

슬관절 인공관절 치환술 후 대퇴신경 차단술의 Ropivacaine 농도 변화에 따른 결과 비교

허정욱 • 박만준[✉] • 고영철 • 하동준 • 박숙현 • 박태홍 • 박준형

부산의료원 정형외과

A Comparison of the Results from Femoral Nerve Block Using Different Concentration of Ropivacaine after Total Knee Arthroplasty

Jung-Wook Huh, M.D., Man-Jun Park, M.D.[✉], Young-Chul Ko, M.D., Dong-Jun Ha, M.D.,

Sook-Hyun Park, M.D., Tae-Hong Park, M.D., and Joon-Hyung Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Busan Medical Center, Busan, Korea

Purpose: Peripheral nerve block is one of the many options available to reduce pain after total knee arthroplasty. Among the various kinds of peripheral nerve block procedure, femoral nerve block (FNB) using ropivacaine is a very effective method for reducing pain. However, it has been known to cause weakness in the quadriceps femoris, resulting in an increased risk of fall during ambulation after surgery. The purpose of this study was to compare the effectiveness of FNB on pain and muscle strength with different concentrations of ropivacaine.

Materials and Methods: Our study was performed on 120 patients with knee osteoarthritis who had undergone total knee arthroplasty between January 2016 and December 2016. Patients were divided to 3 groups depending on the concentration of ropivacaine: Group 1 received 0.125% ropivacaine 6 ml FNB; group 2 received 0.2% ropivacaine 6 ml FNB; group 3 received normal saline 6 ml FNB. FNB with 1% lidocaine 10 ml and 0.75% ropivacaine 10 ml was performed to all groups at 3 hours after surgery. From the day after surgery, each group of patients were injected 4 times with FNB on their own designated concentration of ropivacaine with an interval of 6 hours. The severity of pain was estimated by visual analogue scale (VAS) and the strength of quadriceps femoris was measured using medical research council (MRC) grade and knee extension angle.

Results: VAS score in group 3 was significantly higher compared to other groups; MRC grade in group 2 was significantly lower than in other grades, and knee extension angle in group 2 was significantly lower than in other groups at 6 pm on the day of and at 6 am on the day after surgery. VAS score, MRC grade, and extension angle of all groups showed no significantly difference at other times.

Conclusion: FNB with 0.125% ropivacaine after total knee arthroplasty shows effective reduction of pain without inducing quadriceps femoris weakness.

Key words: total knee arthroplasty, femoral nerve block, 0.125% ropivacaine, quadriceps femoris power

서 론

슬관절 인공관절 치환술은 수술 받은 90% 이상의 환자에서 중등도 이상의 술 후 통증을 유발하며¹⁾ 술 후 통증은 환자들이 느끼는 가장 큰 불편함 중 하나라고 알려져 있다.²⁾ 술 후 통증은 교감 신경을 항진시켜 심혈관계, 호흡기계, 소화기계, 비뇨기계, 내분비계, 신경계 등의 다양한 부작용을 야기한다.³⁾ 이러한 이유로 술 후

Received July 9, 2017 Revised August 14, 2017 Accepted August 16, 2017

[✉]Correspondence to: Man-Jun Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Busan Medical Center, 359 WorldCup-daero, Yeonje-gu, Busan 47527, Korea

TEL: +82-51-607-2550 FAX: +82-51-607-2551 E-mail: jun4128@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1713-6142>

