

Original Article

수술 소견과 자기공명영상 소견을 통한 발목터널 증후군의 원인 연구

가천의과학대학교 가천의대길병원 신경과¹, 정형외과²

손민기¹ · 박흥기² · 이영배¹

Etiologic Study of Tarsal Tunnel Syndrome by Operative and MRI Findings

Min-Ki Son, M.D.¹, Hong-Ki Park, M.D.², Yeong-Bae Lee, M.D.¹

Departments of Neurology¹ and Orthopedic Surgery², Gachon University Gil Hospital, Incheon, Korea

Received 14 July 2011; received in revised form 21 October 2011; accepted 12 December 2011.

Background: Tarsal tunnel syndrome (TTS) is an entrapment neuropathy that occurs in the ankle. Previous studies reported that this disease was due to physiologic factors and structural lesions in the ankle or foot. The authors investigated the causative factors of TTS and their frequency via operative findings. The diagnostic value of MRI was also evaluated based on the concordance between the operative findings and the MRI findings. **Methods:** This study was performed in retrospective by using medical record of the patients who underwent operations with TTS from August 2003 to May 2010. Physical examination, nerve conduction study, and MRI were conducted on patients who visited department of neurology or orthopedic surgery due to pain and sensory abnormality of their ankle and foot. **Results:** 34 patients underwent the operation. Ganglion accounted for the largest portion of the operative findings. In addition, varicose veins, intrinsic foot muscle hypertrophy, tenosynovitis, and fascia thickening were mainly observed. Of the 34 patients, 33 patients underwent pre-operative MRI, of whom 18 patients showed MRI findings consistent with the operative findings. **Conclusions:** Space-occupying lesions accounted for the majority of the causative factors in TTS patients who underwent the surgical treatment. In this study, the MRI appeared useful for identifying causes of TTS.

Key Words: Tarsal tunnel syndrome, Magnetic resonance imaging, Etiology

서 론

발목터널증후군은 발목 부위에 발생하는 포착신경병증 (entrapment neuropathy)이며 그 유병률이 점차 증가하고 있

는 질환이다.¹ 지금까지 발목터널증후군의 원인으로는 운동선수나 무용수들처럼 과도하게 발목을 사용하는 경우나 적절하지 못한 신발 및 붓대, 부목 등의 사용에 의해 발생하는 경우가 많은 것으로 알려져 있으며 발목 및 발의 기질적 병변에 의해서도 발생할 수 있는 것으로 알려져 있으나 이러한 기질적 병변들의 빈도에 대한 체계적인 연구는 아직 부족한 상태이다.¹⁴ 저자들은 발목터널증후군 환자들 중 수술을 시행받은 환자들의 수술적 소견을 토대로 발목터널증후군을 유발하는 기질적 원인의 빈도에 대해 알아보고자 하였으며 부가적으로 수술 전 시행한 발목 자기공

Address for correspondence;
Yeong-Bae Lee, M.D., Ph.D.
Department of Neurology, Gachon University Gil Hospital,
1198 Guwol-dong, Namdong-gu, Incheon 405-760, Korea
Tel: +82-32-460-3346 Fax: +82-32-460-3344
E-mail: yblee@gachon.ac.kr

명영상 소견과 수술 소견을 비교하여 발목터널증후군을 일으키는 기질적 병변에 대한 자기공명영상의 진단적 가치에 대해 연구하기로 하였다.

대상과 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2003년 8월부터 2010년 5월까지, 본원에 내원하여 발목터널증후군을 진단받고 수술을 시행한 환자들의 의무기록을 바탕으로 후향적으로 이루어졌다. 발목 내측 및 발바닥의 저린감, 통증, 시린감 또는 무딘감등 발목터널증후군의 특징적인 임상증상을 호소한 환자들을 대상으로 신경전도검사를 시행하여 이에 합당한 소견이 관찰된 경우 발목터널증후군으로 진단하였다. 환자들은 본원 또는 타병원에서 최소 1개월간 증상 조절을 위한 약물 치료를 하였으나 증상의 호전이 없었던 경우 수술을 시행 하였으며 수술 전 발목 자기공명영상을 시행하였다.

