Vecuronium의 신경근 작용에 대한 척골, 안면 및 경골신경 반응사이의 근전도 비교

순천향대학교 의과대학 마취과학교실

곽 수 달 · 김 영 아 · 이 성 근
김 용 익 · 김 순 임 · 김 성 열

= Abstract =

Comparison of Electromyographic Responses between the Ulnar, Facial and Tibial Nerve Following Vecuronium Administration

Su Dal Kwak, M.D., Young Ah Kim, M.D., Sung Keun Lee, M.D., Yong Ik Kim, M.D.
Soon Im Kim, M.D. and Sung Yell Kim, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Soon Chun Hyang University, Seoul, Korea

This study investigated the comparison of electromyographic change of neuromuscular blocking effect induced vecuronium between the ulnar, facial and tibial nerve in 24 healthy adult patients anesthetized with thiopental, N₂O and enflurane.

Neuromuscular monitoring commenced immediately after administration of thiopental. After supramaximal stimulation was achieved, a bolus of vecuronium 0.08 mg/kg was injected intravenously. And then single twitch nerve stimulation(T₁) was applied to the nerves using surface electrodes and the electrical response of muscles recorded using the RELAXOGRAPH (Datex Co.).

The patients were allocated randomly to 3 groups of 8 patients respectively; the ulnar nerve group was the control, and the facial nerve group and the tibial nerve group were the studing group.

We assessed electromyographic responses from abductor digiti minimi muscle in the ulnar nerve, orbicularis oris muscle in the facial nerve and flexor hallucis brevis muscle in the tibial nerve to single twitch nerve stimulation respectively.

And the onset time, the time from injection of vecuronium to 25% and 75% recovery of T₁, and recovery index of the ulnar, facial and tibial nerve groups were measured.

The obtained results were as follows:

- 1) The onset time was faster in the facial nerve group compared with the ulnar nerve group.
- 2) The time from injection of vecuronium to 25% recovery of T₁ was more prolonged in the facial nerve group compared with the ulnar nerve group.
- 3) The time from injection of vecuronium to 75% recovery of T₁ and recovery index were more shorter in the tibial nerve group compared with ulnar nerve group.

Key Words: EMG. Nerve Stimulation; Ulnar Nerve, Facial nerve, Tibial nerve.
Neuromuscular blockade; vecuronium

서 론

최근 신경근 차단제의 발달로 임상마취에 근이완제를 광범위하게 사용하고 있으므로 기관내 삽관시 수술 중 적절한 근이완 상태와 마취 회복시 안전한 기도 유지를 위한 근이완 회복 상태를 감시하는 것이 필수적 요소가 되고있다. 따라서 전기자극을 위한 신경선택이 주로 조작하기 쉬운 척골신경을 이용하고 있으나 손부위의 수술등으로 척골신경을 이용할 수 없을때 다른 표재성 신경을 이용하여 신경근 전달 상태를 감시하여야 한다.

그러나, 근육마다 근이완제에 대한 감수성이 다르기 때문에 한 근육에서 얻어진 결과를 다른 근육들에 일률적으로는 적용하는 것은 모순이기 때문에¹⁾ 본 교실에서는 근이완제의 작용에 대한 신경-근육들간의 반응을 이미 *mechanography*로 비교한 바 있다²⁾.

그러나 그 결과가 촉각적인 판단으로 정확도가 떨어지기 때문에 본 연구에서는 근전도를 이용하여 재검토하여 보았기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

연구대상은 예약수술을 받을 환자로서 신경근 전달 기능상 장애가 없고 근이완제와 상호작용할 요인이 없으며 ASA 환자분류상 1내지 2에 속하는 비교적 건강한 성인 남녀환자 24명을 대상으로 하였다(Table 1 참조).

전투약은 전예에서 *hydroxyzine(vistaryl)* 1 mg/kg과 *glycopyrrolate* 0.2 mg을 마취유도 1시간전에 각각 근주하였다. 환자가 수술실에 도착하였을때 Da-

tascope 2100으로 비관혈적 평균동맥압, 맥박수, 심전도를 연속적으로 측정하면서 신경근 감시장치를 준비하였다.

마취는 *thiopental sodium* 5 mg/kg을 정주후 의식이 소실되었을때 삼관용량인 *vecuronium bromide* 0.08 mg/kg을 정맥 주사한후 기관내 삽관으로 유도하고 50% N₂O와 O₂, *enflurane* 1~2%로 유지하였다.

