

신경자극기를 이용한 액와부 상박신경총 차단 효과

이화여자대학교 의과대학 마취과학교실
한 중 인

= Abstract =

Axillary Brachial Plexus Block with Peripheral Nerve Stimulator

Jong In Han

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Ewha Womans University

Objectives : Axillary block is a common anesthetic technique for operation on the hand and forearm. Many variations of the axillary approach have been described. Therefore we studied the results obtained when the axillary approach to brachial plexus blockade is attempted utilizing peripheral nerve stimulation(PNS).

Methods : Axillary brachial plexus block with PNS(0.5mA, 2Hz) was used in 30 adult patients undergoing hand and forearm surgery. 20ml of 1.5% lidocaine and 20ml of 0.375% bupivacaine solution was injected. A pin prick test was performed at 5, 10, 15, 20, 25 and 30min. and quality of the block in the distribution of 7 peripheral nerve of the brachial plexus was evaluated.

Results : Block were 28 cases(93.3%) including 6 cases(20%) of incomplete block and total failure were 2 cases. Average number of blocked peripheral nerve of upper extremity was 4.4 ± 1.7 . The order of rate of block was medial cutaneous n. of forearm, ulnar n., medial cutaneous n. of arm, median n., radial n., musculocutaneous n. and axillary n..

Conclusion : We found that a PNS can be utilized to establish blockade of the upper extremity, but the success rate is not different than other methods. But it is appropriate for blocks established by beginner without complication.

KEY WORDS : Axillary brachial plexus block · Peripheral nerve stimulation.

서 론

현대사회는 산업의 발달과 더불어 산재가 점차 증가하고 있어 수장부 손상이 많이 발생하고 있으며 이러한 경우는 응급 수술이 시행되는 경우가 많아 환자의 전신상태를 평가할만한 시간이 충분치 않다. 또한 신경과 혈관 재건과 같이 미세접합 수술이 시행되는 경우가 많아 마

취시간이 길어지는 추세이므로 전신마취보다는 상박신경총 차단이 많이 이용되고 있다. 상박신경총 차단 방법 중 액와부 접근법은 가장 안전하고 간단하며 합병증이 적기 때문에 사각근간 접근법이나 쇄골상차단법보다 많이 사용되는 방법으로 간기능 저하, 전신마취의 최근 기왕력 또는 전신마취가 금기인 경우 등에서 이용되고 있다¹⁾²⁾. 그러나 어깨와 상박부의 마취가 불충분하고 부분적으로 불완전 차단되는 경우가 있어 마취의 성공율을

높이기 위한 다양한 시도들이 있어 왔으며³⁾⁴⁾⁵⁾ 그중 액와 부 상박신경총으로의 접근방법으로서 말초신경 자극기(peripheral nerve stimulator, PNS)를 사용한 연속 반응 유발이 시도되고 있다⁶⁾.

따라서 본 연구자는 말초신경자극기를 이용한 액와부 상박신경총 차단시 연속반응유무와 이상감각 유무에 따른 마취의 성공율을 비교해보고 마취의 성공율에 미치는 요인들을 살펴보고 각각의 상지 지베신경의 차단율을 비교관찰하였기에 문헌적 고찰과 함께 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1996년 5월부터 9월까지 이화여자대학부속 목동병원에서 상지의 질환 및 수장부의 손상을 받은 환자에 있어 액와부 상박신경총 차단법을 시행한 30예를 대상으로 하였으며 대상 환자들은 미국마취과학회의 환자분류에 의해 1급 및 2급에 해당하였고 평균연령 36.7±13.2세(20~79세)로 여자 11명, 남자 19명이었다. 마취전투약은 시행하지 않았으며 수술실에 도착하면 양외위로 눕히고 환자의 혈압과 맥박을 측정하였다. 마취는 환자의 팔을 90°로 들어올려 전박이 직각이 되게 거수경례하듯 구부린뒤 머리는 반대방향으로 돌리고 천자해야 할 액와부위를 충분히 국소 소독하였다. 액와동맥의 맥박을 확인해서 좌수의 시지와 중지 사이에 고정시키고 2% lidocaine으로 피부팽진을 만든후 17G 굵은 바늘로 피부