통증 조절은 환자의 회복을 촉진시키고 재원 기간 단축 및 마약성 진통제 과용을 방지하는 데 중요하다.⁴⁾

이렇듯 술 후 통증 조절에 대한 요구가 증가함에 따라 이를 해결하기 위해 술 전 및 술 후 진통제 투여, 자가 통증 조절 장치, 관절 주위 국소마취제 주사, 말초신경 차단술 등의 다양한 방법들이 보고되었다.⁵⁾ 그 중 말초신경 차단술에는 대퇴신경 차단술(femoral nerve block, FNB), 내전근관 차단술, 폐쇄 신경 차단술, 좌골 신경 차단술 등이 있다. 특히 FNB는 시행에 있어 술기가 까다롭지 않은 반면 통증 감소에 효과적인 이유로 많이 사용된다. 그러나 대퇴사두근의 약화를 야기하여 술 후 낙상 발생률을 높인다고 보고되고 있다.⁶⁾ 이러한 문제점에 대해 FNB에 사용되는 ropivacaine 농도 변화에 관한 연구들이 진행되고 있으나 충분하지 않은 실정이다.⁷⁾ 따라서 본 연구에서는 FNB의 농도에 따른 통증 감각 효과 및 대퇴사두근에 대한 영향을 비교하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법

본 연구는 부산의료원 연구윤리위원회로부터 연구에 대한 승인을 받았다. 본 연구는 2016년 1월부터 2016년 12월까지 Kellgren-Lawrence 4단계의 일차성 퇴행성 관절염으로 편측 슬관절 인공관절 전치환술을 시행 받은 총 120명의 환자를 대상으로 전향적 연구를 시행하였다. 본 연구의 대상자는 남자가 16명, 여자가 104명이었고 평균 연령은 70.4세(50-84세)였다.

류마티스 관절염, 만성 통증 질환자, 척추 및 고관절 질환자, 전치환술 환자, 양측성 환자, 치매나 정신과 병력이 있어 술 후 평가가 어려운 환자 등은 대상자에서 제외하였다. 모든 환자에 대하여 척추마취하에 단일 술자가 수술을 시행하였고, 술 후에는 정

맥 자가 통증 조절 장치 및 비스테로이드 항염증제 셀레스타정(celecoxib 200 mg bid [twice a day]; Kukje Pharm., Seongnam, Korea), 울트라셋 이알 세미정(Acetaminophen/tramadol hydrochloride 325/37.5 mg bid; Janssen Korea, Seoul, Korea), 조인스정(Clematidis radix, Trichosanthes root, Prunella spike extract 200 mg tid [three times a day]; SK Chemicals, Seongnam, Korea), 드록틴캡슐(duloxetine hydrochloride 33.7 mg qd [once a day]; Myung In Pharm., Seoul, Korea)을 사용하였다.

FNB의 농도에 따라 1군(0.125% ropivacaine 6 ml), 2군(0.2% ropivacaine 6 ml), 3군(normal saline 6 ml, 대조군)으로 총 3개의 군으로 나누었다(Table 1). FNB는 모든 환자에게 술 후 3시간 뒤 초음파를 이용하여 시행되었다. 고 에코성 구조물로 나타나는 장골근막에 의해 둘러싸인 대퇴신경을 찾은 뒤 근막 아래에 카테터를 거치한 후 1% lidocaine 10 ml와 0.75% ropivacaine 10 ml의 혼합된 마취제를 주입하였다. 술 후 1일째부터 6시간 간격(6시, 12시, 18시, 24시)으로 각 군에 각각 정해진 농도의 ropivacaine을 주입하였다(Fig. 1).

통증의 정도는 침상 안정 시 외상 상태에서 시각통증척도(vi-

Table 1. Patient Characteristic

Characteristic	Group 1	Group 2	Group 3	Total
Sex (n)				
Male	6	5	5	16
Female	34	35	35	104
Mean age (yr)	71.5	69.5	70.2	70.4

Group 1 received 0.125% ropivacaine 6 ml femoral nerve block (FNB); group 2 received 0.2% ropivacaine 6 ml FNB; group 3 received normal saline 6 ml FNB.

