된 운동능력을 장기적으로 보존해주는 효과를 확인할 수 있었으며, 이는 추후의 대규모연구 및 임상연구를 통해서 운동 수행보조제로서 활용할 가능성을 제기할 수 있다고 사료된다.

V. 결론

코큐텐과 녹각을 Rat과 Mouse에게 투여하여 각각 운동능력과 지구력을 비교해 본 후 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Rat의 treadmill test에서 녹각·코큐텐 동시 투여군은 약물 투여와 운동이 종료된 일주일 후(3주경) 재 측정된 운동 시간이 다른 두 군에 비하여 유의하게 증가되어 있었던 반면, 투여 직후(2주경) 실험에서 코큐텐 단독 투여와 녹각·코큐텐 동시 투여 군이 대조군에 비하여 운동 시간이 증가하는 경향을 보였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 이상으로 미루어 볼 때 운동 시 투여한 녹각이 운동이 종료된 후에도 향상된 운동능력을 오랫동안 지속하게 해준다.
2. Mouse의 cold swimming test에서 각 군의 수영 시간 측정을 통한 지구력 평가에 유의한 차이는 없었으며, 추후 장기적인 효과를 비교할 수 있는 연구 모델에서 녹각의 운동수행에 대한 효과를 보충해줄 수 있을 것으로 생각된다.
3. 코큐텐 복합제는 mouse의 cold swimming test 후 측정된 corticosterone을 유의하게 감소시키지만, 이는 신체적 피로보다는 정신적인 항피로 효과와 연관 있는 것으로 보인다.

이상 결론은 각 군 8마리 SD male rat 3군, 각 군 10마리 ICR male mouse 3군으로 진행한 in vivo 실험으로, 녹각이 운동으로 향상된 운동능력의 장기적인 보존을 위해 사용될 수 있으리라 사료되며, 큰 규모의 in vivo 혹은 임상 실험을 통해 녹각과 코큐텐이 지구력 향상을 위해 섭취할 수 있는 보완 약제가 될 수 있는지 연구되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 황정수, 서부일, 박지하, 노성수, 김미려, 김승모, 등. 鹿角이 난소적출로 유발된 흰쥐의 골다공증 치료효과에 미치는 영향. 대한본초학회지 2010; 25(2):1-10.
- 심은정, 노봉수. 식품산업에서의 코엔자임 Q10의 응용가능성. 한국식품과학회, 식품과학과 산업 2006; 39(1):37-44.
- 박동하. 생맥산 가 녹각이 흰쥐의 운동피로 회복에 미치는 영향. 동의대학교 학위논문. 2009.
- Jang SH, Park ED, Suh HJ, Lee SH, Kim JS, Park YH. Enhancement of exercise endurance capacity by fermented deer antler in BALB/c mice. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 2014;78(10):1716-22.
- 오은택, 오현옥. 중년기 위기감과 건강증진행위 및 생활만족의 관계. 한국체육학회지-인문사회과학 2011;50(6):325-36.
- 박인경, 김영호. 성인들의 신체활동과 관련된 운동심상, 의사결정균형, 운동 자기효능감. 한국체육학회지-인문사회과학 2012;51(5):217-28.
- 여인성. 노인들의 운동참여가 사회적 지지에 미치는 영향. 한국체육학회지-인문사회과학 2010; 49(6):499-509.
- 강설중, 류부호. 복합운동이 노인 당뇨병 환자의 당화혈색소, 심혈관질환 위험인자 및 체력에 미치는 영향. 운동학 학술지 2014;16(2):21-30.
- 한진희, 이재은, 박정환, 이상희, 강현식. 12주간 유산소 운동이 노인의 체력과 우울증 및 인지기능에 미치는 영향. 운동과학 2014;23(4):375-85.
- 한용호, 이정필, 김관규. 유아기 운동프로그램 참여에 따른 발육, 발달 비교. 한국스포츠학회지 2003;1(2):135-49.
- 김보균, 신말순, 이수신, 김재등, 박준기, 이삼준, 등. Amyloid Beta에 의한 알츠하이머 질환 유발 흰쥐의 단기 기억장애에 미치는 트레드밀 운동의 영향. 스트레스研究 2012;20(4):321-29.
- 김명희, 김용익, 윤창륙, 유지원, 안종모. 운동강도와 지속시간에 따른 트레드밀 운동이 비만 쥐의 심장근 내 항산화에 미치는 영향. 대한구강내과학회지 2013;38(1):35-51.
- 정병옥, 장상훈, 방현수. 트레드밀 운동이 고지혈증 흰쥐의 혈액 성분과 항산화효소 및 활성산소에 미치는 영향. 대한물리의학회지 2013;8(1):71-8.
- 트레드밀 운동이 스트렙토조토신으로 당뇨 유발 후 좌골신경 손상 쥐의 신경재생, 척수운동 신경세포, GAP-43와 GLUT-4 단백질 발현에 미치는 영향. 체육과학연구 2006;17(3):1-12.
- 성기동, 이현미, 오선옥, 백영호. 트레드밀 운동과 부추섭취가 흰쥐의 체중, 근육량 및 Ig G 변화에 미치는 영향. 체육과학연구원 논문집. 2010;26:49-55.
- 강형숙, 오봉석, 지용석, 조기찬, 윤진환. 트레드밀 운동이 당뇨 쥐의 골격근 TNF- α mRNA, 갈색지방조직 UCP-3 mRNA 발현 및 간 지질 과산화에 미치는 영향. 한국생활환경학회지 2010; 17(5):595-605.
- 윤진환, 이희혁, 윤재석, 임은미, 김영옥. 트레드밀 운동이 Streptozotocin-유도 당뇨쥐의 골격근 GLUT-4 및 GRP-78 단백질 발현에 미치는 영향. 코칭능력개발지 2005;7(2):213-21.
- 박재성. 트레드밀 운동이 도파민 투여 MPTP-파킨슨 모델 쥐의 p-JNK pathway, 해마 치상

