



요골 원위부 골절 환자에서 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술

선두훈 · 이철형 · 김철우 · 정덕희 · 안충한

대전선병원 정형외과

Ultrasound-Guided Axillary Brachial Plexus Block Performed by Orthopedic Surgeon for Distal Radius Fracture Surgery

Doohoon Sun, Chul-Hyung Lee, Cheol-U Kim, Deukhee Jung, Chung-Han An

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

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the usefulness of ultrasound-guided axillary brachial plexus block performed by orthopedic surgeon as an anesthetic method for distal radius fracture surgery.

Methods: From October 2017 to October 2018, an ultrasound-guided axillary brachial plexus block was performed on 161 cases of distal radius fracture requiring surgery. The procedure was performed by orthopedic surgeons using solution (20 mL of lidocaine HCl in 2%, 20 mL of ropivacaine in 0.75%, and 10 mL of normal saline in 0.9%). The success rate of the anesthetic procedure, the duration of analgesic effect, and the complications were investigated. If the anesthesia induction failed, additional local anesthetic methods were performed stepwise and reassessment about whether the operation could proceed was made.

Results: Anesthesia was successful in 155 patients and the success rate was 96.3%. The duration of analgesic effect was 6 hours (3-10 hours). In 6 failed cases of anesthesia, local anesthesia was applied to the pain site in the operating room. In 5 cases, the operation was completed without discomfort. In 1 case complaining of pain around fracture site after the local anesthesia, ultrasound-guided radial nerve block was effective in controlling the pain.

Conclusion: In open surgery of distal radius fractures, an ultrasound-guided axillary brachial plexus block performed by orthopedic surgeon allows anesthesia with high success rates. Even if the surgical anesthesia is incomplete, it is expected that the surgery can be completed safely if the nerve is identified and the stepwise additional local anesthesia method is performed.

Key Words: Distal radius fracture, Orthopedic surgeon, Ultrasound-guided axillary brachial plexus block, Additional anesthesia

Received January 21, 2019, Revised March 31, 2019, Accepted March 31, 2019

Corresponding author: Chul-Hyung Lee

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, 29 Mokjung-ro, Jung-gu, Daejeon 34811, Korea
TEL: +82-42-220-8860, FAX: +82-42-220-8464, E-mail: mediiron@naver.com

Copyright © 2019 by Korean Society for Surgery of the Hand, Korean Society for Microsurgery, and Korean Society for Surgery of the Peripheral Nerve. All Rights reserved.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

상완 신경총 차단술은 상지의 수술을 시행할 때 전신 마취로 인한 전신 합병증을 피할 수 있고, 수술 후 통증 조절의 효과가 있어 널리 쓰이고 있다¹. 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술은 주로 주관절 이하의 병변에 대한 수술에서 시행할 수 있으며, 마취 성공률이 95% 전후로 초음파를 사용하지 않고 표면 해부학적 지표만을 이용한 고전적 상완 신경총 차단술에 비해 높다고 알려져 있다². 또한 신경 자극기 사용으로 인해 발생할 수 있는 환자의 불편감 및 부작용이 없고, 실시간으로 신경의 위치와 약물이 퍼져가는 양상을 관찰할 수 있어 안전한 마취 방법으로 알려져 있다³. 대전선병원 정형외과에서는 수술 환자에 대해 2016년부터 정형외과 의사가 직접 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 시행해 왔으며, 1,000건 이상의 술기를 경험했다. 본 연구의 목적은 본원에서 시행된 요골 원위부 골절 수술 시 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술 161예를 후향적으로 분석하여 그 경험을 공유하고 문헌 고찰을 통해 요골 원위부 골절 시 정형외과 의사가 시행한 액와 상완 신경총 차단술의 유용성, 유의점과 불완전 차단 시 대처 방법 및 그 결과를 알아보기 위함이다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2017년 10월부터 2018년 10월까지 본원에서 시행한 요골 원위부 골절 수술에서 전신 마취 대신 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 선택한 161명을 대상으로 한 후향적 연구이다. 남성 37명, 여성 124명이었고, 평균 연령은 63.4세(23-78세)였다. 요골 원위부 골절의 정도는 AO/OTA 분류에 의해 A군이 27명, B군이 52명, C

군이 82명이었다. 환자의 성별과 수상부의 위치(dominant or nondominant side)에 따라 골절 분류상 통계적으로 유의한 차이점은 없었다(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. 양측 요골 원위부 골절, 개방성 요골 원위부 골절, 다발성 골절, 국소 마취제에 대한 알레르기, 섬망 및 치매 등의 신경 정신과적 질환으로 인해 개인 의사 표현이 불분명한 환자, 생명을 위협할만한 심각한 심혈관 및 중추 신경 계통의 질환 및 합병증이 있는 환자는 대상에서 제외하였다. 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술이 결정된 환자는 수술 1시간 전에 정형외과 외래에서 신경 차단술을 시행하였다.