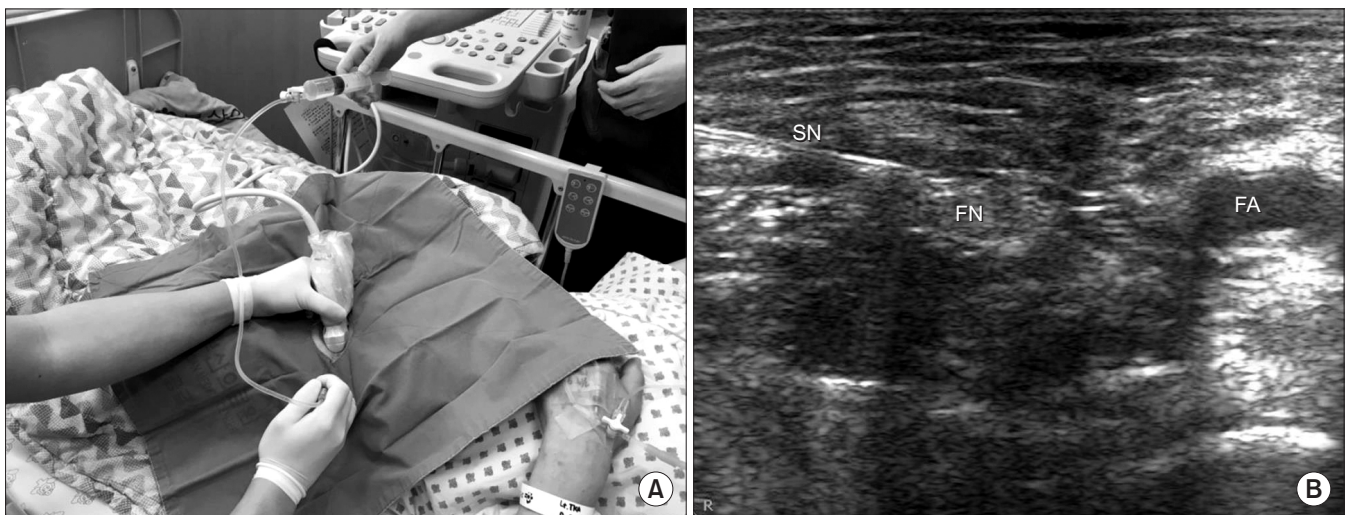


Figure 1. Femoral nerve (FN) block. (A) FN block using ultrasonography; probe was placed on inguinal area to find the femoral artery (FA) on which located laterally to the femoral vein and medially to FN surrounded by hyperechoic iliac fascia. (B) Place the catheter near the FN. SN, spinal needle.

sual analogue scale, VAS) 점수를 사용하여 측정하였고⁹⁾ 수술 당일 오후 10시, 술 후 1일과 술 후 2일째 각각 6시, 18시에 ropivacaine 주입 직전에 총 5차례에 걸쳐서 측정하였다.

하지 근력 평가는 하지 직거상 정도와 슬관절의 능동운동 정도를 통한 대퇴사두근의 운동 정도로 평가하였다. 하지 직거상 정도는 환자를 앙와위에 위치하게 한 후 하지 직거상을 요구하여 그 정도를 medical research council (MRC) grade를 통하여 측정하였다.⁹⁾ 하지를 전혀 움직이지 못하는 정도를 0점, 하지를 어려움 없이 잘 거상하는 정도를 5점으로 하여 측정하였다. 슬관절의 능동운동 정도는 슬관절의 신전 각도를 통해 측정하였다. 슬관절 신전 정도 평가 시 환자는 앉은 자세에서 허벅지를 바닥과 평행하게, 하퇴부는 바닥과 수직이 되도록 위치한 뒤 환자에게 무릎을 신전시키도록 요구하여 움직인 각도를 측정하였다. 하지 근력 유지 정도의 측정은 술 후 1일과 술 후 2일째 각각 6시, 18시에 ropivacaine 주입 직전에 총 4차례에 걸쳐서 측정하였다.

본 연구에서는 실험의 통계분석을 위해 총 120명 환자의 설문 문항이 수집되었으며, 수집된 자료를 측정하기 위한 변수들의 연구문제 해결을 위해서 IBM SPSS Statistics ver. 23.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 첫째, 성별, 나이 등 조사 대상자의 일반적인 특성을 파악하기 위하여 빈도 분석을 통해 빈도와 백분율을 산출하였다. 둘째, FNB의 농도에 따른 통증 및 대퇴사두근력의 차이를 검증하기 위해 범주가 2개인 경우 t-test를 실시하였으며, 범주가 3개 이상인 경우 일원배치 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 사후검정으로 Tukey honestly significant difference 방법과 Games-Howell 방법을 이용하였다.

