筋肉弛緩劑가 眼壓에 미치는 影響에 關한 實驗的 考察

서울大學校 醫科大學 麻酔科學教室

金庸樂 · 黃圭現 · 李秀一 · 權武一 · 郭一龍

=Abstract=

An Experimental Study of the Effects of Muscle Relaxants on the Intraocular Pressure

Yong Lack Kim, M.D., Kyu Hyun Hwang, M.D., Soo Il Lee, M.D.,
Moo Il Kwon, M.D. and Il Yong Kwak M.D.

Department of Anesthesiology, Seoul National University, College of Medicine

Since succinyl choline was introduced into clinical anesthesia, it has been used as main muscle relaxant because of its rare side effects and short duration of action.

Our interest in the effects of this drug on extraocular muscles and intraocular pressure began in 1957 following reports of vitreous expulsion in patients who received succinylcholine during ocular surgery.

The effects of muscle relaxants on the intraocular pressure were studied in 60 healthy human subjects.

When succinylcholine was given alone, 20 human subjects had a mean increase in intraocular pressure of 10.5 mmHg.

When gallamine 2.5 mg/kg or pancuronium 80 μ g/kg was used, 20 subjects showed a mean decrease of 3.1 mm Hg from control. Giving gallamine (20 mg) or d-tubo curarine(3 mg) 2-3 minutes prior to the administration of succinylcholine, 20 human subjects had no significant change in intraocular pressure. This simple method prevents the increase in intraocular pressure associated with the use of succinylcholine.

緒 論

各種 麻酔劑의 藥理學的 效果에 關한 研究가 活潑해
집에 따라 麻酔中 麻酔劑에 의한 生體 效果面에서 臨床
적 結果를 나타내는 藥劑의 使用은 점차 忌避되고
있거니와, 만일 使用할 수 밖에 없는 이유가 있다면
이에 대한 豫防策을 강구하여 왔다.

1957年 Dillon과 Lincoff의 報告로 알려진 眼球手
術時 脫分極性 筋肉弛緩劑 succinylcholine 注射後 眼
壓上昇으로 vitreous expulsion의 事故後 succinylch-
oline에 의한 眼壓上昇機轉과 succinylcholine에 의한
眼壓上昇防止法 및 다른 筋肉弛緩劑의 眼壓에 미치는

效果에 關한 研究가 활발해졌다. 이에 筆者들은 正常
人에서 succinylcholine(脫分極性), gallamine(非脫分
極性) 및 새로 개발된 pancuronium(非脫分極性)의 眼
壓 效果를 검토하고 少量의 d-tubocurarine과 galla-
mine을 succinylcholine 注入前에 注射하여 succinyl-
choline에 의한 眼壓效果를 比較, 檢討하여 이들 藥
劑의 眼壓 上昇機轉에 關한 考察을 하였기에 이에 報
告하고자 한다.

實驗方法 및 結果

對象者は 術前 血液檢査에서 이상이 없고, 心, 肺나
眼疾患의 既往歴이 없는 成人患者 60名을 無作爲 抽出
하였으며, 前處置로 valium 0.3 mg/kg 와 atropine
0.5~0.75 mg 을 筋注射하였다.

眼壓의 測定에는 Schiötz tonometer 를 使用하였고,

* 本 論文은 1976年度 文教部 研究助成費에 依하여 作
成되었음.

手術場에 도착한 직후의 眼壓을 재어 對照值로 하였다.
第1群(Table 1)에서는 Pentothal 5 mg/kg를 靜注하

Table 1. 제 1 군 Succinylcholine 단독군

환 자	대조치	Pentothal 후	Sch 후	삽관후
1	14.0	14.5	24.5	18.0
2	14.0	14.2	24.8	17.5
3	14.5	15.6	23.5	18.2
4	14.2	14.8	24.6	18.1
5	14.0	15.0	25.6	18.4
6	14.1	15.2	28.1	19.4
7	15.0	16.1	28.1	17.6
8	14.5	15.4	25.4	17.6
9	15.0	15.6	24.0	18.4
10	15.2	15.7	23.5	18.3
11	16.0	18.2	23.7	17.6
12	14.0	15.2	24.0	17.8
13	14.0	15.3	25.0	18.0
14	14.0	15.0	24.5	17.5
15	13.9	14.8	24.7	18.2
16	13.8	14.9	24.3	18.7
17	13.6	14.7	24.2	18.6
18	14.0	14.5	24.1	18.2
19	14.0	14.5	25.0	18.4
20	14.1	14.1	25.2	19.0
평 균	14.3	15.2	24.8	18.2
표준편차	±0.58	±1.87	±1.26	±0.50

