

5齡幼蟲의 背脈管運動에 對한 陽이온의 影響에 關한 研究

尹 鍾 瓊 · 史 基 彦

서울産業大學

Studies on the Effect of Cation on the Activity at the 5th
Instar Larvae of *Bombyx mori*

Chong Kwan Yoon · Ki Yon Sa

The city college of Seoul

SUMMARY

The physiological saline solution for animals is known as Ringer's solution which is used for keeping the function of cold blooded vertebrate animals. Primarily the saline solution is used for the purpose of perfusion experiment in frogs. Later the saline solution is applied in several kinds of animals including human being with satisfactory results.

However, this saline solution was introduced to silkworm and it was found that the result was not as successful as in the case of other animals and human being.

Normally, in the case of silkworm, the physiological saline solution is prepared in order to maintain the normal function of separated organs and tissues. To this end, the saline solution is adjusted to contain the certain amount and strength of ions, osmosis pressure and hydrogen concentration. The most of cases, the physiological saline solution should be prepared so that the constituent of the solution be the same with the blood serum and body fluid. The hydrogen concentration in the ion element of the saline solution is adjustable by adding Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} which are followed by adding of buffer solution such as NaHCO_3 and NaH_2PO_4 .

Determination of optimum concentration of cation in the physiological saline solution, and the optimum mixing rate of more than two kinds of cations are based on the movement of dorsal vessel in the silkworm larvae. The optimum concentration of cations in the solution is prepared by adding NaCl solution which is under zero point. However, this solution was further added with the different concentration of KCl and CaCl_2 .

By dropping the prepared solution on the 5th larvae, the effects of solution was measured. The measurement was done by observation of movement of dorsal vessel and its time length, and the number of pulses. According to the experiment, it was found that when only NaCl solution was applied, the number of pulses is increased for a moment, and the pulse stopped after one hour or so. When KCl solution was added the time of pulse was prolonged and in the contrast, the number of pulses was slow down. If KCl and CaCl_2 solutions are added the time of pulse was further prolonged. Eventhough the adding of KCl and CaCl_2 are found to be effectible, the correlation between the concentration of solution and the movement of dorsal vessel was not observed. However, it

was same in the case of adding Ca^{+} or K^{+} . It was found that when Mg^{+} was added to dorsal vessel the number of the pulses was not decreased although the prolonged time pulse was observed.

I. 緒 言

實驗室에서 摘出した 器官과 組織에 對하여 長時間에 걸쳐 正常的인 機能을 維持시키기 爲한 媒液으로서 使用되고 있는 生理的 鹽類溶液은 鹽類의 混合溶液으로서 生體內에 있어서의 血清等 體液成分과 近似하게 하기 爲하여 適當한 Ion組成 滲透壓 pH 등을 갖도록 調製되므로 現在는 사람을 비롯하여 몇몇 動物에 있어서는 成功하고 있지만 家蠶에 있어서는 몇 가지 方法이 發表되는 程度일 뿐 아직 이렇다 할 結果를 얻지 못하고 있다.

生理的 鹽類溶液은 Ion 拮抗作用이 適當히 平衡되어 있으므로 이러한 뜻에서 이를 平衡鹽類溶液이라고도 하고 溶液의 Ion成分은 Na^{+} 를 主로 하여 여기에 K^{+} , Ca^{+} , Mg^{+} 등이 加하여져 있으므로 家蠶의 背脈管 運動에 對한 陽Ion의 影響에 關한 調査에 있어서도 生理的 鹽類溶液中에 含有하여야 할 各 cation의 最適濃度 및 그 混合比率 등을 NaCl , KCl 및 MgCl_2 에서 調査하여 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

5齡4日째를 前後한 經過가 뚜렷한 蠶103×蠶104를 供試하였다.

