

정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술

김철우 • 이철형[✉] • 윤자영 • 이승구

대전선병원 정형외과

Ultrasound-Guided Axillary Brachial Plexus Block, Performed by Orthopedic Surgeons

Cheol-U Kim, M.D., Chul-Hyung Lee, M.D., Ph.D.[✉], Ja-Yeong Yoon, M.D., and Seung-Koo Rhee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, Daejeon, Korea

Purpose: The purpose of this study was to assess the effectiveness and complications of an ultrasound-guided axillary brachial plexus block performed by orthopedic surgeons.

Materials and Methods: From March to May 2017, an ultrasound-guided axillary brachial plexus block was performed on a total of 103 cases of surgery. A VF13-5 transducer from Siemens Acuson X300 was used. The surgical site was included in the range of the anatomic sensory distribution of the blocked nerve, except for the case where an operation time of more than 2 hours was expected due to multiple injuries and the operation of the upper arm. The procedure was performed by 2 orthopedic surgeons in the same method using 50 ml of solution (20 ml of lidocaine HCl in 2%, 20 ml of ropivacaine in 0.75%, 10 ml of normal saline in 0.9%). The success rate of anesthesia induction during surgery, anesthetic induction time, anatomical range of operation, duration of postoperative analgesia and complications were investigated.

Results: The results from the 2 practices were similar. The anesthesia was successful in 100 out of 103 patients (97.1%). In these patients, the average needling time was 5.5 minutes (2.5–13.2 minutes), the average induction time to complete anesthesia was 18.4 minutes (5–40 minutes), and the average duration of postoperative analgesia was 402.8 minutes (141–540 minutes). The post-anesthesia immediate complications were dizziness in 1 case, nausea and vomiting in 4 cases, and peri-oral numbness in 2 cases, but surgery was performed without problems. All these 7 cases with complications recovered on the same day. A total of 3 cases failed with anesthesia, and they were treated by an injection with local anesthesia in the operation room in 2 cases and switched to general anesthesia in 1 case.

Conclusion: An ultrasound-guided axillary brachial plexus block, which was performed by orthopedic surgeons allows anesthesia in a brief period and the high success rates of anesthesia for certain surgeries of the elbow and surgeries on forearm, wrist and hand. Therefore, it can reduce the waiting time to the operating room. This technique is a relatively safe procedure and dose selective anesthesia is possible.

Key words: ultrasound-guided, axillary brachial plexus block, orthopedic surgeons

서론

상완 신경총 차단술은 상완 신경총 주변에 국소마취제를 주사하여 해당 신경 분포 범위에 마취를 유도하는 술기이다. 시행 부위 별로 사각근 간, 쇄골상, 쇄골 하, 액와 접근법이 있고 근위부에서 시행할수록 좀더 넓은 범위에서 마취가 가능한 반면 횡격 신경 마비, 기흉 등의 합병증이 발생할 수 있다. 주관절 아래 부위에서의

Received October 23, 2017 Revised December 14, 2017

Accepted February 12, 2018

[✉]Correspondence to: Chul-Hyung Lee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, 29 Mokjung-ro, Jung-gu, Daejeon 34811, Korea

TEL: +82-42-220-8460 FAX: +82-42-220-8464 E-mail: mediiron@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4059-4969>

수술은 액와 접근법이 두루 사용되고 있는데, 과거의 해부학적 지표를 활용한 고전적 액와 상완 신경총 차단술은 성공률이 약 90% 초반대로서,¹⁾ 불완전한 마취와 액와 동맥 천자에 의한 혈관 내 국소 마취제 유입 및 혈종 등의 합병증이 발생할 수 있다.²⁾ 비유도 액와 상완 신경총 차단술은 혈관 주변 차단(perivascular block) 기법을 이용한 약물의 확산(diffusion)으로 상완 신경총의 마취를 유도하기 때문에 액와 신경 혈관집(axillary sheath) 밖에 위치하는 근육피부 신경의 마취가 불완전할 수 있으며 근육피부 신경의 마취를 위해 근육피부 신경이 분지하는 외측 코드(lateral cord) 레벨까지 약물이 확산되도록 다량의 약물을 사용해야 하는 부담이 있다.¹⁾ 고식적인 비유도 액와 상완 신경총 차단술의 부작용을 줄이면서 마취 성공률을 높이기 위해 약 30년 전부터 신경 자극기 혹은 초음파를 이용하고 있으나,^{3,4)} 신경 자극기 사용은 비유도(non-guided) 접근법이기 때문에 주사 바늘이 신경을 관통하거나 또는 신경 내부로 마취제를 주사하는 기술적 단점이 있을 수 있다.⁵⁾ 최근에는 초음파 기술 및 영상의 발달로 해부학적 구조물을

명확하게 볼 수 있어 여러 분야에서 초음파 유도 차단술이 이용되고 있으며 액와 상완 신경총 차단술 시에도 널리 사용되고 있다.

저자들은 본 연구에서 일부 주관절 범위와 전완, 수부 수술에 있어 정형외과 의사가 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 시행했을 때의 유용성 및 합병증을 조사하고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 2017년 3월부터 5월까지 주관절을 포함한 이하 수부 수술에서 전신마취 대신 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 선택한 103명을 대상으로 한 후향적 연구이다. 남성 56명, 여성 47명이었고, 평균 연령은 49.6세였다(Table 1). 전 대상자에게 불완전 마취의 가능성 및 이로 인한 수술 부위 통증이 발생할 수 있어 수술실 내에서 추가적으로 국소 마취제를 투여하거나 전신 마취로 전환될 수 있음을 충분히 설명하고 차단술을 시행하였다. 다발성 손상으로 2시간 이상 수술이 예상되는 경우와 상완부 수술을 제외하였고 주관절에서는 근육피부 신경, 내측 전완 피부 신경, 요골 신경의 해부학적 지배 범위를 고려하여 대상을 선정하였으며 원위 상완골 골절과 주관절 골절 탈구의 경우 수술 대상에서 제외하였다. 총 103예 중 4예는 전완, 45예는 손목 관절 범위, 43예는 수부 범위의 수술이었고 이 중 주관절 범위의 수술은 총 11예로 요골두 골절의 관혈 정복 및 금속물 고정술 2예, 주관 증후군의 척골 신경 감압술 6예, 척골 주두 돌기의 금속판 제거술 2예, 상완골 내측 상과염에서 공통 굴근건 근치 절제술 1예였다(Table 2).