$p < 0.001$ 단위: mmHg

Table 2. 제 2 군-1 dTc 전처치후 Pentothal 군

환 자	대조치	Pentothal 후	Sch 후	삽관후
1	13.8	13.0	14.5	14.0
2	13.9	13.0	14.7	14.2
3	14.0	13.2	14.8	14.3
4	14.3	13.5	15.0	14.2
5	14.4	13.2	15.2	14.4
6	14.5	13.5	15.4	14.0
7	13.9	13.2	15.2	14.2
8	14.0	13.0	15.1	14.5
9	14.0	13.2	15.3	14.8
10	14.0	13.3	15.4	14.9
평 균	14.1	13.2	15.1	14.4
표준편차	±0.23	±0.19	±0.37	±0.31

$p < 0.001$ 단위: mmHg

여 睡眠狀態로 誘導한 후 再 測定하여 이것을 Pentothal 後值로 하고, Sch 을 1 mg/kg를 靜注하여 latent period 가 완전히 지났다고 생각되는 45秒에 眼壓을 測定하였으며, 즉시 氣管內插管하고 插管 1分 후에 다시 測定하여 眼壓의 變化를 기록하였다. 그 結果, 對照值 14.3 mmHg 에서 24.8 mmHg 로 10.5 mmHg 증가하여 평균 70% 이상의 상승율을 보여 주었다.

2群에서는 對照值를 재고, dTc 3 mg, 또는 gallamine 20 mg 을 靜注한 다음 2~3分 기다려 visual disturbance 가 나타난 후 Pentothal 을 주어 1群과 같은 순서로 측정 한 결과(Table 2), dTc 前處置群에서는 14.1 mmHg

Table 3. 제 2 군-2 Gallamine 전처치후 Pentothal 군

환 자	대조치	Pentothal 후	Sch 후	삽관후
1	14.0	13.5	12.9	13.0
2	13.9	13.4	12.4	12.5
3	13.8	13.5	12.5	12.6
4	13.5	13.2	12.0	11.5
5	14.2	14.0	11.6	13.0
6	14.5	14.1	11.5	12.5
7	14.3	14.1	11.6	12.8
8	14.1	13.8	11.4	12.7
9	13.9	13.5	11.3	12.6
10	14.0	13.6	11.4	12.5
평 균	14.0	13.7	11.9	12.6
표준편차	±0.28	±0.30	±0.59	±0.42

$p < 0.001$ 단위: mmHg

Table 4. 제 3 군-1 Gallamine 2.5 mg/kg 투여군

환 자	대조치	Pentothal 후	Gallamine 후	삽관후
1	13.8	14.2	10.2	10.3
2	13.9	14.3	10.3	10.4
3	14.0	14.4	11.0	11.1
4	14.1	14.5	11.1	11.2
5	14.0	14.5	11.2	11.5
6	13.9	14.2	10.8	10.9
7	13.8	14.2	10.7	10.7
8	14.2	14.4	10.9	10.9
9	14.1	14.5	10.9	11.0
10	14.3	14.5	11.0	11.2
평 균	14.0	14.4	10.8	10.9
표준편차	±0.17	±0.13	±0.33	±0.37

$p < 0.001$ 단위: mmHg

에서 15.1 mmHg 로 증가하여 7%의 상승율을 보여주었고(Table 3), gallamine 前處置群에서는 14.0 mmHg 에서 11.9 mmHg 로 감소하여 15%의 감소율을 보여주었다.

3群은 對照値와 Pentothal 後値를 測定하고(Table 4) gallamine 을 2.5 mg/kg 靜注 후 mask 로 酸素를 吸入시키면서 3分 後의 眼壓과 插管 1分 後의 反應을 測定한 결과 14.0 mmHg 에서 10.8 mmHg 로 감소하여 23%의 감소율을 보여 주었고(Table 5), 같은 순서로

Table 5. 제 3 군-2 Pavulon 80 μ g/kg 투여군

환자	대조치	Pentothal 후	Pavulon 후	삽관후
1	14.1	14.3	10.8	10.9
2	14.3	14.4	10.8	10.8
3	14.1	14.5	10.7	10.7
4	13.9	14.2	10.6	10.6
5	14.4	14.6	10.7	10.7
6	14.3	14.5	10.6	10.6
7	14.2	14.5	10.8	11.0
8	14.3	14.8	11.0	11.0
9	14.2	14.6	11.0	11.1
10	14.0	14.2	11.2	11.3
평균	14.2	14.5	10.8	10.9
표준편차	± 0.15	± 0.19	± 0.19	± 0.21

$p < 0.001$ 단위 : mmHg

Fig. 1

Table 6.

