

## 근육이완제의 현재와 문제점\*

한양대학교 의과대학 마취과학교실

전 세 응

=Abstract=

### Some Aspects of Neuromuscular Blockers and It's Present Status

Se Ung Chon, M.D.

*Department of Anesthesiology, Hanyang University, College of Medicine, Seoul, Korea*

Anesthesiologists may have close relationship with muscle relaxants in clinical practice. Fortunately, few of the new muscle relaxants were discovered and used in clinic recently. In this moment we have to look back the old muscle relaxants. Undesirable side effects of the old ones are less common, but encountered often enough to be troublesome.

For example, succinylcholine(depolarizer) may enhance dysrhythmia, rise in plasma potassium, increase in intraocular pressure, rise in intragastric pressure, triggering malignant hyperpyrexia, muscle pain and dual block etc. Is there a simple screen test for the atypical cholinesterase?

Unfortunately it's not available now. Nevertheless depolarizer was still used in many decades. What's the matter?

Muscle relaxants are also affected by many factors those are renal excretion, metabolism of the drug, liver disease, effect of jaundice, muscle blood flow, production and release of acetylcholine, body temperature, antibiotics, other drug interactions, electrolyte imbalance, pathological status, individual differences and species differences etc.

Sometimes it will make a trouble for the anesthesia practice. So anesthesiologists must be familiar with the use of muscle relaxants. And also we have to think twice about it's clinical use before given to the patients.

What is the right methods of rational use of muscle relaxants?

What is the right way to reverse muscle relaxation?

Obviously, return of normal muscle function following muscle relaxant administration is of prime importance to restoration of adequate spontaneous ventilation because it is clinically very important.

In human study; supramaximal ulnar nerve stimulation was delivered by a peripheral nerve stimulator(Myotest, Biometer MK II) through electrode at the wrist. Stimuli were delivered continuously by either "TOF" or single twitch stimuli. The resultant force of thumb adduction was measured and recorded by Biophysigraph(San Ei, Japan) through the force displacement transducer.

In animal study; all animals were intubated through a tracheostomy under the intraperitoneal urethane anesthesia with nembatal given intravenously. Respiration was controlled

\* 본 논문의 요지는 제 8 차 한·일 마취과학회 심포지움(1986. 4. 9)에서 발표하였음.

by means of Shinano animal respirator. The body temperature was kept at 35°C with a thermo-blanket. The common peroneal nerve and anterior tibial muscle was exposed and nerve stimulator was applied to the nerve-muscle preparation. The twitch height of the muscle contraction was recorded on a Biophysigraph through the force displacement transducer. The common peroneal nerve was stimulated supramaximally using a peripheral nerve stimulator with a "TOF" stimulation or single twitch stimulation.

Obviously, newly introduced muscle relaxants are certainly have advantage over the old ones but we should have further studies on them.

Conclusions;

1) Minimal dose of muscle relaxant which may produce 90~100% of twitch depression may used depend on the types of surgery.

2) To evaluate the type and degree of muscle relaxation intermittently by use of the peripheral nerve stimulator is essential.

3) Best choice of the muscle relaxants are should be non-depolarizers those may promptly reversed by anticholinesterases.

서 론

근육이완제는 1942년 수술중 근육이완을 얻을 목적으로 처음으로 임상마취에 사용된 이래 널리 사용되어 오고 있다. Woodbridge<sup>1)</sup>는 마취상태란 의식, 지각, 운동 및 반사의 네가지 구성요소의 소실상태라 하였고, 1950년대에 "lytic cocktail"이 사용되고 "neuroleptic" 마취라는 개념의 발전은 "balanced anesthesia" (균형마취)를 확립시켰다. 이같은 개념은 Woodbridge가 강조한 마취의 네가지 요소를 각각 차단하므로써 마취상태를 이룰 수 있다는 것이다. 이같은 의미에서 마취상태의 한 요소인 운동기능의 소실을 얻기 위하여 근육이완제의 사용은 절대적이다. 따라서 반세기에 걸쳐서 전신마취시에 근육이완제의 사용은 필수적으로 사용되어 오고 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 각종 근육이완제는 임상사용에 있어서 많은 문제점을 갖고 있는 것이 사실이다. 이시점에서 저자는 현재 사용되고 있는 각종 근육이완제의 작용을 평가하고 마취제와의 상호작용등을 검토하여 그 문제점을 보고하고자 한다<sup>1~4)</sup>.

