

하지의 국소 신경 차단술에서 Ropivacaine 농도(0.5%, 0.6%, vs. 0.75%)에 따른 효과 비교: 전향적 무작위 대조 연구

강동훈 · 강 찬[✉] · 황득수 · 송재황 · 장민구

충남대학교 의과대학 정형외과학교실

The Efficacy of Different Ropivacaine Concentrations (0.5%, 0.6%, vs. 0.75%) for Regional Nerve Block in Lower Extremity: A Prospective Randomized Controlled Trial

Dong Hun Kang, M.D., Chan Kang, M.D., Ph.D.[✉], Deuk Soo Hwang, M.D., Ph.D.,
Jae Hwang Song, M.D., and Min Gu Jang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chungnam National University School of Medicine, Daejeon, Korea

Purpose: There have only been a few studies on optimal usage of injection material in the regional nerve block for lower extremity operations. The purpose of this study was to evaluate the efficacy of different concentrations of ropivacaine.

Materials and Methods: A total of 339 patients underwent lower extremity surgery under ultrasound-guided nerve block (combined femoral and sciatic nerve block) at a Chungnam National University Hospital between March 2016 and February 2017 and were randomly assigned to three groups: Group A (0.5%, 44 ml), group B (0.6%, 30 ml), and group C (0.75%, 30 ml). The interval between nerve block procedure and onset of the complete anesthetic effect (complete anesthetic time) was investigated. The degrees of intraoperative pain, and postoperative pain were evaluated using a visual analogue scale (VAS) score. Patient's satisfaction (0–10) was investigated. To evaluate the efficacy in accordance with the concentration under the same dose and same volume, group A and B were compared with group C respectively.

Results: There were 108, 118, and 113, in groups A, B, and C, respectively; and there were no significant differences with respect to the number, age, sex, and type of operation ($p > 0.05$). The mean complete anesthetic times were 78.5, 76.4, and 58.6 minutes, respectively. The mean intraoperative VAS scores were 2.04, 0.62, and 0.24; and the mean postoperative VAS scores (6 hours/12 hours) were 2.41/4.08, 0.27/1.24, and 0.38/1.54. The mean patient's satisfactory scores were 8.53, 9.38, and 9.40, respectively. Compared with group C, group A showed significantly longer complete anesthetic time ($p < 0.05$) and higher intra, postoperative VAS scores (all $p < 0.05$). Group B showed longer complete anesthetic time ($p < 0.05$), but no significant difference of intra, postoperative VAS scores (all $p > 0.05$). Patient's satisfactory scores in both group A and B were similar to group C ($p > 0.05$, $p > 0.05$). There were no specific adverse reactions in all groups.

Conclusion: Ropivacaine 0.6% as well as 0.75% are safe and effective anesthetics under the same volume (30 ml) for regional nerve block of the lower extremity. However, taking into account of the longer complete anesthetic time, the operation start time must be adjusted.

Key words: femoral nerve, sciatic nerve, ultrasonography, nerve block, injectables

Received August 18, 2017 Revised September 12, 2017 Accepted October 13, 2017

[✉]Correspondence to: Chan Kang, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chungnam National University School of Medicine, 266 Munwha-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea

TEL: +82-42-338-2480 FAX: +82-42-338-2482 E-mail: faschan@hanmail.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6651-0340>

서론

정형외과 영역에서 하지 수술을 위한 국소 신경 차단술은 마취 목적, 수술 후 통증 조절 목적으로 활발히 진행되고 있다.¹⁻³⁾ 이때 주로 사용되는 국소 마취제에는 lidocaine, bupivacaine, mepivacaine, ropivacaine, levobupivacaine 등이 있고, 발현 시간, 무통 지속 시간, 안전성 등을 고려하여 선택하게 된다. 이 중 ropivacaine은 지속 시간이 길고, 감각 신경을 보다 더 선택적으로 차단하며, 심혈관계 및 중추신경계 부작용이 적은 약물로 많이 사용되고 있다.⁴⁻⁶⁾ 초음파의 이용으로 인한 신경 차단술의 높은 성공률은 국소 마취제의 양을 감소시키고 부작용을 최소화할 수 있게 하였다. 이로 인하여 보다 적은 용량으로 보다 안전하고 효과적인 신경 차단술을 위한 연구들이 많이 진행되었으나,^{4,7-12)} 하지 수술을 위한 국소 신경 차단술에서 ropivacaine의 적정 농도(concentration)와 투여량(dose), 용량(volume)에 대한 연구는 많지 않았다. 이에 저자들은 ropivacaine의 농도에 따른 효과를 전향적 연구를 통해 마취 시간, 수술 중, 수술 후 마취 효과 및 환자의 만족도의 관점에서 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 환자의 선정

충남대학교병원의 임상시험심사위원회(institutional review board) 승인하에 연구를 진행하였다. 2016년 3월부터 2017년 2월까지 초음파 유도 신경 차단술(대퇴 및 좌골 신경 동시 차단) 시행하에 하지(족부, 족관절) 수술을 시행 받은 환자들을 대상으로 하였다. 수술 날짜별로 ropivacaine의 농도와 양을 달리하여, 무작위적(random)으로 3군으로 분류하였다: A군(0.5% ropivacaine, 44 ml), B군(0.6% ropivacaine, 30 ml), C군(0.75% ropivacaine, 30 ml). 즉, 월요일에 수술이 예정된 환자는 2016년 3월부터 8월까지 A군, 2016년 8월부터 2017년 2월까지 B군으로 분류하였고, 목요일에 예정된 환자는 C군으로 분류하여 신경 차단술을 시행하였다. 모든 환자들은 연구가 이루어지는 동안 본인이 어느 군에 속하는지에 대해 알지 못하도록 하여 단일 맹검(single blind)으로 진행하였다.