가로, 세로 10cm 길이 18mm의 小形 합석 해부용 접시(解剖皿)를 만들고 그 바닥을 파라핀을 녹여 깔고 實驗用 材料蠶을 腹面을 위로 하여 이를 여기에 固定하고 頭部쪽이 若干 밀으로 傾斜지게 海부접시를 裝置한 다음 腹中線을 切開하여 體內的 消化管 絹絲腺 및 脂肪質 등을 除去한 다음 切開한 腹中線의 體表皮를 左右로 제쳐 解剖針으로 固定하여 背脈管을 露出케 하고 目的濃度의 鹽類溶液을 毛細管을 通하여 1分間에 두방울 程度의 速度로 滴下하도록 하되 이때의 要領은 溶液을 背脈管의 後方에 滴下하고 自然的으로 滴下溶液이 低方向의 傾斜面인 頭部에 흐르도록 한다. 現在實驗에 供用되고 있는 누에의 生理的 鹽類溶液은 NaCl 를 主成分으로 하고 있으므로^{4,10,11,17,18)} 本 實驗에 있어서도 NaCl 를 主成分으로 한 溶液을 採擇하였다.

現在 發表되고 있는 누에의 生理的 鹽類溶液을 大別하면 基本이 되는 NaCl 의 濃度는 重量比로 0.7%~1%로 하고 있으므로 여기에 있어서도 0.7%와 1%로 하고 KCl , CaCl_2 , MgCl_2 , 및 MgCl_2 의 濃度도 0.8% 以內

에서 이를 다르게 함으로서 그 脈搏數와 搏動持續時間을 調査하였다.

脈搏數의 測定은 半月紋과 星狀紋 사이의 腹節에 있어서 5회의 搏動에 要하는 時間을 測定하고 이를 1分間의 脈搏數를 換算하였다. 또한 脈搏數는 品種 個體 性別 및 經過등에 따라 多少의 差異는 있지만 이를 考慮치 않았고 누에의 血液을 滴下한 境遇의 脈搏數調査에 있어서도 解剖前의 脈搏數를 100으로 한 指數로서 比較檢討하였다.

III. 實驗結果 및 考察

A. NaCl 를 基本으로 했을 때

1) 基本液에 KCl 의 混合液

家蠶의 血液成分의 調査結果에 依하면 K 의 含量이 比較的 많으므로 生理的 鹽類溶液의 調劑에 있어서도 K 을 于先 考慮치 않을 수 없지만 山崎·石井¹⁹⁾ 등의 神經系에 關한 實驗에 있어서 K 을 主體로 한 生理的 鹽類溶液의 使用結果가 좋지 않았을 뿐더러 그후에 있어서도 岩成⁶⁾, 岩成·加藤⁷⁾도 같은 結果일 뿐더러 最近의 家蠶의 生理的 鹽類溶液은 모두 NaCl 을 基本으로 하고 있으므로 本 實驗에서도 NaCl 를 基本으로 하고 여기에 KCl 와 CaCl_2 등을 添加할 溶液에 對하여 檢討하였다.

家蠶의 背脈管은 筋肉의 作用에 依하여 一定한 週期로서 膨脹과 收縮을 하는데 家蠶의 脈搏은 環境條件(外界의 溫濕度)과 品種에 따라 다르지만 一般的으로 稚蠶은 壯蠶에 比하여 많으며 普通 23°C 內外에서는 제 2~4齡期에 1分間에 50~70회 제 5齡期에서는 40~60회 이다.

濃度 0.7%의 NaCl 의 基本液에 0.01~0.08% KCl 를 添加한 境遇를 보면(Fig.1. 參照) 0.7% NaCl 의 單液 試驗인 對照區는 切開手術의 影響으로 約 50分頃까지는 脈搏數가 크게 增加하여 正常 境遇의 50회보다 20回 內外를 上廻하지만 그 後는 急激히 減少하여 平均 80分頃이면 背脈管의 運動은 停止되었다. 여기에 KCl 의 濃度를 0.01~0.08% 範圍에서 漸次 높혀보았지만 KCl 自體가 背脈管의 搏動에 크게 影響을 미치지 못했고 그 濃度의 高低에 있어서도 같았다.