2. 차단 방법 및 평가

50건 이상의 술기 경험이 있는 1명의 정형외과 전공의(C.U.K.)가 차단술을 시행하였고, 국소 마취제는 lidocaine HCl in 2% 20 mL, ropivacaine 0.75% 20 mL, normal saline 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(Fig. 1). 시술 시 환자를 양와위 자세에서 얼굴을 시술 부위 반대편으로 돌리고, 팔을 90도 외회전, 주관절을 90도 굴곡시킨 후 액와 오목 바로 외

Table 1. Demographic and clinical characteristics of patients (October 2017 to October 2018)

Variable	Value
No. of patient	161
Sex (male:female)	37:124
Age (yr)	63.4 (23-78)
Fracture type (A:B:C)*	27:52:82
Injured side (dominant:non-dominant)	112:49

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

*This type was based on the AO/OTA classification.



Fig. 1. 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.

측 대흉근 부착부에 선형의 초음파 프로브(Acuson X300 VF13-5; Siemens, München, Germany)를 이용하여 영상을 얻었다(Fig. 2). 액와 동맥(axillary artery), 액와 정맥(axillary vein), 상완골(humerus), 상완 이두근(biceps brachii), 상완 삼두근(triceps brachii), 오웬완근(coracobrachialis)을 확인한 후(Fig. 3) 알코올 솜을 이용하여 침 삽입부 주변을 넓게 소독한 후 23 gauge 척추 천자침을 이용하여 in-plane needle approach로 근육 피부 신경(musculocutaneous nerve), 요골 신경(radial nerve), 정중 신경(median nerve), 척골 신경(ulnar nerve)의 순서로 각 신경 주변에 5-10 mL의 국소 마취제를 투여하였다(Fig. 4). 요골신경을 제외한 나머지 신경은 초음파에서 파악이 용이하여 신경 주변 차단(perineural block)을 시행하였고, 요골 신경은 가장 하방(inferior)에 위치하여 초음파에서 파악이 어려운 경우가 대부분으로 이럴 땐 대조 해상도(contrast resolution)와 초점 깊이(focus depth)를 조정했다. 그래도 파악이 어려울 경우 프로브(Acuson

X300 VF13-5)의 주파수를 낮추어 투과성을 증가시키는 방법을 통해 요골 신경을 찾아 신경 주변 차단을 시행할 수 있었다. 하지만 적절히 영상을 조작해도 요골 신경의 파악이 어려울 경우 요골 신경의 일반적 위치인 액와 동맥의 4-6시 방향에 약물을 주입하는 혈관 주변 차단(perivascular block)을 시행하였다.

차단술을 마친 후 마취 성공의 확인을 위해 근력 및 표재 감각 검사를 시행하였다. 감각은 핀셋을 이용하여 통증 유무를 확인하였고, 통증 및 근력이 완전히 소실되는 데 걸린 시간을 측정하였다. 통증 및 근력이 완전히 소실되었고, 수술 중 어떤 불편감 및 통증이 없이 수술이 끝난 경우를 마취 성공(successful surgical anesthesia)으로 판단하고 마취 성공률을 조사하였으며, 수술 중 환자가 수술 부위의 불편감이나 통증을 호소하였을 경우를 마취 실패(failed surgical anesthesia)로 판단하고 완전 차단에 실패한 신



Fig. 2. Patient position and the location of the probe for performing axillary brachial plexus block.

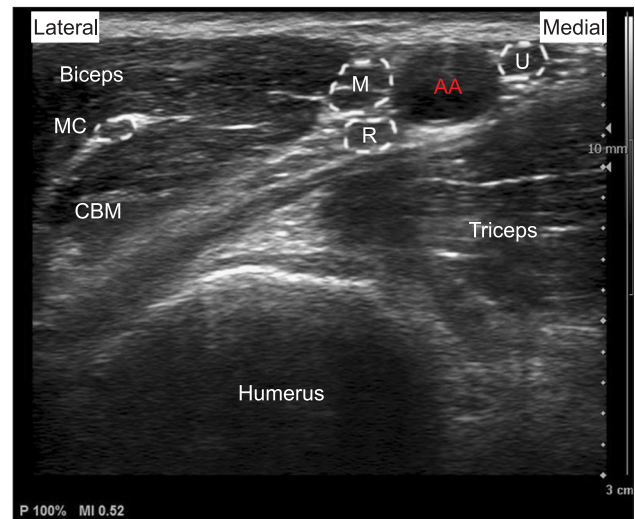


Fig. 3. Ultrasound anatomy of the axilla. AA: axillary artery, CBM: coracobrachialis muscle, M: median nerve, MC: musculocutaneous nerve, R: radial nerve, U: ulnar nerve.

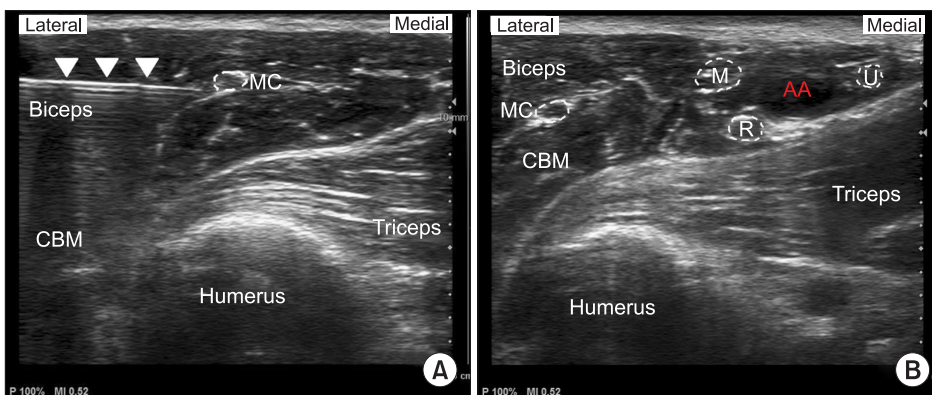


Fig. 4. (A) In-plane needle approaching (arrowheads). (B) Complete block of the four nerves was performed. Hypoechoic areas surrounding each nerve was seen. CBM: coracobrachialis muscle, MC: musculocutaneous nerve, AA: axillary artery, M: median nerve, R: radial nerve, U: ulnar nerve.