C군(0.75%, 30 ml)을 대조군(control)으로 하여 동일 투여량하에 농도에 따른 효과(저농도, 고용량[A군] 및 고농도, 저용량[C군])를 비교하기 위하여 A군에서 0.5% 농도와 44 ml의 용량을 설정하였다. 그리고 동일 용량하에 농도에 따른 효과(저농도, 고투여량[B군] 및 고농도, 저투여량[C군])을 비교하기 위하여 B군에서 0.6%의 농도와 30 ml의 용량을 설정하였다(Table 1). 외측 대퇴 피 신경(lateral femoral cutaneous nerve), 폐쇄 신경(obturator nerve), 후방 대퇴 피 신경(posterior femoral cutaneous nerve) 같은 다른 추가적인 신경 차단술을 시행한 환자, 당뇨병, 말초 신경 손상 등과 같이 신경학적인 평가를 정확히 할 수 없는 환자, 연부조직염 및 농

양 등 주사 부위 감염이 있는 환자, 주사제에 알레르기 반응의 기왕력이 있는 환자, 그리고 국소 신경 차단술을 거부하는 환자들은 연구에서 제외하였다.

2. 신경 차단술 방법

수술 전 초음파 유도하에 대퇴 신경과 좌골 신경 차단술을 시행하였고, 모든 시술은 근골격계 초음파 유도하 신경 차단술의 경험이 많은 한 명의 정형외과 의사에 의해 시행되었다. 고주파수-선형초음파 탐촉자(high-frequency linear ultrasound probe, 10-15 MHz) (ACCUVIX XG; Samsung Medison, Seoul, Korea)를 사용하였다.

대퇴신경 차단술은 양와위에서 서혜인대 원위부의 대퇴삼각부위에서 초음파로 대퇴 정맥, 대퇴 동맥 및 대퇴 신경의 해부학적 구조를 확인한 후 탐촉자 외측 피부를 알코올 소독한 후 'in plane' 기법으로 23 G spinal needle을 삽입하여 천천히 국소 마취제를 주입하였다. 그 후 신경 외막(epineurium) 주위에 바늘 끝이 위치하도록 미세하게 움직이면서 마취제가 신경 주위로 고이는 것을 확인하였다(Fig. 1). 주사 바늘의 끝을 조정할 때마다 혈액 역류를 확인하여 혈관 내로 직접 주입되지 않도록 하면서 15-22 ml의 약물을 주입하였다.

좌골 신경 차단술은 양와위에서 환측 고관절을 30-45도 굴곡하고 대퇴 후방으로 초음파 탐촉자가 접근할 수 있도록 자세를 취한 뒤 슬와부에서 슬와 동맥, 슬와 정맥, 경골 신경 및 비골 신경의 해부학적 위치를 파악한 후 탐촉자를 대퇴 근위부로 이동시키면서 경골 신경과 비골 신경이 좌골 신경으로 합쳐지는 부위를 확인하였다. 그 후 알코올 소독 후 초음파 유도하에 23 G spinal needle을 장경인대 후방 경계 부위에서 대퇴 외측에서 내측 방향으로 삽입하였다. 초음파로 주사 바늘의 끝을 확인하여 신경 외막 주위에 마취제가 퍼질 수 있도록 주입하였다(Fig. 2). 주사 바늘의 끝을 조정할 때마다 혈액 역류를 확인하여 혈관 내로 직접 주입되지 않도록 하면서 15-22 ml의 약물을 주입하였다.

수술 중 불안감을 호소하는 환자에게는 불안감 해소 및 진정을 위하여 midazolam 3 mg과 100 ml 생리식염수 혼합액을 정주하였다. 국소 마취 후 수술 중 환자 상태 확인을 위하여 수술을 종료할 때까지 산소포화도와 심박수, 심전도, 혈압을 측정하여 환자 상태

Table 1. Ropivacaine Regimen in 3 Groups*†

Ropivacaine	Group A	Group B	Group C
Concentration (%)	0.5	0.6	0.75
Volume (ml)	44	30	30
Dose (mg)	220	180	225

*Group A (0.5%, 44 ml), group B (0.6%, 30 ml), and group C (0.75%, 30 ml). †It shows a fixed dose in groups A and C, and fixed volume in groups B and C.