- 회의 GDNF 발현 및 운동기능에 미치는 영향. 한국체육과학회지 2011;20(4):779-88.
19. 오상덕, 조평선. 트레드밀 운동이 우울증세 여대생의 우울정도 및 신경전달물질에 미치는 영향. 한국사회체육학회지 2012;50(2):923-34.
 20. 장학영, 김원식, 장승진, 최형민. 트레드밀달리기 훈련이 자연발생고혈압쥐의 Superoxide 생성에 미치는 효과. 감성과학회 춘계학술대회집 2009:97-100.
 21. 오재근, 신영오, 정희정, 이정은. 홍경천 섭취와 운동수행이 비만 쥐의 인슐린 민감도와 골격근 내 당수송 관련 단백질 발현에 미치는 영향. 한국영양학회지 2006;39(4):323-30.
 22. 박준기, 신말순, 이삼준. 노화 쥐의 골격근 유형에 따른 트레드밀 운동이 myostatin 및 follistatin 단백질 발현에 미치는 영향. 한국스포츠학회지 2012;10(4):329-38.
 23. 최명애, 고종진, 광현경, 백지현, 정진영, 송연정, 안경주. 저장도 격일 운동과 매일 운동이 쥐 뒷다리근에 미치는 근 비대 효과 비교. 기초간호자연과학회지 2011;13(1):1-7.
 24. 신지원, 박재영, 박희수. 鹿角의 Adjuvant 관절염에 대한 실험적 연구. 대한약침학회지 2002;5(1):113-33.
 25. 하현, 윤수홍. 녹용류의 성분 분석 연구. 한국영양식량학회지 1996;25(2):279-82.
 26. Sui Z, Zhang L, Huo Y, Zhang Y. Bioactive components of velvet antlers and their pharmacological properties. *J Pharm Biomed Anal* 2014;87:229-40.
 27. Wu F, Li H, Jin L, Li X, Ma Y, You J, Li S, et al. Deer antler base as a traditional Chinese medicine: a review of its traditional uses, chemistry and pharmacology. *J Ethnopharmacol* 2013;145(2):403-15.
 28. 신국현, 이은방, 김재현, 정명숙, 조성익. 분말녹용의 약물활성 연구(1). 생약학회지 1989;20(3):180-7.
 29. 심주원, 김남재, 김영수, 김동현. 발효녹용의 항피로 및 간장보호 효과. 생약학회지. 2012;43(1):54-8.
 30. 서현석. 흰 쥐를 이용한 녹용, 녹각 투여에 따른 자양강장 효과와 간장보호 효과에 대한 분석. 경희대학교 학위논문 2014.
 31. 이현주. 사이클로텍스트린과 전분을 이용한 코엔자임 큐텐 복합체의 특성 연구. 한국산업기술대학교 학위논문 2013.
 32. 임자혜. 피부에서 코엔자임Q10의 역할. 여성논총 2006;8:133-47.
 33. 유인상. 코엔자임 Q10을 함유하는 나노에멀전의 제조. 공업화학 2012;23(5):467-73.
 34. 성호경. 목회자들의 웨이트 트레이닝과 코엔자임 Q10섭취가 혈중지질 및 체액성 면역, 피로 회복에 미치는 영향. 가천대학교 학위논문 2012.
 35. 현송자, 김귀백, 김효은. 운동선수의 CoQ투여가 혈중 CoQ농도 및 대사적 반응에 미치는 영향. 운동영양학회지 2002;6(3):307-13.
 36. Isfort RJ, Wang F, Greis KD, Sun Y, Keough TW, Farrar RP, et al. Proteomic analysis of rat soleus muscle undergoing hindlimb suspension-induced atrophy and reweighting hypertrophy. *Proteomics* 2002;2:543-50.
 37. Choe MA. Effect of regular exercise during recovery period following steroid treatment on the atrophied type II muscles induced by steroid in young rats. *Journal of Korean Academy of Nursing* 2002;32:550-9.
 38. 안덕현, 조상현, 이충휘, 강호석, 권혁철, 김선엽. 흰 쥐의 뒷다리 현수 후 집중 체중부하 트레드밀 훈련과 전기자극이 골격근 특성에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지 2002;9(1):17-42.
 39. Matumoto K, Ishihara K, Tanaka K, Inoue K, Fushiki T. An adjustable-current swimming pool for the evaluation of endurance capacity of mice. *J Appl Physiol* 1996;81(4):1843-8.