초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술이 결정된 환자는 수술 1시간 전에 정형외과 외래에서 신경 차단술을 시행하였다. 담당 전문의의 지도하에 20예 이상의 술기 경험이 있는 2명의 정형외과 전공의에 의해 동일한 방법으로 시행되었으며 국소 마취제는 lidocaine HCl in 2% 20 ml, ropivacaine 0.75% 20 ml, normal saline

Table 1. Baseline Demographics and Surgical Sites (Period, March 2017 to May 2017)

Variable	Value
No. of patient	103
Sex (male/female)	56/47
Age (yr)	49.6 (15–84)
Surgical site	
Elbow	11
Forearm	4
Wrist	45
Hand	43

Values are presented as number only or median (range).

Table 2. Preoperative Diagnosis and Surgical Site of Cases

	Elbow	Forearm	Wrist	Hand	Total
Fracture	Head of radius 2	-	Distal radius 21	Metacarpus 9 Phalange 13	45
United fracture	Olecranon process 2	Ulnar shaft 3	Distal radius 10	-	15
Nerve entrapment	Cubital tunnel syndrome 6	-	Carpal tunnel syndrome 5		11
Tendon rupture	-	-	-	5	5
Trigger finger	-	-	-	3	3
Etc.	1	1	2	8	12
Mass	-	-	7	5	12
Total	11	4	45	43	103

Values are presented as number only.

in 0.9% 10 ml의 혼합액으로 50 ml 주사기에 채워 정맥 연장선과 23-gauge 척추 천자침을 연결하고 공기를 모두 제거하여 주사기에 남은 약 40 ml의 국소 마취제를 사용하였다. 저자들은 bupivacaine보다 심장 독성이 적고 발현 및 작용 시간은 비슷하면서 진통 효과는 더 좋다고 알려진 ropivacaine을 사용하였다.⁶⁾

마취 시술 시 환자를 양와위 자세에서 얼굴을 시술 부위 반대편으로 돌리고 팔을 90° 외회전, 주관절을 90° 굴곡시킨 후 액와 오목 바로 외측 대흉근 부착부에 선형의 초음파 프로브(VF13-5 transducer, Acuson X300; Siemens, Erlangen, Germany)를 이용하여 영상을 얻었다(Fig. 1). 액와 동맥(axillary artery), 액와 정맥(axillary vein), 상완골(humerus), 상완 이두근(biceps brachii), 상완 삼두근(triceps brachii), 오헤완근(coracobrachialis)을 확인한 후 알코올 솜을 이용하여 침 삽입부 주변을 넓게 소독한 다음 23-gauge 척추 천자침을 이용하여 in-plane needle approach로 근육피부 신경, 요골 신경, 정중 신경, 척골 신경의 순서로 국소마취제를 투여하

였다(Fig. 2, 3). 근육피부 신경보다 액와 동맥 주변의 3가지 신경을 먼저 차단하면 투여된 국소 마취제에 의한 덩어리 효과(mass effect)에 의해 근육피부 신경이 외측(lateral)으로 밀려날 수 있으며, 이 때 근육피부 신경의 영상을 얻기 위하여 프로브를 외측으로 이동시키면 삽입되어 있는 천자침에 프로브가 맞닿게 되어 천자침이 오염될 수 있다. 맞닿지 않더라도 천자침을 거의 수직으로 혹은 그 이상 세워야만 외측으로 밀린 근육피부 신경에 도달할 수 있어 신경 주변 차단(perineural block)에 어려움이 따를 수 있으므로 저자들은 근육피부 신경을 먼저 차단하였다. 근육피부 신경 차단을 마친 후 액와 동맥 주변 3개의 신경은 요골 신경 주변에 먼저 약물을 주입하면 액와 동맥과 정중 신경, 척골 신경이 피부 근처로 떠오르게 되어 해부학적 위치 파악이 용이하지만 액와 동맥 상방(superior)에 먼저 약물을 먼저 주입하게 될 경우 해부학적 구조가 변하고 약물에 의해 액와 동맥 주변 구조물이 하방(inferior)으로 내려가게 되어 초음파에서 파악이 어려워지므로 앞서 언급한 순

