

生脈散加五加皮가 抗疲勞에 미치는 影響

-生脈散과 生脈散加五加皮의 比較 研究-

채기현 · 임형호

경원대학교 한의과대학 한방재활의학과학교실

Effects of Saengmaeksan-with-Ogapy on the Recovery of Fatigue Induced by Post-swimming Exercise

Ki-Heon Chae, O.M.D., Hyung-Ho Lim, O.M.D., Ph.D.

Dept. of Oriental Rehabilitation Med., College of Oriental Med., Kyungwon Univ.

Objectives : To investigate the effects of Saengmaeksan-with-Ogapy on the recovery of fatigue induced by post-swimming exercise.

Methods : The lactic acid, creatine phosphokinase(CPK), lactate dehydrogenase(LDH) and glucose were measured in blood.

Results : The result were as follows:

1. The lactic acid levels in Saengmaeksan and Saengmaeksan-with-Ogapy group were immediately decreased at 30 minutes after exercise and statistically showed the significance different from the control group ($P<0.005$).
2. The CPK activities in Saengmaeksan and Saengmaeksan-with-Ogapy group were immediately decreased after exercise and statistically showed the significant difference compared with the control group ($P<0.05$).
3. The LDH activities in Saengmaeksan and Saengmaeksan-with-Ogapy group did not show the significant difference compared with the control group.
4. The glucose levels in Saengmaeksan and Saengmaeksan-with-Ogapy group did not statistically show the significant difference compared with the control group.

Conclusions : So it could be concluded that Saengmaeksan and Saengmaeksan-with-Ogapy can recover the fatigue of after exercise.

Key Words : Saengmaeksan, Saengmaeksan-with-Ogapy, Lactic acid, CPK, LDH, Glucose, Ogapy, Shengmaisanjawujiapi, Acanthopanax gracilistylus.

I. 緒 論

疲勞는 신체운동 및 精神的 요인 등으로 나타나는 생리현상으로, 그중 運動이 과하여 發生하는 筋肉疲勞는 공통적으로 작업량 및 질의 低下, 신체 각 기능의 감퇴, 신체적으로 느끼는 自覺症狀으로 표현된다. 특히 골격근의 운동으로 기인되는 筋肉

의 疲勞란 계속되는 수축으로 인해 나중에 뜻대로 수축이 되지 않는 現象을 말하며, 이때 筋肉에는 不快感과 疼痛이 생기게 되는데 그 原因은 lactic acid의 생성에 의해 일어나는 pH의 減少, 에너지원의 소모 등을 들 수 있다¹⁾.

韓醫學에서 疲勞에 관하여서는 《素問·宣明五氣論》에서는 五勞를 “五勞所傷 久視傷血 久臥傷氣 久坐傷肉 久立傷骨 久行傷筋”이라 하여, 오랜 活動

■ 교신저자 : 채기현, 인천시 중구 항동7가 58-3 라이프상가 1동 2층 103호 한국한의원
Tel : 032-888-4118 Fax: 032-886-8123 E-mail: heona7@freechal.com

이 筋肉의 疲勞와 연관됨을 설명하였는데, 《素問·六節臟象論》에서는 “肝者 罷極之本 魂之居也”라고 하여, 肝이 疲勞를 조절하며 全身 運動기능의 根本임을 설명하였으며, 《素問·五臟生成篇》의 “肝之合筋也…脾之合肉也 其榮脣也 其主肝也”와 《靈樞·本神篇》에서는 “脾氣虛則四肢不用”이라 하여 脾가 筋肉의 運動과 밀접한 關聯이 있음을 설명하였고, 《素問·舉痛論》에는 “勞則氣耗”라 하여 努力過度하면 脾氣를 損傷하여 氣少力衰, 四肢困倦, 身疲懶言 等の 症狀이 出現함을 강조하였다²⁾. 따라서 筋과 肉은 臟腑學的으로 肝과 脾와 關聯이 있음을 알 수 있다.

筋肉疲勞의 回復에 關聯된 研究를 살펴보면, 人蔘³⁻⁸⁾, 가시오갈피^{4,9-11)}, 補中益氣湯¹²⁻¹⁵⁾, 四君子湯¹⁶⁾, 四物湯¹⁶⁻¹⁸⁾, 生脈散¹⁹⁻²³⁾ 등이 運動후 疲勞恢復에 유의한 效果가 있다고 보고되었다.

筋肉疲勞에 대한 生脈散과 五加皮에 대한 개별적인 보고는 있었으나 生脈散에 強筋骨하고 祛風濕하는 效能이 있는 五加皮를 가한 生脈散加五加皮에 대한 연구는 보고된 것이 없었다.

이에 연구자는 生脈散加五加皮의 抗疲勞에 대한 效能을 糾明하기 위하여 生脈散과 生脈散加五加皮煎湯 濃縮液을 白鼠에 經口投與한 후 水泳負荷試驗을 통해서 疲勞현상과 關聯된 要素인 血液 中 lactic acid, creatine phosphokinase, lactate dehydrogenase, glucose 含量에 대하여 관찰하여 有意性 있는 結果를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험

1. 재 료

1) 동 물

동물은 썸다코서 수컷 흰쥐(Sprague - Dawley)

를 사용하였고, environment controlled rearing system(DJ 1617, 한국; 온도 22±2°C, 습도 53±3% 및 밤낮을 12시간씩 조절)에서 물과 사료(삼양사, 한국)를 충분히 공급하면서 2주간 실험실에 적응시킨 다음 체중이 200±10g인 개체만을 선정하여 사용하였다.

2) 약 제

실험에 사용한 재료는 경원대학교 부속 서울 한방병원 약제실에서 제공받아 사용하였으며, 그 처방은 《內外傷辨惑論》²⁴⁾에 수록되어 있는 生脈散(이하 Sample A)과 生脈散에 五加皮 8g을 가한 生脈散加五加皮(이하 Sample B)로, 각각의 구성 약제와 1첩 분량은 아래와 같다. 단 1錢은 4.0g으로 환산하였다(Table I, II).

Table I. Contents of Saengmaeksan

韓藥名	生藥名	學名	用量(g)
人蔘	Ginseng Radix	<i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer	4g
五味子	Schizandrae Fructus	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz) Baill	4g
麥門冬	Liliopus Tuber	<i>Ophiopogon japonicus</i> Ker-gawl	8g
總 量(Total Amount)			16g

Table II. Contents of Saengmaeksan-with-Ogapy

韓藥名	生藥名	學名	用量(g)
人蔘	Ginseng Radix	<i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer	4g
五味子	Schizandrae Fructus	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz) Baill	4g
麥門冬	Liliopus Tuber	<i>Ophiopogon japonicus</i> Ker-gawl	8g
五加皮	Acanthopancis Cortex	<i>Acanthopanax gracilistylus</i> W. W Smith	8g
總 量(Total Amount)			24g

2. 방법

1) 검액의 조제

生脈散과 生脈散加五加皮 각각 10첩 분량을 5,000ml round flask에 넣고 증류수 3,000ml를 넣은 후 약 4시간 煎湯하여 여과한 액을 rotary evaporator로 감압 농축한 다음 원판에 부어 deep freezer에 넣고 12시간 동결시켰다. 동결된 원판을 동결건조기(Model 104, ALPHA, W. German)에 넣고 36시간 동결 건조하여 生脈散 86g과 生脈散加五加皮 138g의 추출물을 얻었다.