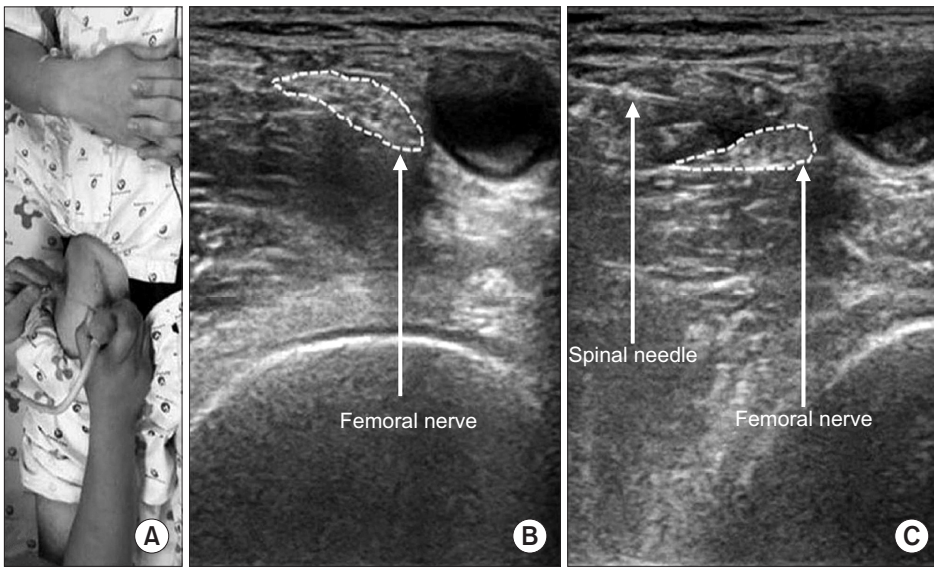


Figure 1. Ultrasound-guided femoral nerve block procedure. (A) Gross photograph shows ultrasound probe and spinal needle position for the right femoral nerve block with the patient positioned supine. (B) It is an ultrasound image on the right femoral triangle area (level of Fig. 1A image). (C) Ultrasound image shows the anesthetic and spinal needle around the right femoral nerve during injection.

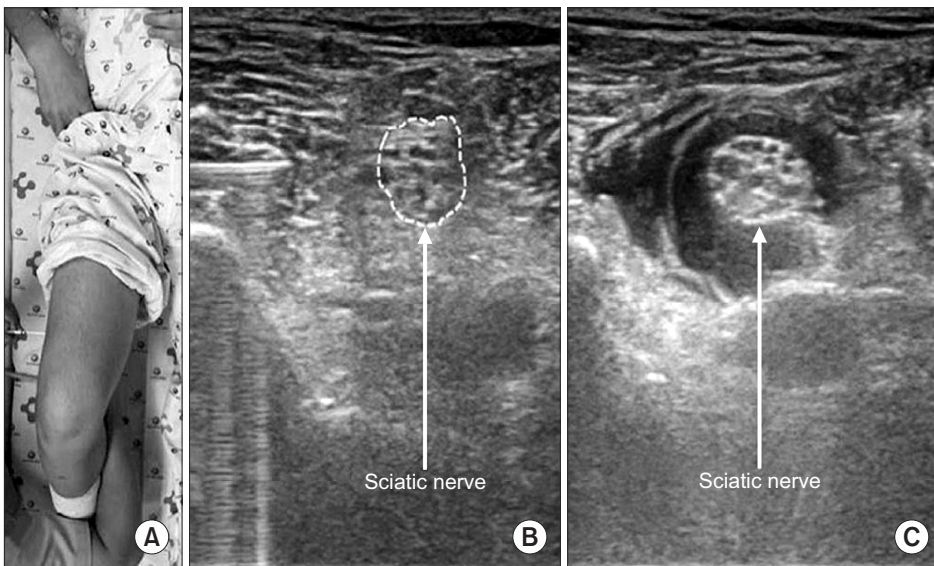


Figure 2. Ultrasound-guided sciatic nerve block procedure. (A) Gross photograph shows ultrasound probe and spinal needle position for the right sciatic nerve block with patient's hip flexed in supine position. The probe is located on the posterior thigh. (B) Ultrasound image shows sciatic nerve and spinal needle more proximally than the popliteal crease level (level of Fig. 2A image). (C) Ultrasound image shows that anesthetic surrounds the right sciatic nerve after injection.

를 감시하였다.

3. 평가 방법

신경 차단술 후 수술을 시행할 수 있는 시간을 평가하기 위해 ‘신경 차단술을 시행한 시점으로부터 포셉(forcep)으로 수술 부위 피부를 찢어 완전히 감각 신경 마취 효과가 발생하는 시간(완전 마취 시간)’을 조사하였다. 수술 중 통증에 대한 평가 척도로 수술 시작 10분 후 시각통증척도(visual analogue scale, VAS)를 평가하였고, 수술 후 통증 조절에 대한 평가 척도로 수술 종료 6, 12시간 후에 VAS를 평가하였다. 또한 수술 종료 12시간 후에 환자의 만족도를 0에서 10까지 점수로 조사하였다. 이는 시술 자체의 간편성, 안전성, 수술 중, 수술 후 통증 조절 정도, 수술 후 지속적인 마

취 상태에 대한 불편함, 부작용 및 마취에 대한 두려움 정도 등 전반적인 부분에 대한 만족도 평가였다. 그리고 시술 48시간 후 혈종, 감염, 신경 차단 실패(전신 혹은 척추 마취로의 전환), 신경 내 주사, 혈관 내 주사, 신경병증성 통증(neuropathic pain), 실신 등의 부작용 발생 여부를 평가하였다.