2. 연구 방법

신경생리검사는 Viysys사의 Viking IV를 이용하였으며 검사실 실온을 26°C 이상으로 유지하고 환자의 표피온도가 34°C 이상의 상태에서 직류전류 자극기와 활성전극 및 기준전극을 이용하여 시행하였다. 자극의 강도는 운동신경전도검사시 최대상자극(supramaximal stimulation)으로, 감각신경전도검사시 최대복합신경전위의 진폭을 나타내는 최소한의 강도로 자극하여 복합운동전위와 감각신경전위를 유발하였다. 신경전도검사에서 발목터널증후군의 진단은 경골신경의 A-P (Ankle-Popliteal fossa) 구간의 말단잡복기와 신경전도속도가 정상이면서 내측 또는 외측 족저신경의 A-G (Ankle-Great toe) 구간에서 운동 또는 감각 신경의 말단잡복기의 지연 또는 신경전도속도의 감소를 진단 기준으로 삼았다. 잡복기와 신경전도속도는 정상 범위에 들어 있으나 진폭만 감소된 경우는 이상 소견으로 보지 않았으며 반복적인 자극에도 불구하고 의미있는 진폭 자체가 관찰되지 않은 경우는 이상 소견으로 보았다. 정상 소견의 기준치는 Oh가 제시한 수치들을 참고하였으며 감각신경의 말단 잡복기는 연령대별 정상치를 구분하여 적용하였다.⁵ 내측 족저신경의 운동신경전도검사는 활성전극을 단족무지굴근(flexor hallucisbrevis muscle)의 안쪽 힘살(belly)에 부착하고 기준전극은 하방으로 4 cm에 부착한 후 발목과 상방 10 cm에 최대상자극을 하여 말단 잡복기와 신경전도속도를 측정하였다. 외측 족저신경의 운동신경전도검사는 활성전극을 소지외전근(abductor digiti quinti muscle)

의 외측측면에 부착하고 기준전극은 하방으로 4 cm에 부착한 후 발목과 상방 10 cm에 최대상자극을 하여 말단 잡복기와 운동신경전도속도를 측정하였다. 내측 족저신경의 감각신경전도검사는 활성전극을 내측복사(medial malleolus)와 아킬레스건 사이에 부착하고 기준전극을 상방 4 cm에 부착한 후 단족무지굴근의 안쪽 힘살부분에 자극하여 말단 잡복기와 감각신경전도속도를 측정하였다. 외측 족저신경의 감각신경전도속도는 활성전극을 내측복사(medial malleolus)와 아킬레스건 사이에 부착하고 기준전극은 상방 4 cm에 부착한 후 소지외전근의 외측측면을 자극하여 말단 잡복기와 감각신경전도속도를 측정하였다.

발목 자기공명영상은 Siemens사의 1.5T (Avanto)와 3T (Verio) 장비를 이용하여 검사를 시행하였으며 두 명의 환자는 Siemens사의 Magnetom vision (1.5T)을 이용하였다. 자기공명영상 방법은 다면다중 스핀 에코방법을 이용하였으며, T1 강조영상과 T2 강조영상을 얻기 위하여 고속 스핀 에코를 사용하였다. T1 강조영상은 TR 515-524, TE 15였으며 T2 강조영상은 TR 4000, TE는 76-192에 해당하였다. 영상은 관상, 가로, 시상단면의 것을 얻고, 화면크기는 8-10 cm, matrix 크기는 256×140 mm 또는 256×156 mm을 사용하였다. 절편두께와 절편 사이는 각각 2.5-3 mm와 1 mm로 하고 한 번 또는 두 번의 Nex (number of excitation)로 영상을 얻었다.

수술 과정은 우선 발목 관절 내측의 후하부를 따라 곡선 피부 절개를 하고 굴근 지대(flexor retinaculum)를 노출시킨 뒤 종적으로 절개하였다. 후경골 신경의 압박을 확인한 뒤 원인이 되는 병변을 제거하였으며 수술시 관찰된 중앙성 병변은 본원 병리과를 통해 조직학적 검사를 시행하였다.

결 과

본 연구의 연구기간 내에 발목터널증후군으로 수술을 시행하여 일차적으로 연구대상에 포함된 환자는 38명이었으나 그 원인이 과거의 외상 및 골절과 연관된 4명의 환자는 본 연구에서 제외하여 최종적으로 연구에 포함된 환자의 수는 총 34명이었으며 모든 환자는 일측에서 수술을 시행하였다. 성별 분포는 남성 15명과 여성 19명이었으며 평균연령은 45.8±13.6세였다. 신경전도검사 결과 일측에서만 발목터널증후군의 소견이 관찰된 환자는 19명(55.9%)이었으며 나머지 15명(44.1%)은 양측에서 이상 소견이 관찰되었으나 수술을 시행한 측의 반대측은 임상적으로 발목터널증후군의 증상이 없었거나 약물치료 후 호전되어