2) 검액 투여

흰쥐 6마리씩을 각각 正常群(Normal), 對照群(Control) 및 實驗群으로 분류하였다. 實驗群에서 生脈散추출물을 운동부하 1시간 전에 흰쥐 200g당 생리식염수 1cc에 24mg을 먹인 生脈散群(Sample A)과 生脈散加五加皮을 운동부하 1시간 전에 흰쥐 200g당 1cc에 39mg을 먹인 生脈散加五加皮群(Sample B)로 나누었다. 對照群에는 생리식염수 1cc를 투여하였다.

3) 운동부하

약물투여 1시간 후에 23℃의 물을 50cm 채운 원형 플라스틱통(직경 50cm, 깊이 65cm)에 각 군의 흰쥐 꼬리에 8.4g의 추를 고무줄로 묶어 빠뜨려 8분간 游泳시켰다.

4) 희생 및 혈액 채혈

운동부하 직후와 30분간 휴식한 후에 각각 흰쥐를 에테르로 마취하고 복부를 절개한 다음 복대동맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 血液 중 lactic

acid를 측정하기 위한 血液을 EDTA를 함유한 시험관에 옮겼고, 其他 항목을 측정하기 위한 혈액은 일반 gel 시험관에 각각 옮겼다. Gel 시험관에 든 혈액은 3500rpm에서 15분간 원심 분리하여 血清을 분리하였다.

5) 생화학적 측정

(1) 血漿中 lactic acid 含量的 측정

Lactic acid 含量 측정은 lactate dehydrogenase에 의한 lactic acid 효소 측정법²⁵⁾을 이용한 diagnostic lactic acid kit(sigma Co.)를 사용하여 측정하였다.

(2) 血清中 creatine phosphokinase(CPK) 活性化도 측정

CPK 酵素 活性化도는 Oliver IT의 CPK 活性化도 측정법²⁶⁾으로 측정하였다.

(3) 血清中 lactate dehydrogenase(LDH) 活性化도 측정

LDH 活性化도 측정²⁷⁾은 lactate dehydrogenase assay kit(Sigma Co.)을 이용하여 측정하였다.

(4) 血清中 glucose 含量 측정

Glucose 含量은 hexokinase와 glucose-6-phosphate dehydrogenase의 두 효소를 coupling시켜 glucose의 양을 NADH로 환원시켜 측정하였다²⁸⁾.

6) 통계처리

성적은 Student's t-test를 이용해 검정한 P값이 0.05미만일 때 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

Ⅲ. 실험성적

1. 血漿中 lactic acid 含量에 미치는 影響

흰쥐를 유영시켜 筋肉疲勞를 유발시킨 병태 모델群에서 검액이 血漿中 lactic acid의 含量에 미치는 效果는 다음과 같다. 運動負荷 後 0분의 lactic acid level은 正常群이 25.6±2.7mg/dl였고, 검액을 투여하지 않은 對照群은 62.4±3.5 mg/dl였고, 生脈散群은 59.8±4.4mg/dl였고, 生脈散加五加皮群은 62.0±2.4 mg/dl였다.

運動負荷 後 30분의 lactic acid 含量은 正常群이 25.6±2.7mg/dl였고, 對照群은 11.1±0.8 mg/dl였고, 生脈散群은 13.1±1.1mg/dl였으며, 生脈散加五加皮群은 17.3±1.7mg/dl였다.

生脈散加五加皮群은 對照群과 비교해 볼 때 運動負荷 後 30분에서 有意性 있는 增加를 보였다 (Table III, Fig. 1).

Table III. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan-with-Ogapy* on Plasma Lactic Acid Level in the Post-Swimming Rats

Group	Rest time after exercise(mins.)	
	0	30
Normal(n=6)	25.6±2.7	25.6±2.7
Control(n=6)	62.4±3.5	11.1±0.8
Sample A(n=6)	59.8±4.4	13.1±1.1
Sample B(n=6)	62.0±2.4	17.3±1.7

(mg/dl)

Values are Mean±standard error

Normal : Non-exercise Group

Control : Exercise and administration with saline Group

Sample A : Exercise and administration with *Saengmaeksan* Group

Sample B : Exercise and administration with *Saengmaeksan-with-Ogapy* Group

* : Statistical signification as compared with control data (P<0.005)

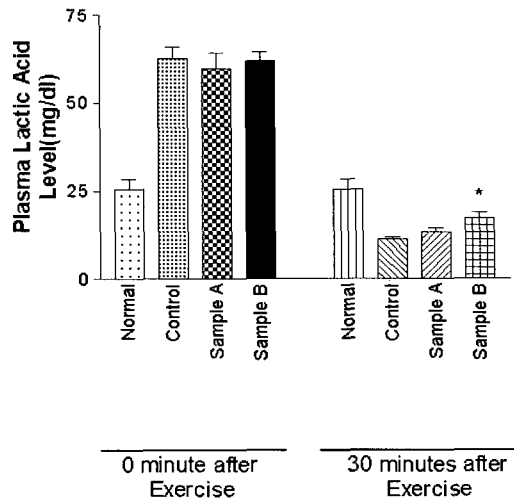


Fig. 1. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan-with-Ogapy* on Plasma lactic acid level in the Post-Swimming Rats

Normal : Non-exercise Group(n=6)

Control : Exercise and administration with saline Group (n=6)

Sample A : Exercise and administration with *Saengmaeksan* Group(n=6)

Sample B : Exercise and administration with *Saengmaeksan-with-Ogapy* Group(n=6)

* : Statistical signification as compared with control data (P<0.005)

2. 血清中 creatine phosphokinase(CPK) 活性도에 미치는 影響

흰쥐를 유영시켜 筋肉疲勞를 유발시킨 병태 모델群에서 검액이 血清中 CPK의 活性도에 미치는 效果는 다음과 같다. 運動負荷 後 0분의 CPK 活性도는 正常群이 326.0±45.5mg/dl, 對照群은 773.2±52.1 mg/dl였고, 生脈散群은 460.7±52.4mg/dl였고, 生脈散加五加皮群은 574.7±57.1mg/dl였다.