이는 岩成·加藤⁷⁾의 報告와 같은 傾向으로 認定되지만 KCl 0.04%의 境遇는 90分後까지도 脈搏數가 解剖前의 半分 即 50% 水準以下로 低下됨이 없을 뿐더

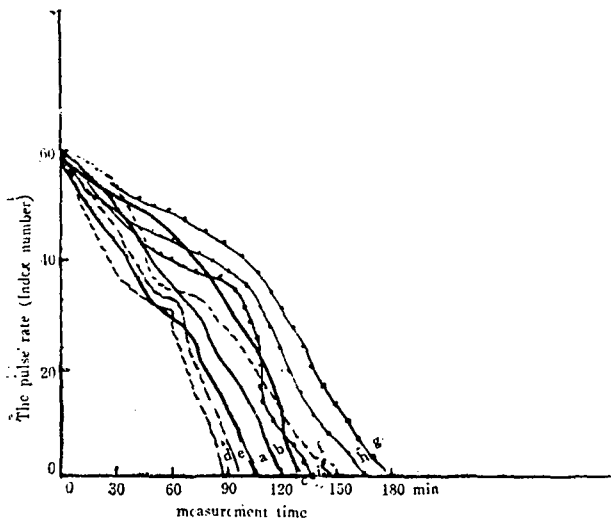


Fig. 1. The number of pulses measured when dropping the solution of 0.7% of NaCl mixed with 0.01~0.08% KCl. Jam103×Jam104 were sampled

- a : non addition
- b : 0.01% KCl addition
- c : 0.02% KCl addition
- e : 0.04% KCl addition
- g : 0.06% KCl addition
- i : 0.08% KCl addition

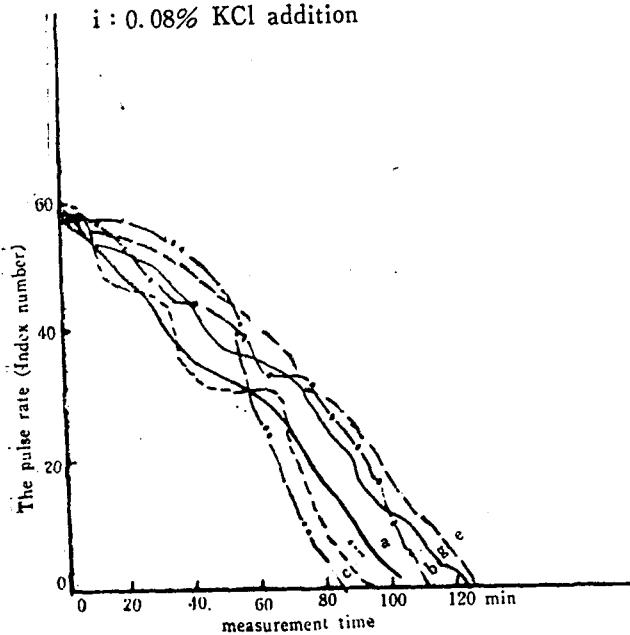


Fig. 2. The number of pulses measured when dropping the solution of 1% of NaCl mixed with 0.01~0.08% KCl Jam 103×Jam104 were sampled.

- a : non addition
- b : 0.01% KCl addition
- c : 0.02% KCl addition
- e : 0.04% KCl addition
- g : 0.06% KCl addition
- i : 0.08% KCl addition

러 그러한水準을 3時間以上 持續하였다는事實은 認定할 수 없지만 0.7% NaCl의 基本液에 KCl을 添加한 混液은 背脈管의 搏動에 多少 效果가 있다는事實은 確實히 認定할 수 있다.

다음에 NaCl의 濃度를 1%로 한 境遇(Fig. 2. 參照)에 있어서는 0.07% NaCl 溶液에 있어서와 같이 刮目할만한 事實을 發見할 수 없었지만 濃度 0.7%液에 比하여 그 效能이 認定된다 할 수 있어 Fig. 1.—Fig. 2.에서 볼 수 있는 바와 같이 NaCl 0.7%에서나 1%液에서도 그 單用보다는 適當한 濃度의 KCl을 添加하면 多少 그 效果를 認定할 수 있지만 그 濃度의 一定한 傾向은 發見할 수 없었다. 이는 岩成·加藤等⁸⁾의 報告와 一致하는 事實이다. 그러나 이들은 KCl 0.01% 및 0.04%를 除外하면 150分後까지도 切開前의 50% 以上の水準을 維持한다고 하였지만 本 實驗에서는 2時間內外가 되던 背脈管의 搏動은 鈍化하거나 停止되었다.