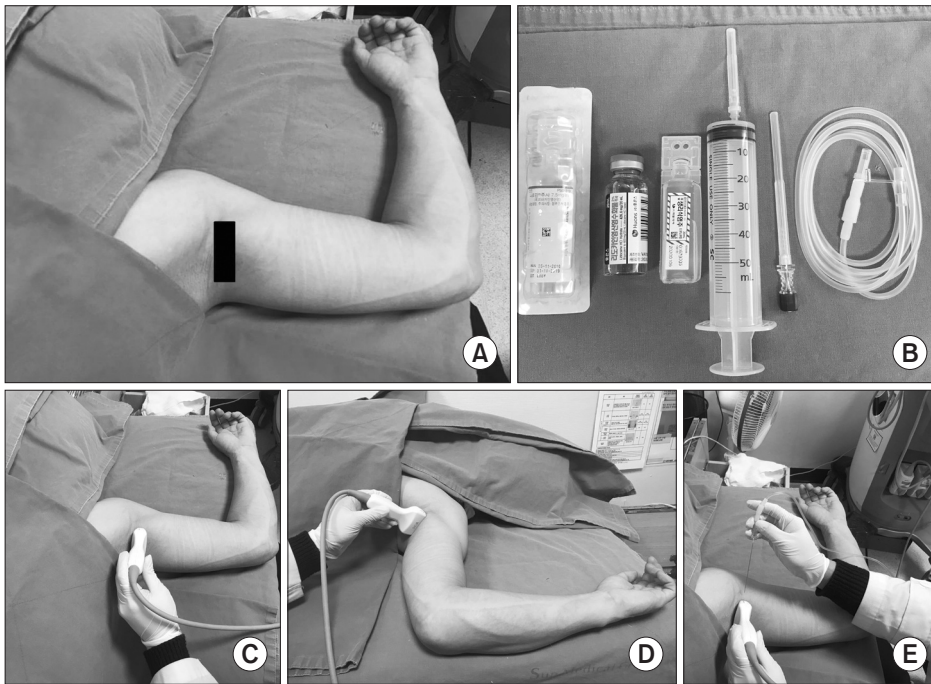


Figure 1. (A, C, D) Patient position and the location of the probe for performing axillary brachial plexus block. (B) Anesthetic preparation composed of lidocaine HCl 2% 20 ml, ropivacaine 0.75% 20 ml, 0.9% normal saline 10 ml, 50 ml syringe, 23-gauge spinal needle and intravenous extension line. (E) In-plane needling for axillary brachial plexus block.

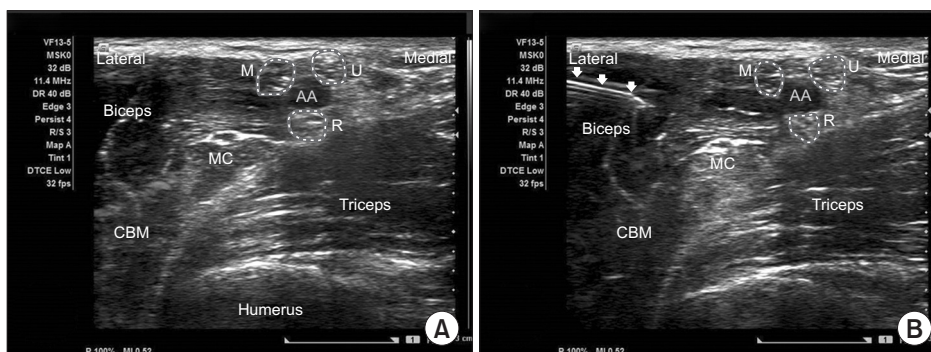


Figure 2. (A) Ultrasound anatomy of axilla. (B) In-plane needle approaching (arrows). AA, axillary artery; M, median nerve; U, ulnar nerve; R, radial nerve; MC, musculocutaneous nerve; CBM, coracobrachialis muscle.

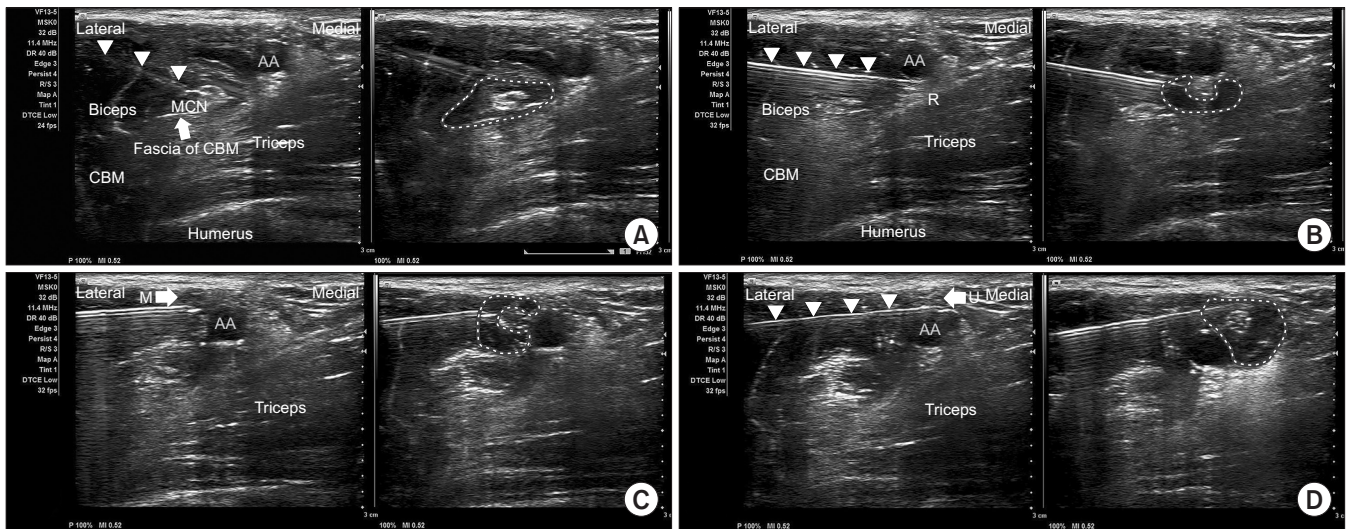


Figure 3. (A–D) Left pictures: before injection; Right pictures: after injection, each nerves are surrounded by hypoechoic local anesthetics on right pictures each. (A) Musculocutaneous nerve block. On left picture: the needle tip is located between the MCN and the fascia of CBM (arrow). (B) Radial nerve block. (C) Median nerve (arrow) block. (D) Ulnar nerve (arrow) block. AA, axillary artery; CBM, coracobrachialis muscle; MCN, musculocutaneous nerve; R, radial nerve; M, median nerve; U, ulnar nerve. Arrowheads in all pictures are indicate needle.

서대로 마취를 시행하였다.