運動負荷 後 30분의 CPK 活性도는 正常群이 326.0±45.5mg/dl, 對照群은 898.5±80.1mg/dl였고, 生

Normal : Non-exercise Group(n=6)
 Control : Exercise and administration with saline Group
 (n=6)
 Sample A : Exercise and administration with
 Saengmaeksan Group(n=6)
 Sample B : Exercise and administration with
 Saengmaeksan-with-Ogapy Group(n=6)

IV. 考察

사람은 삶을 營衛하기 위하여 身體的, 精神的으로 活動을 하는데, 이 활동이 個體의 限界를 넘게 되면 일의 能率이 떨어지면서 疲勞를 느끼게 된다. 疲勞는 發熱 또는 호흡곤란과 같은 형태로 나타날 수도 있다²⁹⁾.

疲勞의 原因에는 크게 일상생활에 따른 것과 정신과적, 기질적 질환 등으로 인한 것으로 나누어 볼 수 있으며 學說로는 젖산 등의 疲勞물질 축적과 체내 glycogen 소모에 관련된 운동력원 소모설, pH, 수분, 혈압 등의 체내 물리화학적 변조설, 중추신경 지배설, 내분비설, 정신적 스트레스가 원인이 된다는 심리적 원인설 등이 일반적으로 알려져 있다³⁾.

筋疲勞는 주어진 運動負荷에 대한 적절한 기능 발휘의 어려움 및 最大隨意的 收縮能力의 喪失이라 할 수 있으며, 筋疲勞의 原因으로는 肝이나 筋肉中の 글리코겐이 減少하는 것과 같은 에너지원이 되는 물질의 공급부족이나, 혈액중의 산소부족으로 인하여 筋肉 속에 酸素不足이 일어나 대사산물인 젖산 등의 老廢物 蓄積을 가져오는 것 등이며 그 결과 자극에 대한 근육의 收縮速度의 減少와 弛緩時間의 延長 등이 나타나기도 한다³⁰⁾.

현대적 疲勞의 범주에 속하는 韓醫學的인 병증은 氣虛, 勞倦, 虛勞가 있는데, 기본적으로 《素問·通評虛實論》의 “邪氣盛則實 精氣脫則虛”라는 精氣虛의 개념에서 비롯된다²⁾. 疲勞에 대해 諸家들의 醫書에서 疲勞라는 단어가 직접적으로 제시되어 있지는 않지만 虛勞, 虛損, 勞倦, 五

勞, 傷筋, 氣虛, 少氣, 精虛 등과 같은 개념에서 찾아볼 수 있다³¹⁻³³⁾. 《素問·宣明五氣論》에 “五勞所傷, 久視傷血, 久臥傷氣, 久坐傷骨, 久行傷筋”이라 하여 運動으로 인한 筋肉의 疲勞에 대해 언급하였고, 運動으로 인한 筋肉疲勞의 現象을 疲乏, 解休, 怠墮, 怠惰, 體惰 등으로 표현하였다^{3,29,31)}.

최근 韓醫學에서 運動選手의 운동능력을 향상시키기 위해서나 일반인의 慢性疲勞에 대한 관심이 높아져 抗疲勞에 대한 一連의 연구가 이루어져 왔다. 특히 최근에는 스포츠과학분야에서도 많은 관심을 가지고 연구가 이루어지고 있다.

單一藥物에 관한 실험으로, 成 등³⁾은 人蔘이 基礎代謝量을 증가시켜 疲勞恢復을 촉진하며, 洪 등⁵⁾, 柳 등⁶⁾은 人蔘이 조직기내의 好氣性 LDH의 活性化를 減少시키고, lactic acid의 生成을 抑制시키면서, pyruvate로부터의 glucogen再合成 또는 Krebs's cycle로의 移動을 돕는다고 보고하였으며, 盧⁷⁾는 人蔘의 급속다량 투여는 lactic acid의 hydration에 관련되는 대사성 완충작용이 있어 抗疲勞 및 疲勞恢復 促進效果가 있다는 것을 발표하였다. 또 정 등⁸⁾은 人蔘과 가시오갈피(五加皮)가 젖산내성을 증가시킬 뿐만 아니라 恢復率을 증가시킨다고 보고하였다.

처방약물에 관한 최근의 실험적 연구는 補氣, 補血, 補氣血劑 위주로 이루어졌는데, 裴¹⁷⁾은 四物湯이, 白 등¹²⁾은 補中益氣湯이, 金¹⁹⁾은 生脈散加五加皮이, 朴¹⁸⁾은 四物湯 및 四物湯合加味不換金正氣散이 疲勞恢復에 유효함을 보고하였고, 金¹³⁾은 運動負荷 後의 疲勞恢復에 미치는 四象處方인 補中益氣湯과 六味地黃湯의 效果를 비교하면서 격심한 운동후의 疲勞恢復과정에서는 精血의 보충보다 氣의 活性化가 先行되고 있다고 보고하였고, 李²⁰⁾는 人蔘은 에너지 동원이 우수하며 生脈散은 운동지속시간의 연장, 심박수의

低下에 효과가 있고, 生脈散과 전해질 혼합 용액은 血壓과 血漿滲透物質의 上昇을 抑制하고 體重增量에 影響을 미친다 하였으며, 李¹⁶⁾는 四君子湯, 四物湯, 八物湯이 筋肉疲勞의 恢復과정중 補氣, 補血 및 補氣血劑의 투여는 有意性이 있으며, 정도의 차이는 있지만 氣의 活性化가 先行된 補血劑의 應用을 지적하였고, 吳¹⁴⁾, 韓¹⁵⁾은 雙和湯, 八物湯, 六味地黃湯 및 補中益氣湯의 비교실험을 통하여 筋肉疲勞恢復에는 陰血의 보충보다 氣의 活性化가 先行된 補陰血劑의 장기투여가 效果의인 것으로 보고하였다.

격심한 運動수행시에 發生하는 發汗, 脫水, 赤尿, 口渴 및 glucose 등 에너지원의 고갈, lactic acid의 축적, 전해질의 불균형으로 인하여 發生하는 疲勞의 症狀은 韓醫學에서 말하는 暑熱로 인한 氣津兩虛의 症狀에 屬한다고 볼 수 있다.

氣라고 하는 것은 생체의 일체 생명活動을 유지하는 작용을 하는 것³⁴⁾ 혹은 臟腑조직에 대하여 溫煦, 推動作用을 하는 것인데⁴⁾ 이러한 氣의 不足을 氣虛라고 한다. 金³⁵⁾은 “氣虛는 自汗 胃虛下陷하여 作痛不消 困倦無力한 것이다.”라고 하였고, 尹³⁶⁾은 “氣虛는 元氣沈衰의 병증으로 呼吸氣少, 動作喘乏, 面白, ... 目無精光, 懶言, 心煩, 四肢困熱, 動作無力, 短氣自汗... 등의 數多한 症狀을 일으키는 것이니 本虛에 屬한다.”라고 하였다.