결 과

통증 정도에 대해서 술 후 1일 18시와 술 후 2일 6시에 측정한 값에서 1군과 2군은 각각 2.85점, 2.38점과 2.55점, 2.33점으로 서로 간의 유의한 차이는 없었으나 각각 5.46점, 4.69점인 3군과 비교했

Table 2. Visual Analogue Scale Score

Variable	Group 1	Group 2	Group 3	p-value
POD 0 (10 pm)	1.83	1.85	1.97	0.075
POD 1				
6 am	2.73	2.65	2.82	0.675
6 pm	2.85	2.55	5.46	0
POD 2				
6 am	2.38	2.33	4.69	0
6 pm	2.53	2.58	2.46	0.742

Values are presented as mean only. Group 1 received 0.125% ropivacaine 6 ml femoral nerve block (FNB); group 2 received 0.2% ropivacaine 6 ml FNB; group 3 received normal saline 6 ml FNB. POD, postoperative day.

을 때 두 군에서 유의하게 낮았다(Table 2).

MRC grade에 대해서 술 후 1일 18시와 술 후 2일 6시에 측정한 값에서 1군과 3군은 각각 4.10점, 4.43점과 4.18점, 4.28점으로 서로 간의 유의한 차이는 없었으나 각각 2.95점, 3.55점인 2군과 비교했을 때 다른 두 군에서 유의하게 높았다(Table 3).

슬관절 신전 운동에 대해서 술 후 1일 18시와 술 후 2일 6시에 측정한 값에서 1군과 3군은 각각 43.13°, 59.75°와 43.59°, 59.74°로 서로 간의 유의한 차이는 없었으나 각각 25.00°, 39.50°인 2군과 비교했을 때 다른 두 군에서 유의하게 높았다(Table 4).

그 외 모든 측정 시기에서 각 군 간의 통증 정도, MRC grade, 슬관절 신전 운동 정도의 유의한 차이는 없었다.

고 찰

술 후 통증 조절에는 다양한 방법들이 있지만 그 중에서도 FNB는 우수한 통증 완화 효과로 술 후 효과적인 통증 조절 방법으로 사용된다.¹⁰⁾ 하지만 FNB는 대퇴사두근의 근력 약화를 야기시켜 낙상의 위험요소가 되므로 문제가 되고 있다. Beebe 등⁷⁾은 지속적인 FNB를 시행한 후 술 후 낙상 발생률이 약 0.7%에서 3.0%까지 나타난다고 보고하였고 수술적 치료를 고려해야 하는 낙상

Table 3. Medical Research Council Grade

	Group 1	Group 2	Group 3	p-value
POD 1				
6 am	2.90	2.88	2.79	0.813
6 pm	4.10	2.95	4.18	0
POD 2				
6 am	4.43	3.55	4.28	0
6 pm	4.50	4.33	4.64	0.079

Values are presented as mean only. Group 1 received 0.125% ropivacaine 6 ml femoral nerve block (FNB); group 2 received 0.2% ropivacaine 6 ml FNB; group 3 received normal saline 6 ml FNB. POD, postoperative day.

Table 4. Knee Extension (°)

	Group 1	Group 2	Group 3	p-value
POD 1				
6 am	22.00	22.13	22.31	0.99
6 pm	43.13	25.00	43.59	0
POD 2				
6 am	59.75	39.50	59.74	0
6 pm	66.50	65.90	66.15	0.83

Values are presented as mean only. Group 1 received 0.125% ropivacaine 6 ml femoral nerve block (FNB); group 2 received 0.2% ropivacaine 6 ml FNB; group 3 received normal saline 6 ml FNB. POD, postoperative day.

