

# 人蔘이 흰 생쥐의 運動能力 및 乳酸生成量에 미치는 影響

延世大學校 醫科大學 生理學教室

洪 性 一 · 朴 海 根\*

=Abstract=

## The Effect of Ginseng on the Physical Performance and Lactic Acid Production in Mice

Sung Il Hong, and Hae Kun Park

Department of Physiology, College of Medicine, Yonsei University

This experiment was carried out to observe a biological effect of ginseng on the weight gain, physical performance and lactic acid production after exercise in mice. A group of mice weighing about 19 gm was divided into ginseng and control group. Mice in experiment I was administered ginseng powder (20 mg/day) with maximal workload every 3 to 4 days for four weeks and experiment II without any work load. The body weight gain (Exp. I), 48 hour-resting lactate & pyruvate in blood (Exp. I), maximal running time on the treadmill (Exp. I & II) and LDH activity of liver and heart homogenates (Exp. II) were determined.

Results are summarized as follows;

1. Body weight gain was greater in ginseng group than in control and the difference was statistically significant at 9th and 16th days of experimental period.
2. Maximal running time of ginseng was found to be longer than that of control ( $p < 0.05$ ) in experiment I and the experiment II also revealed the significant increase in maximal running time in ginseng group.
3. Blood lactate concentration of 48 hour-rest from physical exertion was lower in ginseng group than in control ( $p < 0.05$ ).
4. LDH activity in liver homogenate was lower compared to control group, but in heart homogenate, it was greater in ginseng group.

Above findings may be concluded that the range of biological dose (20 mg/mice/day) of ginseng powder stimulated the body weight gain and increase of physical performance and its mechanism might be attributable to a lower level of blood lactic acid. The adaptive change of LDH activity also contributed to the change in lactate level in blood and tissue.

### [ 緒 論

人蔘은 韓國을 비롯한 東北亞地域을 中心으로 約 2,000餘年동안 靈藥으로 알려져 왔으나 이에 對한 具體

本 研究는 1973年度 延世大學學 醫科大學 教授研究 費로 施行한 共同研究의 報告임.

\* 現주소 : 忠南대학교 의과대학 생리학교실

的 研究는 1854年 Garrigues 가 Canada 產 人蔘에서 saponin 을 分離해 념으로써 成分의 分離와 構造의 究明을 爲한 試圖가 始作되었으며 特히 Shibata 等(1963) 은 人蔘 saponin 의 化學的 構造를 具體的으로 推定한 바 있다. 以後 人蔘으로부터 分離되었다는 分割物의 多様な 藥物作用에 對한 報告도 많이 있으나 한편 人蔘의 酒精, ether, 또는 水浸抽出物들 또는 人蔘自體의 投與에 依한 藥物學的 作用도 多樣하게 나타나고 있다.

大浦(1967)는 人蔘의 有効成分(prostisol)의 顯著한 糖代謝의 變化, 各種 酵素의 活性化, RNA 合成의 促進 등의 作用에 影響을 주나 이 有効成分은 insulin, cortisone 또는 testosterone 과는 다른 未知의 새로운 代謝促進物質이 있다고 示唆했으며 또 Brekhman(1969)은 綜說報告에서 한마리 人蔘成分은 生體가 各種 stress 와 같은 條件에 處해 있을 때 非特異性으로 抵抗力을 增加시킨다고 했으며, 이러한 藥物들을 一種의 “adaptogen” 또는 “ergotonics”라고 불렀다. 本實驗에서는 人蔘의 이러한 여러가지의 藥物學的 作用中 몇개의 斷片的 報告들 即 人蔘投與에 依한 動物 또는 사람의 水泳能力의 向上(大浦彦吉, 1967; 北川廣雄等, 1963; Brekhman, 1969)과 糖代謝의 變化(Bezdeto et al., 1961; Kang, 1962; Petkov, 1959; 金, 1932)에 對한 報告들을 다시 흰쥐에서의 運動能力增加與否에 力點을 두어 再確認하려 했으며 同時에 運動能力 向上의 機轉의 一部를 究明코져 運動時의 乳酸生成量을 測定比較하였다.