통계적 분석은 IBM SPSS statistics ver. 20.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)의 Mann Whitney's U-test 분석을 이용하였으며, p-value가 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 해석하였다.

결 과

각 군 환자들의 평균 나이는 A군 51.1세(12-79세), B군은 48.4세(15-87세), C군 49.7세(12-85세)였다. A군은 총 108명으로 남자 53명(49.1%), 여자 55명(50.9%)이었고, B군은 총 118명으로 남자 68명(57.6%), 여자 50명(42.4%)이었으며, C군은 총 113명으로 남자 55명(48.7%), 여자 58명(51.3%)이었다. 수술의 종류는 크게 골절 수술과 금속 제거술, 교정 절골술, 연부조직 수술로 나눌 수 있었고, A군은 골절 수술 35예(32.4%), 금속 제거술 30예(27.8%), 교정 절골술 15예(13.9%), 연부조직 수술 28예(25.9%), B군은 골절 수술 35예(29.7%), 금속 제거술 34예(28.8%), 교정 절골술 15예(12.7%), 연부조직 수술 34예(28.8%)를 시행하였으며, C군은 골절 수술 37예(32.7%), 금속 제거술 31예(27.4%), 교정 절골술 11예(9.8%), 연부조직 수술 34예(30.1%)를 시행하였다(Table 2). 각 군별 환자수, 나이, 성별, 수술의 종류에 따른 통계적 차이는 유의하지 않았다(모두 $p > 0.05$).

세 군에서 평균 완전 마취 시간은 각각 78.5분(73-84분), 76.4분(72-81분), 58.6분(54-65분)이었고, 수술 중 평균 VAS 점수는 각각 2.04 (0-5), 0.62 (0-3), 0.24 (0-2)였다. 수술 후 6시간 평균 VAS 점수는 각각 2.41 (0-5), 0.27 (0-2), 0.38 (0-2)이었으며, 수술 후 12시간 평균 VAS 점수는 각각 4.08 (0-7), 1.24 (0-4), 1.54 (0-3)였다. 환자의 평균 만족도는 각각 8.53 (5-10), 9.38 (6-10), 9.40 (6-10)이었다(Table 3). C군과 비교했을 때, 동일 투여하에서 A군은 유의하게 긴 완전 마취 시간($p < 0.05$)과 수술 중, 수술 후에 유의하게 높은 VAS 점수(수술 중, 수술 후 6, 12시간 모두 $p < 0.05$)를 보였고(Fig. 3), 동일 용량하에서 B군은 유의하게 긴 완전 마취 시간($p < 0.05$)을 보였으나 수술 중, 수술 후에 유의한 VAS 점수 차이는 보이지 않았다(수술 중, 수술 후 6, 12시간 모두 $p > 0.05$). 그리고

A, B군 모두 C군과 통계적으로 유사한 만족도를 보였다($p > 0.05$, $p > 0.05$) (Fig. 4). 모든 군에서 혈중, 감염, 신경 차단 실패, 신경 내 주사, 혈관 내 주사, 신경병증성 통증, 실신 등의 부작용은 발견되지 않았다.

고 찰

하지 수술에 대한 초음파 유도하 국소 신경 차단술은 쉽고 간편하며 전신 마취, 척추 마취에 비해 안전하기 때문에 정형외과 영역에서 점점 더 각광을 받고 있다.¹⁾ Baddoo¹³⁾와 Mohan³⁾은 당뇨병 하지 절단술 및 슬관절 전 치환술 시행 시 국소 신경 차단술이 심혈관계의 안정성뿐만 아니라 수술 후 진통 효과도 뛰어난 방법임을 보고하였고, 저자들의 이전 연구에서도 족관절 골절 수술 및 하지 수술을 위한 초음파 유도하 대퇴, 좌골 신경 차단술의 유용성에 대하여 보고한 바 있다.^{1,2)}

성공적인 국소 신경 차단술은 ‘적절한 위치(right place)’에 ‘적절한 약물(right drug)’을 ‘적절한 양(right dose)’으로 투여할 때 가능하다.¹⁴⁾ 그만큼 다양한 해부학, 생리학, 약리학, 인적 요소들이 관여한다.¹⁵⁾ 초음파의 발달로 ‘적절한 위치’를 보다 잘 찾을 수 있게 되었다. 국소 마취제에는 다양한 약제들이 있고, 저자들은 이전까지 0.75% ropivacaine과 1% lidocaine 혼합액을 사용해왔으나,¹²⁾ 지속 시간이 길고, 감각 신경을 조금 더 선택적으로 차단하며, 심혈관계 및 중추신경계 부작용이 적은 ropivacaine을 보다 ‘적절한 약물’에 가까운 약제로 생각하게 되었다.⁴⁻⁶⁾ 하지만 ‘얼마만큼의 농도, 용량 및 투여량이 적절한가?’에 대한 결론은 아직까지 명확하지 않다. 적정 농도, 용량 및 투여량에 대한 연구는 하지의 신경 차단술보다는 주로 상완 신경총 차단술(brachial plexus block, BPB) 등에서 이루어져 왔으나 명백한 결론이 나와있지는 않은 실정이다.^{4,7-12)}