生脈散은 元代 李의 《東垣十種醫書·內外傷辨惑論》²⁴⁾에 最初로 收錄된 處方으로 暑熱로 인해 元氣와 津液이 損傷되어 나타나는 倦怠, 短氣, 口渴, 汗出 등에 瀉熱生津함을 목표로 하였으며 生脈의 脈을 元氣라 하였다.

龔³⁷⁾은 滋生精氣, 培養眞元, 清心潤肺한다고 하였고, 李³⁸⁾는 生津止渴하며 氣力을 湧出시켜 補五臟한다 하였으며, 汪³⁹⁾은 熱傷元氣하여 오는 諸症에 益氣하며 祛暑한다 하였다. 生脈散은 運動時 단

순한 水分攝取 이외에 運動에너지원의 補充과 신체의 生理均衡을 調節하므로 清熱·補氣·生津하는 작용이 있다.

方劑의 구성약물은 人蔘, 麥門冬, 五味子로 構成되어 있으며, 人蔘은 補肺益氣하여 生津하므로 君藥으로 하고, 麥門冬은 養陰清肺하여 生津하고, 五味子は 斂肺止汗하여 生津을 하므로 臣藥으로 하였다⁴⁰⁻⁴²⁾. 人蔘은 性味が 甘, 微苦, 溫, 無毒하고 脾肺經에 入하여 大補元氣하고 補脾益氣하며 生津寧神益智의 效能이 있으며⁴³⁻⁴⁴⁾, 신경계의 흥분, 하수체-부신피질계의 흥분, 강심, 고지혈증 방지 등의 藥理作用이 있다⁴⁵⁻⁴⁶⁾. 麥門冬은 性味が 甘, 微苦, 寒, 無毒하고 心肺胃經에 入하여 滋陰清熱, 潤肺生津, 強心利尿의 效能이 있으며⁴³⁻⁴⁴⁾, 다량의 포도당과 점액질로 強心, 血壓上昇 및 酸素缺乏症에 대한 抵抗力을 增加시키는 藥理作用이 있다⁴⁵⁻⁴⁶⁾. 五味子は 性味が 酸, 溫, 無毒하고 肺腎經에 入하여 斂肺滋腎, 生津斂汗, 澀精止瀉의 效能이 있으며⁴³⁻⁴⁴⁾, 중추신경계의 흥분, 血壓降下, 強心 등의 藥理作用이 있다⁴⁵⁻⁴⁶⁾. 生脈散은 強심작용 및 shock성 급성심근경색, 부정맥 등에 응용^{41,47)}되고 있다.

生脈散의 運動疲勞 恢復에 대한 기존의 연구로는 張¹⁹⁾은 生脈散이 흰쥐의 운동 疲勞恢復에 대해 유의한 效果가 있다고 보고하였고, 金¹⁹⁾은 生脈散加黃芪桂皮가 運動疲勞 恢復에 效果가 있음을 보고하였고, 李²⁰⁾는 白鼠에서 運動지속시간의 연장, 심박수의 低下, 血清中 Ca⁺⁺ 增加, Na⁺ 減少, K⁺ 減少, glucose 增加에 效果가 있어 스포츠 음료로의 개발 가능성을 보고하였으며, 吳²²⁾는 흰쥐에 長·短期 投與後 游泳試驗 및 회전봉법에 의한 疲勞 效果를 측정한 결과 강력한 疲勞恢復作用이 있다고 보고하였으며, 金 등⁴⁸⁾은 운동력 향상과 疲勞恢復의 效能을 나타내는 것으로 보고하였고, 張 등²³⁾은 生脈散이 운동지속시간의 연장 및 血漿 滲透質 濃度의 상승을 억

脈散群은 742.0±54.3mg/dℓ였고, 生脈散加五加皮群은 722.2±80.0mg/dℓ였다.

生脈散群과 生脈散加五加皮群은 對照群과 비교하여 불 때 運動負荷 後 0분에서 有意性 있는 增加를 보였다(Table IV, Fig. 2).

Table IV. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan-with-Ogapy* on Serum CPK Activity in the Post-Swimming Rats

Group	Rest time after exercise(mins.)	
	0	30
Normal(n=6)	326.0±45.5	326.0±45.5
Control(n=6)	773.2±52.1	898.5±80.1
Sample A(n=6)	460.7±52.4*	742.0±54.3
Sample B(n=6)	574.7±57.1*	722.2±80.0

Values are Mean±standard error(mg/dℓ)

Normal : Non-exercise Group

Control : Exercise and administration with saline Group

Sample A : Exercise and administration with *Saengmaeksan* Group

Sample B : Exercise and administration with *Saengmaeksan-with-Ogapy* Group

* : Statistical signification as compared with control data (P<0.05)

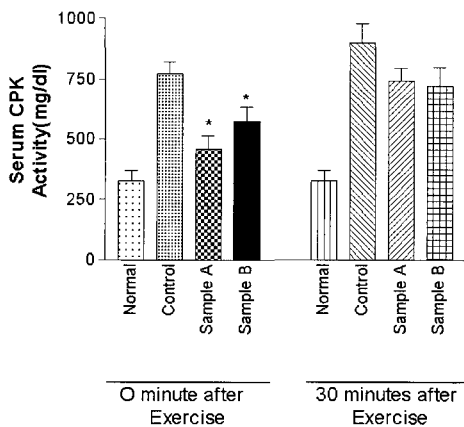


Fig. 2. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan-with-Ogapy* on Serum CPK Activity in the Post-Swimming Rats

Normal : Non-exercise Group(n=6)

Control : Exercise and administration with saline Group (n=6)

Sample A : Exercise and administration with *Saengmaeksan* Group(n=6)

Sample B : Exercise and administration with *Saengmaeksan-with-Ogapy* Group(n=6)

* : Statistical signification as compared with control data(n=6) (P<0.05)

3. 血清中 lactate dehydrogenase 活性도에 미치는 影響

흰쥐를 育영시켜 筋肉疲勞를 유발시킨 병태 모델群에서 검역이 血清中 LDH의 活性도에 미치는 效果는 다음과 같다. 運動부하後 0분의 LDH 活性도는 正常群이 1927±122.6mg/dℓ였고, 對照群은 1467±194.5mg/dℓ였으며, 生脈散群은 1448±252.6mg/dℓ였고, 生脈散加五加皮群은 1765±287.0mg/dℓ였다.

運動負荷 後 30분의 LDH 活性도는 正常群이 1927±122.6mg/dℓ였고, 對照群은 1544±256.1mg/dℓ였으며, 生脈散群은 1879±240.2mg/dℓ였고, 生脈散加五加皮群은 1746±248.5mg/dℓ였다.

生脈散群과 生脈散加五加皮群은 對照群과 비교하여 불 때 有意性 있는 變化는 없었다(Table V, Fig. 3).