2) 基本液에 KCl 및 CaCl₂의 混液 濃度 0.7%의 NaCl液에 0.04~0.06% KCl과 0.04~0.06% CaCl₂를 適宜 混合한 바(Fig. 3. 參照) 確然한 判別이 可能한 程度는 아니지만 0.04% KCl에 0.04~0.06% CaCl₂區 (a,

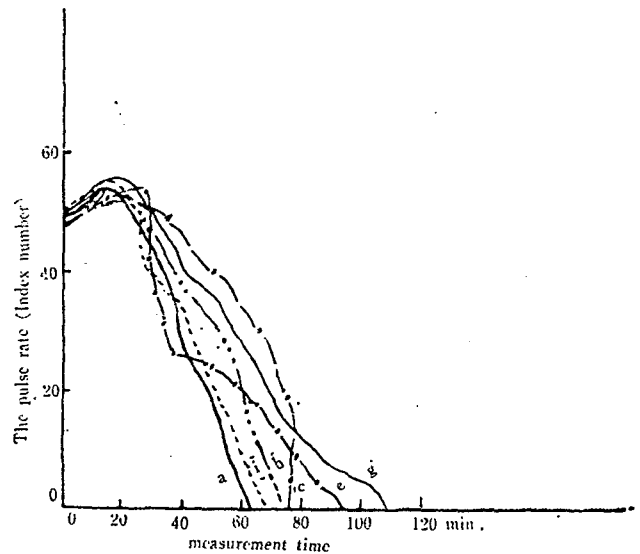


Fig. 3. The number of pulses measured when dropping the solution of 0.7% of NaCl mixed with 0.04%~0.06% KCl and 0.04~0.06% CaCl₂. Jam103×Jam104 were sampled.

- a : 0.04% KCl+0.04% CaCl₂
- b : 0.04% KCl+0.05% CaCl₂
- c : 0.04% KCl+0.06% CaCl₂
- d : 0.05% KCl+0.04% CaCl₂
- e : 0.05% KCl+0.05% CaCl₂
- f : 0.05% KCl+0.06% CaCl₂
- g : 0.06% KCl+0.04% CaCl₂
- h : 0.06% KCl+0.05% CaCl₂
- i : 0.06% KCl+0.06% CaCl₂

b, c)는 120分, 0.05% KCl에 0.04~0.06% CaCl₂(d, e, f)는 90分, 0.06% KCl에 0.04~0.06% CaCl₂ (g, h, i)는 150分으로서 背脈管의 運動이 停止되는 狀態였다.

이 에 의하면 0.06% KCl區가 150分으로서 가장 背脈管의 運動時間이 길었고 0.04%KCl과 0.05%KCl의 順位였다. 또한 같은 濃度의 KCl에 添加한 CaCl₂의 濃度에는 一定한 傾向을 發見할 수 없었다.

다음에 1% NaCl+0.04% KCl를 基準液으로 하고 여기에 CaCl₂의 濃度를 달리하여 添加했을 때의 結果는 Fig. 4. 에서와 같다.

添加한 CaCl₂의 濃度에 依한 差異는 比較的 작았다. 그러나 1% NaCl液에 KCl과 CaCl₂를 添加하면 NaCl 單液 또는 KCl의 混液보다는 效果의인 點에서 岩成·加藤等⁷⁾의 報告와 一致하였다.

