

말초 신경 감압술이 당뇨발에 미치는 효과

광주보훈병원 정형외과

박봉주·김주오·양경호·최승준

The Effect of Peripheral Neurolysis in Diabetic Feet

Bong-Ju Park, M.D., Ju-O Kim, M.D., Gyoung-Ho Yang, M.D., Soeng-Jun Choi, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gwangju Veterans Hospital, Gwangju, Korea

=Abstract=

Purpose: We evaluated the effect of nerve decompression for restoration of plantar sweating and sensation in diabetic neuropathic feet, and we selected diabetic neuropathic patients with the possibility of overlying entrapmental neuropathy.

Materials and Methods: From June 2002 to May 2003, we have investigated and follow-up examined 10 patients with diabetic neuropathic feet, with decreased sensation in their lower limb, who underwent peripheral nerve decompression. The surgical procedure was multiple neurolysis of the common peroneal nerve, posterior tibial nerve and its three branches of one limb. We compared the operated limb with the opposite, unoperated limb. We performed history taking, physical examination, sweat secretion test, touch sensory test using Semmes-Weinstein monofilaments and electrodiagnostic study, pre-operatively and post-operatively.

Results: On 6 months after the operation, the post-operative tests showed that there were noticeable improvements to sensation, statistically ($P<0.05$), but there was no change in the sweat secretion test. According to the Cseuz criteria, 7 patients out of the 10 patients who received the multiple neurolysis showed excellent or good results.

Conclusion: We observed that the peripheral nerve neurolysis could be benefit for improving sensation and alleviating pain of the diabetic neuropathic feet with nerve entrapmental symptoms, but there was no change in the sweat secretion on short-term follow-up. To identify whether the effect will be continued or not, additional follow-up will be required.

Key Words: Diabetic neuropathic feet, Entrapmental neuropathy, Peripheral neurolysis

서 론

당뇨병의 합병증 중 하나인 당뇨병성 말초 신경병증은 발의 보호감각 소실을 초래하며, 족부 병변 발생의 하나의 주요 원인으로 알려져 있으나, 아직까지 당뇨병성 말초 신경병증은 진행성이고 비가역적이며 치료가 어려운 것으로 알려져 있다^{3,11}. 당뇨병은 또한 수근관 증후군 발생의 위험 인자 중 하나로 알려져 있으며, 당뇨병을 가진 수근관 증후군 환자를 대상으로 신경 감압술을 시행하였을 경우 효과가 있는 것으로 보고된 이후, 최근에는 Dellon 등에 의해 당뇨병 환자의 다른 부위의 신경 이상에 대해서도 신경 감압술

• Address for correspondence

Ju-O Kim, M.D.

880-1, Sanwol-dong, Gwangsan-gu, Gwangju, 506-705, Korea
Department of Orthopaedic Surgery, Gwangju Veterans Hospital
Tel : +82-62-602-6162 Fax : +82-62-602-6989
E-mail : ortho@kornet.net

을 통한 감각 회복과 동통 완화등의 기능적 회복이 가능하리라는 보고가 있다^{1,4,7,8,19}. 그 이론적 근거로는 말초신경의 감소된 축삭형질류(axoplasmic flow)와 소비톨(sorbitol) 축적과 같은 대사성 이상으로 신경내 부종이 발생하고, 족근관이나 수근관 등과 같이 해부학적으로 좁아진 부위에서 포착성 신경병증(entrappmental neuropathy)과 같은 만성 자기 압박 상황에 놓이게 된다는 것이다. 저자들은 이러한 보고들의 결과 확인을 위해 신경 포착의 가능성이 있는 당뇨병성 말초 신경병증 환자를 대상으로 증세가 더 심한 하지에 말초신경 압박술을 시행하였으며, 기존의 보고들과는 다르게 자율신경 기능 회복에도 어떠한 변화가 나타나는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 2002년 6월부터 2003년 5월까지 당뇨병 환자 중 발의 감각 저하 및 이상 감각으로 내원한 환자 7명과 당뇨병성 족부 궤양으로 입원치료중인 환자 3명을 대상으로 하였다. 10예 모두가 남성으로 평균연령은 62세(50-73세)이고, 제 2형 당뇨병에 이환된 자로 당뇨병의 평균 이환 기간은 15.3년(범위 10-23년)이었다. 또한 족부 궤양 과거력을 가지고 있었으며, 양측 족부가 이환된 당뇨병성 말초 신경병증 환자였다. 이학적 검사상 경골 내과 후연의 후경골 신경 주행지역을 타진시 터널 징후 양성을 나타낸 경우는 10예중 3예였고, 비골 경부의 총비골 신경 주행지역을 타진시 터널 징후 양성은 2예였다. 또한 모든 예에서 족배 동맥과 후경골 동맥이 촉지되었다. 8예에서 야간의 저린감과 함께 간헐적 동통, 10예 모두에서 이상감각(paresthesia)을 보였고, 3예에서는 신발이 벗겨진 것도 인식하지 못한 경험이 자주 있었다. 모든 환자가 혈당 조절을 위해 내분비 내과에서 약물 치료를 받고 있었으며, 입원 중에는 인슐린을 사용하여 혈당을 조절하였다. 2예에서는 야간의 저린감에 대해 항우울제를 사용하기도 했다.

