

Procedures

변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술의 마취효과

이영규¹ · 이지숙² · 김경환¹ · 박준석¹ · 신동운¹ · 김현종¹ · 박준민¹ · 김 훈¹ · 전우찬^{1*}

인제대학교 일산백병원 응급의학과¹, 아주대학교 의과대학 응급의학교실²

The Anesthetic Effect of Modified Subcutaneous Single-Injection Digital Block

Youngkyu Lee, M.D.¹, Jisook Lee, M.D.², Kyung Hwan Kim, M.D.¹, Junseok Park, M.D.¹, Dongwun Shin, M.D.¹, Hyunjong Kim, M.D.¹, Joon Min Park, M.D.¹, Hoon Kim, M.D.¹, Woochan Jeon, M.D.^{1*}

Department of Emergency Medicine, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang¹,
Department of Emergency Medicine, Ajou University School of Medicine, Suwon², Korea

Purpose: The aim of this study is to investigate the anesthetic effect on a modified subcutaneous single-injection digital block in accordance with the location of the finger.

Methods: We recruited volunteers from the workshop training course. We injected less than 5 mL of 2% lidocaine at the volar side, between the 3rd metacarpal and proximal phalangeal joint, until the swelling in the dorsal side of the finger increased. At 10 minutes post the modified subcutaneous single-injection digital block, we recorded the pain score (0-10) using 11-point numeric rating pain scale (NRPS) according to the location of the finger (volar proximal phalanx, VPP; volar middle phalanx, VMP; volar distal phalanx, VDP; dorsal distal phalanx, DDP; dorsal middle phalanx, DMP; dorsal proximal phalanx, DPP) via a pinprick test. We analyzed and compared the NRPS on the location of the finger by the Friedman test with a Pairwise comparison.

Results: Fifty-eight volunteers of healthy adult were enrolled in this study. The pain scales on DPP and DMP were 7.00 (4.00-8.00) and 2.00 (1.00-4.00), respectively. The pain scales on DDP, VDP, VMP and VDP were 0.00 (0.00-2.00), 0.00 (0.00-0.00), 0.00 (0.00-1.00) and 0.00 (0.00-1.00), respectively. The pain scales on DPP and DMP were significantly different among DDP, VPP, VMP and VPP ($p < 0.05$). There were no significant differences of pain scale on DDP, VDP, VMP and VPP (DDP vs. VDP, $p = 0.592$; DDP vs. VMP, $p = 0.749$; DDP vs. VPP, $p > 0.999$; VDP vs. VMP, $p > 0.999$; VMP vs. VPP, $p > 0.999$).

Conclusion: A modified subcutaneous single-injection digital block should be considered useful in regional anesthesia at the volar side of the finger and the dorsal side of the distal phalanx.

Key Words: Finger injuries, Local anesthesia, Nerve block, Pain measurement, Subcutaneous injections

책임저자: 전 우 찬

경기도 고양시 일산서구 주화로 170

인제대학교 의과대학 일산백병원 응급의학과

Tel: 031-910-9781, Fax: 031-910-7188, E-mail: woowoochan@gmail.com

접수일: 2016년 4월 23일, 1차 교정일: 2016년 4월 25일, 게재승인일: 2016년 6월 27일

Article Summary

What is already known in the previous study

Regional anesthesia is most common procedure for finger injured patients, and emergency medicine physician used the digital ring block for these patients.

What is new in the current study

A modified subcutaneous single-injection digital block should be useful for the volar side of the finger and dorsal side of the distal phalanx.

서 론

손가락 손상은 응급실에 방문하는 가장 흔한 외상 중 하나이다. 최근 미국에서 보고된 외상 관련 연구에 따르면 응급실에 방문하는 외상 환자 10만 명당 약 1,130명은 상지 외상이었고 38.4%가 손가락 손상이었다. 손가락 손상의 종류는 열상이 47.1%로 가장 많았고 다음으로 골절 16.7%, 염좌 8.4% 순이며 그 밖에 탈골, 이물질, 절단 등이 있었다¹⁾. 응급실에 방문하는 손가락 손상 환자의 통증 조절과 적절한 응급 치료를 위하여 손가락의 부위마취 (regional anesthesia)는 필수적인 술기이다.