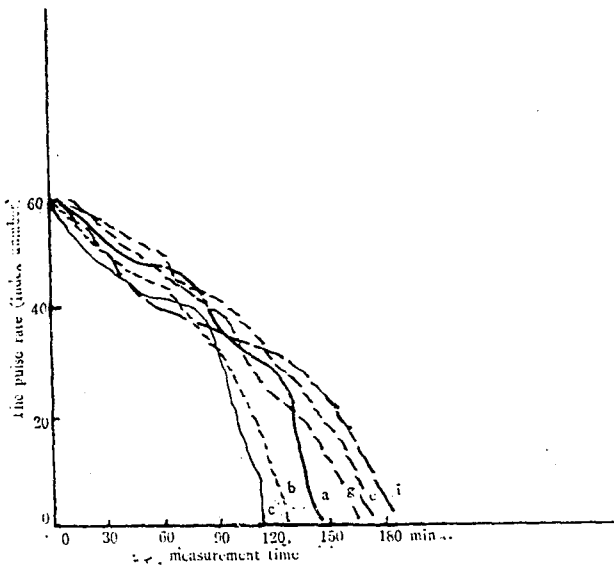


Fig. 4. The number of pulses measured when dropping the solution of 1% NaCl+0.04% KCl mixed with 0.01~0.08% CaCl₂ Jam103×Jam104 were sampled.

- a : non addition
- b : 0.01% CaCl₂ addition
- c : 0.02% CaCl₂ additon
- e : 0.04% CaCl₂ addition
- g : 0.06% CaCl₂ addition
- i : 0.08% CaCl₂ addition

B. MgCl₂를 添加했을 때

NaCl, KCl, CaCl₂ 등 即 Na, K, Ca의 混液에 對하여 濃度가 다른 Mg의 成分인 MgCl₂를 添加한 結果(Fig. 5. 參照) 그 影響을 크게 받아 添加後 30分이면 그 阻害 狀態가 顯著히 나타나고 40~60分이면 脈搏數가 또한 크게 줄고 100~120分이면 脈搏이 停止되었다.

이는 岩成·加藤等⁷⁾이 報告한 脈搏數는 크게 줄지만 停止되는 일은 없다고 한 것과 相反되는 事實이다.

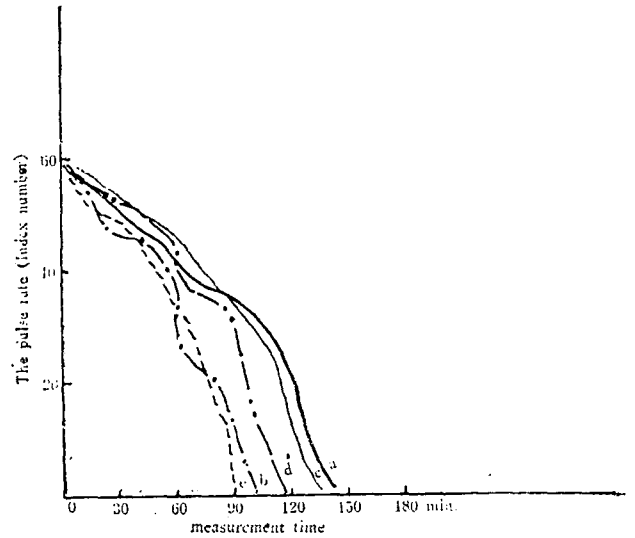


Fig. 5. The number of pulses measured when dropping the solution of 0.7% NaCl+0.04%CaCl₂ mixed with 0.02%~0.08% MgCl₂ Jam103×Jam104 were sampled.

- a : non addition
- b : 0.02% MgCl₂ addition
- c : 0.04% MgCl₂ addition
- d : 0.06% MgCl₂ addition
- e : 0.08% MgCl₂ addition

一般的으로 Mg는 脈搏數를 減少시키는 作用을 갖는다는 事實을 말해주는 것이라 할 수 있다.

IV. 摘 要

動物에 대한 生理的 鹽類溶液은 所謂 링가氏液으로서 冷血脊椎動物의 神經筋肉 心臟등을 比較的 正常에 가까운 狀態로 持續시키기 爲한 溶液으로 개구리 (Frog)의 心臟의 灌水實驗을 하기 爲하여 處方한 最初의 生理的 鹽類溶液에 지나지 않았지만 現實에 있어서는 몇몇 動物은 勿論 사람에 이르기까지 거의 完全한 生理的 溶液으로 되어 있는데 家蠶에 있어서는 몇가지 處方이 發表된 바는 있어도 아직 그 結果가 滿足할 만한 程度에까지는 이르지 못하고 있다.

一般的으로 生理的 鹽類溶液은 前述한 바와 같이 摘出한 器官과 組織에 對하여 長時間에 걸친 正常的 機能을 維持시키기 爲한 溶液으로 使用되는 鹽類의 混合 溶液이기 때문에 適當한 Ion組成 滲透壓 pH를 갖도록 調節된다.