Fredrickson 등⁹⁾과 Marhofer 등¹⁰⁾은 많은 용량을 주입할수록 발현 및 지속 시간이 향상된다고 보고한 반면, Nader 등¹⁶⁾과 O'Donnell 등¹¹⁾은 같은 농도에서 용량을 늘려도 의미 있는 차이가 없다고 하였다. 그리고 Klein 등⁴⁾은 사각근 간 BPB에서 동일한 용량

Table 2. Patient's Profiles in the 3 Groups*

Characteristic	Group A	Group B	Group C
Age (yr)	51.1 (12-79)	48.4 (15-87)	49.7 (12-85)
Sex			
Male	53 (49.1)	68 (57.6)	55 (48.7)
Female	55 (50.9)	50 (42.4)	58 (51.3)
Total	108	118	113
Type of operation			
Fracture	35 (32.4)	35 (29.7)	37 (32.7)
Metal removal	30 (27.8)	34 (28.8)	31 (27.4)
Corrective osteotomy	15 (13.9)	15 (12.7)	11 (9.8)
Soft tissue operation	28 (25.9)	34 (28.8)	34 (30.1)

Values are presented as median (range) or number (%). *Group A (0.5%, 44 ml), group B (0.6%, 30 ml), and group C (0.75%, 30 ml).

Table 3. Mean Complete Anesthetic Time, Intraoperative VAS, Postoperative VAS, and Patient's Satisfaction in 3 Groups*

Variable	Group A	Group B	Group C
Complete anesthetic time (min)	78.5	76.4	58.6
Intraoperative VAS	2.04	0.62	0.24
Postoperative VAS (6 h)	2.41	0.27	0.38
Postoperative VAS (12 h)	4.08	1.24	1.54
Patient's satisfaction	8.53	9.38	9.40

Values are presented as mean only. *Group A (0.5%, 44 ml), group B (0.6%, 30 ml), and group C (0.75%, 30 ml). VAS, visual analogue scale.

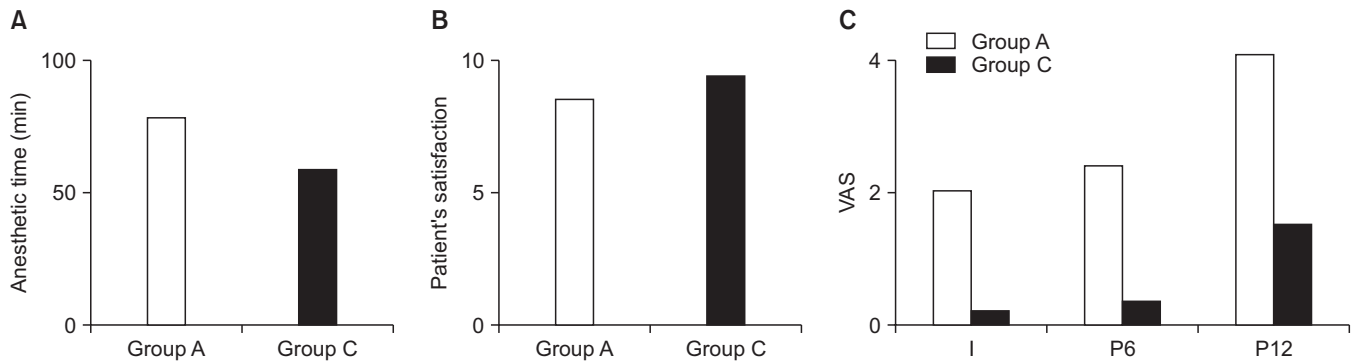


Figure 3. Comparison of the mean complete anesthetic time, patient's satisfaction, and VAS score in groups A and C. (A) Compared with group C, group A shows a significantly longer complete anesthetic time. (B) Group A shows a statistically similar patient's satisfaction to group C. (C) Compared with group C, group A shows significantly higher intra, postoperative (6 h/12 h) VAS scores. VAS, visual analogue scale; I, intraoperative; P6, postoperative 6 hours; P12, postoperative 12 hours.