환자를 각각 8명씩 척골신경근, 안면신경근, 경골신경근으로 나누어 감시장치인 *RELAXOGRAPH* (DATEX사 제품)을 이용하여 척골신경 자극은 전극을 손목 척골신경 피부표면에 부착하여 *abductor digiti minimi*근반응을, 안면신경 자극은 전극을 귀전면과 하단에 부착하여 *orbicularis oris*근 반응을, 경골신경 자극은 전극을 족관절 내측과 후면과 발 밑바닥에 부착하여 *flexor hallucis brevis*근 반응과 *abductor hallucis*근 반응을 각각 근전도로 감지하

Fig. 1. Schematic representation of stimulating and recording electrodes on the nerve(N) and muscle

(A) Ulnar N.: Abductor digiti minimi muscle
(B) Facial N.: Orbicularis oris muscle
(C) Tibial N.: Flexor hallucis brevis muscle

Table 1. Demographic Data

	Ulnar nerve	Facial nerve	Tibial nerve
Aex(M/F)	(5/3)	(3/5)	(5/3)
Age	33.0±7.6	32.2±6.8	27.6±7.2
Weight(kg)	58.6±7.9	58.8±6.7	61.1±9.6)

(Mean±SD)

면서 vecuronium 투여후, 10초 간격으로 단순연축 자극을 주어 연축높이가 95%이상 감소될때까지의 발현시간, 투여후 T₁이 25% 회복 및 75% 회복까지의 작용시간 및 회복지수(RI)를 척골신경(UN), 안면신경(FN), 경골신경(TN)에서 측정하였다(Fig. 1 참조). 이때 척골신경에 대한 안면 및 경골신경 반응의 결과에 있어서 통계학적 평가는 Unpaired Student t-test로 하였으며 p치가 0.05이하인 경우를 유의있는 것으로 판정하였다.

연구 성적

신경 자극군별 대상환자의 연령 및 체중간에는 통계학적 의미는 없었다(Table 1 참조). Vecuronium 투여후 연축반응이 소멸될때까지의 발현시간은 척골신경에서 6.7 ± 4.4 분에 비해 경골신경은 4.9 ± 1.3 분으로

의의가 없었으나 안면신경에서는 3.1 ± 0.6 분으로 의의있게 빨랐다($p < 0.05$, Table 2, Fig. 2 참조).

작용시간은 vecuronium 투여후 25% 회복까지의 시간이 척골신경 26.7 ± 5.6 분에 비해 경골신경에서는 26.6 ± 4.5 분으로 유의성이 없었으나 안면신경에서는 34.8 ± 8.9 분으로 의의있게 길었다($p < 0.05$, Table 2, Fig. 2 참조).

그리고 vecuronium 투여후 75% 회복까지의 시간은 척골신경 54.4 ± 12.0 분에 비해 안면신경에서는 67.0 ± 17.9 분으로 통계학적 의의가 없었고 경골신경은 42.7 ± 7.4 분으로 의의있게 빨랐다($p < 0.05$, Table 2, Fig. 2 참조).

한편 회복지수(RI)는 척골신경에서 27.7 ± 10.6 분에 비해 안면신경에서는 32.7 ± 10.4 분으로 의의가 없었으나 경골신경에서는 16.0 ± 3.1 분으로 의의있게 빨랐다($p < 0.05$, Table 2, Fig. 2 참조).

Table 2. The Onset Time, the Time from Vecuronium Injection to 25% Recovery and 75% Recovery, and the Recovery Index

Nerve(N)	Onset	Inj $\Rightarrow$ 25%	Inj $\Rightarrow$ 75%	Recovery Index
Ulnar N	6.7 ± 4.4	26.7 ± 5.6	54.4 ± 12.0	27.7 ± 10.6
Facial N	$3.1 \pm 0.6^*$	$34.8 \pm 8.9^*$	67.0 ± 17.9	32.7 ± 10.4
Tibial N	4.9 ± 1.3	26.6 ± 4.5	$42.7 \pm 7.4^*$	$16.0 \pm 3.1^*$

* $p < 0.05$ (vs; Ulnar N)

(Mean $\pm$ SD)

Fig. 2. Comparison of the onset time, the time from injection of vecuronium to 25% and 75% recovery of T₁, and RI.

고 찰

최근 마취중 근이완제 사용이 보편화됨에 따라 신경근 전달 감시장치의 필요성이 점차 증가되고 있다. 신경근전달 감시 측정장치로는 Mechanography(MMG) 및 Electromyography(EMG)등이 있는데 이중 기록을 할 수 있는것은 MMG와 EMG이다. MMG는 신경자극에 대한 근육의 긴장도 변화를 기계적으로 측정하고, EMG는 하나 이상의 근육들의 보합 전위 변화만을 전기적으로 측정하는 것으로서 EMG는 MMG에 비해 transducer의 고정 및 overloading 등의 어려움이 측정장치를 부착하기가 쉽고, 신경근 전도변화를 더 신속히 수적인 평가로 측정할 수 있어 요즘은 EMG를 선호하는 경향이 크다³⁾.