응급실에서 일반적으로 사용하는 손가락의 부위마취는 손가락의 첫마디의 근위부에 세 군데 이상에 마취 약물을 주입하는 손가락 신경차단술(digital ring block)을 주로 사용하고 있다. 이는 상처 부위에 직접 마취 약물을 주입하는 방법에 비해서 환자의 통증이 적고 더 넓은 부위의 마취 효과를 유도할 수 있다. 그러나, 손가락 신경차단술은 적절한 마취를 위하여 손가락의 근위부에 세 군데 이상의 부위에 약물 주입이 필요하며 이로 인하여 환자는 약물 주입에 따른 통증이 있으며 시술자에게는 여러 번 약물을 주입하는 불편함이 있다^{2,3)}.

이러한 문제점을 줄이기 위하여 1990년 초부터 마취 약물의 주입 횟수를 줄여 시행하는 손가락의 부위마취 방법으로 힘줄경유 손가락 신경차단술(transthecal digital block), 피하일회주입 손가락 신경차단술(subcutaneous single digital block), 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술(modified subcutaneous single digital block) 등이 소개되었다^{2,4-8)}. 그러나, 힘줄경유 손가락 신경차단술은 주로 손가락의 손바닥 방향 신경을 효과적으로 마취하는 방법이나 손 등 쪽의 마취 효과가 낮은 것이 단점으로 알려져 있어 손등을 포함한 손가락 끝 손상의 경우 임상에서의 적용이 힘들었다.

변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술은 손가락에 침습적 시술이 필요한 환자를 대상으로 한 기존의 연구에서 빠르고 안전하게 시행할 수 있는 방법으로 소개되었으나 손가락 부위에 따른 마취 효과 정도를 확인할 수 없어 임상적으로 적용하는 데 있어 여러 제한이 있었다⁹⁾. 또한, 손바닥 또는 손가락의 첫마디에 약물을 주입하는 피하일회주입 손가락 신경차단술은 최근에 보고된 무작위 대조군 연구에 따르면 제한점으로 손가락 끝손상(fingertip injury) 환자를 포함하지 않아 마취의 적절성을 평가할 수 없다고 보고하였다¹⁰⁾.

이에 본 저자는 건강한 성인들을 대상으로 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술을 시행하여 손가락의 부위에 따른 마취 효과를 확인하고 손가락 끝 손상에서 임상 적용 가능성을 알아보려고 한다.

대상과 방법

1. 연구 대상 선정 및 준비

본 연구는 아주대학교 병원의 신규 수련의를 위한 술기 워크숍에 참여한 의사들을 대상으로 시행 하였으며 실험에 앞서 의학연구윤리심의위원회의 승인을 받았다. 교육에 참여하는 신규 수련의에게 연구의 과정과 내용을 설명하고 동의를 받은 이후 진행하였다. 참여자의 성별, 연령, 과거 손가락 부위마취 시행 여부를 조사하였다. 술기 교육 시행에 앞서 네 가지 종류의 손가락부위 마취방법(손가락 신경차단술, 힘줄경유 손가락 신경차단술, 피하일회주입 손가락 신경차단술, 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술)에 대하여 30분 동안 손가락 신경의 해부학, 부위 마취의 필요성 및 손가락 부위 마취 방법들에 대한 이론 강의 및 동영상 교육을 시행하였다. 연구 대상 체외 기준으로는 술기 시행 전 왼쪽 3번째 손가락에 바늘따끔검사(pinprick test)에서 감각의 이상이 있는 경우 또는 모세혈관 재충혈 검사(capillary refill test)를 시행하여 2초 이상 지연이 있는 경우로 하였다.