요골 신경을 제외한 나머지 신경은 초음파에서 파악이 용이하여 신경 주변 차단을 시행하였다. 요골 신경은 가장 하방(inferior)에 위치하여 초음파에서 파악이 어려운 경우가 대부분이므로 이럴 땐 대조 해상도(contrast resolution)와 초점 깊이(focus depth)를 조정하고 그래도 파악이 어려울 경우 프로브(transducer)의 주파수를 낮추어 투과성을 증가시키는 방법을 통해 요골 신경을 찾아 신경 주변 차단을 시행할 수 있었다. 하지만 적절히 영상을 조작해도 요골 신경의 경우 파악이 어려울 때가 종종 있어 요골 신경의 일반적 위치인 액와 동맥의 4-6시 방향에 약물을 주입하는 혈관 주변 차단을 시행하였다.

근육피부 신경의 경우 일반적으로 오웬완근과 상완 이두근의 근막 사이에 끼어 있는 원반형의 형태이지만 형태와 위치의 해부학적 변화가 보고되고 있다.^{7,8)} 본 연구에서는 근육피부 신경의 해부학적 변화로 액와 동맥 바로 외측에 위치하는 경우 5예, 오웬완근 내에 위치하는 경우 8예, 그리고 형태가 납작하여 근막과 구분이 어려운 경우가 3예에서 보였다. 일반적인 위치와 형태가 아니라도 우선 첫 번째로 고 에코(hyperechoic) 음영을 띠는 원반형, 납작한 원반형 혹은 삼각형의 내부에 원형의 저 에코 음영을 띠는 마치 눈(eye)처럼 보이는 형태를 찾고 두 번째로 프로브를 상완 원위부로 천천히 이동시키면서 앞서 찾은 형태가 미끄러지듯 초음파 화면의 외측 하방(infero-lateral)으로 이동하는 모습을 확인하여 어렵지 않게 근육피부 신경을 찾을 수 있었다. 천자침으로 근육피부 신경의 외측으로 접근하여 신경을 들어올리듯 천자침을 조작해 신경의 외측 하방, 즉 근육피부 신경과 오웬완근 사이로

천자침 침부를 이동시키고 약물을 주입하면 어렵지 않게 근육피부 신경 주변으로 약물 주입이 가능했으며 위치상 변화가 있더라도 마찬가지로의 방법으로 외측에서 근육피부 신경의 하방으로 접근하여 신경 주변 차단이 가능했다.

마취제를 주입할 때마다 주사기 음압으로 혈관 천자 여부를 확인하였고 수력 분리법을 이용하여 각 신경 주변에 5-10 ml의 국소마취제를 투여하였다. 해당 수술 부위의 감각을 담당하는 신경의 경우 약 국소마취제 10 ml, 해당되지 않는 신경은 약 5 ml를 신경 주변에 주입하였고 1시간 이상 수술이 예상될 경우 약물을 전체적으로 더 주입하여 최소 약 25 ml에서 최대 40 ml까지 약물 용량을 선택적으로 조절하였다.

시술을 마친 후 병동으로 올라간 환자는 수술 전 담당 의사가 차단한 신경이 지배하는 부위의 감각 및 운동을 관찰하였고 내측 전완 피부 신경이 지배하는 전완 내측의 감각 소실 여부를 조사하였다. 감각은 핀셋을 이용하여 통증 유무를 확인하였고 통증 및 운동 기능이 완전 소실된 시간을 조사하여 마취 유도에 걸린 시간을 기록하였다. 수술 전 마취가 불완전했거나 수술 도중 수술 부위 통증이 유발되어 국소 마취제의 추가 주입 혹은 전신 마취로의 전환이 필요한 경우를 마취 실패로, 나머지는 성공으로 판단하였다. 수술을 마친 후 수술부위 통증 발생 시작 시간 및 차단술 후 발생한 합병증을 조사하여 수술부위 무통 지속시간 및 합병증을 기록하였다.

모든 환자에서 수술 시 상완 지혈대를 사용하였으며, 수술 중 지혈대 통증이 발생하였는지 조사하였다.

2명의 전공의 간 결과값을 대응 표본 T-검정을 이용하여 통계

분석하였다. 통계는 SPSS ver. 12.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 p-value가 0.05 미만일 경우, 통계적 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

103명의 환자 중 100명에서 추가 국소 마취제의 투약이나 전신 마취로의 전환 없이 수술이 진행되어 97.1%의 수술 마취 성공률을 보였다. 수술 전 조사에서 감각과 운동기능의 완전 소실을 보인 환자는 103명 중 101명이었고 전 예에서 전완 내측 감각 소실을 보였다. Needling time은 평균 5.5분, 완전 마취 유도에 걸린 시간은 평균 18.4분이었으며 무통 지속 시간은 평균 402.8분이었다(Table 3). 2명의 전공의가 각각 51명, 52명의 차단술을 시행했고 전공의 간 결과는 순서대로 각각 needling time 5.5분과 5.5분, 완전 마취 유도 시간 18.1분과 18.7분, 무통 지속 시간 400.2분과 405.3분으로 통계적 차이는 없었다. 술기 시행 중 혈관 천자는 발생하지 않았고 주사 바늘의 신경 자극에 의해 발생할 수 있는 합병증은 없었으며 천자침에 의한 감염은 발생하지 않았다. 마취 후 합병증이 발생한 7예 모두 수액 치료 및 침상 안정으로 호전되었으며(Table 3), 수술실에서 시행한 생체 징후 모니터링에서 정상 소견을 보여 예정된 수술을 진행하였다. 요골 신경 마취가 불완전했던 2예는 요골 신경에 대해 신경 주변 차단술을 시행하지 못하고 혈관 주변 차단술을 시행한 것이 원인으로 생각된다. 1예에서는 전신 마취로 전환되어 수술을 마쳤는데 환자는 수술실 스케줄 혼선으로 마취 후 약 3시간이 경과한 상태에서 수술을 시행하게 된 것과 더불어 평균보다 이른 시간에 마취가 풀린 것이 원인으로 생각된다.