그리고 신경근전달 감시를 측정하는 부위로는 주로 척골신경을 이용하는데 손부위의 수술등으로 척골신경을 이용할 수 없을 때에는 다른 표재성 신경을 선택해야 하는데 근육들마다 근이완제에 대한 반응이 다르기 때문에 한 신경-근육간의 근전도반응을 다른 신경-근육들에 일률적으로 적용하기는 힘든 문제점이 있다.

즉 횡격막은 수근보다 근이완제의 발현시간이 빠르고 회복도 빨리된다고⁴⁻⁹⁾ 하였는데, 그 이유로는 수근은 slow oxidative fiber로 구성되어 있는데 반해 횡격막근은 slow oxidative, fast oxidative, fast glycolytic fiber의 복합적인 구성으로서 fast fiber가 slow fiber보다 신경근 접합부가 넓어서 근이완제가 빨리 도달할 수 있고⁵⁾ 많은 혈류량⁴⁻⁶⁾ 때문에 발현시간이 빨리 나타난다고 하였으며, fast fiber는 근이완제에 resistant하여¹⁰⁾ 많은 용량이 필요하고¹¹⁾ 횡격막근은 접합된 수용체수가 90~95%이하에서 회복이 시작되어 안전역이 훨씬 크기 때문에⁴⁾ 횡격막근에서 회복이 빨리 일어난다고 하였다. 또한 Donati등¹⁰⁾은 인두근(larynx)도 횡격막근처럼 많은 혈류량과 근이완제에 resistant한 fast fiber로 구성되어 발현시간과 회복이 빠르다고 하였다. 한편 Smith등¹²⁾은 저작근(Masseter muscle)이 많은 혈류량과 근이완제에 대한 예민한 반응으로 발현 시간이 빠르면서 회복이 늦다고 하였고, Sopher등¹³⁾은 수근과 족근 사이에 근이완제에 대한 발현시간 및 회복 시간에서 큰 차이가 없다고 하였다. 이와같이 근육들마다 근이완제에

대한 sensitivity가 다른 것에 대해 아직 확실한 원인은 알려져 있지 않고 가능성있는 원인으로는 해부학적 원인(신경근 접합부의 안전역, 근육의 구성 fiber, 신경근접합부의 수)과 혈류량¹⁾에 기인하는 것으로 추측하고 있다.

따라서, 본 연구에서 가장 보편적으로 이용하고 연구가 많이 이루어진 척골신경-수근의 근이완제의 반응에 대해 수술중 이용하기가 비교적 쉬운부위인 안면신경과 경골신경의 반응을 EMG를 통하여 비교연구를 하여 보았다. 근이완제의 발현시간에 대해서 Donati등⁷⁾은 안면근(Orbicularis oculi)이 수근보다 빠르다고 하였고 Smith등¹²⁾은 저작근(Masseter 근)이 수근보다 빠르다고 하였는데 본 연구결과에서도 안면신경군이 척골신경군에 비해 발현시간이 의의있게 빨랐다. 이는 혈류량이 증가하면 발현시간이 빨라진다는 Goat등¹⁴⁾의 연구결과와 혈류시간이 짧으면 발현시간이 빠르다고한 Harrison등¹⁵⁾의 연구결과로서 설명할 수 있는데, 즉 안면근은 수근보다 심장에서 거리가 가깝고 혈류량도 많아서 발현시간이 빨리 나타난 것으로 생각한다. 그리고 근이완제의 작용시간에 대해서 살펴보면 Caffery등¹⁶⁾, Stiffel등¹⁷⁾, Sharpe등¹⁸⁾은 안면근이 수근보다 신경근 접합부의 수가 많아서 회복이 빨리 일어난다고 하였는데 반해 본 연구결과에서는 T1의 25%회복까지의 시간이 안면신경군이 척골신경군에 비해 의의있게 길었다. 이는 Goat등¹⁴⁾의 혈류량이 크면 높은 농도로 수용체에 도달 된다는 것과 Payne등¹⁹⁾과 Ginsberg등²⁰⁾의 농도가 높을수록 발현시간이 빠를뿐만 아니라 작용시간도 길어진다고 한 것과 마찬가지로 본 연구에서도 얼굴이 손보다 많은 혈류량과 짧은 혈류시간으로 수용체에 고농도로 도달하여 발현시간이 빠를뿐만 아니라 작용시간이 길어 회복이 늦게 일어난 것으로 생각된다.

한편 경골신경군에서는 회복지수가 척골신경에 비해 빠르게 나타났는데 이것도 혈류상 거리로 인해 수용체에 저농도로 도달하여 회복이 빨리 일어난 것이 아닌가 생각한다. 그러나, 신경근 전달측정에 있어서 전기자극의 크기, 전극의 극성(polarity) 및 부착위치, 조직과 전극의 저항 그리고 환자간의 변수등^{16,17)}으로 측정결과에 차이가 날수 있기 때문에 말초에서 근이완제의 혈중농도 측정을 하면 좀더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각하며 이에 대한 연구가 앞으로 더 필요

요하다고 생각한다.