## II. 實驗材料 및 方法

實驗動物은 아직 成長過程中에 있는 平均 19g 內外의 純種 雄性 흰 생쥐를 使用하였으며 이들은 比較的 細菌에 感染되지 않은 動物임을 確認했다. 人蔘은 6年 根을 粉末化하여 1日 投與量 20 mg 을 少量의 옥수수 가루에 混合하여 攝取케 하였다. 人蔘投與期間은 4週 間으로 하였으며 한 마리씩 格子로 隔離되어있는 작은 동물장에서 飼育하였다. 對照群은 人蔘群과 同量의 옥수수 가루를 投與하였으며 補充 食餌로 市販되는 一般 飼料를 供給하였다.

[實驗 1]: 體重 19 gm 內外의 雄鼠 20마리를 各各 10마리씩 對照群과 人蔘群으로 區分하여 實驗飼育하면서 3乃至4日 마다 體重을 精密한 動物體重器로 27日 間 9回 測定하였으며 體重測定 直後 小型動物用 treadmill 위에서 最大 走行時間을 測定하였다. 最大走行의 決定은 treadmill 履帶판의 銅線에 15乃至25 volts 程度의 電氣를 흐르게 하여 可能한 限 走行케 하였으며, 走行이 不可能할 程度로 氣盡하면 電氣의 衝激에도 不拘하고 벨트위로 오르지 못하고 또는 中心을 잃고 쓰러지려는 瞬間을 判定點으로 잡았다. Treadmill의 速度 및 傾斜度는 34.3 m/min 와 19度였다. 血中 lactic acid 와 pyruvic acid 의 濃度測定은 48時間後에 斷頭하여 血液을 얻은 후 곧 血液 0.1 ml 를 10% TCA 溶液으로 10倍 稀釋하였다. Lactic acid 의 濃度는 Barker

& Summerson(1941)의 化學的 分析法에 依한 比色法으로, pyruvic acid 는 Friedman & Haugen 法(1942)으로 各各 測定하였다.

[實驗 2]: 體重 20 gm 內外의 雄鼠 26마리중 12마리는 對照群, 14마리는 人蔘群으로 하여 實驗 1에서와 같은 方法으로 4週間을 飼育하되 實驗期間동안 最大運動은 負荷시키지 않았다. 飼育 四週 終了日에 實驗 1에서와 같이 最大走行時間을 測定하였다. 走行 48時間後에 實驗動物을 犧牲시킨 直後 곧 開腹하여 肝組織과 心臟을 摘出하여 0°C 의 生理的 食鹽水로 2回 洗滌하여 組織內 血液을 除去하고 다시 冷却된 生理的 食鹽水로 10% (w/v)되게 한後 Potter-Elvehjem homogenizer 로 分碎하여 Sorvall RC-2-B 型의 冷却遠沈器로 3°C 에서 24,000×g 로 15分 分離시켜 그 上澄液을 lactic dehydrogenase (LDH) 活性度測定 試液으로 삼았다. LDH 活性度の 測定은 Bergmeyer 方法(1965)으로서 phosphate-pyruvate 緩衝溶液(0.05M phosphate buffer, pH: 7.5,  $3.1 \times 10^{-4}M$  pyruvate) 2.85 ml 와 DPNH 溶液( $8 \times 10^{-3}M$   $\beta$ -DPNH) 0.05 ml 를 1 cm 의 光線投過距離에 3 ml 容量을 갖는 silica cuvette 에 넣고 잘 혼든 다음 곧 UV-spectrophotometer (Hitachi Co.)를 利用하여 340 m $\mu$ 에서 吸光度의 變化를 1分間隔으로 連續 3回 測定하여 平均值를 求하고 이를 Wroblewski unit 로 計算한 다음 이를 使用된 試液의 蛋白質 濃度로 除하여 比較活性值로 觀察하였다. 測定中の 모든 試驗溶液의 溫度는 미리 25°C 水槽에서 平衡을 이루게 했으며 測定期間中の 實驗室 溫度도 約 25°C 內外가 되게 하였다. 蛋白質 含量은 Lowry 等의 方法(1951)으로 測定하였다.