의 발생률은 약 0.4%까지 보고하였다. 한편 Liu 등¹¹⁾은 FNB에서 사용되는 ropivacaine은 사용 농도에 따른 효과를 가진다고 보고하였고 높은 농도의 ropivacaine은 효과적인 통증 조절을 위해 사용되지만 하지 근력 약화라는 부작용이 뒤따르고, 낮은 농도의 ropivacaine은 근력 약화를 방지하면서 통증 조절을 할 수 있다고 보고했다. 이를 근거로 Beebe 등⁷⁾은 운동능력이 보존되는 낮은 농도의 0.125% ropivacaine을 이용하여 FNB에 대한 효과를 보고하였으나 적은 수의 실험대상 및 대조군의 부재 등으로 결론 도출의 어려움이 있었다. 본 연구에서는 대조군을 포함하여 총 세 군으로 나누어 통증 조절 및 대퇴사두근력을 평가하였다. 대조군과 비교하여 두 군의 농도에서 술 후 1일 18시부터 통증 감소가 유의하게 있음을 확인하였다. 이로써 기존의 연구들과 마찬가지로 농도와 관계없이 FNB가 술 후 효과적인 통증 조절 수단이 될 수 있음을 알 수 있다. 술 후 1일 18시부터 2군에서는 MRC grade 및 슬관절 신전 운동이 다른 군에 비해 낮게 측정이 되었다. 이는 FNB의 단점으로 잘 알려진 낙상을 유발할 수 있는 요인이라고 생각된다. 그러나 술 후 1일 18시부터 1군에서 슬관절 신전 운동과 MRC grade를 통한 유의한 근력 보전이 관찰되었다. 술 후 2일 18시부터는 통증 및 근력에 대하여 모든 군에서 대조군과 비교하여 유의한 차이가 없었다. 이는 FNB가 하지 감각뿐만 아니라 근력의 차단 효과까지 동반이 되어 낙상을 유발한다는 기존 연구에 대하여 ropivacaine의 농도를 조절함으로써 대퇴사두근력을 보전하며 통증 차단이 가능함을 시사한다.

본 연구의 제한점은 첫째, 연구 대상으로 한 환자 수의 제한이다. 추후 더 많은 수의 환자를 대상으로 연구를 진행하여 더 믿을 만한 결과를 도출할 수 있을 것이라 생각한다. 둘째, ropivacaine 농도의 다양화이다. 본 연구는 0.2%, 0.125% ropivacaine을 이용하여 FNB를 시행하였다. 하지만 보다 다양한 농도에서 효과를 평가하였다면 하지 근력을 보전하는 더 정확한 농도의 FNB를 시행할 수 있다고 생각된다. 추후에 다양한 농도의 ropivacaine으로 연구를 진행하여 더 정량화된 결과를 얻을 수 있을 것이라 기대한다.

본 연구에서는 근력 보전이 되는 적절한 농도의 FNB를 보다 많은 환자군에 시행하여 그 결과를 확인하였다는 점에서 선행 논문들과의 차이점이 있다고 생각한다.

결 론

FNB는 슬관절 인공관절 치환수술 후 술 후 통증 조절에 사용되어 왔으나 대퇴사두근력 약화로 인한 낙상의 문제가 대두되었다. 하지만 0.125% ropivacaine은 하지 근력을 유지하며 0.2% ropivacaine 사용 시 얻을 수 있는 통증 감소 정도와 유사한 정도의 진통효과를 가질 수 있음을 확인하여 슬관절 인공관절 치환수술 후 통증 조절에 유용하게 사용될 수 있을 것이라 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Fishman S, Ballantyne J, Rathmell JP. Postoperative pain. In: Bonica J, ed. The management of pain. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1990. 461-80.
2. Warfield CA, Kahn CH. Acute pain management. Programs in U.S. hospitals and experiences and attitudes among U.S. adults. *Anesthesiology*. 1995;83:1090-4.
3. Miller RD. *Anesthesia*. 6th ed. New York: Churchill Livingstone; 2004. 417-87.
4. Mahoney OM, Noble PC, Davidson J, Tullos HS. The effect of continuous epidural analgesia on postoperative pain, rehabilitation, and duration of hospitalization in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;260:30-7.
5. Parvataneni HK, Ranawat AS, Ranawat CS. The use of local periarticular injections in the management of postoperative pain after total hip and knee replacement: a multimodal approach. *Instr Course Lect*. 2007;56:125-31.
6. Jaeger P, Nielsen ZJ, Henningsen MH, Hilsted KL, Mathiesen O, Dahl JB. Adductor canal block versus femoral nerve block and quadriceps strength: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study in healthy volunteers. *Anesthesiology*. 2013;118:409-15.
7. Beebe MJ, Allen R, Anderson MB, Swenson JD, Peters CL. Continuous femoral nerve block using 0.125% bupivacaine does not prevent early ambulation after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472:1394-9.
8. Flandry F, Hunt JP, Terry GC, Hughston JC. Analysis of subjective knee complaints using visual analog scales. *Am J Sports Med*. 1991;19:112-8.
9. Medical Research Council. Aids to examination of the peripheral nervous system. Memorandum no. 45. London: Her Majesty's Stationary Office; 1976.
10. Paul JE, Arya A, Hurlburt L, et al. Femoral nerve block improves analgesia outcomes after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology*. 2010;113:1144-62.
11. Liu SS, Ware PD, Allen HW, Neal JM, Pollock JE. Dose-response characteristics of spinal bupivacaine in volunteers. Clinical implications for ambulatory anesthesia. *Anesthesiology*. 1996;85:729-36.