Table 3. Results of Ultrasound-Guided Axillary Brachial Plexus Block

Variable	Value
Successful surgical anesthesia without supplementation	100/103 (97.1)
Needling time (min)	5.5 (2.5–13.2)
Time to complete block (min)	18.4 (5–40)
Time of analgesia (min)	402.8 (141–540)
Complications	7/103 (6.7)
Dizziness	1
Nausea & vomiting	4
Peri-oral numbness	2
Supplementation	
Local anesthesia	2
General anesthesia	1

Values are presented as number/total number (%), median (range), or number only.

지혈대 통증을 호소한 4예 중 2예는 주두 돌기 골절 환자였고 1예는 요골 원위부 골절 환자였으며 나머지 1예는 주관 증후군 환자였다. 수술 중 지속적으로 통증 정도를 환자와의 대화를 통해 파악하였고 추가 처치 없이 수술을 마쳤다.

고 찰

상완 신경총 차단술은 마취의 안전성뿐만 아니라 수술 후 통증 조절 및 신경의 선택적 마취라는 장점을 가지고 있으며,^{9,10} 수술 부위의 수술 후 통증을 장시간 동안 조절할 수 있는 장점이 있다.^{10,11}

상완 신경총을 차단하는 방법 중 액와 상완 신경총 차단술은 상완 신경총 원위부(terminal branch)를 마취하여 주관절 이하의 수술에 흔히 사용되는 부위 마취이며 다른 접근법과 달리 기흉, 호흡곤란 부작용이 없는 가장 안전한 접근법이다. 하지만 감각 신경 분포 범위상 상완부의 완전 마취가 되지 않으므로 지혈대 통증이 발생할 수 있는 단점이 있다. 해부학적 지표만을 이용하였던 고전적 액와 상완 신경총 차단술은 술자의 숙련도에 따라 성공률의 차이가 많고 전신 마취와 달리 마취가 불완전할 수 있으며 액와 동맥을 천자하기 때문에 혈관 내 직접 약물 주입의 위험성 또한 존재한다.¹² 또한 근육피부 신경은 액와 신경 혈관집 내에 위치하지 않고, 위치상 해부학적 변이가 다양하여 고전적 비유도 차단술로 마취를 하려면 액와 신경 혈관집 내에 주입된 약물이 근육피부 신경이 분지하는 외측 코드 레벨까지 확산되어야 하는데 이러한 방법은 근육피부 신경의 마취가 불완전할 수 있고 상위 레벨까지 약물의 확산을 위해 다량의 약물을 주입해야 하므로 부담이 크다고 볼 수 있다. Marhofer 등¹²은 이러한 신경 차단술 성공을 위해서는 초음파로 신경 및 신경 주위 구조물을 정확하게 확인하고 신경 주위에 국소마취제가 적절하게 퍼질 수 있도록 하는 것이 가장 중요하다고 하였다. 초음파 기계와 기법의 발달로 초음파 유도 상완 신경총 차단술은 시각적으로 해부학적 구조물을 파악하고 실시간으로 바늘의 위치와 약물이 퍼져 나가는 모습을 직접 관찰할 수 있기 때문에 환자의 불편감을 줄이는 동시에 성공률을 높이고 직접 신경 손상의 합병증을 감소시킬 수 있어 선호되고 있다.^{9,13,14} 또한 응급수술을 요하는 상황에서 환자의 공복 상태 여부나 고령, 당뇨병, 고혈압 등의 수술 전 타과의 수술 위험도 평가가 필요한 경우 수술이 늦어질 수 있으며 응급 상황임을 고려할 때 통상의 수술 전 위험도 평가를 무시하고 전신 마취를 시행하는 것 또한 환자에게 큰 부담과 피해를 줄 수 있다. 그러나 신경 차단술은 부위 마취이므로 전신 마취에 준하는 수술 전 위험도 평가 없이 응급 수술을 진행할 수 있어 환자의 불안한 전신 상태나 나이, 질병 등으로 전신 마취가 어려운 경우 좋은 대안이 될 수 있다.

초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술은 시술 위치나 대상 환자 수, 시술자의 숙련도 등에 따라 차이가 있으나 약 95%–100% 정도의 성공률이 보고되고 있고,^{15–17} Luyet 등¹⁸은 초음파 유도 액와

상완 신경총 차단술의 학습 곡선(learning curve)을 최소 10-15예로 보고하였다. 본 연구에서도 20예 이상의 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술의 경험이 있는 2명의 전공의가 차단술을 시행하여 97.1%의 마취 성공률을 보였고 2명 전공의 간의 결과 값에는 차이를 보이지 않았기 때문에 저자들은 초음파 유도 기법에 대한 충분한 교육과 적절한 경험을 가진 정형외과 의사는 어렵지 않게 액와 상완 신경총 차단술을 할 수 있을 것으로 생각한다.

일반적으로 완전 마취에 이르는 시간은 대략 15-20분이 소요된다고 하는데,¹⁹⁾ 본 연구에서는 완전 마취 유도에 18.4분이 소요되었으며, Rah 등²⁰⁾은 응급실 외상 환자를 대상으로 한 연구에서 응급실에서 상완 신경총 차단술을 마치고 수술실로 올라가는 데 걸린 평균 시간을 49.9분으로 보고한 바 있다. 본 연구에서 환자들은 병동에서의 수술 준비를 대부분 마친 상태에서 외래로 내려와 차단술을 시행하였는데 차단술을 마치고 다시 병동으로 올라간 환자는 수술 시작 시간까지 평균 53.2분이 소요되어 수술 예정 1시간 전 마취가 시간상 적절하다고 판단되며, 병동에서 수술실로 내려달라는 연락이 올 때까지 대기하는 시간을 고려하면 더 단축이 가능할 것이라 생각된다.