## III. 實驗成績

### [實驗 1]

1. 體重增加의 比較: 體重計測은 最大走行能力을 測定하기 바로 前에 實施하였으며 人蔘群과 對照群과의 比較는 第1表에서 보는 바와 같다. 即 人蔘群이 各各 19.0±0.6 gm 과 18.7±0.6 gm 으로 거의 같았다. 實驗期間中 8회에 걸친 모든 測定成績은 人蔘群의 體重增加率이 對照群에서 보다 높은 傾向을 나타냈으며, 한편 兩群에 있어서 對照期의 體重을 100%로 보고 體重增加를 %增加率로 比較하였을 때는 實驗 第9日제와 16日제에서 有意한 差를 나타내었다( $p < 0.05$ ).

2. 最大走行時間의 比較: 第2表에 記載한 바와 같이 對照期의 最大走行時間은 對照群과 人蔘群에서 各各 743±121秒와 768±92秒로 비슷하였으나 人蔘投與 第

**Table 1. Body weight change of growing mice during the experimental feeding of ginseng powder (Mean±S.E.)**

		Body weight change during the experimental period.								
		Before	3	6	9	13	16	20	23	27 (days)
Control(10)	B.W (gm)	19.0 ±0.6	19.0 ±1.0	19.3 ±1.1	19.7 ±1.0	19.8 ±0.9	20.0 ±0.9	21.1 ±1.1	20.8 ±1.1	21.8 ±1.1
	(%)	(100)	(100 ±2.5)	(101 ±3.6)	(103 ±3.6)	(104 ±3.7)	(105 ±4.2)	(111 ±5.3)	(110 ±5.6)	(115 ±5.3)
Ginseng(10)	(gm)	18.7 ±0.6	19.7 ±0.6	20.4 ±0.5	21.3 ±0.6	21.5 ±0.9	22.2 ±0.9	22.8 ±1.1	22.7 ±1.1	23.1 ±1.2
	(%)	(100)	(106 ±2.0)	(110 ±3.0)	(114 ±3.7)*	(116 ±5.2)	(119 ±4.9)*	(122 ±6.0)	(122 ±6.1)	(124 ±6.6)

\* p<0.05

**Table 2. Maximal running time during the ginseng feeding period and forty eight hour level after exercise of blood lactate and pyruvate in mice (Mean±S.E)**

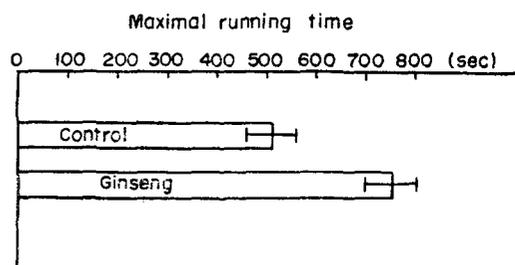
	Maximal running time (sec.)									Substrate concentration in blood		
	Before	3	6	9	13	16	20	23	27	Lactate (mMole/L)	Pyruvate (mM/L)	L/P
Control (10)	743 ±121	653 ±114	901 ±141	1305 ±190	1270 ±311	1428 ±299	1602 ±288	1550 ±330	1786 ±297	5.99 ±0.80	0.19 ±0.01	31.6 ±3.4
Ginseng (10)	768 ±92	971 ±202	1767 ±367	1986 ±323	2017 ±316	2400 ±342	2065 ±252	2600 ±335	2566 ±399	3.96 ±0.44	0.16 ±0.02	24.8 ±2.5
	NS	NS	p<0.05	NS	NS	p<0.05	NS	p<0.05	NS	p<0.05	NS	

3일째부터는 人蔘群에서 走行記錄의 顯著한 增加를 나타내었으며 특히 第6日째에는 對照群의 901±141秒에 比하여 人蔘群에서는 1,767±367秒로 增加率에 意義있는 差異를 나타냈으며(p<0.05) 第16日과 23日의 測定值에서도 亦是 意義있는 差異가 있었다(p<0.05).

3. 血中 Latic acid 濃度の 比較: 實驗期間 最終日의 最大 走行能力 測定 48時間後의 血液中 latic acid 濃도와 pyruvic acid 濃度の 測定成績은 第2表에서 보는 바와 같다. 即 latic acid 濃도에 있어서 對照群의 5.99±0.80 mMole/L 에 比하여 人蔘群에 있어서는 3.96±0.44 mMole/L 로 意義있게 낮았다(p<0.05). Pyruvic acid 의 濃度は 對照群이 0.19±0.01 mMole/L 이고 人蔘群이 0.16±0.02 mMole/L 로 낮았으나 意義있는 差異는 아니었다.