감각 이상을 보기 위한 Semmes-Weinstein mono-filament (SW 단일 필라멘트)를 이용한 점촉압 감각검사는 굵은 유수 신경 섬유(large myelinated nerve fiber)의 변화를 감지해서 당뇨병성 말초 신경병증을 조기에 진단할 수 있는 간편하고 유용한 방법으로, 이 중 5.07 SW 단일 필라멘트가 당뇨병성 말초 신경병증의 조기 발견에 매우 효과적이어서 선별 검사 방법으로 권장되고 있다^{2,12,14,15}. 본원에서는 당뇨병성 신경병증으로 진단된 환자와 정상인을 대상으로 5.07 SW 단일 필라멘트 검사를 하여 신경 영역별 반응을 비교하였으며, 정상인은 5.07 섬유가닥에 대해 위치에

상관없이 99%이상에서 반응을 보인 반면, 당뇨병 환자에서는 같은 신경 지배 영역이더라도 위치에 따른 반응의 유무가 존재함을 확인하였다. 그리하여 5.07 섬유가닥을 정상범위 상한치로 정하고, 감각지배 영역을 고려한 발바닥 부위 9군데와 발등부위 6군데의 고안된 부위에 검사를 시행하였다. 검사 방법으로는 우선 환자를 양와위로 눕히고 검사자가 어느 부위를 찌르는지 보지 못하게 한 상태에서 양측 족부를 알코올로 깨끗이 닦은 후 각각의 족부에 대해 15군데를 검사하였다. 검사부위는 말초신경 분지들의 감각 영역을 고려하여 발바닥 부위 중에서 엄지발가락과 셋째, 다섯째 발가락의 정중부, 첫 번째, 세 번째, 다섯 번째 중족골두 부위, 발 중간 부위의 중심과 전외측 부위, 발뒤꿈치, 그리고 발등 부위 중에서 첫 번째와 두 번째 발가락의 기저부 사이, 첫 번째 지절부위, 네 번째, 다섯 번째 근위지절 부위, 발등 중앙부, 외과 전상부에서 시행하였다(Fig. 1). 검사하고자 하는 부위에 대해 수직으로 SW 단일 필라멘트가 휘어질 정도의 힘으로 약 1초간 찔렀으며, 궤양, 반흔, 굳은살, 괴사 조직 부위는 피해 검사부위를 무작위로 바꾸어가며 시행하였고, 환자들에게 느낌이 “온다-안온다” 라는 대답만으로 감각을 느낄 수 있는지를 술전과 술후에 양 하지에 각각 검사하여 감각 호전 효과가 있는지를 비교하였다. 술후 감각 호전 효과에 대한 통계적 유의성은 Mann-Whitney 검사를 이용하였고, 유의수준이 0.05 미만인 경우 통계적 유의성이 있는 것으로 보았으며, 통계적 분석은 SPSS 통계패키지를 이용하였다.