2. 술기 과정

피시험자들이 다른 피시험자와 서로 짝을 지어서 술기를 시행하였으며 30분 뒤 교대하여 진행하였다. 시술자는 피시험자의 왼쪽 3번째 손가락에 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술을 시행하였다. 피시험자는 자리에 앉아 정면을 향한 상태에서 손바닥이 하늘을 향하게 하였다. 시술자는 피시험자의 세 번째 손가락을 포함하여 손바닥 및 손등 전면을 베타딘으로 소독한 후, 10 cc 주사기에 2% 농도의 리도카인(lidocaine) 5 mL를 준비하였다. 시술자는

피시술자의 왼쪽 세 번째 손가락의 첫마디 부위를 왼손으로 고정하고, 오른손으로 첫마디의 손바닥방향 중간부위에 바늘을 삽입하였다. 주사바늘의 방향은 45도 각도로 손가락 끝을 향하였다. 주사기를 3-5 mm 전진한 후에 음압을 가하여 혈액이 역류되지 않음을 확인하고 서서히 약물을 주입하였다. 손가락 첫마디의 피하지방층에 약물을 주입하기 위하여, 마취제를 주입하는 동안 저항이 느껴진 경우 주사기를 조금 뒤로 뺀 후 저항이 없을 경우 다시 서서히 주입하였다. 약물의 용량은 첫마디 부위의 손등 방향이 부어 오를 때까지 또는 약물을 모두 투여할 때까지 주입하였다 (Fig. 1). 술기의 적절성 및 일관성 확보를 위하여 10회 이상의 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술 경험이 있는 응급의학과 전공의 2인의 감독하에 술기를 시행하였고 부적절할 경우 직접 지도하며 술기를 시행하였다.

3. 마취 효과 및 부작용의 평가

손가락 부위에 따른 마취 효과를 평가하기 위하여 손가락의 마디, 손바닥과 손등 방향을 기준으로 손가락을 6개

의 부위, 즉 손등 첫마디뼈 (dorsal proximal phalanx, DPP), 손등 중간마디뼈 (dorsal middle phalanx, DMP), 손등 끝마디뼈 (dorsal distal phalanx, DDP), 손바닥 끝마디뼈 (volar distal phalanx, VDP), 손바닥 중간마디뼈 (volar middle phalanx, VMP), 손바닥 첫마디뼈 (volar proximal phalanx, VPP)로 나누었다 (Fig. 2).

마취 효과의 평가는 기존의 연구 결과를 근거로 술기 시행 10분 뒤에 시행하였다⁶⁾. 마취 효과의 평가는 두 명의 연구자가 여섯 군데 손가락 부위의 각 중간지점에 바늘따끔 검사를 시행하고 숫자통증척도 (numeric rating pain scale, NRPS)를 이용하여 피험자가 직접 기록하였다. 통증이 전혀 없을 경우 0점으로 통증이 부위마취 전과 동일한 경우 10점으로 기록하였다. 술기 시행 2시간 뒤 모세혈관 재충혈검사, 감각 및 운동 검사를 시행하였다. 모세혈관 재충혈검사서 2초 이상 지연이 발생한 경우 부위마취 후 합병증으로 구획중후군에 의한 혈류이상 발생으로 간주하였다.