[實驗 II]

1. 最大走行時間: 4週間の 實驗食餌期間동안 運動負荷 없이 飼育한 後 最大走行時間을 測定하여 第一圖에 圖示하였다. 第1實驗에서와 같이 對照群의 最大走行時間이 510±49秒인데 反하여 人蔘群에 있어서는 750±53



**Fig. 1. Maximal running time of mice after four weeks ginseng administration.**

秒로 意義있는 差였다(p<0.02).

2. 肝組織 및 心臟組織의 LDH 活性度 比較: 肝 및 心臟의 tissue homogenate로부터 測定된 LDH 比較活性度の 測定값은 第3表에 表記하였다. 먼저 肝組織의 LDH 比較活性度は 對照群의 10.5 IU/mg of protein 에 比하여 人蔘群에서는 8.1 IU/mg of protein 로 若干 낮은 傾向을 보이나 意義있는 差는 없었다. 心臟組織에 있어서의 成績은 心臟이 너무 작아 試液의 量이 적기 때문에 두 試驗群別로 모두 pooling 시켰다. 對照群의 11.1 IU/mg of protein 에 比하여 人蔘群에서

**Table 3. LDH activity in liver and heart homogenate of mice after ginseng administration.**

LDH Activity (IU/mg protein)			
Group	No.	Liver	Heart*
Control	1	10.7	
	2	11.2	11.1
	3	9.7	
	Mean	10.5	
Ginseng	1	8.1	
	2	7.3	
	3	11.8	23.0
	4	9.2	
	5	9.5	
	6	6.7	
	7	4.3	
Mean	8.1		

\*: Testing materials of heart homogenate were pooled.

는 23.0 IU/mg of protein로 顯著한 增加를 보이나 統計學的인 差異는 알 수 없었다.

#### IV. 考 按

흔히 生體에 對한 藥物實驗에 있어 그 藥物의 投與量에 따라 相反된 現象 毒作用 및 其他 여러가지 副作用을 隨伴하는 때가 많기 때문에 그 藥物의 容量을 決定함은 藥物效果를 評價하는데 큰 意義를 갖는다. 지금까지 여러 研究者들이 많이 使用해온 人蔘抽出物은 白蔘으로부터 抽出이되어 나오는 yield가 約 5乃至 10%에 이른다고 하므로 本 研究에서 生物學的 容量으로 使用해온 人蔘抽出物(ethanol extracts)의 容量에 約 20배의 倍率을 計算한 값으로 人蔘粉末의 投與量을 決定하였으며(20mg/20 gm body weight), 經口의 投與方法을 擇하였다. 人蔘抽出物의 過量投與로 實驗動物의 死亡(朴, 1962; Takagi et al., 1972), 또 程度에 따라서는 實驗動物의 體重의 減少(韓과 趙, 1957; 吳等, 1964)가 報告된 바도 있으나 生物學的 容量에서는 많은 學者들이 體重의 增加를 報告하였다(李, 1941; 朴, 1962; 吳等, 1964; Brekhman & Dardymov, 1969; 金, 1970). 本 實驗成績에서도 人蔘投與가 흰 생쥐의 體重增加를 促進시킨 것으로 생각되며 다만 이것이 過量攝食의 結果로 나타나는 現象인지 或은 成長過程의

促進效果도 있는지는 區別해 볼 必要가 있다고 생각된다.

한편 人體에서도 人蔘粉末 또는 人蔘抽出物을 投與함으로써 疲勞度測定 檢査에서 良好한 結果가 認定되었다는 報告가 있으며(山田, 1955; 成等, 1965), 또 實驗動物에서의 肉體的 運動能力의 增大를 認定하는 報告도 있다(北川 等, 1963; 大浦, 1967; Brekhman, 1969). 따라서 이와 같은 運動能力 增大의 評價方法으로서 쥐의 水泳能力을 測定한 報告도 있으나 本實驗에서는 運動中 運動量이 一定하고 end point의 決定이 더 正確하다고 하는 動物의 最大走行時間의 測定으로서 評價하였다. 한편 本 實驗成績에서 보는 바와 같이 人蔘投與만으로는 最大運動能力의 增加率이 約 38%인 反面에 人蔘投與없이 運動訓練만을 負荷시킴으로서도 最大運動能力의 增加率은 約 140%까지 이르고 있다. 따라서 運動能力에 있어서는 人蔘自體보다는 運動訓練을 併行함이 重要な 要因이 됨을 示唆하는 것이다.