재료 및 방법

1) 근육이완의 평가

실험동물에서는 전경골근을 노출시켜 경골근 기시건은 경골에 고정하고, 디리를 움직이지 못하게 실험대

에 고정하였고, 전경골근 근위단에서 3 cm 위치에 2호 봉합사로 근육과 Force displacement transducer (Type 45196A, San Ei, Japan)를 연결한 다음 단원 기록장치(biophysigraph, type 7748, San Ei, Japan)에 연결하여 계속적으로 근육연축의 크기를 기록하였다. 신경에 전기자극을 주기위하여 동체전극을 쌍극성으로 연결하고 자극은 말초신경자극기(peripheral nerve stimulator, Biometer, Myotest MK II, Denmark)를 통하여 자극(square wave, 자극시간 0.2 ms, 자극빈도 1Hz 또는 "Train of four")을 주고, 전경골근의 연축의 크기를 기록하였다<sup>5~10)</sup>. 사람에서는 두개의 전극을 척골신경에 연하여 팔목에서 3 cm 간격으로 붙이고 말초신경자극기에 연결하고, 모지의 내전의 크기를 Biophysigraph에 연결하여 계속적으로 기록하였고, 근육이완의 판정은 연축크기의 비로서 연축의 억제와 회복을 판단하였다(연축의 크기 : 2 cm = 50 g).

고 찰

반세기동안 근육이완제에 대한 연구는 계속되어 왔고, 현재 사용되고 있는 각종 근육이완제가 갖는 문제점을 해결하기 위하여 계속 추구될 것으로 본다. 생리적으로 골격근의 근육이완과 수축을 관장하고 있는 neurotransmitter는 acetylcholine이다. Acetylcholine의 작용부위는 신경·근 접점의 acetylcholine 수용체이다. 최근에 이 acetylcholine 수용체에 대한 구조·기능등이 많이 규명되어 가고 있다. 즉 acetylch-

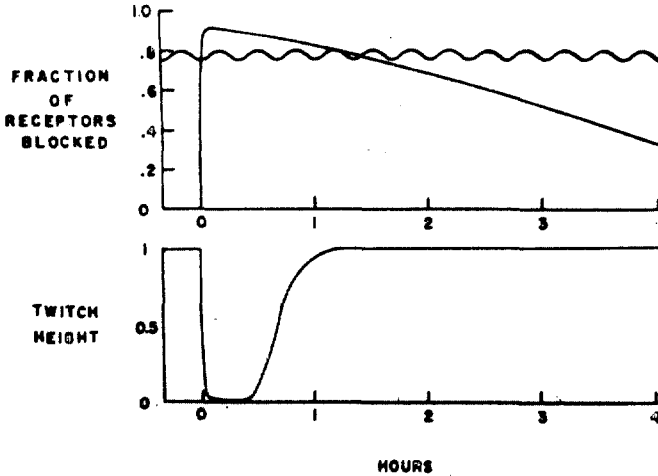


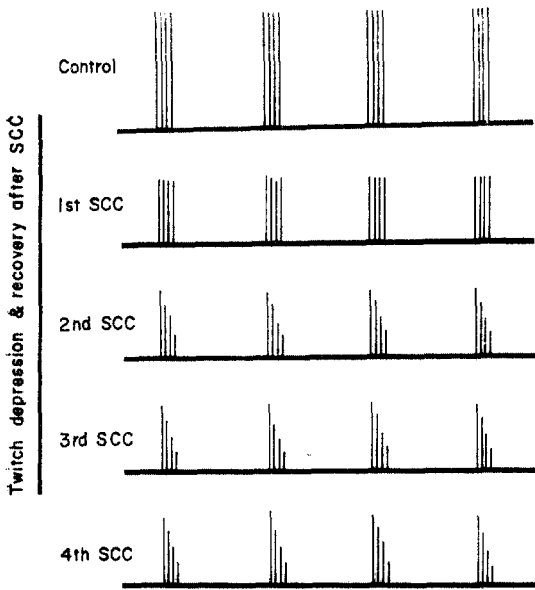
Fig. 1. Receptor occupation and twitch height.