103예 중 지혈대 통증이 4예에서 발생하였으며 4예의 평균 수술 시간(72.3분)이 전체 103예의 평균(40.8분)보다 길었다. 환자와 대화를 통해 통증 정도를 파악하였는데 모두 참을 만한 정도로 추가 처치 없이 수술을 진행할 수 있었다. Tetzlaff 등^{21,22)}은 지혈대 통증의 발생 빈도가 지혈대 적용 시간과 마취 술기의 종류와 관련이 있으며 상지 수술 시 지혈대 적용 시간이 1시간을 초과할 경우 지혈대 통증 빈도가 증가한다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 수술 시간이 지혈대 통증의 원인일 것으로 판단되며 장시간 수술이 예상되는 경우 지혈대 위치를 전완으로 옮기거나 수술 부위상 지혈대의 위치 이동이 불가능하다면 내측 상완 피부 신경(medial brachial cutaneous nerve)을 차단하거나 sedative agent 사용을 고려해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구를 통하여 저자들은 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술의 가장 큰 장점은 수술을 집도하는 정형외과 의사가 직접 환자를 마취하므로 수술 부위의 해부학적 감각 신경 분포 범위를 파악하여 신경별로 약물 용량을 다르게 조절하고 수술 예상 시간에 따라 전체적인 약물 용량 조절이 가능하다는 것이었다. 더 나아가 앞으로는 수술 부위를 고려하여 해당되지 않는 신경은 마취 대상에서 제외하여 최소 약물 용량으로 수술을 진행하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

액와 상완 신경총 차단술의 합병증으로 천자침에 의한 의인성 신경 손상, 직접 혈관 내 약물 주입이 있을 수 있다고 하지만 그 가능성은 매우 드물다. 차단술 시 약물의 직접 혈관 내 주입으로 인해 발생하는 전신 독성은 중추 신경계 독성과 심혈관계 독성으로 나뉘는데 만약 발생한다면 중환자실에서 집중 감시를 요하며 경련, 심정지가 발생하여 사망에 이를 수 있는 무서운 합병증이다.

다만 Stan 등²³⁾은 과거의 해부학적 지표만을 이용한 고전적 액와 상완 신경총 차단술에서 국소 마취제의 의도치 않은 직접 혈관 주입이 발생한 사례는 996예 중 2예로 발생 가능성이 매우 낮음을 보고한 바 있고, Andersson 등²⁴⁾은 약물 독성에 의한 전신 증상은 고전적 액와 상완 신경총 차단술을 시행한 5,520예 중 4예에서 발생했음을 보고하여 전신 독성의 발생 위험도가 매우 낮음을 보고한 바 있다.

본 연구에서 혈관 천자는 없었고 직접 혈관 주입으로 인한 전신적 합병증도 발생하지 않았으나 7예의 초기 합병증 발생 사례에서 보듯 주사기 음압 시 혈액 역류가 없다고 하더라도 합병증이 발생 가능하며 이는 needling 횟수나 주사 바늘의 이동 거리로 인해 발생한 연부조직 손상으로 약물이 손상된 모세 혈관 내로 흡수될 수 있기 때문으로 생각된다. 따라서 주사기 음압으로 혈액 역류가 되지 않더라도 합병증이 발생 가능하다는 점을 인지하고 술기 시행 시 초음파를 통해 동맥과 정맥, 바늘의 위치를 정확히 파악하고 needling 횟수와 주사 바늘의 이동거리를 가능한 한 줄여서 액와부의 연부조직 손상을 최소화하여 술기를 시행해야 할 것이다. 특히 척골 신경은 액와 정맥과 액와 동맥 사이 혹은 액와 정맥 주변에 분포하므로 정중 신경 차단을 끝내고 척골 신경으로 진입할 때나 진입 후 척골 신경 차단을 시행할 때는 저자의 경우 프로브에 눌러 허탈된 액와 정맥을 프로브를 눌렀다 뗐다 하여 정확히 위치를 파악하면서 척골 신경 차단을 시행하고 있는데, 만약 액와 정맥을 천자하여 천자침 침부가 액와 정맥 내부에 있다고 하더라도 액와 정맥이 허탈되어 있으므로 주사기 음압 시 혈액 역류가 발생하지 않아 자칫 혈관 천자를 놓쳐 액와 정맥 내 국소 마취제 직접 주입이 발생할 수 있기 때문이다. 이 같은 방법에 익숙해지면 액와 정맥이 허탈되어 있어도 위치를 정확히 파악한 상태에서 액와 정맥을 천자하지 않고 술기를 시행할 수 있어 혈관 내 직접 주입의 합병증을 예방할 수 있다고 생각한다.

Bernucci 등²⁵⁾은 혈관 주변 차단과 신경 주변 차단 비교 연구에서 성공률의 차이가 없음을 보고한 바 있다. Ranganath 등²⁶⁾은 혈관 주변 차단에서 경험이 많지 않을 경우 신경 손상의 위험이 있다고 하였으나 만일 신경이 명확히 보이지 않더라도 예상 지점으로 접근할 때는 천자침 침부의 위치를 정확히 파악하고 천자침의 진입에 따라 신경이 회전(rotation)하거나 천자침에 의해 밀리는 현상을 주의 깊게 관찰하여 술기를 시행할 경우 직접 신경 손상을 피할 수 있다. 본 연구에서는 요골 신경의 경우 신경 주변 차단과 혈관 주변 차단을 모두 이용하였는데 혈관 주변을 차단한 경우에서 요골 신경의 직접 손상 사례는 발생하지 않았다.