결 론

근이완 작용에 상호작용할 요소가 없는 ASA 1내지 2에 해당하는 건강한 성인남녀 24명을 대상으로 Vecuronium투여 후 척골신경, 안면신경 및 경골신경을 택하여 전기자극으로 나타난 각 신경반응을 근전도를 사용하여 비교하여 보았다.

1) 근이완 발현시간은 척골신경에 비해 안면신경이 유의있게 빨랐다.

2) T1이 25% 회복까지의 시간은 척골신경에 비해 안면신경이 유의있게 느렸다.

3) T1이 75% 회복까지의 시간과 회복지수(RI)는 척골신경에 비해 경골신경이 유의있게 빨랐다.

참 고 문 헌

- 1) Miller RD. *Anesthesia*. 3rd ed, New York: Churchill Livingstone. 1990; 1209-1226.
- 2) 김영아, 이경우, 이성근 외. vecuronium투여후 척골, 안면 및 비골신경에 대한 비교. 제36차 대한마취과 학회 추계대회 초록 1991; 14.
- 3) Viby-Mogensen J. *Clinical assessment of neuromuscular transmission*. Br J Anaesth. 1982; 54: 209-223.
- 4) Chauvin M, Lebrault C, Duvaldestin P. *The neuromuscular blocking effect of vecuronium on the human diaphragm*. Anaesth Analg 1987; 66: 117-122.
- 5) Pansard JL, Chauvin M, Lebrault C, et al. *Effect of an intubating dose of succinylcholine and atracurium on the diaphragm and the adductor pollicis muscle in humans*. Anesthesiology 1987; 67: 326-330.
- 6) Derrington MC, Hindocha N. *Comparison of neuromuscular block in the diaphragm and hand after administration of tubocurarine, pancuronium and alcuronium*. Br J Anaesthesia 1990; 64: 294-299.
- 7) Donati F, Meistelman C, Plaud B. *Vecuronium neuromuscular blockade at the diaphragm, the orbicularis oculi, and adductor pollicis muscles*. Anesthesiology 1990; 73: 870-875.
- 8) Donati F, Meistelman C, Plaud B. *Vecuronium neuromuscular blockade at the diaphragm, orbicularis oculi and adductor pollicis muscles*. Can J Anaesth 1990; 37: S13.
- 9) Derrington MC, Hindocha N. *Comparison of neuromuscular blockade in the diaphragm and the hand*. Br J Anaesth 1988; 61: 279-285.
- 10) Donati F, Meistelman C, Plaud B. *Vecuronium neuromuscular blockade at the adductor muscles of the larynx and Adductor pollicis*. Anesthesiology 1991; 74: 833-837.
- 11) Donati F, Antzaka C, Bevan DR. *The diaphragm and adductor pollicis dose-response curves for pancuronium*. Anesthesiology 1985; 63: A322.
- 12) Smith CE, Donati F, Bevan DR. *Differential effects of pancuronium on masseter and adductor pollicis muscles in humans*. Anesthesiology 1989; 71: 57-61.
- 13) Sopher MJ, Sears DH, Walts LF. *Neuromuscular function monitoring comparing the flexor hallucis brevis and adductor pollicis muscles*. Anesthesiology 1988; 69: 129-131.
- 14) Goat VA, Yeung ML, Blakeney C, et al. *The effect of blood flow upon the activity of gallamine triethiodide*. Br J Anesth 1976; 48: 69-73.
- 15) Harrison GA, Junius F. *The effect of circulation time on the neuromuscular action of suxamethonium*. Anaesth Intens Care 1972; 1: 33-40.
- 16) Caffrey RR, Warren ML, Becker KE. *Neuromuscular blockade monitoring comparing the orbicularis oculi and adductor pollicis muscles*. Anesthesiology 1986; 65: 95-97.
- 17) Stiffel P, Hameroff SR, Blitt CD, et al. *Variability in assessment of neuromuscular blockade*. Anesthesiology 1980; 52: 436-437.
- 18) Sharpe MD, Moote CA, Lam AM, et al. *Comparison of integrated evoked EMG between the hypopharyngeal and facial muscle groups following atracurium and vecuronium administration*. Can J Anesth 1991; 38: 318-23.
- 19) Payne JP, Hughes R. *Evaluation of atracurium in anaesthetized man*. Br J Anaesth 1981; 53: 45-54.
- 20) Ginsberg B, Glass PS, Quill T, et al. *Onset and duration of neuromuscular blockade following high-dose vecuronium administration*. Anesthesiology 1989; 71: 201-205.