oline 수용체는 분자량이 약 25만 정도이며,  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 의 subunit로 구성되며  $\alpha$  subunit는 2개로서, 이들 5개의 subunit는 도너스형태를 갖으며 세포막에 꽂혀 있으며 도너스의 구멍의 개폐를 통해서 Na과 K의 이동이 생기며 閾值이상의 자극에 의한 대전(帶電)의 변화로 탈분극이 초래된다. 이들 acetylcholine 수용체는 신경·근 접점후막수용체(post-junctional receptor)만이 존재하는 것이 아니고, 접점전막수용체(pre-junctional receptor)와 접점외수용체(extra-junctional receptor)도 존재한다. 또한 각 수용체의 성숙도나 그 수가 연령이나 개개인에 따라 서로 다르다는 사실이다. 이같은 해부학적, 생화학적 차이가 결국은 현재 사용되는 근육이완제의 작용에 영향을 미치고 있다고 생각된다<sup>4,12,13</sup>. 또한 근육이완제는 이 acetylcholine 수용체를 80% 이상 결합할 때 비로서 연속의 크기가 감소하게 된다(Fig. 1). 이것은 마치 바다위에 떠 있는 거대한 빙산을 보는 것과 같으며 바다 밑에 가려져 있는 빙산 덩어리(4/5)에 대해서는 아직도 규명해야 할 미해결의 문제점인 것이다. 실험적으로 임상적으로 근육이완제의 평가를 한다는 것은 바로 바다위에 떠있는 20%에 해당되는 부분을 규명하는 것 뿐이다. 마취과의사는 이 깊고도 큰 문제의 해결을 위하여 보다 많은 연구가 지속되어야 되겠다.

현재 사용되고 있는 근육이완제는 그 작용기전상 탈분극성 근육이완제(succinylcholine)와 비탈분극성 근육이완제(d-tubocurarine, gallamine, pancuronium, metocurine, alcuronium, fazadinium, atracurium, vecuronium)로 구분된다. 탈분극성 근육이완제인 succinylcholine은 신경·근 접점에서 acetylcholine과

비슷한 작용을 한다. 즉 신경·근 종말판에서 수용체와 작용하여 화학적으로 흥분된 세포막의 탈분극을 일으켜 근육은 수축된다. 임상적으로 이것은 섬유속연축(fasciculation)으로 나타난다. 일종의 비협조적인 근육수축이다. 이런 현상은 환자가 수술후에 근육통을 호소하는 원인이기도 하다. Succinylcholine은 acetylcholine과 같이 급속히 배설되지 않기 때문에 종말판의 탈분극은 계속된다.

순간적인 자극과는 달리 지속적인 국소적 흐름작용(local action current)의 통과는 전기적으로 흥분되는 근육막을 무흥분상태로 이끈다. 따라서 신경·근 차단이 초래된다. 이 차단은 종말판에서 일어나는 것이 아니고 종말판 근처의 전기적 흥분막 부근에서 일어난다. 탈분극성 근육이완제는 그들의 작용기전상의 양식을 변화시키는데 이상성차단(dual block)이라고도 한다. 이것은 근육수축이나 근육이완 혹은 양자가 탈분극으로 초래되는 2차적 효과로 나타난다. 탈분극의 감소는 장시간의 노출 또는 반복 노출로 탈감작의 형태로 나타난다. 감소된 정도나 노출되는 기간은 근육의 종류나 동물의 종에 따라 각각 다양하게 나타난다<sup>14~20</sup>. Succinylcholine의 부작용으로는 i) 근육통(20~50%) ii) 부정맥 iii) 화상환자, 외상환자, 운동신경질환, 허반신불수, 반측마비, 뇌손상환자, 부강내 감염, 또는 신기능부전환자에서 혈중 K의 증가 iv) 안압의 증가 v) 위내압의 증가 vi) 악성고열증의 유발 vii) 면역성 감소반응 viii) 이상성 차단 등을 들수 있다<sup>2~4,12,14,18</sup>. 또한 succinylcholine도 용량에 따른 근육이완작용이 있으며, 고양이에서 0.5 mg/kg 투여 때의 회복지수는 4.3분인데 비해서 1 mg/kg 투여 때는 회복지수가 7.9



By Chon et al JKSA 1979

Fig. 2. "Train of four" response by SCC in rabbit.