를 천공한뒤 말초신경 자극기에 음극전극이 연결된 끝이 무딘 22G 절연성 바늘을 액와동맥 주행방향으로 전진시키면서 이상감각이 유발되거나 연속반응이 나타나면 바늘위치를 고정하였다. 이때 신경자극기는 2Hz의 0.5 mA의 전류를 이용하였다. 연속반응의 종류와 이상감각 유발위치를 기록하고 1.5% lidocaine 20ml와 0.375% bupivacaine 20ml를 10ml 주사기를 이용하여 반복흡인을 실시하면서 서서히 주입하여 연속반응이 사라질 때까지의 주입된 국소마취제 양과 국소마취제의 역류유무를 확인한 뒤 바늘을 제거하고 국소마취제가 상방으로 잘 확산될 수 있도록 천자부위 바로 밑을 주입후 5분간 손가락으로 압박하였다. 이때 환자의 머리는 시술부위쪽으로 돌리고 있도록 하였다.

상지의 신경분포 영역을 Fig. 1과 같이 일곱군데로 나누어 약제 주입후 5분 간격으로 30분까지 감각소실을 pin prick test로 검사하고 수술시작시 마취의 만족도 여부를 평가하였다.

약물의 역류유무와 신경차단갯수의 비교는 unpaired t-test를 이용하였고 유발된 이상감각의 위치와 연속반응의 위치가 신경차단갯수에 영향을 미치는지는 ANOVA를 이용한 요인분석을 하였으며 P값이 0.05 이하일 때를 유의수준으로 하였다.

결 과

신경차단의 성공율은 완전차단(수술할 부위의 감각소실)이 22예로 73.3%, 불완전 차단되어(수술할 부위의 감각소실이 미약한 경우) 수술시 진통제나 국소마취제 침윤이 필요했던 경우가 6예, 차단이 실패하여 전신마취로 바꾼 경우가 2예로 93.3%의 성공율을 보였다(Table 1). 7개의 상지신경중 차단된 평균 신경갯수는 4.4±1.7개로 차단율로 보면 전박의 내피신경과 척골신경이 100%이고 상박의 내피신경(96%), 정중신경(95.8%), 요골신경(76.5%), 근피신경(56.3%)과 액와신경(37.5%)의 순이다(Table 2).

Table 1. Result of axillary plexus block with peripheral nerve stimulator

Block	No.(%)
Complete	22(73.3%)
Incomplete	6(20.0%)
Fail	2(6.7%)
No. of blocked nerve	4.4±1.7

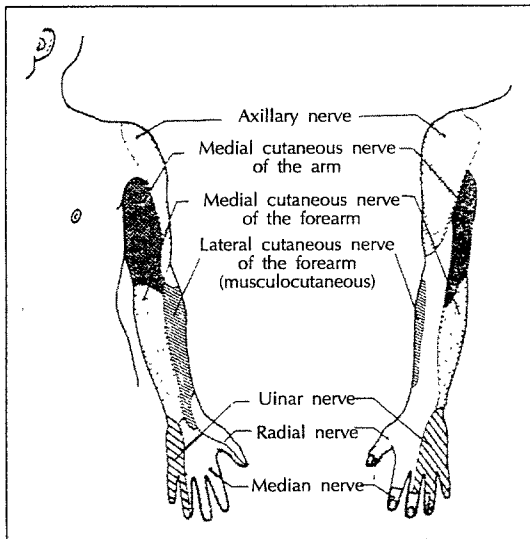


Fig. 1. Sensory dermatome of the arm. Sensation is provided by the terminal nerves as identified.