疲勞의 減少 및 防止作用, 水泳能力의 向上, 糖代謝의 變化等 人蔘의 作用을 에너지代謝의 一貫性있는 現象으로 볼때, 于先 疲勞物質로서 가장 有力한 因子인 lactic acid의 代謝를 觀察해 보는 것이 興味있는 일로 생각되어 安靜時의 成績을 얻기위해 最大走行 48時間後의 血中 lactic acid 濃度を 測定하였던 바 人蔘群에서 意義있게 낮았고 pyruvic acid의 濃度も 減少하는 傾向을 보임은 興味있는 成績으로서 成等(1965)의 動物實驗에서도 類似한 成績이 報告되었다. 即 이와같은 結果는 運動能力에 影響을 주는 糖質代謝面에서 有利한 條件의 하나가 될 것으로 생각된다. 따라서 人蔘成分에 依한 血中 lactic acid 濃度の 減少는 本實驗의 結果만으로 具體的인 그 機轉을 밝힐 수는 없으나 여러 學者들에 依한 糖代謝, 酵素活性度等 여러 研究報告로부터 間接的인 推定說明이 可能할 것으로 생각된다. 人蔘은 正常血糖値를 減少시키는 低血糖作用이 있으며 특히 adrenaline이나 alloxan 投與에 依한 實驗的 過血糖의 경우 除糖作用이 더욱 顯著하다고 報告되었으(金, 1932; 山田, 1955; Petkov, 1959) 또 그 機轉說明을 可能하게 하는 다음과 같은 研究들이 報告되었다. 即 鄭(1971)은 酵母菌에 對한 葡萄糖透過에 미치는 人蔘의 影響에 對한 研究에서 分明히 培地中 葡萄糖의 細胞膜 透過性이 促進되었다고 했으며 또 어떤 學者(山田, 1955; Petkov, 1959; Bezdetko et al., 1961)들은 人蔘이 實驗的 過血糖을 誘發시킨 動物에서 insulin의 作用을 強化시키거나 또는 insulin과 同等한 作用을 한다고 報告하였다. 또 Brekhman (1969)도 人蔘이 糖의 利用을 아끼는 作用을 갖고 있으며

同時에 glycogen의 再合成을 促進시킨다고 하였다. 이와 같이 人蔘이 糖의 使用을 아끼려는 代謝過程에 作用한다는 것은 亦是 glycogenolysis의 抑制도 생각할 수 있는 것이다. Adrenalin 投與에 依한 實驗的 過血糖의 抑制는 勿論 家兎의 臟器變化에 있어서 人蔘投與에 依한 抑制 및 鈍化(金, 1962), 그外 다른 學者들은 人蔘이 stress에 對한 antialarm reaction을 나타낸다고 하는 것으로 미루어 보아 人蔘이 adrenalin 遊離過程을 抑制하거나 또는 adrenalin의 作用機轉을 抑制해서 結局 解糖過程을 抑制할 可能性도 있는 것으로 생각된다. 한편 Kang(1962)은 in vitro 實驗으로 쥐의 肝에서 人蔘이 糖의 酸化를 直接的으로 促進시킨다고 示唆하였으며 特히 CO<sub>2</sub>生成의 源泉이 insulin의 作用 때와 같이 glucose-1-C<sub>14</sub>에서 顯著하여 insulin樣 作用이 있다고 하였다. 또 韓等(1957)은 쥐의 基礎代謝率(BMR)增加를 報告했으며 洪(1973)은 in vitro 實驗에서 人蔘이 肝 mitochondria의 呼吸酵素들의 活性度를 增加시켜 酸素消耗率을 增加시킨 것으로 報告하고 있다. 따라서 이와같은 機轉에 依해 Embdenmeyerhof 過程의 中間基質인 pyruvate와 lactic acid의 含量이 떨어지는 것이 아닌가 思料된다. 또 李等(1973)은 正常 豚쥐에 insulin을 投與함으로써 運動能力의 增加, 筋肉內 glycogen 含量의 增加 및 血中 lactic acid의 減少를 報告하였다. 따라서 人蔘成分이 insulin樣 作用 또는 insulin의 作用을 促進시킬 可能性이 많음을 考慮할때 亦是 本 實驗에서도 血中 lactic acid 濃度の 減少를 나타낸 것으로 思料된다. 한편 LDH의 比較活性度에서는 試料의 數가 작았거나 또는 pooling으로 因해 統計的 有意性은 檢討하지 못했으므로 意味있는 結論은 말할 수 없으나 다만 資料의 傾向性으로 보아 說明하고자 한다. 即 Pesce(1967) 등은 LDH의 H型은 好氣의으로, M型은 嫌氣의으로 作用한다 하였는데 本 實驗成績에서 人蔘은 好氣的으로 作用하는 肝組織內의 LDH (Mtype)의 活性度는 減少시킨 것으로 풀이되어 亦是 組織內의 lactic acid 生成을 抑制시키고 同時에 pyruvic acid로부터의 glycogen 再合成 또는 Krebs's cycle로의 移動을 돕는 方向으로 作用하였다고 생각되나 어떻게 이와같이 組織에 따라 LDH의 活性度를 選擇의으로 調節하였는지 그 機轉을 說明하기는 困難하다. 다만 lactic acid와 pyruvic acid 사이의 平衡에서 pyruvic acid쪽의 利用率이 增大됨에 따라 反應速度의 平衡의 移動이 생기고 이것은 亦是 一種의 酵素의 適應現象이 誘導된 것이 아닌가 思料된다. 따라서 LDH 活性度の 이러한 變化를 LDH isozymes의