분이다<sup>17)</sup>. 가토에서 succinylcholine 을 반복 투여할 때 "Train of four" 반응을 보면 첫 succinylcholine 투여 때는 탈분극형의 근육이완을 보이지만 succinylcholine 을 반복 투여하면 비탈분극형의 근육이완 형태를 보인다(Fig. 2). 이것은 종말판의 세포막 투과성의 변화, 세포막 감수성의 저하 또는 세포막의 탈감작으로 초래된다고 한다<sup>18)</sup>. Gissen 은<sup>19)</sup> i) cholinergic receptor 의 nature ii) 막투과성의 변화 iii) 막변화 그 자체의 nature iv) 탈감작 차단과 비탈분극 차단과의 차이 v) 탈분극제와 비탈분극제의 분류여하등에 초점을 두어야 한다 하였다. 또한 Gissen 들<sup>20)</sup>은 succinylcholine 의 근육이완은 처음에는 탈분극과 전기적 비흥분상태로 오지만 나중에는 탈감작과 화학적 반응의 감소로 초래된다고 하였다. 가토에서 succinylcholine 0.2 mg/kg 의 회복지수는 193.6초(3.22분)이며 neostigmine 을 전처치 할 경우에 33.3%에서만 75%의 연속회복을 보였으며, 66.7%에서는 최대연축의 회복은 평균 61.4%였으며, 따라서 회복지수를 평가할 수 없을 정도로 현저한 근육이완의 연장을 보였<sup>19)</sup>. Succinylcholine 은 ether 마취하에서 근육이완작용은 50%가 강화되며 이것은 중추계의 억제로 온다 한다<sup>20)</sup>. 또한 가토에서 ketamine 은 succinylcholine 의 근육이

완작용을 현저하게 연장시켰다<sup>21)</sup>. Fink 는<sup>22)</sup> succinylcholine 사용시 피부절개는 연축의 높이를 상승시키며, lidocaine 이나 thiamylal 또는 과환기로 연축의 크기는 감소됨을 보고하였다. 따라서 말초신경 자극기의 사용과 임상증상의 평가가 병행되어야만 근육이완효과를 올바르게 평가할 수 있다 하였다. Succinylcholine 은 유전적으로 atypical pseudocholinesterase 가 있을 때 근육이완작용은 연장되며, 후천적으로 심한 간질환이 있을 때도 그 근육이완작용은 연장된다. 또한 succinylcholine 에 의한 근육이완작용은 환원시킬 길항제가 없다는 사실이다<sup>23)</sup>. 최근에 Donati 와 Bevan<sup>24)</sup>은 succinylcholine 에 의한 pure phase II 차단은 neostigmine 으로 환원된다는 보고도 있다.

상술한 바와 같이 현재 널리 사용되고 있는 succinylcholine 은 임상적으로 여러가지 문제점을 갖고 있다. 그럼에도 불구하고 succinylcholine 은 계속 사용되어 오고 있다. 임상적으로 합병증을 드물게 만나는 이유일까? 또는 습관적으로 사용하고 있기 때문일까?

마취과의사는 succinylcholine 을 사용할 때 반드시 상술한 여러가지 문제점을 한번 고려해 보고 신중하게 사용함이 바람직하다고 본다.