땀분비 검사로는 Ninhydrin test를 이용하였으며^{17,18},

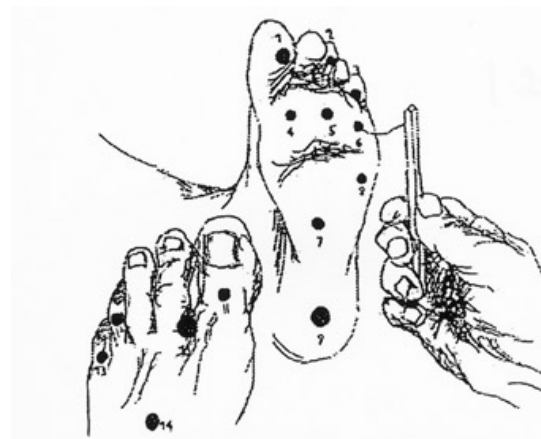


Figure 1. The site of Semmes-Weinstein monofilament test. There are fifteen sites. The sites include the volar surface of the first, third and fifth metatarsal head and toe, centromedial, lateral midfoot and heel, also the dorsum of the midfoot, first web space, anterolateral ankle, first, fourth, and fifth toe.

땀에서 분비된 아미노산이 Ninhydrin 시약과 반응하여 분홍색을 나타내는 것이 이 검사의 원리로서 염색된 아미노산은 피부의 다른 부분에서는 생성되지 않는 물질로 땀샘의 활동성을 반영한다. 환자 발에서 분비된 땀의 인화는 술전과 술후 6개월에 각각 얻었으며 일관된 방법을 사용하였다. 환자를 No.1 Whatman filter paper에 약 10분 동안 맨발로 서 있도록 한 후, 펜을 사용하여 발의 외곽선을 그렸으며, 검사시 실내 온도는 평균 섭씨 22도였다. 아세톤 용매를 사용하여 Ninhydrin 1% 용액을 만든 후, 환자가 서 있던 filter paper 위에 분무 후 1시간동안 섭씨 35도 온도에 놓아두면 Ninhydrin 양성 부분은 분홍색 점들로 나타났으며, 술전과 술후의 Ninhydrin 양성 정도를 비교하였다(Fig. 2). 이와 함께 신경-근전도 검사를 술전과 술후에 시행하여 서로 비교하였다.

수술적 치료의 적응증은 당뇨병성 신경병증 환자에서 감각 저하와 함께 족부 궤양 과거력이 있으며, 터널 징후 양성



Figure 2. Normal foot sweat print (Left) versus diabetic foot sweat print (Right).

이거나, 작열통(burning pain)이 주된(predominant) 증상을 이루는 경우를 제외한 이상감각, 자통(stabbing pain), 찌시는(aching) 증상을 보이는 신경 포착이 의심스런 경우로 정하였다. 수술은 환자가 주관적으로 더 심하다고 느끼는 부위를 대상으로 하였으며, 수술을 시행한 부위는 우측 하지가 6예, 좌측 하지가 4예였다. 수술은 척추마취 하에 앙와위 자세에서 말초신경 감압술을 시행하였으며^{19,20}, 모든 예에서 총비골 신경과 후경골 신경 및 이의 분지인 내·외측 족저 신경 분지 및 내측 종골 신경 분지를 감압했으며, 먼저 수술을 받았던 2예에서는 하지 전방부에서 천비골 신경 감압술을, 다른 1예에서는 발등에서 심비골 신경 감압술을 시행하였으나, 신경압박 요인을 발견할 수 없어 그 후의 수술에서는 포함시키지 않았다. 후경골 신경에 대한 감압은 족근관 부위에서 시행하였으며, 내과 끝부분으로부터 근위부 1 cm, 후방 2 cm 지점에서 피부절개를 시작하여 내과 원위부의 발바닥 쪽으로의 굴곡진 내측 절개를 하여 피하 조직과 지방을 젖히고 굴근 지대를 노출시켰다. 굴근 지대 근위부에서 원위부까지 절개하여 개방한 후, 장지굴건(flexor digitorum longus tendon) 후방에 위치한 후경골 신경을 노출시켜 충분히 가동성있게 만들었고, 이때 함께 주행하는 후경골 동맥과 정맥에 손상을 주지 않도록 주의하였다. 특히 후경골 신경을 무지 외전근의 원위부까지 가동성 있게 만드는 것을 중요하게 여겼으며, 하방으로 내·외측 족저 신경 분지 사이의 격막과 무지 외전근의 심부 근막 유리술도 같이 시행하였다. 총비골 신경에 대한 감압은 비골 경부를 중심으로 상하로 5 cm 크기의 피부 절개를 한 후 장비골근(peroneus longus muscle)의 천부 근막(superficial fascia)을 절개하고, 근육 심부의 섬유 밴드를 박리하여 가동성있게 하였다. 신경외막을 박리하는 외신경 박리술은 후경골 신경에만 제한적으로 사용하였다(Fig. 3).