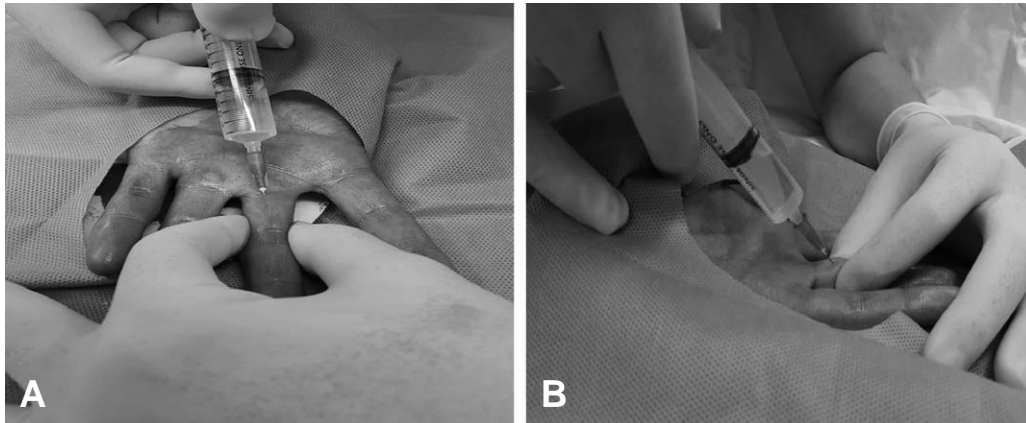


Fig. 1. Procedures of modified subcutaneous single injection digital block (A) Frontal view, (B) Lateral view.

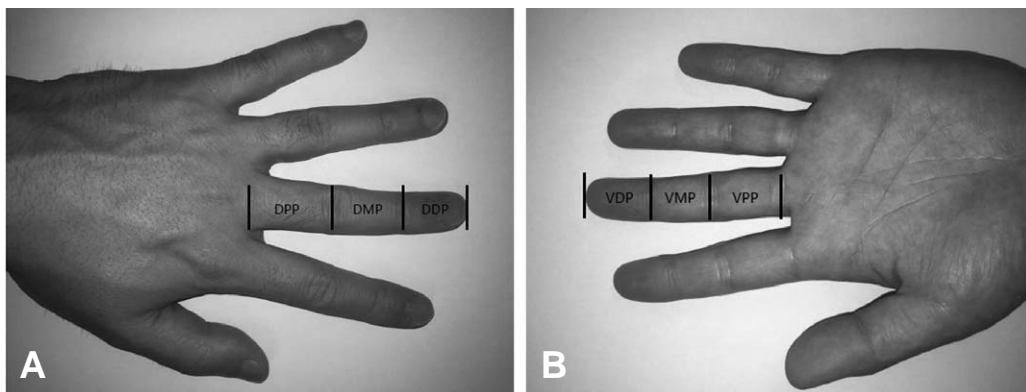


Fig. 2. The locations of finger at left hand (A) Dorsal side, (B) Volar side.

DPP: dorsal proximal phalanx, DMP: dorsal middle phalanx, DDP: dorsal distal phalanx, VDP: volar distal phalanx, VMP: volar middle phalanx, VPP: volar proximal phalanx

4. 통계 분석

통계프로그램은 SPSS Statistics ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였다. 연속변수는 평균과 표준편차로 표현하였고, 손가락의 부위별 통증의 정도는 순위변수(ordinal variable)이며 정규분포를 따르지 않아 중간값(사분위값)으로 표현하였고, 손가락의 위치에 따른 통증의 정도를 비교하기 위해 비모수검정인 프리드만 검정(Friedman test)을 통하여 분석하였다. 그룹 간 비교는 쌍대비교(Pairwise comparison)에 본페로니검정(Bonferroni correction)을 사용하였다. p 값이 0.05 이하인 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

58명의 건강한 성인이 본 연구에 참여하였다. 남자는 39명, 여자 19명이었고 나이는 29 ± 0.5 세였다. 과거 손가락 부위 마취 경험이 있는 경우는 25명이었으며 33명은 손가락 부위마취 경험이 없었다. 술기 시행 전 시행한 바늘따끔 검사에서 감각 이상이 있는 경우 또는 모세혈관 재충혈 검사에서 이상이 있는 경우는 없었다. 술기 시행 과정에서 부적절한 술기 과정 및 부위마취 실패는 없었다.