근육이완제	환자수	대조치	Pentothal 후	이완제 후(%)	삽관후
Succinylcholine 1mg/kg	20	14.3	15.2	24.8 (73)	18.2
dTc 3 mg + scc	10	14.1	13.2	15.1 (7)	14.4
Gallamine 20 mg + scc	10	14.0	13.7	11.9 (-15)	12.6
Gallamine 2.5 mg/kg	10	14.0	14.4	10.8 (-23)	10.9
Pancuronium 80 μ g/kg	10	14.2	14.5	10.8 (-24)	10.9

단위 : mmHg

pancuronium 80 mg/kg 물 준 결과 14.2 mmHg 에서 10.8 mmHg 로 감소하여 24%의 감소율을 보여 주었다(Table 6), 以上の 結果를 종합하면 Table 6과 같고, 이것을 그림으로 나타내면 Fig. 1과 같아 少量非脫分極性弛緩劑를 前投與하여 眼壓의 上昇을 防止할 수 있을 을 알겠다.

考 按

순조로운 麻酔 誘導와 上氣道의 分泌物 및 反射作用을 防止코저 belladonna 제 의 投與마저 綠內障 환자에서는 眼壓上昇 효과가 있을 可能性 때문에 논란이 되었으나, Schwartz¹⁵⁾等의 연구로 麻酔前處置之 常用量으로는 無害함이 立證되었다.

眼壓의 유지기전 및 마취제에 의한 안압효과에 관하여서는 Abouleish 와 Dancalf¹⁶⁾ 등에 의하여 잘 규명된 바 있으며, 正常人の 안압은 10~22 mmHg 이며, 한국인의 정상치는 12~19 mmHg 이다. 眼壓의 構成은 眼球外部에서 미치는 압력과 scleral rigidity 및 眼球內의 내용물의 변화(半固體—lens, vitreous, 안구 生産物, 液體—血液, aqueous humor)등으로

正常人の 眼壓 = $K[(OP_{aq} - OP_{pl}) + CP]$ 로

K : 眼液流出常數

OP_{aq} : aqueous humor 의 삼투압

OP_{pl} : 血漿의 삼투압

CP : 毛細血管壓

으로 表示될 수 있다. 따라서 麻酔중 麻酔藥劑에 의한 변화는 OP_{aq} , OP_{pl} 및 CP 의 변화에 의하기 보다는 K 에 의한 변화로 발생된다고 思料될 수 있으며, K 는 Hagen-Poiseuille 法測에 의하여 단위 시간에 aqueous humor 의 流出量(A)으로 表示될 수 있다.

$$A = \frac{r^4 \times (P_{100} - P_v)}{8n \times L}$$

L : Fontanna 腔의 直徑

P_{top} : 眼壓

P_v : 靜脈壓

n : 壓粘壓

L : Fontanna 腔의 길이

따라서 筋肉弛緩劑에 의한 眼壓效果는 aqueous humor의 流出量의 조절 여부와 有關하며 이는 Fontanna 腔의 크기에 의하여 직접적으로 좌우되는 바 Fontanna 腔이 좁아지면 aqueous humor의 流出을 방해하여 眼壓을 상승시키며 眼球 또는 瞳孔筋이 弛緩되면 neuroleptic 腔이 커져 眼壓은 下降하게 된다.

催眠安靜劑, neuroleptic, 麻藥 등 中樞神經系統에 抑制的으로 作用하는 약제는 眼壓을 下降시키나 Ketamine은 眼壓을 上昇시킨다. 모든 吸入麻酔劑는 麻酔深度가 깊어짐에 따라 眼壓을 下降시킨다.

筋肉弛緩劑 중 非脫分極性 근육 이완제는 본 실험에서 보는바와 같이 모두 약간 下降시키거나 변화를 일으키지 않는 반면 脫分極性 근육 이완제는 眼壓을 上昇시킨다.

Succinylcholine에 의한 眼壓上昇效果를 방지하고자 소량의 非脫分極性 근육 이완제를 투여하면¹⁾ 그 효과가 뚜렷하며 gallamine 投與 후는 dTc 보다 효과가 顯著하였다.