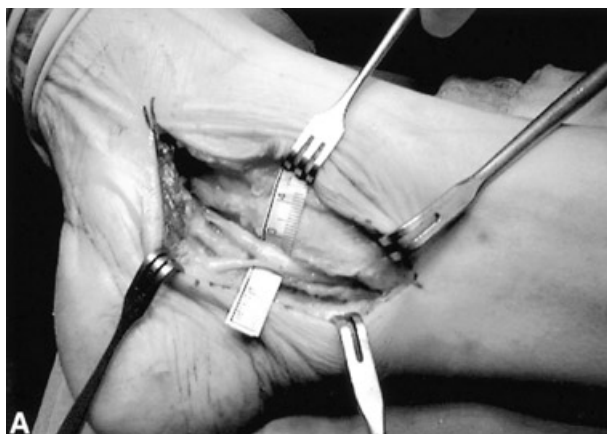


Figure 3. Photographs show neurolysis scenes of posterior tibial nerve and its branches (A) and common peroneal nerve (B).

공기 지혈대 제거후 지혈을 위해 양극성 응혈기가 사용되었으며, 총비골 신경과 후경골 신경 압박 부위에는 드레인을 삽입하여 혈종이 생기지 않도록 하였다. 관주(irrigation)후에 피하 조직과 피부 봉합만 시행하고, 절개된 굴근 지대나 근막등은 봉합하지 않았으며, 봉합 후 연성 압박 드레싱을 하였다. 술후에는 석고 부목은 사용하지 않았고, 3주간 체중부하만 제한하였다. 퇴원후 주기적인 외래 추시를 통해 경과 관찰을 하였다.

결 과

자각 증상에 대한 문진에서 무겁게 느껴지던 하지의 이상 감각은 술후 모든 환자에서 호전되었으며, 야간의 저린 감각 동통은 6예에서 호전을 보였다. 환자 자신의 자각 증상의 호전에 중점을 둔 Cseuz 등⁶⁾의 판정을 적용하여 술후 6개월째에 7예(70%)에서 양호(good) 이상의 결과를 보였으며, 신발이 벗어진 것도 인식하지 못한 경험이 있던 3예에서 보통(fair)과 불량(poor)의 결과를 나타내었다(Table 1).

Table 1. Result of Operation Based on Cseuz Criteria

Patient's satisfaction of result	No.
Excellent (100-75% improved)	2
Good (75-50% improved)	5
Fair (50-25% improved)	2
Poor (less than 25%)	1
Worse or no change	0
Total	10

술후 반대편 다리에 대한 동일 수술에 대한 의향은 8명이 가지고 있었으며, 2명은 좀더 결과를 지켜보고 난 후 수술을 결정기로 하였다. 한편, 수술 당시 족부 궤양이 있던 3예 중 1예에서 소독시 술전 느끼지 못했던 심한 궤양 통증을 호소하였으며, 2예는 경한 통증을 호소하였다.

술후 6개월째 일률적으로 시행한 점촉압 검사상, 수술을 받은 하지에서 받지 않은 하지에 비해 발등과 발바닥에서 각각 술후에 유의할 정도의 감각 호전을 보였으나(Table 2, 발등 P=0.004, 발바닥 P=0.002), Ninhydrin 시약을 이용한 땀분비 검사에서는 술후에 특별한 변화 소견이 관찰되지 않았다. 한편, 신경-근전도 검사에서는 모든 예에서 당뇨병성 신경병증의 소견이 보였으며, 술전에 보였던 감각신경 활동전위의 진폭과 전도 속도의 감소는 술후에도 크게 변하지 않았다.

수술 소견상 총비골 신경 및 후경골 신경은 모든 압박 부위에서 신경혈관 다발이 압박되어 있었고, 상당수에서 압박 부위 근위부의 신경은 비후되어 굵어져 있었다. 가장 압박하는 구조물은 무지 외전근의 근막이었으며, 굴근 지대 비후는 모든 예에서 관찰되었다. 천비골 신경 2예와 심비골 신경 1예는 모두 압박 소견이 보이지 않았다. 한편, 혈관성 띠(vascular leash)나 결절종(ganglion)과 같은 다른 신경 압박 요인은 관찰되지 않았다. 술후 합병증으로는 드레인을 삽입하지 않은 총비골 신경 주위에 혈종이 1예 있었다.