변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술 시행 10분 뒤 시행한 손등 첫마디 부위의 통증 점수는 7.00 (4.00-8.00), 손등 중간마디 부위의 통증 점수는 2.00 (1.00-

Table 1. The numeric rating pain scale and multiple comparisons of the locations of finger using the friedman test with pairwise comparison

Location of finger	NRPS (median, IQR)	Multiple comparison	p value	Adjusted p value
DPP	7.00 (4.00-8.00)	vs. DMP, vs. DDP, VDP, VMP, VPP	0.000 0.000	0.004 0.000
DMP	2.00 (1.00-4.00)	vs. DDP vs. VDP, VMP, VPP	0.000 0.000	0.008 0.000
DDP	0.00 (0.00-2.00)	vs. VDP vs. VMP vs. VPP	0.039 0.050 0.275	0.592 0.749 >0.999
VDP	0.00 (0.00-0.00)	vs. VMP vs. VPP	0.921 0.333	>0.999 >0.999
VMP	0.00 (0.00-1.00)	vs. VPP	0.385	>0.999
VPP	0.00 (0.00-1.00)			

NRPS: numeric rating pain scale, IQR: interquartile range, DPP: dorsal proximal phalanx, DMP: dorsal middle phalanx, DDP: dorsal distal phalanx, VDP: volar distal phalanx, VMP: volar middle phalanx, VPP: volar proximal phalanx

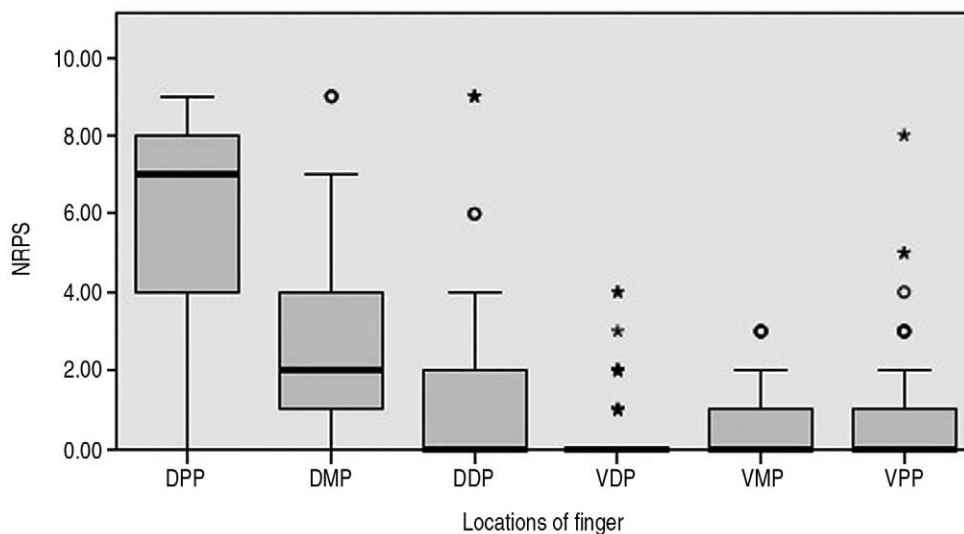


Fig. 3. Box and plots of numeric rating pain scale according to locations of finger.

NRPS: numeric rating pain scale, DPP: dorsal proximal phalanx, DMP: dorsal middle phalanx, DDP: dorsal distal phalanx, VDP: volar distal phalanx, VMP: volar middle phalanx, VPP: volar proximal phalanx