비탈분극성 근육이완제인 d-tubocurarine(d-Tc)은 histamine 분비로 인한 저혈압의 문제점이 있으며, 호흡성산증때 그 작용은 강화되며, 개인차, 종의 차이가 있다<sup>24)</sup>. 가토에서도 용량에 따라 근육이완작용의 변화가 있으며 즉 사람에서의 용량인 d-Tc 0.1 mg/kg 로 전연 근육이완이 초래되지 않으며, d-Tc 1 mg/kg 이상의 용량으로 비로서 100%의 연속억제를 보인다<sup>25)</sup>. 사람에서 halothane(1 MAC) 마취때 d-Tc 0.1 mg/kg 의 용량으로 자연회복에 소요된 회복지수는 39.9분이었으며, d-Tc 0.2 mg/kg 때의 회복지수는 58.1분으로 현저한 근육이완의 연장을 볼 수 있었다<sup>26)</sup>. 가토에서 d-Tc 와 ketamine 의 상호작용에서 ketamine 은 d-Tc 의 근육이완작용을 53% 연장시켰다<sup>27)</sup>. Gallamine 도 streptomycin 전처치군에서 그 회복지수는 13.8분에서 17.04분으로 연장됨을 보인다<sup>10)</sup>. Pancuronium 도 사람에서 halothane 마취시 사용량에 따라 근육이완의 정도와 작용시간의 차이를 보이며 pancuronium 0.04 mg/kg 에서 비로서 "Train of four"의 T<sub>4</sub>의 100% 억제제를 보이며 이때의 회복지수는 13분 26초였다<sup>28)</sup>. 가토에서 halothane 과 enflurane 마취시에 pancuronium 0.02 mg/kg 의 회복지수는 347.0초와 682.6초로서 enflurane 마취에서 현저한 근육이완의 연장을 보인다<sup>29)</sup>. 가토에서 pancuronium 0.02 mg/kg 의

Table 1. Comparative Clinical Data for New & old Relaxants

	Atracurium	Vecuronium	Pancuronium	d-Tubocurarine
Potency(ED95)	0.2~0.25	0.05~0.06	0.06~0.07	0.5
Intubation dose	0.5	0.1	0.1	0.5
Duration(min)	40	35	90~120	120~150
Side effect	slight histamine release	none	vagal block	potent histamine release
Neostigmine(mg/kg)	0.05	0.05	0.05	0.05
Edrophonium(mg/kg)	0.5~1.0	0.5~1.0	0.5~1.0	0.5~1.0

회복지수는 303.4초였고, neostigmine 전처치한 pancuronium 0.02 mg/kg 군의 회복지수는 299.5초로서 neostigmine 이 근육이완에 별 다른 효과를 나타내지 않았다<sup>19)</sup>. Katz<sup>24)</sup>는 pancuronium 과 succinylcholine 의 상호작용에서 연속이 90%로 회복되는데 평균소요시간은 26±3분으로 연장되며, pancuronium 과 halothane 의 상호작용에서 연속의 90%회복이 40±3.7분으로 연장된다 하였다.

최근에 소개된 비탈분극성 근육이완제로는 atracurium 과 vecuronium 이 있다. Miller 는<sup>30)</sup> 작용시간을 기준으로 atracurium 과 vecuronium 을 중등도작용 근육이완제로 분류하였다. Atracurium 은 연령에 따르는 용량의 차이가 없으나 vecuronium 은 60세 이상에서 적은 량이 필요하며, 회복시간은 길어진다고 하였다. Anticholinesterase 에 의한 근육이완의 환원은 좋으며, 단점으로는 가격과 약의 준비상의 문제가 있었다 하였다(Table 1). Savarese 는<sup>31)</sup> 새롭게 소개된 atracurium 과 vecuronium 은 종전에 사용되어온 근육이완제에 비해서 장점을 갖고 있는데 i) 비탈분극성 근육이완제이므로 anticholinesterase 로 환원이 되며, 탈분극성 근육이완제가 갖는 문제점이 없다 ii) 근육이완의 발현이 빠르다 iii) 작용시간이 짧고, 축적작용이 적다 iv) 심혈관계에 미치는 영향이 없다 등이 타 하였다. 또한 atracurium 은 신부전이나 간기능부전에서 별로 문제가 없다고 하였으나 간기능부전때는 고려해야 된다고 지적하였고, atracurium 의 대사산물인 laudanosine 은 문제를 제기한다 하였다<sup>32)</sup>. Hennis 들<sup>33)</sup>은 atracurium 의 대사산물인 laudanosine 은 혈뇌관문을 통과하기 때문에 중추신경계를 자극하여 halothane 마취에서 각성을 초래하며, 저혈압과 전간 발작을 일으킨다고 보고하고 있다.

근육이완이 환원을 위하여 Miller<sup>11)</sup>는 100 Hz 의 강제자극에서 근육수축이 유지 될 때 가장 감도가 있는

임상적 근육이완의 완전한 회복을 뜻 한다 하였다. 그러나 "Train of four"는 그렇게 예민한 방법은 아니다 하였다. "Train of four"나 100 Hz 의 강제자극에 반응을 하여도 부적당한 근육이완의 환원은 존재할 수 있으며, 따라서 말초신경자극기에 의한 평가가 필요하며, 필요이상의 강력한 근육이완은 문제를 야기할 수 있다는 점이다<sup>34)</sup>.