Table 2. Spread of analgesia in the sensory areas of seven nerves(No.(%))

Nerve	5min	10min	15min	20min	25min	30min
Medial cutaneous of arm	16/30(53.3)	20/30(66.7)	22/29(75.9)	23/25(92)	23/25(92)	24/25(96)
Medial cutaneous of forearm	24/30(80)	25/30(83.3)	27/29(93.1)	27/27(100)	27/27(100)	27/27(100)
Musculocutaneous	4/30(13.3)	6/30(20)	8/27(29.6)	8/20(40.0)	8/17(47.1)	9/16(56.3)
Axillary	2/30(6.7)	4/30(13.3)	4/26(15.4)	5/18(27.8)	5/17(29.4)	6/16(37.5)
Radial	2/30(6.7)	4/30(13.3)	9/27(33.3)	11/19(57.9)	13/17(76.5)	13/17(76.5)
Median	8/30(26.7)	17/30(56.7)	20/28(71.4)	22/23(95.7)	22/23(95.7)	23/24(95.8)
Ulnar	15/30(50)	23/30(76.7)	27/29(93.1)	26/26(100)	26/26(100)	26/26(100)

약물주입시 역류유무, 유발된 이상감각의 위치, 연속 반응의 위치와 연속반응 소실에 필요한 국소마취제양(0.2~6.0ml, 평균 1.58ml)과 차단된 신경갯수와의 통계적으로 유의있는 상관관계가 없었다. 술후 혈종이나 감각 이상 등 합병증이 생긴 경우는 없었다.

고 안

상박신경총 차단은 전신마취에 비해 외래환자로서의 빠른 퇴원을 가능케 하고 통증관리로의 이행을 쉽게 하며 혈류증가와 반사성 교감신경성 이영양증의 감소외에도 오심, 구토의 감소, 기면상태 감소, 요정체 감소 등의 장점이 있어 견관절, 상박, 전박 및 손의 수술에 많이 이용되고 있으며⁷⁾ 접근지점에 따라 사각근간 차단법, 쇄골상 차단법, 쇄골하 차단법, 쇄골하 혈관주위주사법, 액와 차단법 등이 있는데 그중 액와차단법이 가장 안전하고 간단하며 합병증이 적어 많이 이용되고 있다.

액와차단법의 방법에는 이상감각 유도법, 경동맥 접근법과 신경자극기를 이용한 연속반응 유발법이 있는데²⁷⁾ 이중 동맥천자법은 동맥천자후 혈종의 형성이 가능하며 국소마취제의 전신적 흡수를 빠르게 할 수 있고 말초이상감각 유도법은 신경내로의 국소마취제 주입을 가능케 하여 상박신경총의 허혈성 손상을 유도할 수 있다는 단점이 있다^{7,28)}. 그러나 말초신경자극기를 사용하면 이러한 문제점을 피할 수 있으며 마취되어 있는 환자나 의사소통이 어려운 환자에서도 이용할 수 있을 뿐 아니라 성공율도 향상되리라고 기대하였다. 그러나 본 연구에서는 합병증은 한 예도 발견되지 않아 Plevack등⁹⁾에 비해 좋은 결과를 보였으나 성공율은 차이가 없었다. 또한 Goldberg등은⁶⁾ PNS를 상박신경총 차단에 이용할 수는 있으나 성공율은 70~80%로 다른 방법들과 다르지 않음을 보고하여 우리의 완전성공율 73.3%와 유사하였다.

일반적으로 PNS를 사용하지 않는 경우에도 액와부차단의 성공율은 80~86.9%로 보고하고 있다^{8,10)}. 즉 액와차단의 경험이 많은 마취의인 경우는 PNS 사용유무에 관련없이 성공율이 일정하며 PNS를 사용하는 경우는 마취의의 경험이 적더라도 성공율이 높다는 것을 나타내는데¹¹⁾ 많은 타 대학병원을 포함하여^{11,12)} 본원의 경우에도 일년에 전체 150~200명의 상박신경총 차단을 하므로 숙련도가 낮을 수 있으므로 특히 저년차 전공의가 시술 시에는 PNS를 사용하는 것이 성공율을 높이는데 도움이 된다.