Table V. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan-with-Ogapy* on Serum LDH Activity in the Post-Swimming Rats

Group	Rest time after exercise(mins.)	
	0	30
Normal(n=6)	1927±122.6	1927±122.6
Control(n=6)	1467±194.5	1544±256.1
Sample A(n=6)	1448±252.6	1879±240.2
Sample B(n=6)	1765±287.0	1746±248.5

Values are Mean±standard error(mg/dℓ)

Normal : Non-exercise Group

Control : Exercise and administration with saline Group

Sample A : Exercise and administration with *Saengmaeksan* Group
 Sample B : Exercise and administration with *Saengmaeksan*-with-Ogapy Group

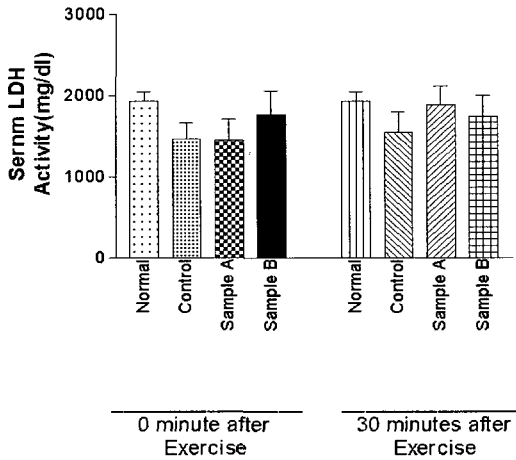


Fig. 3. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan*-with-Ogapy on Serum LDH Activity in the Post-Swimming Rats

Normal : Non-exercise Group(n=6)
 Control : Exercise and administration with saline Group (n=6)
 Sample A : Exercise and administration with *Saengmaeksan* Group(n=6)
 Sample B : Exercise and administration with *Saengmaeksan*-with-Ogapy Group(n=6)

4. 血清中 glucose 含量에 미치는 影響

흰쥐를 유영시켜 筋肉疲勞를 유발시킨 병태 모델群에서 검역이 血清中 Glucose 含量에 미치는 效果는 다음과 같다.

運動負荷 後 0분의 glucose는 正常群이 169.7±2.5mg/dl였고, 對照群은 197.3±5.6mg/dl였으며, 生脈散群은 202.9±3.7mg/dl였고, 生脈散加五加皮群은 203.3±3.8mg/dl였다.

運動負荷 後 30분의 glucose 含量은 正常群이

169.7±2.5mg/dl였고, 對照群은 167.8±5.9mg/dl였으며, 生脈散群은 169.0±2.2mg/dl였고, 生脈散加五加皮群은 171.3±4.5mg/dl였다.

生脈散群과 生脈散加五加皮群은 對照群과 비교하여 볼 때 有意性 있는 變化는 없었다(Table VI, Fig. 4).

Table VI. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan*-with-Ogapy on Serum Glucose Level in the Post-Swimming Rats

Group	Rest time after exercise(mins.)	
	0	30
Normal(n=6)	169.7±2.5	169.7±2.5
Control(n=6)	197.3±5.6	167.8±5.9
Sample A(n=6)	202.9±3.7	169.0±2.2
Sample B(n=6)	203.3±3.8	171.3±4.5

Values are : Mean±standard error(mg/dl)

Normal : Non-exercise Group

Control : Exercise and administration with saline Group

Sample A : Exercise and administration with *Saengmaeksan* Group

Sample B : Exercise and administration with *Saengmaeksan*-with-Ogapy Group

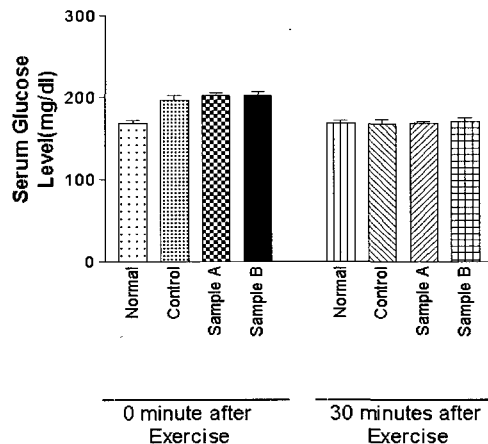


Fig. 4. Effects of *Saengmaeksan* and *Saengmaeksan*-with-Ogapy on Serum Glucose level in the Post-Swimming Rats

제하는 효과가 있고 血清中 Na^+ 를 안정적으로 감소시켜 暑病豫防에 效果를 미친다고 보고하고 있다.

五加皮는 五加科에 속한 낙엽관목인 오갈피 *Acanthopanax sessiliflorus*(Rupr. et Max.) Seem. 와 동속 근엽식물의 根皮를 건조한 것으로, 《神農本草經》⁴⁹⁻⁵⁰⁾에서부터 기재되어 祛風濕藥⁵¹⁾으로 분류되어 사용되어온 약재이다. 五加皮의 性味는 溫, 無毒, 辛苦하고, 歸經은 肝經과 腎經이며, 祛風濕, 補肝腎, 強筋骨의 效能을 가지고 風濕痺痛, 四肢拘攣, 腰膝軟弱, 小兒行遲, 水腫, 脚氣 등을 치료하는 藥⁵²⁻⁵³⁾으로, 外로는 散風除濕하고 通絡止痛시키며, 內로는 肝腎을 溫補하여 強筋健骨시키는 效能이 있어서 風濕이 제거되면 痺痛이 自止하고, 肝腎의 弱壯케 되면 筋骨이 自強하게되어 風濕이 祛하게 되므로 痺痛과 筋骨痿弱을 治療하는 要藥⁵¹⁾이라고 하였다.

五加皮에 대한 기존의 연구로는 盧⁵⁴⁾는 중부 오갈피나무의 수피에서 抗疲勞效果, 壽命延長, 抗스트레스의 效果가 있는 Lignanglycoside라는 물질이 있음을 보고하였고, Phillipson과 Anderson⁹⁾은 가시오갈피가 운동능력 향상에 크게 效能이 있음을 밝혔고, 윤 등¹⁰⁾은 가시오갈피의 운동능력 증강效果를 밝히기 위한 실험에서 가시오갈피를 복용한 實驗群이 복용하지 않은 對照群에 비하여 매우 높게 통계적으로 意義있는 수준에서 향상되었다고 했으며, 가시오갈피의 研究는 동구권 국가들, 일부 서유럽 국가 등 많은 선진국에서 운동선수의 競起力 向上을 위하여 활발히 연구·보고되고 있다¹¹⁾.

筋肉疲勞의 恢復을 위해서는 陰血의 補充보다 氣의 活性化가 先行되어야 한다고 보고하는 바¹³⁻¹⁶⁾, 元氣인 脈을 生하는 生脈散과 五加皮에 관한 諸家의 學說과 근래의 연구보고를 통하여 生脈散에 五加皮를 加味한 生脈散加五加皮가 生脈散의

清熱 補氣 生津液하는 작용과 五加皮의 祛風濕 補肝腎 強筋骨하는 작용으로 인해 運動으로 惹起된 疲勞의 恢復에 유의한 效能을 가질 것으로 착안하여 본 실험을 실시하였다.