고 찰

당뇨병성 신경병증을 가진 환자를 대상으로 신경 포착

Table 2. Comparison of Preoperative and Postoperative 6 Months Semmes-Weinstein Monofilament Tactile Test

Subject	Operated lower extremity				Non-operated lower extremity			
	Preoperative		Postoperative		Before		After	
	NTPS *	NTPD [†]	NTPS	NTPD	NTPS	NTPD	NTPS	NTPD
A	3	0	5	3	3	2	3	2
B	1	3	3	5	1	5	0	5
C	5	3	5	5	6	5	6	5
D	1	1	4	4	2	4	2	4
E	3	3	5	3	3	4	3	3
F	4	2	5	4	6	5	5	5
G	0	2	2	3	0	3	1	3
H	1	3	4	3	1	3	1	3
I	2	1	3	3	2	1	2	1
J	2	2	4	3	3	2	3	1
Mean	2,2	2,0	4,0	3,6	2,7	3,1	2,6	3,2

*; Number of tactile perception in the sole, [†]; Number of tactile perception in the foot dorsum

(nerve entrapment)이 의심스러운 부분에서 신경 압박술을 시행한 본 연구의 결과는 감각 호전 정도에 차이는 있지만, 2예를 제외한 80%의 발등과 1예를 제외한 90%의 발바닥에서 감각 호전을 보였다. 저자들의 이러한 호전된 결과는 Dellon 등⁷⁾에 의해 증상이 있는 당뇨병성 신경병증 환자에서 신경 압박술을 시행한 후 약 85%에서 증상의 호전이 있었다는 보고와도 비슷한 결과였음을 확인할 수 있었으나, 27.3%에서 완전 정상 감각으로 회복되었다는 Wood 등²⁰⁾의 보고와는 달리 완전히 감각을 회복한 경우는 없었다. Wood는 압박성 신경병증에서 수술적 압박술이 성공적인 결과를 가져온 경우 당뇨병성 신경병증의 자연 경과가 바뀔지도 모르며, 이런 병적인 변화에 대한 빠른 확인이 중요하다 하였다.

당뇨병 환자에서 족부 감각 저하를 일으키는 당뇨병성 신경병증의 기전에 대해서는 아직 정확히 알려져 있지 않으나, 현재까지는 알도스 환원효소, 산화스트레스, 필수지방산 결핍, 항신경성 성장인자(neurotropic growth factor) 감소, 미세혈류의 구조적 및 기능적 변화 등이 관여할 것으로 알려져 있다^{3,5,11)}. 본 연구는 당뇨병성 신경병증의 증상은 최소한 어느 정도의 신경 압박에 의해 기인된다는 이론에 토대를 두고 있다. 이에 의하면 당뇨병 환자의 말초신경에 대사성 이상으로 신경섬유내초 부종(endoneural edema)이 발생하고, 이로 인해 수근관이나 족근관(tarsal tunnel)과 같이 해부학적으로 좁아진 부분에서 이곳을 지나는 신경이 이차적으로 만성 자기 압박에 놓이게 된다는 이론이다. 이에 저자들은 당뇨병 환자에서 흔히 발생하는 피부 건조가 감각신경과 함께 포함되어 있는 자율신경의 압박에 의한 것으로 보고 술후 동통이나 감각신경의 호전 뿐만 아니라 자율신경 기능의 변화까지 알아보려고 하였다. 그 결과 술후 70%에서 양호 이상의 주관적 증상 회복과, 족축압 감각 검사상에서도 유의할만한 감각 신경의 회복을 보였으나, 자율신경의 기능인 땀분비는 수술 후에도 특별한 변화를 보이지 않았다. 이러한 상반된 결과는 각각의 신경 섬유의 특성과 연관이 있으리라 사료된다.