Succinylcholine에 의한 眼壓上昇機轉은 종래에는 眼外筋의 수축 작용만으로 說明하려 하였으나 Katz & Eakins^{9,8)}의 報告를 종합하면 眼筋收縮에는 眼球筋肉 중 Fibrillenstruktur에 의한 twitch system과 Felderstruktur에 의한 tonic system이 함께 작용하는 바 前者는 nictating membrane, 後者は 眼外筋에 의하여 발생되며 眼壓上昇過程 중 前半期는 後者に 의하여, 後半期는 前者에 의해 構成된다.

이때 脫分極性 弛緩劑인 succinylcholine은 twitch system은 抑制하나 tonic system을 자극하여 眼壓을 上昇시키므로 兩者를 모두 抑制시키는 非脫分極性 弛緩劑를 使用하여 succinylcholine에 의한 tonic system의 긴장을 抑制함으로써 眼壓의 上昇을 防止하는 效果를 나타낸다고 思料된다.

結 論

筋肉弛緩劑가 眼壓에 미치는 影響을 알기 위해 혈액 검사나 心肺器에 異狀이 없고 眼科疾患의 既往歴이 없는 成人患者 60名을 抽出하여, 筋肉弛緩劑를 投與하고 眼壓의 變化를 測定한 結果는 다음과 같다.

1. 脫分極性 筋肉弛緩劑인 succinylcholine을 投與

한 결과 平均안압이 14.3 mmHg에서 24.8 mmHg로 變하여 70%以上の 현저한 眼壓上昇을 볼 수 있었다.

2. 非脫分極性 筋肉弛緩劑인 gallamine이나 pancuronium을 單獨 投與했을 때는 眼壓의 上昇을 볼 수 없었다.

3. dTc 3 mg이나 gallamine 20 mg 같은 少量의 非脫分極性 筋肉弛緩劑로 前處置함으로써 脫分極性 筋肉弛緩劑에 의한 眼壓上昇을 防止할 수 있었다.

以上の 實驗結果를 文獻考察과 함께 報告하는 바이다.

REFERENCES

- 1) Dillou, J.B., Sabawala, P., iTaylor, D.B., & Gunter, R.: Action of succinylcholine on extraocular muscles and intraocular pressure. *Anesthesiology* 18:44, 1957.
- 2) Schwartz, H. & de Roeth, A.: Effect of succinylcholine on intraocular pressure in human beings. *Anesthesiology* 19:112, 1958.
- 3) Adams, A.K. & Barnett, K'C.: Anesthesia and intracocular pressure. *Anesthesiology* 21: 202, 1966.
- 4) Wylie, W.D. & Churchill-Davidson, H.C.: Neuromuscular blocking drugs in: A practice of anesthesia. 2nd Ed., 1958.
- 5) Sobel, A.M.: Hexafluorenum, succinylcholine and intraocular tension. *Anesth. & Analg.* 41:399. 1962
- 6) Katz, R.L. & Eakins, K.E.: The Actions of neuromuscular blocking agents on extraocular muscles and intraocular pressure. *Proc. Roy. Soc. Med.* 62:1217, 1969.
- 7) Lincoff, H.A., Ellis, C.H., Devoe, A.G., et al.: Effects of succinylcholine on intraocular pressure. *Am. J. Ophth.* 40:501, 1955.
- 8) Katz R.L. & Ran, J.F.: The neuromuscular effects of suxamethonium in man. *Brit. J. Anesth.* 41:381, 1969.
- 9) Katz, R.L., Wolf, C.E. & Papper, E.M.: The nondepolarizing neuromuscular blocking actions of succinylcholine in man. *anesthesiology* 24:784, 1965.
- 10) De Roeth, A., Jr. & Schwartz, H.: Aqueous

- humor dynamics in glaucoma: Effects of ganglionic blocking agents and thiopental sodium anesthesia on aqueous humor dynamics. A.M.A. Arch. Ophthal. 55:755, 1956.*
- 11) Sadove, M.S. & Unna, K.R.: *Ophthalmic studies of curare and curare-like drugs in man. Amer. J. Ophth. 34:543, 1951.*
- 12) Taylor, D.B.: *Actions of muscle relaxants and their antagonists. Anesthesiology 20: 439, 1959.*
- 13) Schwartz, H., de Roeth, A., Jr. & Papper, E. M.: *Preanesthetic use of atropine and scopolamine in patients with glaucoma. J.A.M.A. 165:144, 1957.*
- 14) Abouleish, E.: *Physiology of the eye pertinent to anesthesia. Intern. Ophth. Clin. 13:1, 1973.*
- 15) Dancalf, D. & Foldes, F.F.: *Effects of anesthetic drugs and muscle relaxants on intraocular pressure. Intern. Ophth. Clin. 13:21, 1973.*
-