본 실험에서는 흰쥐에 生脈散加五加皮 전탕액을 經口投與한 다음 한 시간 후에 強制水泳運動負荷를 주어 筋肉疲勞를 유발시키고, 運動負荷 後 0분과 運動負荷 後 30분에 疲勞물질로 알려진 血液中 lactic acid 含量, creatine phosphokinase(CPK) 活性度, lactate dehydrogenase(LDH) 活性度, glucose 含量을 측정할 실험을 시행하여 生脈散加五加皮의 抗疲勞 效果에 관한 效果를 연구하였다.

한의학에서는 筋肉疲勞가 肝과 밀접한 연관을 가지고 있다고 하였으니 《素問·五臟生成論》서는 “肝之合筋也”라고 하였으며, 《素問·經脈別論》에 “食氣入胃 散精于肝 淫氣于筋”이라 하였고, 《素問·陰陽應象大論》에 “肝生筋”이라 하였고, 《素問·六節藏象論》에서 “肝者罷極之本”이라 한 기록이 있는 바, “罷”는 “疲”자와 같은 것으로 疲勞의 의미라고 볼 수 있다고 하였으므로³²⁾, 筋은 肝과 밀접한 관계를 가지고 있으므로 筋의 活動을 정상적으로 유지하기 위해서는 肝血이 充足하게 滋養되어야하며 만약 肝血이 充足치 못할 경우 疲勞를 유발한다는 것으로 파악하고 있다.

근육운동의 대부분은 골격근에서 이루어지는데, 골격근 전체의 대사는 휴식중인 사람의 경우에는 총 대사량의 50% 이상을, 매우 활발하게 근육운동을 할 때는 90% 이상을 차지하며, 근육운동에 대한 능력은 근에 포함되어 있는 ATP(adenosine triphosphate), CP(creatinie-phosphate), glycogen 등의 원활성과 합리성에 좌우되며, lactic acid 등의 대사물질이 恢復되는 정도와 연관이 있다⁵⁵⁾.

근육은 酸素를 이용하여 糖分解작용을 하기 때문에 산소가 충분한 상태에서는 유산소성 糖分解

작용이 일어나며, 運動이 격렬하여 산소가 부족한 상태에서는 무산소성 糖分解작용이 일어나는데 이때는 조직과 혈액중에 pyruvate가 과량으로 존재하게되며 산소공급의 부족으로 pyruvate가 lactate dehydrogenase(LDH)에 의하여 lactic acid로 환원하게 된다⁵⁶⁾. Lactic acid는 주로 골격근, 적혈구, 뇌, 피부, 장관에 존재하며⁵⁷⁾, 血中 lactic acid의 농도는 운동, 식사로 증가하는 것으로 알려져 있으며, 손을 쥐는 동작에서도 손의 근육에서 lactic acid가 방출되어 혈중 농도를 증가시킨다. 체내에 젖산이 증가되면 근육섬유의 산성화를 초래하여 glycogen의 추가적인 분해를 방해하고, 근섬유의 칼슘 結合 능력을 減少시켜서 근육수축을 방해한다⁵⁸⁾. 이와 같이 혈액내 젖산의 축적은 근운동의 무산소적 대사의 표시이며 疲勞의 화학적 原因으로 평가되는 중요한 지표가 되므로 혈액내 젖산농도로써 무산소성 糖分解작용의 정도를 알 수 있게된다.

Creatine phosphokinase(CPK)는 근육적 에너지원인 ATP를 creatine과 반응시켜 creatine phosphate를 생성하는 반응에 관여하고 있으며, 역반응으로 phosphate를 ADP에 전이시켜 ATP가 생성되도록 하는 데 필요한 효소이다. 血清中 CPK는 특수한 조건하에서 혈중에 분비되어 증가하는 비혈장 특이성 효소로서, 血清中 CPK의 活性度는 근육조직의 세포막 투과성 변화와 세포막의 파괴현상을 일으키는 疾病을 비롯한 특수한 자극시에 혈중농도가 증가하게 된다. 따라서 運動수행 후 발생하는 運動性 疲勞현상과 근육조직을 중심으로 한 조직 손상을 분석하기 위한 지표로서 활용되어 왔으며, 특히 24시간 후의 遲延性 筋肉痛症의 발현시 그 분석지표로 이용되어 왔다⁵⁹⁾.

해당과정에서 생긴 pyruvate는 嫌氣의 조건하에서 mitochondria 내에 존재하는 DNAD (dehydronicotinamide adenine dinucleotide)와 結合한 후 lactate dehydrogenase(LDH)에 의해 재산화

되어 lactic acid와 NAD(nicotinamide adenine dinucleotide)를 형성하고, pyruvate는 젖산이 된다^{56,58)}. 運動에 의한 血清 LDH 活性度는 運動 후 상승하는데, 특히 장거리 달리기와 같은 긴 시간동안 運動이 持續될 때 더하며, 고령자에서 현저하다. 이는 골격근의 부담도 증가하는 것이 시사된다⁵⁸⁾.

근수축의 에너지원으로서 근글리코겐 이외에 혈중 glucose(血糖)가 사용된다. Glucose는 해당과정을 통해서 분해되면서 ATP를 생산하는 에너지원으로, 해당과정에 의해 2mole의 ATP를 얻게 된다. 이 시스템은 높은 강도에서 運動할 때 처음 몇 분 동안 주도적인 역할을 한다. 근육운동에 있어서 에너지원으로는 우선 당질이 이용되며 그 다음으로는 중성지방이 동원되고 단백질은 별로 동원되지 않는다. 그래서 근세포는 내적조건으로 glycogen과 중성지방 그리고 외적 조건으로 포도당과 유리지방산이 이용되고 있다. 운동의 개시와 함께 活動筋에 의한 혈당의 흡수량은 증가하며 그것과 같이 肝臟에서 혈중에 동원되어지는 glucose의 양도 증가한다⁵⁹⁻⁶⁰⁾. 결국 근육운동에 중요한 에너지원인 glycogen은 계속되는 運動時 당원분해과정(glycogenolysis)을 거쳐서 지구력에 필요한 에너지로 이용되는데 이는 근육운동에 의하여 저장되어 있던 glycogen이 분해되어 생성된 glucose가 혈액 중에 공급되는 것을 의미하는데, 장기간 심한 運動을 할 경우 체내의 혈중 glucose 含量은 크게 떨어지고 이의 보충은 lactic acid의 환원에 의해서 일부만 채워질 뿐으로 장기간 運動時 근육 내 glycogen의 저장이나 보충은 중요한 일이다⁶¹⁾.