감각 호전이 시작되는 시점을 객관적으로 평가하진 못하였으나, 환자의 주관적 증상의 호전은 5예에서 술후 3-4일 내에, 4예에서는 수술 후에 일어났다. 한편, Dellon 등⁷⁾은 신경 압박술 후 눌러 있던 신경에 혈액 공급이 증가함에 따라 몇주 내에 어느 정도의 감각의 회복과 지각부전(dysesthesia)의 감소가 가능하다고 하였다.

본 연구에서는 터널 징후를 신경 포착의 지침으로 이용하여 터널 징후 음성인 경우 연구 대상에서 배제하고, 음성군(negative group)에 대해서는 좀 더 임상적 연구를 기다

려 보아야 한다고 했던 Dellon 등¹⁾의 보고와는 달리 터널 징후 양성인 환자 뿐만 아니라, 작열통이 주된 증상을 이루는 경우를 제외한 이상 감각, 자통 등의 증상을 보이는 환자에서도 압박술을 시행하였다. 그리하여 터널 징후를 보인 환자 중 3예와 그렇지 않은 환자의 2예에서 빠른 증상의 회복을 보였다. 압박성 신경병증의 진단에서 Kunschner 등¹³⁾은 터널 징후는 유용성이 비교적 낮다고 하였으며, Gellman 등⁹⁾은 민감성이 떨어지는 검사로 보고한 바 있다. 국내 연구¹⁶⁾에서도 중증의 수근관 증후군임에도 불구하고 터널 징후는 58%만이 양성으로 나타났다고 보고한 예가 있어 터널 징후를 압박성 신경병증의 절대적 지표로 간주하는 것은 부적절한 것으로 보인다. 그러나, 한 문헌¹⁰⁾에 의하면 압박성 신경병증 증상의 발현 빈도에서 터널 징후는 82%를 차지하는 이상 감각 다음으로 77%의 상위 비중을 차지했으며, 둔감과 동통은 각각 55%, 23%로 이보다 낮은 비중을 차지하였다고 한 예도 있다.

당뇨발에 나타난 증상이 주로 신경병증 때문인지 또는 혈관병성 허혈 때문인지는 단정하기 어려운 경우가 많으므로, 저자들은 혈관병성 허혈에 의한 신경 증상의 배제를 위해 연구 대상으로 발의 동맥이 축지되는 10예를 선정하고, 허혈성 증상의 가능성이 많은 혈관 중재술(vascular intervention)을 받았던 2예와 당뇨병성 만성 신부전 환자 2예는 대상에서 배제하였다. Wood 등²⁰⁾은 특발성 신경병증, 후외상성 신경병증, 화학독성 신경병증, 마약 또는 알코올 중독, 당뇨병 외의 전신적 혹은 대사성 질환에 대해 비적응증으로 구분한 바 있다.

신경-근전도는 본원 신경과 전문의에 의해 시행되었으며, 모든 예에서 술전과 술후 특별한 변화가 나타나진 않았다. Dellon 등⁷⁾의 보고에서는 술전과 술후 평균 36개월에 신경-근전도 검사를 시행한 결과 당뇨병성 신경병증이 전체의 52.3%, 당뇨병성 신경병증에 압박성 신경병증이 병발된 경우가 38.1%를 차지하였으며, 각각의 경우 55%, 80%에서 신경-근전도 검사상 호전을 보였고, 약 85%에서 신경 기능의 호전이 있었다고 하였다. 이와는 달리 92%에서 증상의 호전이 있었던 Wieman 등¹⁹⁾의 보고에 의하면, 술후에 근전도 검사에서 의미있는 정보를 얻지 못했으며 모든 환자가 탈수초화(demyelination)의 증거와 함께 혼합성 축삭 이상(mixed axonal abnormality)을 보였고, 신경 전도 검사에서도 술전과 술후에 어느 환자에서도 눈에 띄는 현저한 차이를 관찰할 수 없었다고 하여 본원과 유사한 결과를 보고하였다.