일반적으로 액와차단시 근피부신경과 액와신경, 요골신경의 성공율이 낮은데(44~77%³⁾) 이러한 부분적인 불완전 차단의 원인은 신경근초내의 막(septum)의 존재때문이라고 주장한다^{3,13)}. Thompson등¹³⁾은 신경초를 구성하는 결체조직들이 안쪽으로 연장되어 신경총의 구성요소 사이의 격막을 형성하고 이러한 격막구획이 신경의 해부학적 한계가 되어 국소마취제가 원주형태로 분포하는 데에 제한점이 된다고 하였다. 결국 주입된 국소마취제는 쉽게 종적으로(위아래로) 퍼져 구획안에 한정된다는 것을 가리키며 한 신경은 빠르고 강하게 신경차단이 되면서도 다른 신경은 부분적으로 혹은 전혀 차단이 되지 않는 것에 대한 설명이 된다. 반면 Vester-Andersen등은¹⁴⁾ gelatin을 액와부에 주입후 사체연구에서 정중신경과 척골신경은 모든 사체에서 gelatine에 직접 닿아있으나 요골신경, 액와신경과 근피부신경은 항상 접촉하고 있는 것은 아님을 발견하였으며 막의 존재를 관찰할 수 없다고 하였고 팔을 90°로 외전하는 것이 신전된 신경혈관총을 액와의 외측 벽에 밀착시켜 이로 인해 주입된 약물의 원주형태로의 분포에 방해된다고 하였다. 결론은 불충분한 원주형태로의 분포가 불완전한 액와차단의 원인을 증명하는데 주사침의 위치가 근막초내 상박신경총에서 가장 중앙에 놓이게 될때 국소마취제를 주

입하는 동안 근막초 밖으로 움직이게 될 가능성이 적고 위, 아래로 침투되는 거리가 적기 때문에 불완전 차단 가능성도 적어진다¹⁶⁾. 본 연구에서도 액와신경과 근피부신경, 요골신경의 차단율이 낮았는데 Koscielniak-Nielsen의³⁾ 각 신경별 차단율과 유사한 결과를 보였다. 따라서 본 연구에서는 전반적인 마취의 성공을 대신에 차단된 신경갯수를 이용하였는데 그 이유는 환자선정에 있어 액와신경과 요골신경, 근피부신경지배영역의 수술인 경우에는 기피하였으므로 전반적인 성공율이 높아졌기 때문이다.

액와차단의 성공율에 미치는 요인을 밝혀 성공율을 높이는 방법들을 모색하는 연구들을 살펴보면 Selander¹⁶⁾, Vester-Andersen등은¹⁷⁾ 연령, 체중, 신장, 이상감각의 유도, 동맥천자등 여러 변수와의 상관관계를 찾지 못했으며 반면 주입지점, 용량, 팔의 위치, digital pressure, tourniquet 사용유무는 국소마취제의 분포에 영향을 미친다고하여^{7,18)} 본 연구에서도 digital pressure를 이용하였다. 이전의 연구에서 중위근간 영역의 이상감각이 성공율을 높인다고 하였으며^{15,19)} 근연축반응도 elbow flexion이 wrist flexion만큼 효과적이지 못하다고 하였는데⁷⁾ 본 연구에서는 연령, 역류 유무, 이상감각 유발부위, 근연축반응 부위와 차단된 신경갯수와의 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 이상감각 유발부위별로 나누거나 근연축반응 부위로 나누기에는 연구대상이 적어 통계적 유의성을 찾기가 어려웠기 때문이다. 또한 Koscielniak-Nielsen등은³⁾ digital pressure가 약이 원위부로 퍼지는 것을 막긴하지만 근위부로 퍼지게 하지 못하여 마취의 성공율을 높이지는 않는다고 하며 multiple injection방법이 single injection방법보다 성공율이 높다고 하였다.