경을 조사하였다.

수술 중 모든 환자에서 상완 지혈대를 사용하였고, 지혈대 적용 시간과 지혈대 통증이 발생하였는지 조사하였다. 수술 후 무통 지속 시간을 측정하였고, 퇴원 전 마취에 의한 합병증을 조사하였다.

3. 추가 국소 마취 방법

피부 절개 시 통증을 호소한 환자는 절개 부위에 국소 마취제(2% lidocaine HCl)를 주사하였다. 그리고 수술 도중 통증을 호소한 환자는 국소 마취제(2% lidocaine HCl)를 골절 주변부에 주사하였다. 두 가지 방법 모두 국소 마취제의 양은 최대 10 mL로 제한하여 주사하였다. 골절 주변

부 주사 후에도 통증을 호소한 환자는 주관절 외측 초음파 유도 요골 신경 차단술을 시행하였다. 마찬가지로 2% lidocaine HCl을 사용하였다. 환자는 팔을 뻗은 상태로 90도 외전(abduction)하고, 약간 내회전(slightly internal rotation)한 상태로 자세를 잡고(Fig. 5) 시술자는 환자의 다리 쪽에 앉았다. 초음파 화면은 환자의 머리쪽에 위치시켜 시술자가 정면으로 바라볼 수 있게 한 상태에서(Fig. 6), elbow crease에서 근위부로 약 3 cm 부위의 상완의 전외측(antero-lateral aspect)에 무균 상태의 프로브 커버와 초음파 젤을 이용하여 선형 프로브(Venue 50, 12L; GE Healthcare, Chicago, IL, USA)를 밀착시켜 영상을 얻었고, in-plane needle approach로 요골 신경 차단술을 시행하였다(Fig. 7). 저자들은 본 연구에서 요척골 원위부(distal radioulna)의 골막(periostrum)과 손목 관절낭



Fig. 5. Patient position (90 degree abduction and slightly internal rotation of the arm) and the location of the probe using aseptic cover and needle for performing radial nerve block.



Fig. 6. The location of the ultrasound device and the position of the physician for performing radial nerve block.

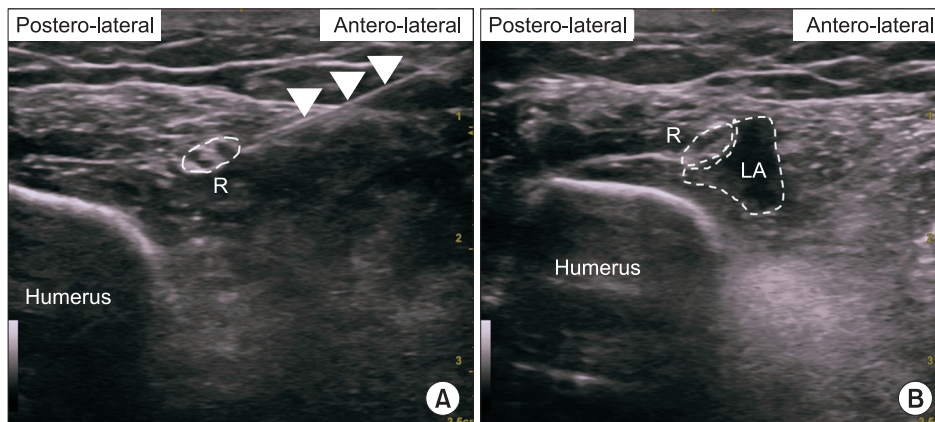


Fig. 7. (A) In-plane needle approaching (arrowheads) for performing radial nerve block. Radial nerve and humerus were seen. (B) The hypoechoic area of the local anesthetics was seen around the radial nerve after performing radial nerve block. R: radial nerve, LA: local anesthetics.

(joint capsule)에서 기인하는 통증 감각은 요골 신경의 분지인 후골간 신경(posterior interosseous nerve)이 주 역할을 한다는 점을 요골 신경 차단술의 근거로 삼았다⁴.

4. 수술 방법

모든 수술은 1명의 정형외과 의사(C.H.L.)가 집도하였다. 수술 방법은 전 예에서 전완부 원위 전방 도달법(Henry's approach)을 이용하였다. 요수근굴근(flexor carpi radialis)을 축지하고 그 위로 7 cm 가량 피부 절개를 시행한 후 요골 동맥의 손상을 주의하면서 요수근굴근 아래 근막(fascia)을 종으로 절개하였다. 장무지 굴근(flexor pollicis longus)을 척측으로 견인하고, 방형 회내근(pronator quadratus)을 요측에서 종으로 절개하여 골절 부위를 노출하여 정복을 시행하였다. 정복 후 K-강선을 이용하여 임시 정복을 얻은 상태에서 금속판 고정술을 시행하였다. 금속판은 전 예에서 잠김 압박 금속판인 Optirad® (Corentec Co., Cheonan, Korea)를 사용하였다.