결 론

본 연구는 당뇨병성 신경병증 환자에서 신경 기능 저하의 원인으로 대사성 이상 뿐만 아니라 신경 압박에 의한 기계적 원인이 어느 정도는 기여한다는 이론에 토대를 두고 있다. 그리하여 수술적 방법이 이런 환자에 있어 또다른 치료 대안의 하나가 될 수 있음을 알아보고자 하였다. 이를 위해 하지에 신경 포착 증상이 있는 당뇨병성 말초 신경병증 환자를 대상으로 신경 압박술을 시행한 후 단기 추사에서 수술적 치료가 발의 감각 회복과 동통 완화에 도움이 됨을 확인하였으나, 땀분비 기능은 별다른 변화를 보이지 않았다. 단기 추에서의 이러한 결과가 지속성을 가지는 것인지에 대해서는 보다 장기 추시가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. **Aszmann OC, Kress KM and Dellon AL:** *Results of decompression of peripheral nerves in Diabetics. A prospective, blinded study. Plast Reconstr Surg, 106(4): 816-822, 2000.*
2. **Birke JA and Sims DS:** *Plantar sensory threshold in ulcerative foot. Lepr Rev, 57: 261-267, 1986.*
3. **Brodsky JW:** *The diabetic foot. In Surgery of the Foot and Ankle, 7th ed, pp 895-969, edited by MJ Coughlin, RA Mann, Mosby, St. Louis, 1999.*
4. **Chafee H:** *Treatment of diabetic neuropathy by decompression of the posterior tibial nerve. Plast Reconstr Surg, 106(4): 813-815, 2000.*
5. **Cho YO:** *The etiology and diagnosis of diabetic foot. Diabetes vol.24 appendix 2: 55-64, 1999.*
6. **Cseuz KA, Thomas JE, Lambert EH, Love JG and Lispcomb R:** *Long term result of operation for the carpal tunnel syndrome. Mayo Clin Proc, 41: 232-241, 1966.*
7. **Dellon AL:** *Treatment of symptomatic diabetic neuropathy by surgical decompression of multiple peripheral nerves. Plast Reconstr Surg, 89(4): 689-697, 1992.*
8. **Dellon AL, Mackinnon SE and Seiler WA:** *Susceptibility of the diabetic nerve to chronic compression. Ann Plast Surg, 20: 117-119, 1988.*
9. **Gellman H, Gelberman RH, Tan AM and Botte MJ:** *Carpal tunnel syndrome. J Bone Joint Surg, 68-A: 735-737, 1996.*
10. **Kim YY, Seo JS, Ahn MW and Ahn JC:** *Patient outcomes after open release of the carpal ligament on the carpal tunnel syndrome. J of Korean Orthop Assoc 33(1): 91-97, 1998.*
11. **Kochman AB, Carnegie DH and Burke TJ:** *Symptomatic reversal of peripheral neuropathy in patients with diabetes. J Am Pediatr Med Assoc, 92: 125-130, 2002.*
12. **Kumar S, Fernando DJS and Veves A:** *Semmes-Weinstein monofilaments: a simple, effective and inexpensive screening device for identifying diabetic patients at risk of foot ulceration. Diabetes Res Clin Prac, 13: 63-68, 1995.*
13. **Kunschner SH, Ebramzadeh E, Johnson D, Brien WW and Sherman R:** *Tinel's sign and phalen test in carpal tunnel syndrome. Orthopedics, 15: 1297-1302, 1992.*
14. **Laughlin RT, Calboun JH and Mader JT:** *The Diabetic Foot. J Am Acad Orthop Surg, 3: 218-225, 1995.*
15. **Lee EW, Kang SY, Jang EC, Jin WJ and Seo KM:** *Quantitative sensory test for the detection of diabetic peripheral neuropathy. J of Korean Orthop Assoc, 30(4): 823-828, 1995.*
16. **Lee KH, Park MR and Kim DK:** *Results of treatment of severe carpal tunnel syndrome. J of Korean Hand Surgery, 2(1): 121-130, 1997.*
17. **Oommen PK:** *Posterior tibial neurovascular decompression for restoration of plantar sweating and sensibility. Indian J Lepr, 68(1): 75-81, 1996.*
18. **Rao KS, Balakrishnan S, Oommen PK and Siddalinga MK:** *Restoration of plantar sweat secretion in the feet of leprosy patients. Indian J Lepr, 59(4): 442-449, 1987.*
19. **Wiemann TJ and Patel VG:** *Treatment of hyperesthetic neuropathic pain in diabetics. Decompression of the tarsal tunnel syndrome. Ann Surg, 221(6): 660-665, 1995.*
20. **Wood WA and Wood MA:** *Decompression of peripheral nerves for diabetic neuropathy in the lower extremity. J Foot Ankle Surg. 42(5): 268-275, 2003.*