최종적으로 수술은 34명 모두 일측에서만 시행하였다. 수술을 시행한 측의 결과만을 가지고 이상소견의 특징을 정리 하였을 때, 감각신경과 운동신경 모두에서 이상 소견이 관찰된 환자가 20명(58.8%)이었으며 감각신경에서만 이상

소견이 관찰된 환자는 12명(35.3%)이었고 감각신경은 정상 이었으나 운동신경에서 이상소견이 관찰된 환자는 2명(5.9%)이었다. 전체 환자 34명 중 26명(76.5%)은 내측과 외측 족저신경 모두에서 이상 소견이 관찰되었으며 6명

Table 1. Demographics and results of subjects

Case No.	Age/Sex	Symptom	Past history	Operative findings	MRI findings
1	51/M	Tingling sensation	None	Ganglion	Ganglion
2	35/F	Pain	None	Ganglion	Ganglion
3	32/M	Pain	None	Ganglion	Ganglion
4	50/F	Pain	None	Muscle hypertrophy, fascia thickening	Tenosynovitis
5	35/F	Pain	RA	Varicose vein	Not remarkable findings
6	56/F	Coldness	None	Tenosynovitis, varicose vein	Tenosynovitis, varicose vein
7	32/M	Pain	None	Tenosynovitis, varicose vein	Not remarkable findings
8	52/M	Pain	None	Varicose vein, adhesion	Ganglion
9	50/F	Tingling sensation	None	Tenosynovitis, ganglion, muscle hypertrophy	Tenosynovitis
10	45/F	Pain	None	Tenosynovitis, ganglion	Ganglion
11	66/F	Pain	HTN	Tenosynovitis	Tenosynovitis
12	52/F	Tingling sensation	None	Ganglion	Ganglion
13	60/F	Pain	None	Muscle hypertrophy, varicose vein	Muscle hypertrophy
14	21/F	Coldness	None	Talocalcaneotarsal coalition	Talocalcaneotarsal coalition
15	52/M	Tingling sensation	None	Accessory muscle	Accessory muscle
16	43/M	Pain	None	Talocalcaneal coalition	Talocalcaneal coalition
17	57/M	Numbness	None	Muscle hypertrophy	Not remarkable findings
18	57/F	Pain	None	Intramuscular cystic mass	Intramuscular cystic mass
19	51/M	Numbness	DM	Fascia thickening	Not remarkable findings
20	42/M	Pain	None	Talocalcaneal coalition	Talocalcaneal coalition
21	55/M	Numbness	None	Ganglion	Ganglion
22	33/M	Pain	None	Fascia thickening	Not remarkable findings
23	51/M	Pain	None	Muscle hypertrophy, ganglion	Muscle hypertrophy, ganglion
24	55/F	Pain	Thyroid Ca.	Fascia thickening	Fascia thickening
25	49/M	Pain	None	Ganglion	Ganglion
26	45/F	Tingling sensation	None	Accessory muscle	Accessory muscle
27	55/F	Pain	None	Muscle hypertrophy	Not remarkable findings
28	23/F	Pain	None	Ganglion	Ganglion
29	32/M	Pain	None	Adhesion	Not remarkable findings
30	67/M	Pain	HTN	Adhesion	Not remarkable findings
31	52/F	Pain	DM	Accessory muscle, varicose vein	Accessory muscle
32	56/F	Pain	HTN	Ganglion, varicose vein	Ganglion
33	23/F	Pain	None	Adhesion	Not remarkable findings

Results of a patient who performed ankle sonography were excluded.

RA; rheumatoid arthritis, HTN; hypertension, DM; diabetes mellitus.

(17.6%)은 내측에서만, 2명(5.9%)은 외측에서만 이상소견이 관찰되었다. 34명 중 26명(76.5%)은 말단 잠복기의 연장과 신경전도속도의 감소가 동시에 관찰되었으며 7명(20.6%)은 신경전도속도에서만, 1명(2.9%)은 말단 잠복기에서만 이상 소견이 관찰되었다.