술기 시행 시 전신 부작용에 대비하여 실시간 생체 징후 모니터링하에 술기가 진행되는 것이 최선이나 외래에서 실시간 모니터링이 불가하여 환자는 병동에서 정맥 라인을 잡은 다음 수액을 걸고 외래로 내려왔으며 포터블 심전도와 산소 포화도 측정기를 상시 준비해 놓고 부작용 발생 시 hydration하며 심전도 변화 여부와

산소 포화도 변화를 파악할 수 있었다.

술기 시 침 삽입부 주변을 넓게 알코올 솜으로 소독하였고 침이 삽입된 후 나오고 들어가는 과정이 있기 때문에 삽입된 침의 외부 노출 부위는 오염되지 않게 시행하였으며 본 연구에서의 감염 사례는 없었다.

해부학적으로 근육피부 신경을 제외한 액와 동맥 주변의 요골 신경, 정중 신경, 척골 신경은 물론 내측 전완 피부 신경 또한 액와 신경 혈관집에 싸여 주행을 하고 그 중 내측 전완 피부 신경은 척골 신경과 가깝게 액와 동맥과 액와 정맥 사이를 주행한다.²⁷⁾ 따라서 국소마취제가 지용성(lipid soluble)을 띠므로 액와 신경 혈관집 내에서 퍼지면서 내측 전완 피부 신경도 마취 유도가 될 수 있는 것으로 생각되는데, Thompson과 Rorie²⁸⁾는 카데바 연구에서 액와 신경 혈관집 내부에 존재하는 결합조직으로 이루어진 구획이 국소 마취제가 퍼지는 데 영향을 미쳐 일부 신경은 늦게 마취가 되거나 아예 마취가 되지 않는다고 하였고, Jung 등²⁹⁾은 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술 후 발생한 내측 전완 피부 신경 손상에 대해 증례보고한 바 있어 술기상 마취의 대상이 아니지만 전완 내측의 넓은 범위의 감각을 담당하는 내측 전완 피부 신경의 마취 성공률과 원리, 손상에 대한 연구가 필요하며 술기를 마친 후 내측 전완의 마취 여부를 반드시 체크하고 마취가 되지 않았을 때 추가 차단을 고려해야 할 것이다.

본 연구는 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 정형외과 의사가 시행했을 경우에도 수술 마취(surgical anesthesia) 결과에서 기존의 보고와 큰 차이가 없이 높은 성공률을 보였고 수술 부위에 따라 신경별로 약물 주입 용량에 변화를 줄 수 있으며 예상 수술 시간을 고려하여 약물 주입 용량에 변화를 줄 수 있다는 데 의미가 있다고 생각한다. 여전히 전신 마취로의 전환 가능성은 배제할 수 없지만 수술 범위와 수술 예상 시간, 불완전 마취 시 국소 마취제 추가 투여로 충분히 진행 가능한 수술인지를 고려하여 술기를 시행한다면 대부분의 수술을 진행하는 데 무리가 없을 것이다.

결 론

정형외과 의사에 의한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술은 학습 곡선이 비교적 짧아 해부학적 지식이 풍부한 정형외과 의사는 보다 쉽게 술기를 익힐 수 있어 높은 마취 성공률을 얻을 수 있고 수술 부위와 예상 시간을 고려하여 용량 선택적 마취가 가능하게 하여 수술 준비와 수술까지의 시간을 줄일 수 있는 안전한 술기로 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

감사의 글

저자들은 차단술 시행 시 어시스트 및 연구 데이터 수집과 정리에 큰 도움을 준 대전선병원 김미숙 선생님께 큰 감사를 표하는 바이다.

REFERENCES

- De Jong RH. Axillary block of the brachial plexus. *Anesthesiology*. 1961;22:215-25.
- Hartung HJ, Rupprecht A. The axillary brachial plexus block. A study of 178 patients. *Reg Anaesth*. 1989;12:21-4.
- Smith BL. Efficacy of a nerve stimulator in regional analgesia; experience in a resident training programme. *Anaesthesia*. 1976;31:778-82.
- Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R, Gosch M, Weinstabl C. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg*. 1994;78:507-13.
- Kang C, Hwang DS, Kim YM, et al. Ultrasound-guided femoroscatic nerve block by orthopaedist for ankle fracture operation. *J Korean Foot Ankle Soc*. 2010;14:90-6.
- Zaric D, Nydahl PA, Philipson L, Samuelsson L, Heierson A, Axelsson K. The effect of continuous lumbar epidural infusion of ropivacaine (0.1%, 0.2%, and 0.3%) and 0.25% bupivacaine on sensory and motor block in volunteers: a double-blind study. *Reg Anesth*. 1996;21:14-25.
- Venieratos D, Anagnostopoulou S. Classification of communications between the musculocutaneous and median nerves. *Clin Anat*. 1998;11:327-31.
- Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. The musculocutaneous nerve: ultrasound appearance for peripheral nerve block. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:385-90.
- Lee HY, Kim SH, So KY, Kim DJ. Effects of interscalene brachial plexus block to intra-operative hemodynamics and postoperative pain for arthroscopic shoulder surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2012;62:30-4.
- Choi IG, Choi YS, Kim YH, et al. The effects of postoperative brachial plexus block using MgSO₄ on the postoperative pain after upper extremity surgery. *Korean J Pain*. 2011;24:158-63.
- de Moraes BS, Cruvinel MG, Carneiro FS, Lago F, Silva YP. Postoperative analgesic efficacy of different volumes and masses of ropivacaine in posterior brachial plexus block. *Rev*