운동시 glucose의 변화는 에너지 획득을 위한 무산소적 해당과정이 일어나고 있다는 것을 의미하는데 운동중 glucose의 변화양상은 運動強度, 지속시간 및 훈련 정도에 따라 틀리며 사전 음식섭취물의 종류에 따라서도 달라진다⁶²⁻⁶³⁾. Costill⁶⁴⁾의 연구에 의하면 運動時 glucose 이용량은 운동강도

나 형태에 따라 다양하지만 대개 안정시의 5-15배 정도가 되는 것으로 나타났고, Saltin⁽⁶⁵⁾의 결과에 의하면 VO₂max의 90-120% 강도의 운동에서는 안정시보다 25-30배 정도로 이용량이 증가하는 것으로 밝혀졌으며 운동시 glucose 이용량의 증가로 인한 간에서의 glucose 유출량은 안정시보다 2-3배 증가하는 것으로 나타났다^(62-63,66).

이상의 실험에서 血漿中 lactic acid 含量 변화는 運動부하 후 30분에서 正常群이 25.6±2.7mg/dl였으며 對照群은 62.4±3.5mg/dl, 11.1±0.8mg/dl였고, 生脈散加五加皮群은 17.3±1.74mg/dl이었다. 生脈散加五加皮群은 對照群에 비해 減少의 有意性(P<0.005)이 인정되었다.

血清中 CPK 活性度は 運動부하 후 0분에서 正常群이 326.0±45.5mg/dl였고, 對照群은 773.2±52.1mg/dl였으며 生脈散群은 460.7±52.4mg/dl였고, 生脈散加五加皮群은 574.7±57.1mg/dl이었다. 이는 生脈散群과 生脈散加五加皮群이 모두 運動부하 후 0분에서 對照群에 비해 減少의 有意性(P<0.05)이 있었다.

血清中 LDH 活性度は 運動負荷 後 0분과 運動負荷 後 30분에서 對照群, 生脈散群과 生脈散加五加皮群은 모두 正常群에 比하여 減少하였으나 有意性 있는 증감은 없었는데 이는 運動 시간이 짧은 때문인 것으로 보인다.

血清中 glucose 含量은 運動負荷 後 0분과 運動負荷 後 30분에서 각각 有意性 있는 증감은 없었다.

CPK 活性도가 運動負荷 後 0분에서 生脈散群과 生脈散加五加皮群에서는 모두 有意性있게 증가하여 나타났고, lactic acid 含量이 運動負荷 後 30분에 有意性 있게 나타난 것으로 미뤄보아 효소변화가 먼저 나타난 이후에 lactic acid의 변화가 수반된 것으로 볼 수 있다.

이는 生脈散의 淸熱 補氣 生津液 效能에 五加皮

의 補肝腎 祛風濕 작용에 의하여 血液中 lactic acid 및 Creatine phosphokinase 活性度에서 有意性을 나타내어 運動疲勞恢復에 效果가 있었으며 향후 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

V. 結 論

生脈散加五加皮가 抗疲勞에 미치는 影響을 연구하기 위해 흰쥐에 生脈散加五加皮를 經口投與한 다음 한시간 후 游泳에 의한 運動부하를 주어 筋肉疲勞를 유발시키고, 游泳에 의한 각각의 血液中 lactic acid 含量, creatine phosphokinase(CPK) 活性度, lactate dehydrogenase(LDH) 活性度, glucose 含量을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 血漿中 lactic acid 含量은 生脈散加五加皮 投與群은 運動負荷 後 0분에서 減少의 有意性(P<0.005)이 있었다.
2. 血清中 CPK 活性度は 生脈散 投與群은 運動負荷 後 0분에서 減少의 有意性(P<0.05)이 있었으며, 生脈散加五加皮 投與群은 運動負荷 後 0분에서 減少의 有意性(P<0.05)이 있었다.
3. 血清中 LDH 活性度は 生脈散 投與群과 生脈散加五加皮 投與群은 有意性 있는 증감은 없었다.
4. 血清中 glucose 含量은 生脈散 投與群과 生脈散加五加皮 投與群은 運動負荷 後 0분과 運動負荷 後 30분에서 각각 有意性 있는 증감은 없었다.

이상의 결과로 보아 生脈散과 生脈散加五加皮는 強制游泳으로 인한 運動疲勞恢復에 效果가 있으며 특히 lactic acid에 대하여 生脈散加五加皮는 生脈散에 비하여 그 有意性이 인정되었다.

참고문헌

1. 鄭榮泰. 人體生理學. 서울:靑丘文化社. 1997:56.
2. 洪元植 편. 黃帝內經. 서울:東洋醫學研究院出版部. 「素問」 1985: 23,36,39,86,92,107,146. 「靈樞」 1985:69.
3. 성동진. 스포츠영양학. 서울:금광출판사. 1986: 285-301.
4. 安圭錫 외. 中醫生理學. 서울:高文社. 1990:140.
5. 홍성일, 박해근. 人蔘이 흰 생쥐의 운동능력 및 유산생성량에 미치는 影響. 대한생리학회지. 1975;9(1):77.
6. 유철, 박승화, 편경식, 홍승기. 人蔘이 운동부하로 인한 비만세포변동에 미치는 影響. 최신의학. 1981;21(2):71-7.
7. 盧在錦. 人蔘의 급속다량 경구투여가 抗疲勞 및 疲勞恢復에 미치는 影響. 고려대학교대학원. 1988.
8. 정동식 외 5인. 人蔘과 가시오갈피의 투여가 운동능력, 젖산내성 및 恢復率에 미치는 效果. 스포츠과학연구논총. 1988.
9. Phillipson JD., LA Anderson. Ginseng-quality safety and efficacy? Pharmaceutical J. Feb. 1984;11:161-5
10. 윤광로 외. 가시오갈피(五加皮) 投與가 運動能力에 미치는 效果. 스포츠과학연구과제종합보고서. 1986;2(I):161-89.
11. 蔡鴻遠. 運動生理學. 서울:螢雪出版社. 1992:60-6,69,221-222,250-252,273,37-330,397.
12. 白泰鉉, 池鉉喆. 補中益氣湯 투여가 젖산내성 및 恢復率에 미치는 影響에 관한 연구. 韓方再活醫學科學會誌. 1998;8(1):171-86.
13. 金吉萱. 運動負荷 後의 疲勞恢復에 미치는 補中益氣湯 및 六味地黃湯의 效果. 慶熙大學校大學院. 1984.
14. 吳旼錫. 雙和湯·八物湯·六味地黃湯 및 補中益氣湯 煎湯液의 抗疲勞 效果에 대한 比較研究. 大田大學校大學院. 1991.
15. 韓大熙, 李哲浣. 雙和湯, 八物湯, 六味地黃湯 및 補中益氣湯 煎湯液의 運動負荷條件에 따른 筋肉疲勞恢復. 大韓韓醫學會誌. 1991;12(2):185-202.
16. 李哲浣. 四君子湯, 四物湯, 八物湯이 筋肉疲勞恢復에 미치는 실험적 연구. 慶熙大學校大學院 박사학위논문. 1989
17. 裴東珠. 四物湯 投與가 젖산내성 및 恢復率에 미치는 影響에 관한 研究. 尙志大學校大學院. 1999.
18. 朴演鎔. 四物湯 및 四物湯合加味不換金正氣散이 흰 쥐의 運動疲勞 恢復에 미치는 影響. 東義大學校大學院. 1994.
19. 金知勇. 加味生脈散이 흰쥐의 運動疲勞 恢復에 미치는 影響. 東義大學校大學院 석사학위논문. 1998.
20. 李應世. 生脈散이 스포츠飲料로써 運動遂行能力과 血液學的 變化에 미치는 影響. 慶熙大學校大學院 석사학위논문. 1989.
21. 張은진. 生脈散이 흰쥐의 운동 疲勞恢復에 미치는 影響. 東義大學校大學院 석사학위논문. 1997.
22. 吳大成. 複合生藥이 持久力 向上에 미치는 影響. 한국체육학회지. 1988;27(1):193.
23. 張朱翼. 生脈散이 暑病豫防效果에 미치는 實驗的 研究. 慶熙大學校大學院 석사학위논문. 1991.
24. 李東垣. 東垣十種醫書. 서울:大星文化社. 1983: 41, 90-91,339.
25. Schon R. A simple and sensitive enzymatic method for the determination of L(+)-lactic acid. Anal Biochem. 1965;12:413.
26. Oliver IT. A spectrophotometric method for the determination of creatine kinase. J clin Chem Clin Biochem. 1977;15:255.