Cronnelly 는<sup>35)</sup> atracurium 과 vecuronium 의 근육이완의 회복은 빠르며 anticholinesterase 에 의한 환원에 있어서 이들도 d-Tc, pancuronium, metocurine 과 비슷하게 residual block 가 있을 수 있다 하였다. Neostigmine 3mg/70kg, pyridostigmine 15mg/70kg 때 atropine 15µg/kg 로 심한 서맥을 예방할 수 있다 하였고, edrophonium 35mg/70kg 대 atropine 은 7µg/kg 로도 심한 서맥을 예방할 수 있다 하였다. O'Hara 등<sup>36)</sup>은 소아에서는 neostigmine 의 용량이 적게 요구된다 하였다.

근육이완의 환원을 억제하는 요인으로는 호흡성산증이 있을 때와 전해질 불균형으로 magnesium 이 높을 때와 potassium 과 calcium 이 낮을 때이다. 특히 diuretic 을 사용하고 있는 환자에서는 주의를 요한다. 또한 근육연축이 20%이상 회복되었을때 anticholinesterase 에 의한 환원은 3~14분이 소요되지만, 연속이 20%이하의 회복에서는 8~29분이 소요된다.

Cronnelly 들<sup>37)</sup>은 근육이완의 환원에서 edrophonium 0.5 mg/kg 은 회복시간이 가장 짧아서 1~2분에 회복되며, neostigmine 0.043 mg/kg 에서 7분, pyridostigmine 0.21 mg/kg 에서 12분으로서 pyridostigmine 때 가장 늦게 회복된다 하였다. 또한 neostigmine 0.04 mg/kg 과 atropine 15 µg/kg 에서 심박동수의 증가는 1~2분에 최고에 달하며 3~10분에 대조값에 달하며 25분후에 10% 정도의 감소가 있다 하였다. 그러나 edrophonium 0.5 mg/kg 과 atropine 7µg/kg

Table 2. Clinical Use of Muscle Relaxants

1. Single bolus of depolarizer
2. Repeat single bolus of depolarizer
3. Infusion of depolarizer
4. Infusion of non-depolarizer
5. Single bolus of non-depolarizer
6. Repeat single bolus of non-depolarizer
7. Small non-depo. + large depo. + non-depo.
8. 1+5
9. 8+depolarizer
10. 8+non-depolarizer
11. Others (priming, taming & combination of two)

투여군에서는 별로 심박동수의 변화는 없다 하였다. 반면에 민동<sup>38)</sup>은 neostigmine 30  $\mu\text{g}/\text{kg}$  과 atropine 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$  투여시 심박수의 최대감소는 22.6%이며, 심박수의 최대감소시간은 12.2분 후라고 보고하여 Cronnelly 등<sup>37)</sup>의 보고와 다른 결과를 보이고 있다. 따라서 이같은 서맥의 발현은 심박출량이 고정되어 있는 환자 또는 관상동맥질환 환자등에서 심각한 문제점을 보일 가능성이 있다. 과연 우리나라 사람이 가장 안전하고 효율적인 neostigmine 과 atropine 의 용량비율은 어떤 것인지, 보다 많은 연구가 있어야 되겠다고 생각된다.<sup>39-44)</sup>

오늘날 임상적으로 근육이완제의 사용방법은 다음과 같은 11가지 방법이 있겠다(Table 2).

탈분극 근육이완제가 갖는 여러가지 문제점을 고려할 때 1, 2, 3의 방법을 사용하는 것은 재고해야 되겠다. 3, 4의 방법은 infusion pump 와 혈중농도 측정이 뒤따라야만 한다. 5, 6, 8의 방법은 보통 우리가 사용하는 방법이다. 7의 방법은 금식상태가 않된 특정환자에게 사용하는 방법이다. 9, 10은 8의 방법을 사용한 후에 수술이 다 끝나갈 무렵에 근육이완이 불충분 할 때 사용하는 방법이 되겠다. 11의 방법은 초회량과 추가량을 투여하는 방법과 2가지 근육이완제(비탈분극성)를 소량씩 투여하는 방법이다.