fractional pattern의 變化와 같이 觀察하여 본다면 興味있는 資料가 될것으로 생각되며 앞으로 더 具體的인 機轉究明을 爲한 研究課題가 있어야 될 것으로 思料된다.

## V. 結 論

人蔘이 運動能力을 增大시킨다는 結論에 對한 뒷받침을 說明可能케 하는 報告도 斷片的으로 몇몇 있으나 本 實驗에서는 다시 運動能力에 對한 確認과 아울러 疲勞物質의 有力한 因子인 lactic acid, 또 lactic acid 代謝에 直接關係되는 LDH의 活性度の 變化를 觀察하므로써 運動能力增大에 對한 一端의 機轉을 說明해 보고자 試圖하였으며 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 體重 19 gm 內외의 흰 생쥐에 4週間 人蔘粉末(20 mg/day)을 投與한 人蔘群의 體重增加率은 對照群에서 보다 높은 傾向이 있었으며 特히 第6日과 16日째의 體重은 統計學的으로 意義있는 增加를 보였다.
  2. 最大運動能力의 評價方法으로 施行한 트레드·밀상의 最大走行時間은 運動訓練群 및 非運動人蔘群에서 各各 對照群보다 높은 記錄을 나타내었다.
  3. 最大走行 48時間後의 血中 lactic acid 濃度は 人蔘群에서 對照群보다 意義있게 낮았으며 pyruvic acid 濃度も 같은 傾向을 보였다.
  4. LDH의 比較活性度는 人蔘群의 LDH 活性도가 肝組織에서 낮았으며 心臟組織에서는 높았다.
- 以上の 成績으로 미루어 보아 人蔘이 運動能力 增加에 對한 效果가 있음을 確認하였으며 또 疲勞物質의 하나인 lactic acid의 生成抑制 및 LDH 活性度の 適應的 變化를 일으킴으로써 運動能力 增大를 招來하는 하나의 要因이 된다고 思料된다.

## REFERENCES

- 1) Barker, S.B., and Summerson, H.S.: *The colorimetric determination of lactic acid in biological material.* *J. Biol. Chem.* 138:535, 1941.
- 2) Bergmeyer, H.U.: *Method of enzymatic analysis, 2nd printing, Academic press. New York and London, 1965.*
- 3) Bezdetko, G.N., Smolina, T.M., and Shuljateva, L.D.: *Materials of the second meeting on study of medicinal plants of Siberia and Far East.*