4.00), 손등 끝마디 부위의 통증 점수는 0.00 (0.00-2.00), 손바닥 끝마디 부위의 통증 점수는 0.00 (0.00-0.00), 손바닥 중간마디 부위의 통증 점수는 0.00 (0.00-1.00), 손바닥 첫마디 부위의 통증 점수는 0.00 (0.00-1.00)이었다($p < 0.05$) (Table 1). 손등첫마디 부위와 손등중간마디 부위의 통증 점수는 손등 끝마디 부위, 손바닥 끝마디 부위, 손바닥 중간마디 부위, 손바닥 첫마디 부위에 비하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$) (Table 1) (Fig. 3). 손등 끝마디 부위, 손바닥 끝마디 부위, 손바닥 중간마디 부위, 손바닥 첫마디 부위의 통증 점수는 통계적으로 차이를 보이지 않았다(DDP vs. VDP, $p = 0.592$; DDP vs. VMP, $p = 0.749$; DDP vs. VPP, $p > 0.999$; VDP vs. VMP, $p > 0.999$; VMP vs. VPP, $p > 0.999$) (Table 1) (Fig. 3). 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술 시행 2시간 뒤 시행한 모세혈관 재충혈검사, 감각 및 운동 검사에서 이상은 없었다.

고 찰

손가락은 좁은 공간에 다수의 뼈와 인대 그리고 관절이 밀집하여 있어 작은 손상에도 기능적인 이상이 발생할 수 있으므로 적절한 탐색술(exploration)과 이학적 검사가 매우 중요하다. 또한, 적절한 치료 또는 진단 목적의 술기 시행을 위하여 환자의 통증 조절을 위한 마취가 필수적이다. 손가락 손상 환자의 마취는 손상 부위에 마취 약제를 직접 주사하는 국소마취(local anesthesia)와 근위부의 신경을 차단하는 부위마취가 있다. 하지만 국소마취의 경우 마취 약제 주입에 의한 주변 조직의 부종으로 인하여 적절한 손상 구조물 확인이 힘들고 환자의 통증이 심하여 일반적으로 부위마취를 선호한다. 일반적으로 사용하는 손가락의 부위마취는 손가락 신경차단술이 알려져 있으며 최근에 힘줄경유 신경차단술, 피하일회주입 손가락 신경차단술, 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술 등의 다양한 부위마취 방법이 보고 되었다^{2,4-8)}.

힘줄경유 신경차단술은 부위마취가 필요한 손가락의 첫마디 손가락 도르래(first annular pulley) 부위, 손바닥 부분에 마취 약물을 한차례 주입하여 곱힘 힘줄 덮개 안쪽으로 마취 약물의 확산을 유도하는 방법이다. 적은 용량의 약물로 손가락의 손바닥 방향 신경을 효과적으로 마취하는 방법으로 알려져 있다²⁾. 그러나, 여러 보고에 따르면 다른 부위 마취에 비하여 시술에 따른 통증이 심하며 손가락의 손등 방향의 마취 효과가 낮은 것이 단점으로 알려져 있다^{4,5)}.

피하일회주입 손가락 신경차단술은 손가락의 첫마디 또는 손바닥의 피하지방층에 마취 약물을 한 번만 주입하여 피하지방층 내에서 약물의 확산을 통하여 마취를 하는 방법이다. 피하일회주입 손가락 신경차단술과 힘줄경유 신경

차단술을 비교한 보고에 따르면, 피하일회주입 손가락 신경차단술이 시술자가 부위마취를 쉽게 시행할 수 있었고 피술자의 부위마취에 의한 통증은 감소하였으며 부위마취의 효과는 감각 검사 또는 신경전도검사상 동일하거나 더 유용하다고 보고하였다⁶⁻⁸⁾.