결과

초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 시행 받은 161명의 요골 원위부 골절 환자 중 155명의 환자에게서 근력이 0인 것과 표재 감각 검사 시행 시 감각 인지가 없는 것

을 확인하였고, 불편감 및 통증 없이 수술을 마쳐 96.3%의 수술 마취 성공률을 보였다. 수술 마취에 실패한 6명의 경우 지혈대 압력을 올린 후 피부 절개를 넣기 전 평가에서 2명의 환자는 표재 감각 검사에서 피부 절개 위치의 통증을 호소하고 미세하게 주관절 굴곡이 남아있어 근육 피부 신경의 차단이 불완전하다고 판단하였다. 이 환자들은 나머지 신경에 대해서는 완전 차단을 얻은 상태로 피부 절개 부위에만 추가로 국소 마취제를 주사하고 수술을 마칠 수 있었다(Table 2). 나머지 4명의 환자는 미세하게 수지 신경이 남아있고, 골절부에 움직임을 가했을 때 통증을 호소하였다. 요골 신경 차단이 불완전하다고 판단하고 시간이 지나면 마취제가 더 퍼져 완전 마취에 이를 수 있다고 판단하여 10분 후 마취에 대해 재평가를 시행하였다. 하지만 4명 모두 골절부에 움직임을 가했을 때 여전히 통증을 호소하여 골절 주변부에 추가 국소 마취제를 주사한 후 피부 절개를 시행하였다. 국소 마취제는 4명 모두 2% lidocaine HCl 10 mL를 사용하였다. 4명 중 3명은 골절 주변부 주사 전 visual analogue scale (VAS)이 평균 6.3점(5-7점)에서 주사 후 평균 1.3점(1-2점)으로 감소하였고 추가적인 처치 없이 수술을 마칠 수 있었다. 나머지 1명은 골절 주변부 주사 전 VAS 7점에서 주사 후 5점으로 감소하였으나 수술을 진행하기에 무리가 있다고 판단하여 주관절 외측에서 초음파 유도 요골 신경 차단술을 시행하고 수술을 마쳤다. 차단술은 3분이 소요되었고, 국소 마취제 사용량은 4 mL였으며 차단술을 시행하고 5분 후 재평가에서 VAS는 5점에서 1점으로 감소하여 수술을 마칠 수 있었다(Table 3, Fig. 8).

전 예에서 요골 신경을 제외하고 신경 주변 차단을 시행하였다. 요골 신경은 75.2%인 121예에서 초음파상 파악이 어려워 혈관 주변 차단을 시행하였고, 나머지 40예에서는 신경 주변 차단을 시행하였다. 앞서 요골 신경의 차단이 불완전했던 4예는 모두 혈관 주변 차단을 시행한 경우로 요골 신경 차단 성공률은 신경 주변 차단을 시행한 군에서 100% (40/40), 혈관 주변 차단을 시행한 군에서 96.7%

Table 2. Summary of the patients who failed the musculocutaneous nerve block

Age (yr)/sex	Anatomical variation of MCN	Injection of supplemental LA at incision site (mL)	VAS (before injection/after injection)
57/male	None	4	4/0
62/female	None	5	5/0

MCN: musculocutaneous nerve, LA: local anesthetics, VAS: visual analogue scale.

Table 3. Summary of the patients who failed the radial nerve block

Age (yr)/sex	Method of the RNB	First supplemental LA (PFSI) (mL)	VAS (before PFSI/after PFSI)	Second supplemental LA (US-RNB) (mL)	VAS (before US-RNB/after US-RNB)
63/female	PVB	10	5/1	-	-
70/male	PVB	10	7/1	-	-
47/female	PVB	10	7/2	-	-
66/female	PVB	10	7/5	4	5/1

RNB: radial nerve block, LA: local anesthetics, PFSI: peri-fracture site injection, VAS: visual analogue scale, US-RNB: ultrasound-guided radial nerve block, PVB: peri-vascular block.