마취발현시간에 대한 보고도 10분 이내²⁰⁾에서 30분 이상까지¹¹⁾ 다양한데 이는 사용한 국소마취제의 종류와 농도에 따라 다르고 sodium bicarbonate나 fentanyl⁹⁾, clonidine등⁷⁾ 첨가약물의 종류에 따라 다르며 약물 사용방법도 기존의 1.5% lidocaine, 1.5% mepivacaine, 0.5% bupivacaine 각각을 단일로 사용하는 방법에서 혼합투여하는 방법까지 다양하다. 본 연구에서는 혼합투여의 방법으로 13.9±6.4분의 마취발현시간을 관찰하였으나 약제주입후 25분까지 하나의 신경도 차단되지 않다가 30분에 거의 모든 신경이 차단되는 경우도 관찰되었으므로 약제주입후 안전하게 수술이 시작될 수 있는 시점은

30분 이상으로 Eifert등¹¹⁾과 일치한다.

신경자극기 사용방법은 일반적으로 신경으로부터 2 cm 내에 위치시 2~5mA의 전류가 필요하나 신경에 가까워질수록 0.2~0.5mA로 감소시켜야만 한다. Eifert 등¹¹⁾도 성공군에서 신경자극에 요구되는 최소한의 전류를 0.4mA로 보고하면서 국소마취제 주입전에 전류를 0.5mA 이하로 감소시킬 것을 권하였다. 또한 Goldberg등은⁶⁾ 3mA에서 1mA까지 손에 운동반응이 나타나는 가장 낮은 전류까지 서서히 낮추고 국소마취제를 3ml 주입후 전류를 최대한으로 높이고 최대자극에서도 더이상 운동반응이 나타나지 않으면 나머지 용량을 주입하였으나 성공율은 차이를 보이지 않았으므로 본 연구에서도 0.5mA, 2Hz의 신경자극을 선택하였다.

일단 이 전류에서 연축반응이 유발되면 국소마취제 1ml를 주입하여 연축반응이 즉각적으로 없어져야 하는데 지속된다면 바늘이 신경총 밖에 있음을 의미하므로 위치를 조정해야만 하며 이러한 적은 양의 국소마취제는 즉각적인 마취의 효과라기 보다는 근육수축을 유발할 수 있는 전류 전달에 있어서 내부환경을 변화시키기 때문이다⁷⁾. 즉 생리식염수를 소량 주입하더라도 순간적으로 연축반응이 소실될 수 있음을 가리킨다. 그러나 본 연구에서 1ml 이상의 국소마취제에도 근연축반응이 지속되는 경우를 5명의 환자에서 관찰하였으며 신경차단의 성공여부와 상관성을 찾지 못하였다. 말초신경자극기로 시행하는 경우 근육이 직접 자극되거나 신경초를 통해 말단신경이 자극되어 근연축반응이 일어나 이것이 실패의 원인이 되어 기대했던 만큼 성공을 향상이 관찰되지 않는다.

결론적으로 말초신경자극기를 이용하는 경우 사용방법이나 여러 요인에 따라 성공율이 증가하지는 않으나 다른 방법에 비해 합병증이 적고 초심자가 신경초내로 접근하기에 유용한 방법이다.

요 약

말초신경자극기를 이용한 액와부 상박신경총 차단법이 시행된 30명의 환자에서 저자들은 다음과 같은 결론을 얻었다. 말초신경자극기를 사용하는 경우에도 완전 성공율이 73.3%로 성공율의 향상을 가져오지는 않았으나 숙련도가 낮은 초심자의 경우에도 합병증의 유발없이 차단을 가능케 하므로 유용하고, 특히 전박의 내피신경,

척골신경, 상박의 내피신경과 정중신경 지배영역의 수술 시 유용하리라 생각된다.