본 연구에서 시행한 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술은 Tzeng과 Chen⁹⁾이 제시한 방법으로, 손바닥이 아닌 손가락의 근위부에 마취 약제를 충분히 주입하여 부위마취를 하는 방법이다. 이 연구 결과에 따르면 수부외과에 방문한 123례의 외래환자에게 시도하여 39례(32%)의 손바닥 방향 병변과 84례(68%)의 손등 방향의 병변에 적용하여 응급 처치 및 치료에 효과적인 마취 방법이라고 보고하였으나 손가락 부위에 따른 세부 분류는 보고하지 않았다⁹⁾. 또한, 응급실에 방문한 환자들을 대상으로 한 일회주입(single injection) 부위마취와 이회주입(double injection) 부위마취의 무작위 비교 임상연구에 따르면 약물 주입에 의한 환자의 통증의 차이는 크게 없으나 일회주입 부위마취가 시술자가 편하고 부위마취에 의한 마취 효과는 동일하다고 보고하였다¹⁰⁾. 그러나 연구의 제한점으로 손가락 끝손상 환자가 연구에 포함되지 않아 손가락 끝부분의 마취 효과를 확인할 수 없다고 보고하였다¹⁰⁾. 일반인 지원자를 대상으로 시행한 일회주입과 이회주입 부위마취 비교 연구에서도 마취 효과의 차이는 크게 없었으며 일회주입 부위마취가 더 유용하다고 보고하였으나 손가락 부위에 따른 마취 효과의 통계적 수치 비교는 시행하지 않았다¹¹⁾.

손가락 신경(digital nerve)은 내측과 외측 손등 손가락 신경(dorsal digital nerve) 2개와 내측과 외측 손바닥 손가락 신경(volar digital nerve) 2개로 이루어져 있으며 손등 손가락 신경은 첫마디뼈와 중간마디뼈의 손등 쪽으로 주행하고 손바닥 손가락 신경의 주행은 첫마디뼈부터 중간마디뼈까지는 손바닥 방향으로 주행하다가 끝마디 손가락관절(distal interphalangeal joint)에서부터 손바닥과 손등 방향으로 분포한다¹²⁾. 본 연구 결과에 따르면 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술은 바늘따끔검사상 손바닥 방향은 첫마디 뼈부터 끝마디 뼈까지, 손등 방향은 끝마디 뼈 부위에서만 숫자통증척도 상 의미 있는 통증의 감소 효과를 확인할 수 있었다. 그러나 손등 방향의 중간마디뼈 부위와 첫마디뼈 부위는 통계적으로 의미 있는 통증의 감소 효과가 없었다. 이는 손가락 신경의 주행 경로를 고려 할 때 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술은 손바닥 방향으로 주행하는 손바닥 손가락 신경의 마취에는 효과적이거나 손등 방향으로 주행하는 손등 손가락 신경에는 마취 효과가 떨어지는 것으로 추측할 수 있다. 그러므로, 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술은 손가락 끝손상을 포함한 손가락의 손바닥 방향에 국한된 손상이 있을 경우에 효과적인 손가락 부위마취 방법으로 고려할 수 있다. 그러나, 손가락의 첫마디와 중간마디 부위의 손등 방향 손상이 동반된 경우에는 손

등 손가락 신경의 마취가 필요하므로 다른 부위마취 방법 또는 추가적인 부위마취를 고려해야 할 것이다. 또한, 일회 주입으로 효과적인 손가락 부위마취를 하기 위하여 손가락의 첫마디의 손등 부위에 마취 약물의 농도를 높이기 위한 변형된 부위마취 방법에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

손가락의 부위마취 후 발생 가능한 합병증으로는 마취제 주입에 따른 구획증후군, 신경 손상에 의한 지연성 감각 이상 및 운동의 이상 등이 있다. 손가락 신경차단술에 관한 다양한 연구들에서 이러한 합병증들을 조사하였으나 보고된 바 없었으며, 본 연구에서도 시술 2시간 뒤 시행한 검사상 구획 증후군에 의한 혈류 이상 또는 지연성 감각 이상 및 운동의 이상은 없었다. 이를 종합하여 볼 때 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술의 합병증의 빈도는 높지 않을 것으로 판단된다.