40. 김유승, 류봉하, 김진성. 元氣生脈散의 추출물별 항산화작용과 쥐의 운동피로 회복효과. 대한한방내과학회지 2009;30(1):94-106.
41. 황재호, 이진무, 이창훈, 조정훈, 장준복, 김용석, 이경섭. 생쥐의 근피로 및 혈액성분에 대한 단기 인삼투여의 효과에 관한 연구. 대한한방부인과학회지 2007;20(2):97-106.
42. 김상록, 이진무, 이창훈, 조정훈, 장준복, 이경섭. 단기 파극 투여가 생쥐의 근피로 및 혈액 성분에 미치는 영향. 대한한방부인과학회지 2007;20(2):155-63.
43. Gaal D, Hudecz F. Low toxicity and high antitumour activity of daunomycin by conjugation to an immunopotential amphoteric branched polypeptide. *Eur J Cancer* 1998;34(1):155-61.
44. Pal S, Mukherjea K, Bhattacharya R, Maity P. Pr-ATP as an antineoplastic agent in an experimental mice model system. *J Exp Clin Cancer Res* 1997;16(3):255-60.
45. 최원일. 맥문동이 흰 쥐 운동수행능력에 미치는 효과. 대구가톨릭대학교 학위논문 2002.
46. Choi JY, Woo TS, Yoon SY, Ike Campomayor Dela P, Choi YJ, Ahn HS, et al. Red ginseng supplementation more effectively alleviates psychological than physical fatigue. *J Ginseng Res* 2011;35(3):331-8.
47. Aboul-Fotouh Sawsan. Coenzyme Q10 displays antidepressant-like activity with reduction of hippocampal oxidative/nitrosative DNA damage in chronically stressed rats. *Pharmacology, biochemistry, and behavior* 2012;104:105-12.
48. Lodhi GM, Latif R, Hussain MM, Naveed AK, Aslarm M. Effect of ascorbic acid and alpha tocopherol supplementation on acute restraint stress induced changes in testosterone, corticosterone and nor epinephrine levels in male Sprague Dawley rats. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2014;26(1):7-11.
49. Marissal-Arvy N, Hamiani R, Richard E, Moisan MP, Pallet V. Vitamin A regulates hypothalamic-pituitary-adrenal axis status in LOU/C rats. *J Endocrinol* 2013;219(1):21-7.