34명의 환자중 33명에게서 수술 전 발목부위 자기공명영상을 시행하였으며 나머지 환자 1명은 발목부위 초음파를 시행하였으나 본 연구에선 자기공명영상을 시행한 33명에 대해서만 수술 후 소견과의 비교를 시행하였다(Table 1). 34명 중 10명에서 수술 결과 증상과 연관된 소견이 2가지

Table 2. Operative findings of TTS and rates of correlation with MRI findings

	Number	Rate of correlation with MRI finding
Ganglion	11	91%
Varicose vein	7	28.6%
Intrinsic foot muscle hypertrophy	7	33.3%
Tenosynovitis	5	60%
Fascia thickening	5	25%
Adhesion	4	0%
Accessory muscle	3	100%
Talocalcaneal coalition	3	100%
Lipoma	1	100%
Total	46	

씩 관찰되었고 1명에게선 3가지 이상 소견이 함께 관찰되어 총 이상 소견 개수의 합은 46개였다. 이 중 가장 많은 수를 차지한 것은 34명중 11명(32.4%)에서 관찰된 결절종(ganglion)이었으며 정맥류(varicose vein)와 내재성 족근 비대(intrinsic foot muscle hypertrophy)가 각 7명(20.6%)에게서 관찰되었다. 건막염(tenosynovitis)과 섬유화 근막(fascia thickening)이 각 5명(14.7%)에서 관찰되었고 발목터널 내 조직들간의 유착이 관찰된 경우가 4명(11.8%)이었다. 그 외의 소견으로는 부속근(accessory muscle), 거중골결합(talocalcaneal coalition)이 각 3명(8.8%)에게서 나타났으며 근육 내의 양성 지방종에 의한 경우가 1명(2.9%) 관찰되었다(Table 2).

수술 전 발목 자기공명영상을 시행한 33명의 환자 중 18명(54.5%)은 영상에서 관찰된 소견과 수술 결과 관찰된 소견이 정확히 일치하였으나 각각의 원인별로 수술소견과 영상소견의 일치율을 비교 하였을 때 많은 차이가 관찰되었다. 수술 후 결절종이 확인된 11명중 10명(91%)이 자기공명영상에서 같은 부위 병변이 관찰되어 높은 일치율을 나타냈으며 거중골결합이 확인된 3명, 부속근이 확인된 3명, 근육 내 양성 지방종에 의한 환자 1명도 모두 자기공명영상 결과와 일치하는 소견을 보였다(Figure 1). 그러나 수술 결과 확인된 건막염은 5명중 3명(60%), 근비대는 6명중 2명(33.3%), 정맥류는 7명중 2명(28.6%), 그리고 섬유화근막은 4명중 1명(25%)만 자기공명영상에서 관찰된 병변과 일치하였으며 수술 결과 발목터널 내의 유착이 관찰된 환자 4명의 경우 자기공명영상에서 병변이 확인된 경우는 단 한명도 없었다.