大概 生體內에서 이들의 器官과 組織을 적시는 血清 등 體液成分에 近似한 것을 使用한다. 溶液의 Ion成分은 Na⁺을 비롯하여 K⁺, Ca⁺, Mg⁺ 등을 加하고 여기에 NaHCO₃, NaH₂PO₄ 등의 緩衝劑를 添加하므로써 pH를 調節한다.

生理的 鹽類溶液中에 包含하여야 할 Cation의 最適濃度 2種 以上の Cation의 最適混合比率 등에 對하여 家蠶幼蟲의 背脈管 運動을 指標로 하여 이를 檢討하였다. 各 Cation의 最適濃度는 零點未滿의 NaCl의 含有液을 基本으로 하고 여기에 各各 濃度를 달리한 KCl, CaCl₂ 및 MgCl₂ 등을 組合하여 이들의 液體를 滴下하므로써 5齡幼蟲의 背脈管 運動의 持續時間과 脈搏數를 指標로 하여 이들 試驗液의 效果를 檢討한 바에 依하면 NaCl 單獨일 境遇에는 解剖後 一時的으로 脈搏數는 增加하지만 漸次 停止되고 만다(一時間程度).

여기에 對하여 KCl를 加하면 一般的으로 搏動時間이 延長되고 脈搏數의 低下도 늦어지는 傾向을 나타내고 있으며 여기에 다시 KCl와 CaCl₂를 加하면 그 持續時間은 더 한층 延長되었다. KCl와 CaCl₂의 加用은 效果가 있지만 이들의 濃度와 背脈管의 活動에 있어서는 一定한 傾向이 認定되지 않았고 Ca[#] 또는 K⁺의 搏動에 對한 作用은 이것을 分明히 할 수 없었고 Mg[#]의 作用에 있어서는 背脈管에 이를 加하면 搏動 持續時間에는 影響을 끼치지 않지만 脈搏數는 크게 低下됨을 認定할 수 있었다.

參 考 文 獻

1. BONE, G. (1945) : Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique, 75, 123~132.
2. 藤田敏彦·佐武安太郎 (1951) : 生理學 講義上卷(5版), 396p, 南山堂, 東京.
3. 福田紀文·松田基一(1953) : 日蠶雜, 22, 243~246.
4. 深谷昌次·石井象二郎·山崎輝男(1960) : 昆蟲實驗法, 858p. 日本植物防疫協會, 東京.
5. GRIFFITHS, J.T. and O. E. TANBER (1943) : J. Gen. Physiol., 26, 541~558.
6. 岩成義才(1970) : 日蠶雜, 39, 171~176.
7. 岩成義才·加藤正雄(1972) : 日蠶雜, 41(2), 138~148.
8. 池田榮太郎(1904) : 蠶絲會報, 13, 11~14.
9. 井上柳梧·岩岡末彦·平澤勝(1921) : 農學會報, 221, 99~114.
10. ———·————·———— (1922) : 農學會報, 235, 320~340.
11. 川瀨茂實(1956) : 日蠶雜, 25, 257~262.
12. 丹山崇雄(1959) : 日蠶雜, 28, 227~230.
13. 中根信一(1920) : 農學會報, 219, 791~798.
14. 中根信一·岡康夫(1921) : 衣笠蠶報, 178, 14~16. 180, 9~25.
15. 篠田統·細辻伊八郎(1934) : 動雜, 46, 128~129.
16. TIMON-DAVID, J. (1940) : Ann. Faculte Sci. Marseille Ser. 2, 13, 239~307.
17. TOBIAS, J.M. (1948) : Jour. Cellular and comp. physiol. 31, 143~148.
18. 山崎輝男·石井敏夫(1950) : 應昆 5, 155~165.
19. ———·————(1950) : 應昆 6, 127~132.
20. ———·————(1952) : 技術資料 33, 26(要旨).
21. 米澤保正·山藤一雄(1935) : 九大農學藝認, 6, 126~138.
22. 橫山忠雄(1932) : 蠶試報, 8, 43~102.