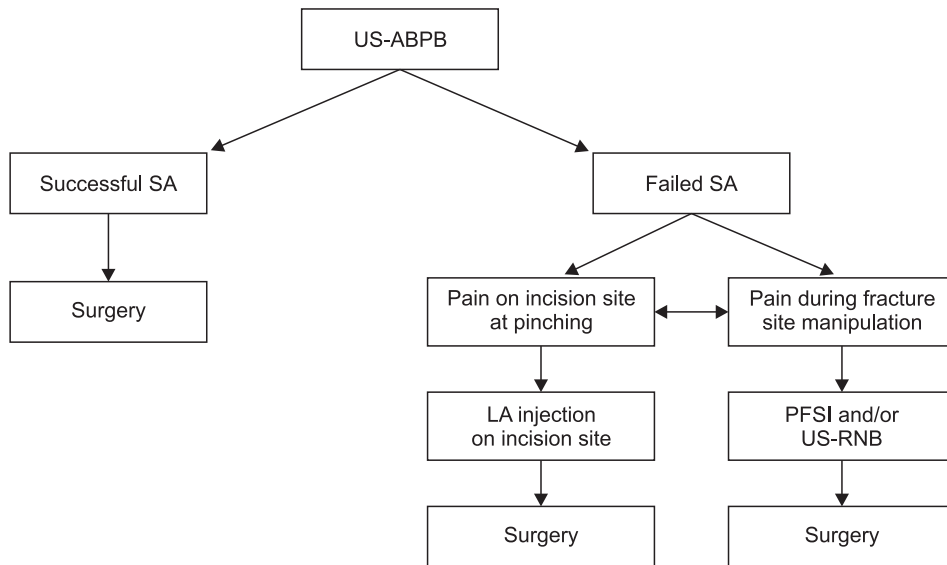


Fig. 8. Flowchart of the supplemental local anesthesia for the distal radius fracture surgery. US-ABPB: ultrasound-guided axillary brachial plexus block, SA: surgical anesthesia, LA: local anesthesia, PFSI: peri-fracture site injection, US-RNB: ultrasound-guided radial nerve block.

(117/121)였다. 요골 신경의 경우 차단 성공률 외에 두 군 간 요골 신경 지배 범위의 마취가 풀리기 시작하는 시간과 무통 지속 시간상 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술에 걸린 평균 시간은 5분(범위, 3.8-8.2분)이었으며, 마취 후 수술에 올라가는 데 걸린 평균 시간은 50.3분(범위, 36-70분)이었다. 지혈대 사용 평균 시간은 55.3분(범위, 46-70분)이었으며, 6명의 환자를 제외하곤 수술 시간 동안 지혈대 사용으로 인하여 통증을 호소하는 환자는 없었다. 마취 후 무통 지속 시간은 6시간(범위, 3-10시간)이었다. 마취 중 혈관 천자는 발생하지 않았고, 마취 후 혈관 내 마취제 직접 주입으로 인한 전신 합병증 및 신경 자극에 의한 합병증은 없었으며, 차단 부위의 감염은 발생하지 않았다(Table 4).

고찰

국소 신경 차단술은 전신 마취에서의 수술 후 통증, 오심, 구토 및 호흡기 문제 등의 합병증에 대한 부담감이 없으며, 전신 마취에 비해 철저한 활력징후 측정이 상대적으로 필요하지 않기에 최근 정형외과 의사가 직접 시행한 국소 신경 차단술이 보고되고 있다^{3,5-7}. 초음파를 이용하면 상지 및 하지에서 국소 신경 차단 부위의 모든 해부학적 구조물들을 직접 관찰할 수 있고, 특히 신경과 신경 주위 혈관들도 직접적으로 관찰할 수 있기 때문에 마취 또는 통증 조절을 위한 국소 신경 차단술에서의 안전성은 의심할 여지가 없다^{8,9}. 신경 차단술은 성공하기 위해 신경 주위에 국소 마취제가 적절하게 퍼지도록 하는 것이 중요한데, 이를

Table 4. Results of ultrasound-guided axillary brachial plexus block and tourniquet time (n=161)

Variable	Value
Successful surgical anesthesia without supplementation	155 (96.3)
Needling time (min)	5.7 (3-10)
Time of analgesia (hr)	6 (3-10)
Complications	5 (3.1)
Dizziness	2
Nausea	3
Supplementation	6 (3.7)
Incision site injection	2
PFSI only	3
US-RNB after PFSI	1
Tourniquet time (min)	55.3 (46-70)

Values are presented as number (%), mean (range), or number only.

PFSI: peri-fracture site injection, US-RNB: ultrasound-guided radial nerve block.

위해 초음파로 신경 및 신경 주위 구조물을 정확하게 확인하는 것이 가장 효과적이다¹⁰. 초음파 유도 상완 신경총 차단술은 실시간으로 신경과 천자침의 위치를 파악하고 신경 주변에 국소 마취제를 주입한 후 약물이 신경 주변으로 퍼져나가는 것을 확인할 수 있어 국소 마취제의 사용량을 줄일 수 있고 신경 손상의 위험성은 줄어들며 혈관 내 국소 마취제 주입으로 인한 전신 합병증의 위험성도 줄이고 마취의 성공률은 높일 수 있는 방법이다. 정형외과 의사가 시행하는 초음파 유도 상완 신경총 차단술은 국소 마취제의 사용량을 더욱 줄일 수 있다고 생각되는데, 수술을 집도하는

의사가 직접 마취를 시행하기 때문에 상지의 해부학적 지식이 뛰어난 정형외과 의사는 해당 수술 부위가 어느 신경이 분포하는지 파악이 정확하고 용이하다. 그러므로 해당 수술 범위에 따라 신경 별로 마취 약물의 주입량을 조절하여 약물 사용을 최소화할 수 있으며, 더 나아가 선택적으로 일부 신경만 차단하여 더욱 약물 용량을 최소화하여 수술을 시행하는 방법도 가능할 것으로 생각된다.