이같은 11가지의 방법을 놓고 볼 때, 과연 어떤 방법이 이론적으로 안전하며 확실한 근육이완을 얻는 방법이 될 것인가를 재검토 해야 할 단계라고 생각한다.

### 결 론

현재 사용되고 있는 대부분의 비탈분극성 근육이완

제는 비교적 안전하며, 간혹 그 작용의 환원이 불확실할지라도 보조 인공호흡으로서 문제점을 극복할 수 있다. 그러나 탈분극성 근육이완제인 succinylcholine 은 간혹 심각한 합병증을 야기할 수 있으므로 그 사용에 있어서는 신중을 기해야 할 것으로 생각된다. 새로 개발되어 사용되고 있는 atracurium 이나 vecuronium 도 그 임상 사용상의 문제점은 d-Tc, pancuronium, metocurine, gallamine 과 비슷하다고 생각된다. 보다 많은 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 다음과 같은 결론을 제시하고자 한다.

- 1) 수술종류에 따라서 90~100%의 연축억제를 얻을 수 있는 최소한의 근육이완 용량을 사용하는 것이 좋겠다.
- 2) 근육이완의 평가를 위하여 말초신경 자극기의 이용이 필수적이다.
- 3) 올바른 근육이완제의 선택은 anticholinesterase 로 그 작용이 환원되는 비탈분극성 근육이완제이다.

### 참 고 문 헌

- 1) Woodbridge PD: *Changing concepts concerning depth of anesthesia. Anesthesiology* 18:536, 1958
- 2) Churchill-Davidson HC: *A practice of anaesthesia. 5th ed. Year Book Medical Publishers Inc* 1984, p660-734
- 3) Dripps RD, Eckenhoff JE, Vandam LD: *Introduction to anesthesia. 6th ed, WB Saunders Co, 1982, p160-179*
- 4) Miller RD: *Anesthesia. Basic physiology and pharmacology of the neuromuscular junction. 2nd ed. Churchill Livingstone Inc, 1986, p 835-934*
- 5) Ali HH, Utting JE, Gray TC: *Quantitative assessment of residual antidepolarizing block (Part I). Br J Anaesth* 43:473, 1971
- 6) Ali HH, Utting JE, Gray TC: *Quantitative assessment of residual antidepolarizing block (Part II). Br J Anaesth* 43:478, 1971
- 7) Ali HH, Savarese JJ: *Monitoring of neuromuscular function. Anesthesiology* 45:216, 1976
- 8) Ali HH, Savarese JJ, Bowitz PW, et al: *Twitich, tetanus and train of four as indices of*