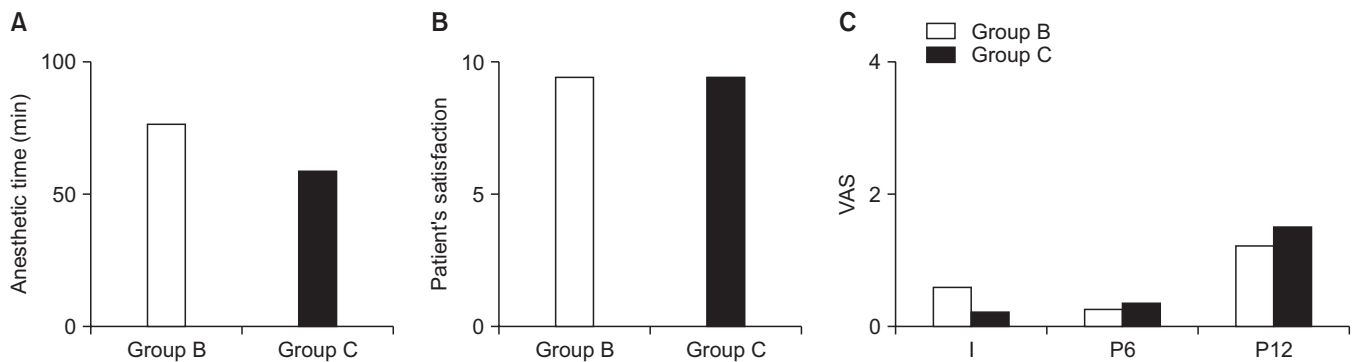


Figure 4. Comparison of mean complete anesthetic time, patient's satisfaction, and VAS score in groups B and C. (A) Compared with group C, group B shows a significantly longer complete anesthetic time. (B) Group B shows a statistically similar patient's satisfaction to group C. (C) Group B shows similar intraoperative, postoperative (6 h/12 h) VAS scores statistically. VAS, visual analogue scale; I, intraoperative; P6, postoperative 6 hours; P12, postoperative 12 hours.

(30 ml)의 다른 농도(0.5%, 0.75%)의 ropivacaine을 주입했을 때, 발현 및 지속 시간의 차이가 없다고 하였으나, Zhai 등⁷⁾은 같은 투여량(50 mg)에서 다른 농도와 용량(0.75%, 6.7 ml; 0.5%, 10 ml; 0.25%, 20 ml)의 ropivacaine 중 0.75%에서 가장 빠른 발현 시간을 보였다고 하였다.

이론적으로 높은 농도는 국소 마취제 분자에 의한 신경으로의 침투(neural penetration)를 향상시키기 때문에 발현시간을 단축시키고,^{7,17)} 높은 용량은 신경주변으로의 확산을 촉진시키기 때문에 발현시간을 단축시킨다.^{7,18)} 이러한 이론적 근거에 따르면 성공적인 신경 차단은 농도와 용량을 높일수록 좋으나 이는 약물자체의 독성(toxicity), 부작용을 야기할 수 있기 때문에^{8,19-21)} 마취 효과를 달성하면 가능한 농도와 용량을 낮추는 것이 중요하다. Wong 등²¹⁾에 의하면 0.1%에 비해 0.2% ropivacaine 주입 시 불과 0.1% 차이에도 폐기능을 더 손상시킬 수 있다고 하였다.

본 연구에서 저자들은 동일 투여량 하 저농도, 고용량의 A군(0.5%, 44 ml, 220 mg)과 고농도, 저용량의 C군(0.75%, 30 ml, 225

mg)을 비교하여 저농도, 고용량 ropivacaine의 효과를 연구하고자 하였고 환자 만족도에서는 차이가 없었으나 저농도, 고용량 군에서 보다 긴 완전 마취 시간 및 높은 수술 중과 수술 후 통증을 보였다. 또한 저자들은 B군(0.6%, 30 ml, 180 mg)과 C군을 비교하여 같은 용량을 주입하였을 때 농도에 따른 효과의 차이를 알아보고자 하였고, B군에서 비슷한 신경 차단 효과와 만족도를 보였으나 완전 마취 시간은 더 길었다. 여러 상지 신경 차단술의 연구 결과들과 비교할 때, 저자들의 연구 결과가 고농도에서 완전 마취 시간이 더 짧고 통증 조절 효과가 더 나은 이유는 느슨한(loose) 결체 조직에 둘러싸여 있는 상완 신경총에 비해 하지 신경은 보다 치밀한(dense) 조직들로 둘러싸여 있어 확산보다는 국소 마취제 분자에 의한 신경으로의 직접적인 침투가 더 주요한 요인이기 때문으로 생각된다.⁸⁾

본 연구에서는 C군(0.75%)에서 특별한 부작용 없이 빠른 완전 마취 시간과 좋은 임상적 결과를 보였으나 타 연구에서 간지럼, 화끈거림, 저린감 등의 이상 피부 감각을 보고하였고,⁸⁾ 마취 효과

를 달성하면 가능한 농도와 용량을 낮추는 것이 좋다는 근거에 따라 0.6%, 30 ml ropivacaine 또한 수술 시작 시간만 잘 조율한다면 하지 수술을 위한 신경 차단술에 적절하고 안전한 농도 및 용량의 약제로 생각된다.

저자들의 연구는 상지 신경 차단술에 비해 연구가 부족한 하지 신경 차단술의 약제 용법에 대한 많은 증례 수를 가진 임상적 연구라는 데서 의미가 있고, 정형외과 영역에서 대두되고 있는 하지 신경 차단술에서 기술적인 영역을 넘어 약제의 적정 용법을 다룬 보다 깊이 있는 연구라는 데서 의의가 있다.