요골 원위부 골절은 정형외과 영역에서 가장 흔히 마주하게 되는 상지의 골절로, 수술 시 전완부 원위 전방 도달법을 통한 관혈적 정복 및 수장측 잠금 압박 금속판 고정술이 표준적 치료방법으로 시행되고 있다¹¹. 전완부 원위 전방 도달법에서 피부 절개 부위는 해부학적으로 정중 신경과 근육 피부 신경의 지배 범위상에 있지만 피부의 감각 신경 분포는 변이가 존재할 수 있고, 감각 지배 범위가 인접 신경과 어느 정도 중첩될 수 있어¹² 피부 절개를 위해 정중 신경, 근육 피부 신경의 마취뿐만 아니라 척골 신경과 내측 전완 피부 신경의 마취도 필요하다. 또한 수부, 전완, 주관절의 근력이 0이 되어야 원활한 수술이 가능하므로 근육 피부 신경, 요골 신경, 정중 신경, 척골 신경의 마취가 필요하다. 요척골 원위부의 골막과 손목 관절낭에서 기인하는 통증 감각은 요골 신경의 분지인 후골간 신경이 주 역할을 하여⁴ 요골 원위부 골절 시 비관혈적 정복을 시행할 때 요골 신경을 차단한 후 시행하면 큰 불편감 및 통증 없이 정복을 시행할 수 있다고 알려져 있다¹³. 따라서 요골 신경이 불완전 차단되었을 경우는 통증 발생 구역이 비교적 깊고(deep) 광범위하여 일반적으로 연부조직에 시행하는 것처럼 통증부에 국소 마취제를 직접 주입하여 완벽히 통증을 없애기가 쉽지 않다고 판단된다. 따라서 원활한 수술을 위해 완전한 요골 신경의 차단은 매우 중요하며, 요골 신경의 불완전 차단 시 정형외과 의사로서 시행해 볼 수 있는 추가 국소 마취(supplemental local anesthesia)에 대한 계획이 필요하다. 요골 신경의 경우 액와 동맥의 하방, 즉 피부로부터 가장 깊이 위치하므로 초음파상 파악이 어려운 경우가 많은데, 본 연구에서는 161예의 환자 중 요골 신경이 파악이 되지 않아 혈관 주변 차단을 시행한 경우가 121예 있었다. 161예 중 수술 마취에 실패한 경우가 6예였는데 2예는 근육 피부 신경 차단이, 나머지 4예는 요골 신경 차단이 불완전했다. 근육 피부 신경의 경우 액와 신경 혈관집 내에 위치하지 않으며, 위치 및 형태 상의 해부학적 변이가 존재할 수 있어 차단술을 시행할 때 주의를 기울여야 한다³. 본 연구에서 근육 피부 신경의 차단이 불완전했던 2예의 경우 위치 및 형태 상의 변이는 없었으나 근육 피부 신

경이 위치하는 오렛완근과 상완 이두근의 근막 사이에 정확히 약물을 주입하지 못한 것이 불완전 차단의 원인으로 생각된다. 요골 신경 차단이 불완전했던 4예는 요골 신경에 대해 혈관 주변 차단을 시행한 경우였다. Bernucci 등¹⁴은 신경 주변 차단과 혈관 주변 차단의 비교 연구에서 마취 성공률의 유의한 차이가 없다고 보고하였으나 본 연구에서는 요골 신경 차단이 불완전하여 수술 마취에 실패한 경우는 모두 혈관 주변 차단을 시행한 경우였다. 요골 신경을 제외한 나머지 신경은 초음파상으로 파악되어 모두 신경 주변 차단을 시행했다. 요골 신경 차단이 불완전했던 4명의 환자에게 골절 주변부 국소 마취제 주사를 하고 3명은 효과가 있어 추가 처치 없이 수술을 마쳤고, 통증이 지속된 1명에게 주관절 외측 초음파 유도 요골 신경 차단술을 시행하여 전신 마취로의 전환 없이 수술을 마칠 수 있었다. 추가 국소 마취제 투여로 인한 합병증은 발생하지 않았으며, 수술 중 추가 술기를 시행하는 데 5분 이내의 시간으로 충분하여 수술 지연 시간이 크지 않았다. 또한 요골 신경이 불완전 차단되기는 했으나 4명 모두 주사침 천자 부위의 따끔함을 호소하지 않아 환자의 불편감 없이 추가 차단을 시행할 수 있었다. 두 가지 술기를 적절히 병용한다면 효과적인 추가 국소 마취 방법으로 요골 원위부 골절 수술 시 사용할 수 있다고 생각한다. 하지만 골절 주변부 주사 시 혈관, 신경, 건의 직접 손상 및 혈관 내 국소 마취제 주입에 주의해야 할 것이며, 앞서 액와 상완 신경총 차단술을 시행했기 때문에 두 가지 술기 모두 추가 약물의 사용량에 대한 주의를 기울여야 할 것이다.

요골 원위부 골절 수술 시 요골 신경과는 달리 나머지 신경은 불완전 차단이 되더라도 이들 신경은 대부분 피부 절개 부위 및 연부조직 통증과 연관되므로 통증부에 국소 마취제를 주입하는 방법으로 충분히 수술을 진행하는 데 문제가 없을 것으로 판단된다. 만일 국소 마취제 주입으로 불충분하다면, 상지의 해부학 지식이 풍부한 정형외과 의사는 환자와의 대화 및 간단한 신체 검진을 통해 어떤 신경이 마취가 불완전한지를 파악하고 초음파를 통해 전완부에서 해당 신경을 찾아 추가 차단하는 방법을 통해 전신 마취를 시행하지 않고도 수술을 시행할 수 있을 것이다.