본 연구의 한계점으로는, 첫째, 실제 환자를 대상으로 하지 않은 연구이기 때문에 절개나 봉합 정도의 강한 자극을 준 것이 아니며, 바늘따끔검사를 이용한 통증의 감소 효과를 평가하였기 때문에 실제 손가락의 손상이 있는 환자의 부위마취 효용성을 적절히 반영하지 못하였다. 이에 응급실에 내원하는 다양한 부위의 손가락 손상 환자들을 대상으로 하는 전향적 연구가 필요할 것으로 보인다. 둘째, 비모수적 검증을 통해 부위별로 통계적 유의한 차이를 보였지만 임상적으로 유의한 차이인지에 대한 검증을 할 수는 없었다. 셋째, 본 연구는 부위별 통증 감소를 비교하려는 목적으로 시행된 관계로 기존 연구에서 효과적으로 알려진 다른 마취 방법들과 서로 비교하지 않았다. 넷째, 신규수련의를 위한 교육 중에 시행한 연구로서 무작위 배정 및 맹검을 하지 않았으며 연구참여자와 연구자에 대한 눈가림을 시행하지 않고 술기에 익숙하지 않은 신규 수련의를 대상으로 하여 선택 치우침(selection bias)과 실행 치우침(performance bias)이 있었다.

결론

변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술은 손가락의 손바닥 방향뿐만 아니라 손가락의 끝마디뼈의 손등 부위에도 동일한 통증 감소 효과가 있다. 변형된 피하일회주입 손가락 신경차단술은 손가락 끝손상 또는 손바닥 방향에 국한된 손가락 손상에서 부위마취 방법으로 고려할 수 있으나 손상 부위가 손등 방향의 첫마디 또는 중간마디 부위를 포함하는 경우 다른 부위마취 방법 또는 추가적인 부위마취를 고려해야 한다.

참고문헌

- Ootes D, Lambers KT, Ring DC. The epidemiology of upper extremity injuries presenting to the emergency department in the United States. *Hand*. 2012;7:18-22.
- Tintinalli JE, Stapczynski JS, Ma OJ, Yealy DM, Meckler GD, Cline DM. *Tintinalli's Emergency Medicine. A comprehensive study guide*. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2015. p.241.
- Hamelin ND, St-Amand H, Lalonde DH, Harris PG, Brutus JP. Decreasing the pain of finger block injection: level II evidence. *Hand*. 2013;8:67-70.
- Hart RG, Fernandes FA, Kutz JE. Transthecal digital block: an underutilized technique in the ED. *Am J Emerg Med*. 2005;23:340-2.
- Antevy PM, Zuckerbraun NS, Saladino RA, Pitetti RD. Evaluation of a Transthecal digital nerve block in the injured pediatric patient. *Pediatr Emerg Care*. 2010;26:177-80.
- Low CK, Vartany A, Engstrom JW, Poncelet A, Diaio E. Comparison of transthecal and subcutaneous single-injection digital block techniques. *J Hand Surg Am*. 1997;22:901-5.
- Huang L. Comparison of transthecal digit block and single injection volar subcutaneous Digit block. *Wounds*. 2011; 23:93-6.
- Sonohata M, Asami A, Oqawa K, Nagamine S, Hotokebuchi T. Single injection digital Block: is a transthecal injection necessary? *J Hand Surg Eur Vol*. 2009;34:94-8.
- Tzeng YS, Chen SG. Tumescence technique in digits: a subcutaneous single-injection digital block. *Am J Emerg Med*. 2012;30:592-6.
- Martin SP, Chu KH, Mahmoud I, Greenslade JH, Brown AF. Double-dorsal versus single-volar digital subcutaneous anaesthetic injection for finger injuries in the emergency department: a randomised controlled trial. *Emerg Med Australas*. 2016;28:193-8.
- Williams JG, Lalonde DH. Randomized Comparison of the Single-injection volar subcutaneous block and the two-injection dorsal block for digital anesthesia. *Plast Reconstr Surg*. 2006;118:1195-200.
- Frank HN. *Atlas of human anatomy*. 2nd ed. East Hanover, NJ: Novartis; 1997. p.440.