하지만 저자들의 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 임상적 결과 평가 방법이 완전 마취 시간, VAS 및 환자 만족도로 국한되어 보다 객관적이고 다양한 평가가 이루어지지 못했다. 둘째, 부작용 발생 여부를 48시간 후에 판정하여, 감염이나 신경병증성 통증 같은 지연성으로 나타날 수 있는 부분에 대해 더 긴 추시 기간을 갖지 못하였다. 셋째, 수술 중 진정을 위하여 약 10%의 환자에게 투여한 midazolam이 연구 결과에 영향을 미칠 수 있다고 생각되지만 연구 결과에 반영되지 않았다. 마지막으로 같은 투여량 하에 A군과 C군을 비교하고자 하였지만, 실제 A군은 220 mg, C군은 225 mg으로 5 mg의 차이를 차이가 나지 않는 것으로 간주하였다. 향후 보다 더 통제된 조건하에, 다양한 임상 평가와 긴 추시 기간을 가진 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 약제의 효과를 늘리고 용량을 줄이기 위한 방법으로 신경 차단 시 Sodium bicarbonate, Epinephrine, Tramadol, Buprenorphine, Dexamethasone, Clonidine, Dexmedetomidine 등과 같은 첨가약제(additives)를 혼합하는 연구들도 많이 진행되고,²²⁻²⁴⁾ 그 효과가 인정되고 있는바, 보다 안전한 약물 사용을 위해 이에 대한 추가적인 비교 연구 또한 필요할 것으로 생각된다.

결 론

하지의 국소 신경 차단술 시, 동일 용량(30 ml)하에서 0.75%뿐만 아니라 0.6% ropivacaine도 안전하고 효과적인 농도의 약물이다. 다만 완전 마취 시간이 더 길다는 점을 고려해서 수술 시작 시간을 조율해야 할 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose

REFERENCES

1. Kang C, Hwang DS, Kim YM, et al. Ultrasound-guided femorosciatic nerve block by orthopaedist for ankle fracture operation. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2010;14:90-6.
2. Kang C. Ultrasound-guided regional nerve block in lower extremity. *J Korean Orthop US Soc.* 2012;1:50-9.
3. Mohan V. TKR under combined femoral and sciatic nerve blocks. *Kerala J Orthop.* 2015;27:104-6.
4. Klein SM, Greengrass RA, Steele SM, et al. A comparison of 0.5% bupivacaine, 0.5% ropivacaine, and 0.75% ropivacaine for interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg.* 1998;87:1316-9.
5. McClure JH. Ropivacaine. *Br J Anaesth.* 1996;76:300-7.
6. McClellan KJ, Faulds D. Ropivacaine: an update of its use in regional anaesthesia. *Drugs.* 2000;60:1065-93.
7. Zhai W, Wang X, Rong Y, Li M, Wang H. Effects of a fixed low-dose ropivacaine with different volume and concentrations on interscalene brachial plexus block: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2016;16:80.
8. Su Y, Zhang Z, Zhang Y, Li H, Shi W. Efficacy of ropivacaine by the concentration of 0.25%, 0.5%, and 0.75% on surgical performance, postoperative analgesia, and patient's satisfaction in inguinal hernioplasty: a randomized controlled trial. *Patient Prefer Adherence.* 2015;9:1375-9.
9. Fredrickson MJ, Abeysekera A, White R. Randomized study of the effect of local anesthetic volume and concentration on the duration of peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med.* 2012;37:495-501.
10. Marhofer P, Eichenberger U, Stöckli S, et al. Ultrasonographic guided axillary plexus blocks with low volumes of local anaesthetics: a crossover volunteer study. *Anaesthesia.* 2010;65:266-71.
11. O'Donnell B, Riordan J, Ahmad I, Iohom G. Brief reports: a clinical evaluation of block characteristics using one milliliter 2% lidocaine in ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Anesth Analg.* 2010;111:808-10.
12. Wank W, Büttner J, Maier KR, Emanuelson BM, Selander D. Pharmacokinetics and efficacy of 40 ml ropivacaine 7.5 mg/ml (300 mg), for axillary brachial plexus block--an open pilot study. *Eur J Drug Metab Pharmacokinet.* 2002;27:53-9.
13. Baddoo H. A preliminary report on the use of peripheral nerve blocks for lower limb amputations. *Ghana Med J.* 2009;43:24-8.
14. Denny NM, Harrop-Griffiths W. Editorial I: Location, location, location! Ultrasound imaging in regional anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2005;94:1-3.
15. O'Donnell BD, Szűcs S. Peripheral nerve block and local anaesthetic dose, how much is enough? *Anaesthesia.*