본 연구에서 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 시행할 때 국소 마취제는 속효성(short acting)인 lidocaine과 지효성(long acting)인 ropivacaine을 혼합하여 사용함으로써 빨리 마취가 발현되게 하면서 수술 후 통증 조절 시간을 길게 유지할 수 있게 하고¹⁵ bupivacaine보다 심독성(cardiac toxicity)이 적고 감각 신경에 대해 보다 선

택적 차단 효과는 갖는다¹⁶.

Stan 등¹⁷은 비유도 액와 상완총 차단술에서 국소 마취제의 의도치 않은 혈관 내 주입이 발생한 사례는 996예 중 2예로 발생 가능성이 매우 낮다고 하였고, Andersson 등¹⁸은 약물 독성에 의한 전신 증상은 비유도 액와 상완 신경총 차단술을 시행한 5,520예 중 4예에서 발생했음을 보고하였다. 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술에서 국소 마취제에 의한 전신 독성의 발생은 십만 명당 1.5명, 수술 후 신경 증상의 발생은 십만 명당 0.37명으로 비유도 차단술보다 더욱 낮다고 알려져 있다¹⁹. 본 연구에서 국소 마취제의 혈관내 주입으로 인한 전신 독성(systemic toxicity)이 발생한 사례는 없었다. Kim 등³은 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술 시 국소 마취제의 혈관 내 직접 주입을 피할 수 있는 초음파상 기술적 고찰을 시행한 바 있다. 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술은 심각한 부작용의 발생 가능성이 매우 드문 안전한 마취 방법으로, 적절한 학습 곡선만 거친다면 정형외과 의사가 시행해 볼 수 있는 안전한 시술이라 생각된다.

액와 상완 신경총 차단술은 보다 상위 레벨에서의 상완 신경총 차단술에 비하여 기흉, 횡격 신경 마비 등의 부작용은 없으나 상대적으로 마취 범위가 좁아 지혈대 통증의 문제에서 자유롭지 못하다. 지혈대 통증의 발생 빈도는 지혈대 적용 시간과 마취 술기의 종류와 관련 있으며, 상지 수술 시 지혈대 적용 시간이 1시간을 초과할 경우 지혈대 통증 빈도가 증가한다고 알려져 있다^{20,21}. 본 연구에서 지혈대 통증은 6명(3.7%)에서 발생했다. 지혈대 통증이 발생한 환자 6명은 모두 참을 만한 정도의 통증을 호소하였고, 통증이 급속한 고정을 완료한 이후에 발생하여 수술이 거의 끝나갈 무렵이었다. 저자들은 마취가 풀리면서 발생하는 통증이 아닌지에 대한 두려움을 느끼는 환자와 직접 대화를 통해 마취가 풀리면서 발생하는 수술 부위의 통증이 아님을 설명하고 안심시킨 상태에서 별다른 추가 처치 없이 수술을 마쳤다. 저자들의 경우 요골 원위부 골절 수술 시 일반적으로 1시간 이내로 수술을 마치기 때문에 따로 지혈대 적용 부위에 국소 마취제를 투여하지 않았다. 요골 원위부 골절 수술 시 지혈대 부위의 지배 신경에 대한 국소 마취 없이 액와 상완 신경총 차단술 만으로도 지혈대 통증에 대한 부담 없이 수술을 시행하기에 충분할 것으로 판단되나 지혈대 통증의 빈도가 크지 않더라도 분쇄가 심하거나 개방 골절로 시간이 오래 걸릴 것으로 예상되는 수술의 경우 지혈대 통증에 대비하여 보다 상위 레벨에서의 차단술이나 늑간 상완 신경(intercostobrachial nerve) 차단술

을 고려해야 할 것으로 생각된다. 만약 액와 상완 신경총 차단술하 요골 골절 수술 시행 도중 환자가 지혈대 통증을 호소한다면 우선 대화를 통해 환자를 안심시키고, 만약 수술이 얼마 남지 않았거나 통증이 심하지 않다면 추가 처치 없이 수술을 진행하거나 진정제 사용을 고려해 볼 수 있다. 하지만 남은 수술 시간이 오래 걸릴 것으로 예상되거나 통증이 극심하다면 전완부에 지혈대를 적용한 후 액와 지혈대를 풀어주는 방법도 고려해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 대조군이 없는 후향적 연구라는 점이다. 또한 불완전 마취의 빈도가 적어 불완전 마취 시 추가 차단 방법에 대한 경험을 제시하는 수준에 그쳐 체계적인 접근법을 제시하지 못하여 향후 표본 수를 늘려 비교 연구를 시행할 필요가 있다. 차단술을 실패했을 경우 시행할 수 있는 추가 처치 중 전신 마취를 배제하여 이와의 비교를 시행하지 않은 점도 한계점으로 판단된다.