- recovery from non-depolarizing neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 54:294, 1981
- 9) Crumrine RS, Yodlowski ED: Assessment of neuromuscular function in infants. *Anesthesiology* 54:29, 1981
- 10) 김창숙, 전세웅 : Streptomycin 전처치한 가토에서 Gallamine triethiodide 에 의한 근육이완작용의 연장. 가톨릭 大學醫學部 論文集 33:503, 1980
- 11) Miller RD: Reversal of neuromuscular blockade. *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 5:125, 1977
- 12) Gissen AJ, Katz RL, Karis JH, et al: Neuromuscular block in man during prolonged arterial infusion with succinylcholine. *Anesthesiology* 27:242, 1966
- 13) Rosenberg H: Skeletal muscle structure and function. *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 5:149, 1977
- 14) Savarese JJ, Kitz RJ: Pharmacology of relaxants. *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 3:153, 1975
- 15) Gissen AJ: Clinical use of muscle relaxants. *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 1:57, 1973
- 16) 박종민, 전세웅 : Succinylcholine 에 의한 근육통에 대한 lidocaine, d-tubocurarine 의 효과. 가톨릭 大學醫學部 論文集 32:179, 1979
- 17) 심재용, 황호식, 전세웅 : 교양이에서 Succinylcholine chloride 의 용량에 따른 근육이완 효과. 大韓麻酔科學會誌 13:239, 1980
- 18) 전세웅, 한영문, 유지섭 : 가토에서 succinylcholine 靜注에 의한 "Train of four" 反應. 大韓麻酔科學會誌 12:134, 1979
- 19) 전세웅, 김완식, 박동호 등 : Neostigmine 전처치한 가토에서 근육이완제의 효과. 大韓麻酔科學會誌 19:254, 1986
- 20) Katz RL: Neuromuscular effects of diethyl ether and its interaction with succinylcholine and d-tubocurarine. *Anesthesiology* 27:52, 1966
- 21) 권경덕, 정운혁 : 가토에서 ketamine 에 의한 succinylcholine chloride 의 근육이완 작용의 연장. 가톨릭 大學醫學部 論文集 33:483, 1980
- 22) Fink BR: A method of monitoring muscle relaxation by the integrated abdominal electromyogram. *Anesthesiology* 21:178, 1960
- 23) Donati F, Bevan DR: Antagonism of phase II succinylcholine block by neostigmine. *Anesth Analg* 64:773, 1985
- 24) Katz RL: What's new and old but true in muscle relaxants. *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 2:117, 1974
- 25) 이병호, 한영문, 전세웅 : 가토에서 d-tubocurarine chloride 의 용량에 따른 근육이완 효과. 大韓麻酔科學會誌 13:244, 1980
- 26) 서재현, 전세웅 : Halothane 마취시 d-tubocurarine 의 용량에 따른 근육이완. 가톨릭 大學醫學部 論文集 36:257, 1983
- 27) 김순일, 전세웅 : 가토에서 단일연속으로 본 d-tubocurarine 과 ketamine 의 근육이완. 가톨릭 大學醫學部 論文集 36:249, 1983
- 28) 변성환, 전세웅 : Halothane 마취시의 pancuronium bromide 의 용량에 따른 근육이완. 가톨릭 大學醫學部 論文集 35:631, 1982
- 29) 권오경, 전세웅 : Halothane 및 enflurane 이 pancuronium 의 근육이완작용에 미치는 영향에 대한 비교. 가톨릭 大學醫學部 論文集 38:359, 1985
- 30) Miller RD: Choice of muscle relaxant in both elective class I and II patients and the critically ill. *Annual refresher course lectures* 404, 1984
- 31) Savarese JJ: Do the newer muscle relaxants offer any advantage over the old? *Annual refresher course lectures*. 221, 1984
- 32) Miller RD: Choice of muscle relaxant for the healthy vs critically ill patient. *Annual refresher course lectures* 132, 1985
- 33) Hennis PJ, Fahey MR, Cantell C, et al: Pharmacology of laudanosine in dogs. *Anesthesiology* 65:56, 1986
- 34) Cronnelly R: Pharmacology of relaxant reversal. *Annual refresher course lectures* 133, 1985
- 35) Cronnelly R: Pharmacology of relaxant reversal. *Annual refresher course lectures* 222, 1984
- 36) O'Hara DH, Fragen RJ, Shanks CA: The ef-

- fects of age on the dose-response curves for vecuronium in adults. *Anesthesiology* 63:542, 1985
- 37) Cronnelly R, Morris RB, Miller RD: *Edrophonium: Duration of action and atropine requirement in human during halothane anesthesia. Anesthesiology* 57:261, 1982
- 38) 민영효, 김영택, 서재현 등: Neostigmine 과 atropine 의 용량에 따른 근육이완의 길항과 심박수의 변화. *大韓麻酔科學會誌* 17:42, 1984
- 39) Standaert FG: *Interactions among neuromuscular blocking agents and other drugs. ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 6:111, 1978
- 40) Miller RD: *Antagonism of neuromuscular blockade. Anesthesiology* 44:318, 1976
- 41) Brand JB, Cullen DJ, Wilson NE, et al: *Spontaneous recovery from non-depolarizing neuromuscular blockade; correlation between clinical and evoked responses. Anesth Analg* 56:55, 1977
- 42) Fogdall RP, Miller RD: *Prolongation of a pancuronium induced neuromuscular blockade by polymyxin B. Anesthesiology* 40:84, 1974
- 43) Ham J: *Factors affecting administration of non-depolarizing neuromuscular blocking agents. ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 8:61, 1980
- 44) Mogensen JV: *Clinical assessment of neuromuscular transmission. Br J Anaesth* 54:209, 1982
-