슬관절 인공관절 치환술 후 대퇴신경 차단술의 Ropivacaine 농도 변화에 따른 결과 비교

허정욱 · 박만준[✉] · 고영철 · 하동준 · 박숙현 · 박태홍 · 박준형

부산의료원 정형외과

목적: 슬관절 전치환술 후 통증을 줄이는 여러 가지 방법이 있으며 그 중 말초신경 차단술이 유용하게 사용되고 있다. Ropivacaine을 사용한 대퇴신경 차단술(femoral nerve block, FNB)은 효과적으로 통증을 감소시키나 대퇴사두근력을 약화시켜 낙상 등의 위험성을 높인다. 본 연구는 FNB 시 ropivacaine 농도의 변화에 따라 통증 및 대퇴사두근력에 미치는 영향에 대해 비교하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 2016년 1월부터 2016년 12월까지 퇴행성 관절염으로 슬관절 전치환술을 시행한 120명의 환자를 대상으로 하였다. FNB의 ropivacaine 농도에 따라 환자들을 세 군으로 나누었다(1군: 0.125% ropivacaine 6 ml FNB, 2군: 0.2% ropivacaine 6 ml FNB, 3군: normal saline 6 ml FNB). 모든 환자는 술 후 3시간째 1% lidocaine 10 ml와 0.75% ropivacaine 10 ml로 FNB를 시행받고 수술 다음날 6시간 간격으로 총 4회에 걸쳐 0.2% ropivacaine, 0.125% ropivacaine, normal saline 6 ml를 도관을 통해 각각 주입하였다. 시각통증척도(visual analogue scale, VAS) 점수로 통증 정도를 측정하였고, medical research council (MRC) grade와 슬관절의 신전 가능 정도를 측정하여 대퇴사두근력을 평가하였다.

결과: 술 후 1일 18시와 술 후 2일 6시에 측정한 VAS 점수는 3군이 나머지 군과 비교하여 유의하게 통증 점수가 높았고, MRC grade는 2군이 나머지 군과 비교하여 유의하게 점수가 낮았으며 슬관절 신전 운동 정도는 2군이 나머지 군과 비교하여 유의하게 각도가 작았다.

결론: 슬관절 전치환술 후 0.125% ropivacaine으로 FNB를 시행하여 대퇴사두근력의 약화 없이 통증 조절의 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

색인단어: 슬관절 인공관절 치환술, 대퇴신경 차단술, 0.125% ropivacaine, 대퇴사두근력

접수일 2017년 7월 9일 수정일 2017년 8월 14일 게재확정일 2017년 8월 16일

[✉]책임저자 박만준

47527, 부산시 연제구 월드컵대로 359, 부산의료원 정형외과

TEL 051-607-2550, FAX 051-607-2551, E-mail jun4128@naver.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1713-6142>