결론

요골 원위부 골절 수술 시 마취 방법으로 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 상완 신경총 차단술은 마취 합병증이나 신경 손상 합병증 없이 높은 수술 마취 성공률을 보였다. 요골 신경의 경우 초음파상 신경 주변 차단이 쉽지 않고, 요척골 원위부의 골막과 손목 관절낭의 감각 신경 분포를 고려할 때 요골 신경의 불완전 마취에 대한 대비가 필요하다고 생각된다. 골절 주변부 주사와 초음파 유도 요골 신경 차단술은 효과적인 추가 마취 방법으로 생각되며, 상지의 해부학 지식이 풍부한 정형외과 의사는 전신 마취로의 전환 없이 계획적인 추가 국소 마취 방법을 통해 수술을 마칠 수 있을 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. 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.
2. 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.
3. Kim CU, Lee CH, Yoon JY, Rhee SK. Ultrasound-guided axillary brachial plexus block, performed by orthopedic surgeons. *J Korean Orthop Assoc*. 2018;53:513-21.
 4. Van de Pol GJ, Koudstaal MJ, Schuurman AH, Bleys RL. Innervation of the wrist joint and surgical perspectives of denervation. *J Hand Surg Am*. 2006;31:28-34.
 5. Kang C, Hwang DS, Kim YM, et al. Ultrasound-guided femoroscicatic nerve block by orthopaedist for ankle fracture operation. *J Korean Foot Ankle Soc*. 2010;14:90-6.
 6. 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.
 7. 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.
 8. Danelli G, Fanelli A, Ghisi D, et al. Ultrasound vs nerve stimulation multiple injection technique for posterior popliteal sciatic nerve block. *Anaesthesia*. 2009;64:638-42.
 9. Walker KJ, McGrattan K, Aas-Eng K, Smith AF. Ultrasound guidance for peripheral nerve blockade. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;7:CD006459.
 10. 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.
 11. Jupiter JB, Fernandez DL, Toh CL, Fellman T, Ring D. Operative treatment of volar intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78:1817-28.
 12. Hohenberger GM, Maier MJ, Dolcet C, Weiglein AH, Schwarz A, Matzi V. Sensory nerve supply of the distal radio-ulnar joint with regard to wrist denervation. *J Hand Surg Eur Vol*. 2017;42:586-91.
 13. Frenkel O, Herring AA, Fischer J, Carnell J, Nagdev A. Supracondylar radial nerve block for treatment of distal radius fractures in the emergency department. *J Emerg Med*. 2011;41:386-8.
 14. 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.
 15. Kang C, Kim YM, Hwang DS, Kim JH, Park JY, Lee WY. Ultrasound-guided femoroscicatic nerve block. *J Korean Orthop US Soc*. 2010;2:74-8.
 16. McClure JH. Ropivacaine. *Br J Anaesth*. 1996;76:300-7.
 17. 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.
 18. 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.
 19. Ecoffey C, Oger E, Marchand-Maillet F, Cimino Y, Rannou JJ, Beloeil H; SOS French Regional Anaesthesia Hotline. Complications associated with 27031 ultrasound-guided axillary brachial plexus blocks: a web-based survey of 36 French centres. *Eur J Anaesthesiol*. 2014;31:606-10.
 20. 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.
 21. Tetzlaff JE, Yoon HJ, Walsh M. Regional anaesthetic technique and the incidence of tourniquet pain. *Can J Anaesth*. 1993;40:591-5.

요골 원위부 골절 환자에서 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술

선두훈 · 이철형 · 김철우 · 정덕희 · 안충한

대전선병원 정형외과

목적: 요골 원위부 골절 수술 시 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술의 유용성에 대하여 알아보고자 한다.

방법: 2017년 10월부터 2018년 10월까지 요골 원위부 골절 수술 전 마취 방법으로 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술을 시행한 161명을 대상으로 하였다. 2% lidocaine HCl 20 mL, 0.75% ropivacaine 20 mL, 0.9% normal saline 10 mL의 혼합액을 이용하였으며 술기의 성공률, 무통 지속 시간 및 합병증을 조사하였다. 술기가 실패한 경우 단계적으로 추가 국소 마취를 시행한 뒤 재평가하였다.

결과: 161명 중 155명에서 마취가 성공하여 96.3%의 성공률을 보였다. 무통 지속 시간은 평균 6시간(3-10시간)이었다. 6명이 마취 실패로 수술실에서 통증 부위에 국소 마취제를 추가 투여하였으며 5명은 이후 환자의 불편감 없이 수술을 마칠 수 있었고, 1명은 초음파 유도 요골 신경 차단술을 통해 수술을 완료할 수 있었다.

결론: 요골 원위부 골절 수술 시 정형외과 의사가 시행한 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술은 높은 마취 성공률을 보였고, 마취가 불완전 하더라도 해당 신경을 파악하여 단계적 추가 국소 마취 방법을 시행한다면 안전하게 수술을 완료할 수 있을 것으로 기대한다.

색인단어: 요골 원위부 골절, 정형외과 의사, 초음파 유도 액와 상완 신경총 차단술, 추가 마취

접수일 2019년 1월 21일 수정일 2019년 3월 31일 게재확정일 2019년 3월 31일

교신저자 이철형

34811, 대전시 중구 목종로 29, 대전선병원 정형외과

TEL 042-220-8860 FAX 042-220-8464 E-mail mediiron@naver.com