References

- 1) Miller RD : *Anesthesia. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 1990* : p1411-1414
- 2) Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK : *Clinical Anesthesia. 2nd ed. Philadelphia, JB Lippincott, 1992* : p854-856
- 3) Koscielniak-Nielsen ZJ, Christensen LQ, Pedersen HLS, Brushoj J : *Effect of digital pressure on the neurovascular sheath during perivascular axillary block. Br J Anesth 1995* ; 75 : 702-706
- 4) 김병기 · 이일옥 · 김난숙 · 최영석 : 상박신경총 차단시 Lidocaine과 Bupivacaine 혼합투여의 방법 변화에 따른 임상적 고찰. 대한마취과학회지 1990 ; 4 : 610-615
- 5) Gormley WP, Murray JM, Fee JPH, Bower S : *Effect of addition of alfentanil to lignocaine during axillary brachial plexus anaesthesia. Br J Anaesth 1996* ; 76 : 802-805
- 6) Goldberg ME, Gregg C, Larijani GE, Norris MC, Marr AT, Seltzer JL : *A comparison of three methods of axillary approach to brachial plexus blockade for upper extremity surgery. Anesthesiology 1987* ; 66 : 814-816
- 7) Brown DL : *Regional Anesthesia and Analgesia. 1st ed. Philadelphia, WB Saunders 1996* : p254-278
- 8) Selander D, Edshage S, Wolff T : *Paresthesia or no paresthesia. Acta Anaesthesiol Scand 1979* ; 23 : 27-33
- 9) Plevack DJ, Linstromberg JW, Danielson DR : *Paresthesia vs non paresthesia : The axillary block. Anesthesiology 1982* ; 59 : A216
- 10) Selander D : *Axillary plexus block : Paresthetic or perivascular. Anesthesiology 1987* ; 66 : 726-728
- 11) Eifert B, Hahnel J, Kustermann J : *Axillary blockade of the brachial plexus. A prospective study of blockade success using electric nerve stimulation. Anaesthesist 1994* ; 43(12) : 780-785
- 12) 김정기 · 이강우 · 윤인호 · 최병조 : 상박신경총 액와부 차단 803예. 대한마취과학회지 1979 ; 12(3) : 261-266
- 13) Thompson GE, Rorie DK : *Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. Anesthesiology 1983* ; 59 : 117-122
- 14) Vester-Andersen T, Broby-Johansen U, Bro-Rasmussen F : *Perivascular axillary block VI : the distribution of gelatine solution injected into the axillary neurovascular sheath of cadavers. Acta Anaesth Scand 1986* ; 30 : 18-22
- 15) Hickey R, Garland TA, Ramamurthy S : *Subclavian perivascular block : Influence of location of paresthesia. Anesth Analg 1989* ; 68 : 767-771
- 16) Selander D : *Catheter technique in axillary plexus block. Acta Anaesth Scand 1977* ; 21 : 324-329
- 17) Vester-Andersen T, Christiansen G, Sorensen M, Eriksen C : *Perivascular axillary block I : Blockade following 40ml 1% mepivacaine with adrenaline. Acta Anaesth Scand 1982* ; 26 : 519-523
- 18) 하미희 · 백운이 · 홍정길 · 박진웅 · 김병권 : 액와부 상박신경총 차단시 접근방법에 의한 효과의 비교. 대한마취과학회지 1993 ; 26(6) : 1189-1194
- 19) 이혜원 · 채병국 · 신정순 : 이상감각부위가 쇄골하혈관주위 접근법으로 시행한 상박신경총 차단에 미치는 영향. 대한마취과학회지 1990 ; 23(4) : 584-590
- 20) 박혜숙 · 백운이 · 홍정길 · 박진웅 · 김병권 : 액와부 상박신경총 차단시 사용한 lidocaine량과 혈중농도. 대한마취과학회지 1993 ; 26(6) : 1195-1199