- Bras Anesthesiol. 2012;62:19-27.
12. Marhofer P, Willschke H, Kettner SC. Ultrasound-guided upper extremity blocks-tips and tricks to improve the clinical practice. *Paediatr Anaesth*. 2012;22:65-71.
13. Aysel I, Topçu I, Kurt FF. Ultrasound guided brachial plexus block can be advantageous in patients with avulsion type upper extremity injuries. *Agri*. 2013;25:145-6.
14. Sultan SF, Iohom G, Saunders J, Shorten G. A clinical assessment tool for ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2012;56:616-23.
15. Perlas A, Lobo G, Lo N, Brull R, Chan VW, Karkhanis R. Ultrasound-guided supraclavicular block: outcome of 510 consecutive cases. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34:171-6.
16. O'Donnell BD, Ryan H, O'Sullivan O, Iohom G. Ultrasound-guided axillary brachial plexus block with 20 milliliters local anesthetic mixture versus general anesthesia for upper limb trauma surgery: an observer-blinded, prospective, randomized, controlled trial. *Anesth Analg*. 2009;109:279-83.
17. Ootaki C, Hayashi H, Amano M. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: an alternative technique to anatomical landmark-guided approaches. *Reg Anesth Pain Med*. 2000;25:600-4.
18. Luyet C, Schüpfer G, Wipfli M, Greif R, Luginbühl M, Eichenberger U. Different learning curves for axillary brachial plexus block: ultrasound guidance versus nerve stimulation. *Anesthesiol Res Pract*. 2010;2010:309462.
19. Rongstad K, Mann RA, Prieskorn D, Nicholson S, Horton G. Popliteal sciatic nerve block for postoperative analgesia. *Foot Ankle Int*. 1996;17:378-82.
20. Rah JH, Kwon SM, Cha JH, Lee JP, Kim JH. The efficacy of ultrasound-guided brachial plexus block in trauma patients. *J Korean Soc Surg Hand*. 2014;19:13-8.
21. Tetzlaff JE, Walsh M, Yoon HJ. PH adjustment of mepivacaine decreases the incidence of tourniquet pain during axillary brachial plexus anaesthesia. *Can J Anaesth*. 1993;40:133-6.
22. Tetzlaff JE, Yoon HJ, Walsh M. Regional anaesthetic technique and the incidence of tourniquet pain. *Can J Anaesth*. 1993;40:591-5.
23. Stan TC, Krantz MA, Solomon DL, Poulos JG, Chaouki K. The incidence of neurovascular complications following axillary brachial plexus block using a transarterial approach. A prospective study of 1,000 consecutive patients. *Reg Anesth*. 1995;20:486-92.
24. Andersson A, Akeson J, Dahlin LB. Efficacy and safety of axillary brachial plexus block for operations on the hand. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2006;40:225-9.
25. Bernucci F, Gonzalez AP, Finlayson RJ, Tran DQ. A prospective, randomized comparison between perivascular and perineural ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2012;37:473-7.
26. Ranganath A, Srinivasan KK, Iohom G. Ultrasound guided axillary brachial plexus block. *Med Ultrason*. 2014;16:246-51.
27. Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. 699-712.
28. Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology*. 1983;59:117-22.
29. Jung MJ, Byun HY, Lee CH, Moon SW, Oh MK, Shin H. Medial antebrachial cutaneous nerve injury after brachial plexus block: two case reports. *Ann Rehabil Med*. 2013;37:913-8.

정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술

김철우 • 이철형[✉] • 윤자영 • 이승구

대전선병원 정형외과

목적: 본 연구는 상지 수술에서 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술의 유용성 및 합병증을 조사하기 위해 시행하였다.

대상 및 방법: 2017년 3월부터 2017년 5월까지 총 103건에서 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 시행하였다. 초음파 및 프로브는 Siemens Acuson X300의 VF13-5 transducer를 사용했다. 수술 부위가 차단한 신경의 해부학적 감각 분포 범위에 포함되는 경우 대상에 포함하였으며, 다발성 손상으로 2시간 이상의 수술 시간이 예상되는 경우와 상완부의 수술은 제외했다. 술기는 lidocaine HCl 2% 20 ml, ropivacaine 0.75% 20 ml, 0.9% normal saline 10 ml로 조성된 50 ml의 혼합액으로, 2명의 정형외과 의사에 의해 동일한 방법으로 시행되었으며, 술기의 성공률(수술 시 마취 유도 상태 여부), 마취 유도 시간(천자침 제거 후 근력과 감각이 모두 소실될 때까지의 시간), 가능한 상지 수술 범위, 수술 후 무통 지속 시간(완전 마취 유도와 수술 후 수술 부위 통증 발생까지의 시간) 및 합병증을 조사하였다.

결과: 술기를 시행한 2명의 의사 간 결과값의 차이는 없었다. 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술에 소요된 needling time은 평균 5.5분(2.5-13.2분), 완전 마취 유도에 걸린 시간은 평균 18.4분(5-40분)이었으며 103명의 환자 중 100명에서 마취가 성공하여 97.1%의 성공률을 보였다. 무통 지속 시간은 평균 402.8분(141-540분)이었다. 마취 후 1예에서 어지러움, 4예에서 구역, 구토 증상을 보였고, 2예에서 입 주변이 얼얼한 증상을 보였으나 7예 모두 당일 완전히 호전되었으며, 총 103예 중 3예에서는 마취 실패로 수술실에서 2예에서 국소 마취제를 추가 투여하였고, 1예에서 전신 마취로 전환하여 수술을 하였다(3예/103예, 2.9%).

결론: 일부 주관절을 포함한 상지 수술에서 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술은 빠르고 쉽게 마취를 가능하게 하여 수술 대기 시간을 줄일 수 있으며 높은 마취 성공률을 얻을 수 있게 하고 용량 선택적 마취가 가능하게 하는 안전한 술기로 판단된다.

색인단어: 초음파, 액와 상완 신경총 차단술, 정형외과 의사

접수일 2017년 10월 23일 수정일 2017년 12월 14일 게재확정일 2018년 2월 12일

[✉]책임저자 이철형

34811, 대전시 중구 목종로 29, 대전선병원 정형외과

TEL 042-220-8460, FAX 042-220-8464, E-mail mediiron@naver.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4059-4969>