- 2014;69:665-8.
16. Nader A, Kendall MC, De Oliveira GS Jr, et al. A dose-ranging study of 0.5% bupivacaine or ropivacaine on the success and duration of the ultrasound-guided, nerve-stimulator-assisted sciatic nerve block: a double-blind, randomized clinical trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2013;38:492-502.
 17. Markham A, Faulds D. Ropivacaine. A review of its pharmacology and therapeutic use in regional anaesthesia. *Drugs.* 1996;52:429-49.
 18. Krenn H, Deusch E, Balogh B, et al. Increasing the injection volume by dilution improves the onset of motor blockade, but not sensory blockade of ropivacaine for brachial plexus block. *Eur J Anaesthesiol.* 2003;20:21-5.
 19. Kimura Y, Kamada Y, Kimura A, Orimo K. Ropivacaine-induced toxicity with overdose suspected after axillary brachial plexus block. *J Anesth.* 2007;21:413-6.
 20. Satsumae T, Tanaka M, Saito S, Inomata S. Convulsions after ropivacaine 300 mg for brachial plexus block. *Br J Anaesth.* 2008;101:860-2.
 21. Wong AK, Keeney LG, Chen L, Williams R, Liu J, Elkassabany NM. Effect of local anesthetic concentration (0.2% vs 0.1% ropivacaine) on pulmonary function, and analgesia after ultrasound-guided interscalene brachial plexus block: a randomized controlled study. *Pain Med.* 2016;17:2397-403.
 22. Schoenmakers KP, Fenten MG, Louwerens JW, Scheffer GJ, Stienstra R. The effects of adding epinephrine to ropivacaine for popliteal nerve block on the duration of postoperative analgesia: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2015;15:100.
 23. Bailard NS, Ortiz J, Flores RA. Additives to local anesthetics for peripheral nerve blocks: evidence, limitations, and recommendations. *Am J Health Syst Pharm.* 2014;71:373-85.
 24. Marhofer D, Kettner SC, Marhofer P, Pils S, Weber M, Zeitlinger M. Dexmedetomidine as an adjuvant to ropivacaine prolongs peripheral nerve block: a volunteer study. *Br J Anaesth.* 2013;110:438-42.

하지의 국소 신경 차단술에서 Ropivacaine 농도(0.5%, 0.6%, vs. 0.75%)에 따른 효과 비교: 전향적 무작위 대조 연구

강동훈 · 강 찬[✉] · 황득수 · 송재황 · 장민구

충남대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 정형외과 영역에서 하지 수술의 국소 신경 차단술의 비중은 증가하고 있으나 주사제의 최적의 농도(concentration), 투여량(dose), 용량(volume)에 대한 연구는 많지 않았다. 이 연구에서는 ropivacaine의 농도에 따른 효과를 마취 시간, 수술 중, 수술 후 통증 및 환자의 만족도의 관점에서 비교하고자 하였다.

대상 및 방법: 2016년 3월부터 2017년 2월까지 충남대학교병원에서 초음파 유도 신경 차단술(대퇴 및 좌골 신경 동시 차단)하에 하지 수술 예정인 환자를 무작위적으로 3군으로 분류하였다: A군(0.5%, 44 ml), B군(0.6%, 30 ml), C군(0.75%, 30 ml). 신경 차단술을 시행한 시점부터 완전히 마취 효과가 발생하는 시간(완전 마취 시간)을 조사하였다. 시각통증척도(visual analogue scale, VAS)를 이용하여 수술 중(수술 시작 10분 후) 및 수술 후(수술 종료 6, 12시간 후) 통증 정도를 평가하였다. 또한, 수술 종료 12시간 후에 환자의 만족도(0-10)를 조사하였다. 동일 투여량 및 동일 용량하에서 마취제 농도에 따른 효과를 평가하기 위해 A, B군을 각각 C군과 비교하였다.

결과: A, B, C 군별 환자수는 108, 118, 113명으로 환자 수, 나이, 성별, 수술 종류에 대한 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 세 군의 평균 완전 마취 시간은 78.5, 76.4, 58.6분이었다. 평균 수술 중 VAS 점수는 2.04, 0.62, 0.24였고, 평균 수술 후(6/12시간) VAS 점수는 2.41/4.08, 0.27/1.24, 0.38/1.54이었다. 환자의 만족도는 평균적으로 8.53, 9.38, 9.40이었다. C군과 비교했을 때, A군은 유의하게 긴 완전 마취 시간($p < 0.05$)과 높은 수술 중, 수술 후 VAS 점수를 보였고(모두 $p < 0.05$), B군은 유의하게 긴 완전 마취 시간($p < 0.05$)을 보였으나 수술 중, 수술 후에 유의한 VAS 점수 차이를 보이지 않았다(모두 $p > 0.05$). A, B군 모두 C군과 통계적으로 유사한 만족도를 보였다($p > 0.05$, $p > 0.05$). 모든 군에서 특별한 부작용은 발견되지 않았다.

결론: 하지의 국소 신경 차단술 시, 동일 용량(30 ml)하에서 0.75%뿐만 아니라 0.6% ropivacaine도 안전하고 효과적인 농도의 약물이다. 다만 완전 마취 시간이 더 길다는 점을 고려해서 수술 시작 시간을 조절해야 할 것이다.

색인단어: 대퇴 신경, 좌골 신경, 초음파, 신경 차단술, 주사제

접수일 2017년 8월 18일 수정일 2017년 9월 12일 게재확정일 2017년 10월 13일

[✉]책임저자 강 찬

35015, 대전시 중구 문화로 266, 충남대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 042-338-2480, FAX 042-338-2482, E-mail faschan@hanmail.net ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6651-0340>