27. Eric RJ, Morales DR: Clinical use of lactate dehydrogenase. *N Engl J Med.* 1961;265:478.
28. Stein M. W. D-glucose, Determination with Hexokinase and Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase. In *Methods of Enzymatic Analysis.* HU Bergmeyer, Editor, New York : Academic Press. 1963:117.
29. 강세운 외 의과대학 교수편. *오늘의 진단 및 치료.* 서울:한우리. 1999:29.
30. 박현. 근피로의 생화학. *스포츠과학정보.* 1989; 28:51-61.
31. 吳謙. *醫宗金鑑.* 北京:人民衛生出版社. 1982:36-37, 495-506.
32. 오대환 외. 무기력 및 疲勞에 관한 문헌적 고찰. *大韓韓方內科學會誌.* 1990;11(2):91.
33. 鄧鐵壽. *中醫學新編.* 上海:上海科學技術出版社. 1991:662-664.
34. 金完熙 외. *韓醫學原論.* 서울:成輔社. 1982:130.
35. 金永勳. *晴崗醫鑑.* 서울:成輔社. 1984:218.
36. 尹吉榮. *東醫方法論 研究.* 서울:成輔社. 1983: 100.
37. 龔廷賢. *萬病回春.* 臺北:大中國圖書公司. 中華民國 64:89-90.
38. 李梴. *醫學入門.* 서울:한성사. 1984:347-348,493.
39. 王認庵. *醫方集解.* 臺北:文光圖書有限公司. 1977: 121-122.
40. 李尙仁 외 4인. *方劑學.* 서울:高文社. 1990:170
41. 廣州中醫學院. *方劑學.* 北京:人民衛生出版社. 1983:245-246.
42. 동의과학원. *東醫處方大全.* 서울:麗江出版社. 1993: 112.
43. 李時珍. *本草綱目.* 北京:人民衛生出版社. 1995: 699-710,1033-1035,1238-1240.
44. 신길구. *申氏本草學.* 서울:高文社. 1979:1-8, 112-114,183-187.
45. 문관심. 약초의 성분과 리용. 평양:과학백과사 전출판사. 1984:205-208, 420-425,679.
46. 東醫學研究所. *本草學.* 서울:麗江出版社. 1994: 345-346,367,390-391.
47. 中山醫學院中醫方劑選講編寫組. *中醫方劑選講.* 廣東科學技術出版社. 1983:26-30.
48. 김석 외. 生脈散 투여가 흰쥐 근육 glycogen 함량 및 酸素活性에 미치는 影響에 대한 조직학적 연구. *大韓韓醫學會誌.* 1990;11(1):156-164.
49. 이영철, 서영배. 五加皮에 對한 文獻의 考察. *大田大學校 韓醫學研究所 論文集.* 1999;8(1):277-89.
50. 楊鵬舉. *神農本草經校注.* 北京:學苑出版社. 1998: 170-171.
51. 康秉秀 외 10인. *本草學.* 서울:永林社. 1991:283-4.
52. 陶弘景. *名醫別錄.* 北京:人民衛生出版社. 1986:247-8.
53. 國家中醫藥管理局《中華本草》編輯委 編. *中華本草(上冊).* 上海:上海科學技術出版社. 1985:1251-6.
54. 盧煥成. 五加皮의 Lignanglycoside에 관한 연구. *圓光大學校大醫院.* 1977.
55. 이화여자대학교 교양체육 편찬위원회. *움직임과 건강.* 서울:이화여자대학교 출판부. 1985:209.
56. 성동진. *운동생리학.* 서울:형설출판사. 1997:45-66.
57. 姜斗熙. *生理學.* 서울:신광출판사. 1983:14:1-9.
58. Jack HW, David IC. *運動과 스포츠 生理學.* 서울:대한미디어. 2001:119-23.
59. 박상갑. 매실엑기스 투여가 여자 배드민턴 선수들의 혈액성분에 미치는 影響. *대한스포츠의학회지* 1990;8(1).
60. 박상갑, 김현두. 매실엑기스 섭취가 장거리선수의 혈액성분에 미치는 影響. *대한스포츠의학회지.* 1988;6(1)
61. 이원재. 食餌 및 運動요법에 의한 흰쥐의 간 및 근육당원질 함량의 변화. *국민대학교대학원.* 1989.
62. 최용어 외 3인. 레슬링 형별 시합반도가 심박수, Glucose, 젖산농도에 미치는 影響. *한국체육*

- 대학부설 체육과학연구소. 1986;5(1):37-50.
63. 최용어 외. 근대오중 경기시 포도당주사가 혈액 성분변화에 미치는 效果. 한국체육대학부설 체육과학연구소. 1986;5(1):51-74.
64. Costill DL, Beanam G, Eddy D. Glucose ingestion at rest and during prolonged exercise. *J. Appl. Physiol.* 1973;34(6):746-9
65. Saltin B, Wahren J, Pernow B. Phosphagen and carbohydrate metabolism during exercise in trained middle-aged men. *Scand. J. Clin. Lab. invest.* 1974;33:71-7
66. Alborg B, Bergstorm J, Guarneri LG, Harris RC, Hultam E, Nordesjo LO. Muscle metabolism during isometric exercise Performed at Constant force. *J. Appl. Physiol.* 1972;33:224-8.