- 11-12, *Izdatstvo. Tomskogo universiteta, Tomsk, 1961.*
- 4) Brekhman, I.I., and I.V. Dardymov: *New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. Ann. Rev. of pharmacol., 9: 419, 1969.*
  - 5) 정노팔: 인삼의 효과에 관한 세포생리학적 연구. 제IV권, 포도당의 투과에 미치는 영향. 대한생리학회지, 5(1):15, 1971.
  - 6) Friedman, T.E., and Haugen, G.E.: *Pyruvic acid. I. Collection of blood for the determination of pyruvic acid and lactic acids. J. Biol. Chem. 144:67, 1942.*
  - 7) Garrigues: *Panax Quinquifolia L. Annal. d. Chem. W. Pharmac. Bd. 90:231, 1854* (閔丙祺: 朝鮮醫學會雜誌, 19:68, 1927. 引用)
  - 8) 한구동, 조항록: 대사과정에 미치는 인삼의 영향에 관한 연구. 제 I 보: Rat의 체중 및 기초대사율에 미치는 영향. 서울대학논문집, 6:124, 1957.
  - 9) 北川贖雄, 岩城利一郎: 藥用人蔘의 藥理學的 研究, 日本藥理學雜誌, 59:348, 1963.
  - 10) 홍성일: 인삼이 흰쥐의 간미토콘드리아의 산화-인산화과정에 미치는 영향, 연세대학교 대학원 석사논문, 1973.
  - 11) Kang, S.S.: *The action of panax ginseng on the glucose oxidation of the rat liver in vitro, 3:49, 1962.*
  - 12) 金東旭: 高麗人蔘이 Adrenalin 投與로서 發生된 各 臟器의 變化에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究. 中央醫學, 2:199, 1962.
  - 13) 김주영: 고려인삼이 흰쥐의 몸무게에 미치는 영향. 대한생리학회지, 4(2):1, 1970.
  - 14) 金夏植: 朝鮮人蔘各種成分의 制糖作用에 對하여. 朝鮮醫學會雜誌, 22卷 3號, 1932.
  - 15) 李容謙: 朝鮮人蔘ノ雄性性器及ビ血液像殊白血球核移 動ニ及ボス影響ニ就テ. 日本內分泌學會雜誌, 17: 82, 1941.
  - 16) 이원규, 박해근, 홍성일, 강두희: *Insulin* 투여가 흰쥐의 운동능력에 미치는 影響. 스포츠 科學研究 報告書, 10:69, 1973.
  - 17) Lowry, O.H., Rosebrough, N.T., Farr, A.L. and Randall, R.T.: *Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193: 265, 1951.*
  - 18) 吳鎭燮, 洪思岳, 林定圭, 金啓斗, 成樂應, 韓大燮: 人蔘이 家鷄에 關한 實驗的 研究(第一報). 人蔘이 家鷄發育에 미치는 影響. 서울大學校論文集(醫藥系), 15:20, 1964.
  - 19) 大浦彦吉: 朝鮮人蔘 有効成分(*prostisol*)의 生化學的 實驗醫學的 研究. 日本臨狀, 25:2849, 1967.
  - 20) 朴東霖: 高麗人蔘의 鷄胎存發育에 對한 實驗的 研究. 가톨릭大學 醫學部論文集, 5:197, 1962.
  - 21) Pesce, A., Fondy, T.P., Stolzenbach, F., and Kaplan, N.O.: *The comparative enzymology of lactic dehydrogenases III. Properties of the H<sub>4</sub> and M<sub>4</sub> enzymes from a number of vertebrates. J. Biol. Chem. 242:2151, 1967.*
  - 22) Petkov, W: *Pharmacological studies of the drug ginseng. Arzneimittel Forsch. 9:305, 1959.*
  - 23) Shibata, S: *Studies on the constituents of Japanese and Chinese crude drugs. XI. Panaxadiol, a saponin of ginseng roots. Chem. & Pharm. Bull. 11:759, 1963.*
  - 24) 成樂應, 李昌煥: 特殊飲料에 關한 研究 (特히 人蔘의 價値評價). 스포츠 科學研究 報告書, 2:21, 1965.
  - 25) Takagi, K, H. Saito, and H. Nabata: *Pharmacological studies of panax ginseng root: Estimation of pharmacological actions of panax ginseng root. Jap. J. pharmacol, 22:245, 1972.*
  - 26) 山田昌之: 朝鮮人蔘に關をる研究. 日本藥理學雜誌 51:390, 1955.