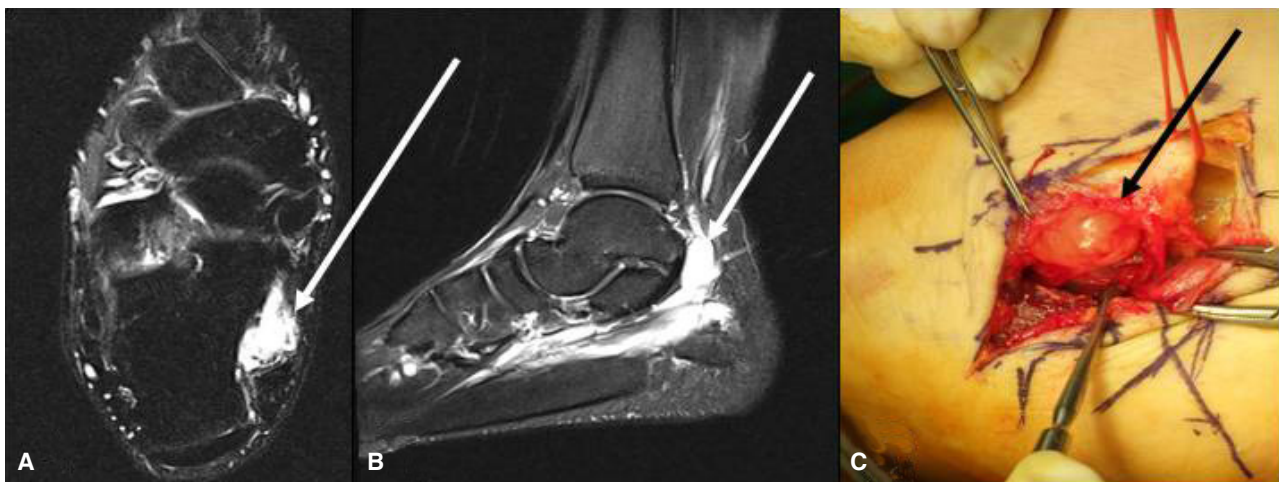


Figure 1. A 31-year-old man with a ganglion cyst (arrows) in right tarsal tunnel. Axial (A) and sagittal (B) T2-weighted image with fat suppression depict multiseptated cystic lesion in tarsal tunnel, resulting in displacing tibial nerve to posterior aspect. Operation (C) demonstrates that ganglion cyst in tarsal tunnel compresses tibial nerve, consistent with MRI findings.

고 찰

발목터널증후군은 발목 내측 복사뼈와 종골(calcaneus)을 연결하는 굴근 지대(flexor retinaculum) 아래에서 내부적(intrinsic) 또는 외부적(extrinsic) 원인에 의해 후경골신경 또는 그 갈래인 족저신경의 압박에 의해 저린감 및 통증 등의 이상 감각 증상이 발생하게 되며 증상이 심해질 경우 무딘감 및 감각 소실, 근력 약화까지 발생할 수 있는 질환으로 내, 외측 족저신경이 방향을 전환하여 족저부로 내려가는 이행부위인 굴근 지대의 원위부에서 협착이 발생하는 경우가 가장 흔한 것으로 보고된 바 있다.⁴ 그 원인에 대해선 서론에서 밝힌 것과 마찬가지로 다양한 생리적, 기질적 원인이 있을 수 있으며 연구 결과에 따라 적게는 15%에서 많게는 50% 이상이 특발성인 것으로 보고된 바 있다.^{1,4,6} 그러나 기질적 원인의 질환별 빈도에 대해선 아직 체계적인 보고가 부족한 상태이고 이에 대한 국내 연구 결과들도 대부분 소수의 수술 증례를 이용한 증례 보고에 한정되어 있는 상태이다. 본 연구 과정에서 고찰한 연구 중 50예의 수술소견을 바탕으로 원인을 분석했던 한 연구의 결과에서도 결절종이 가장 많은 비율(36%)을 차지하였으며 그 뒤는 거종골결합(30%), 특발성(18%), 외상성(10%), 기타 종양성(6%) 순서로 나타났다.⁷ 국내 저자들이 보고한 다른 연구 결과에서도 16예의 수술 결과 원인이 된 병변으로 결절종이 10예(62.5%)에서 관찰되어 가장 많은 비중을 차지하였으며 거종골결합이 1예(6.25%), 기타 종양성병변이 2예(12.5%)에서 관찰되었으나 원인이 밝혀지지 않은 특발성도 3예(18.75%)가 있었다.⁶ 이 연구 결과들은 결절종을 제외하고는 본 연구와 많은 차이를 보였으며 본 연구에서 비교적 다수를 차지한 정맥류 및 내재성 족근 비대, 건막염, 섬유화 근막 등이 관찰되지 않았고 골결합에 의한 비율이 높았다. 고찰한 문헌상만으로 이와 같은 차이가 발생한 원인을 정확히 알 수는 없었으나 본 연구에서 관찰된 족근 비대나 건막염, 섬유화 근막 등의 병변들이 앞선 연구에선 특발성으로 분류되어 있을 가능성을 의심해 볼 수 있었고 본 연구에선 외상성 환자들을 결과에서 제외할 것이 영향을 주었을 것으로 생각된다.

발목터널증후군의 진단을 위해선 발목 이하 족저신경 영역의 통증 및 저린감 등 이상감각 증상 및 티넬(-Tinel) 징후 양성 등 특징적인 임상 양상의 확인이 우선 되어야 하며 신경전도검사의 민감도가 65%에서 90%로 높게 보고되어 있어 이를 보조적 진단기준으로 이용할 수 있다.⁴ 전기생리학적 검사에 비해 영상학적검사는 그동안 발목터널증후군의 진단에서 차지하는 중요도가 낮았으나 근육 및

지방 등 연부조직 이상에 대한 민감도가 높은 자기공명영상의 발달로 인해 점차 그 중요도가 커지고 있다.⁴ 발목터널증후군의 진단 도구로서 신경전도검사는 비교적 적은 비용으로 높은 민감도를 가진다는 장점이 있는 반면 그 원인 질환에 대한 구체적인 확인은 어렵다는 단점이 있으나 자기공명영상을 통해서도 증상을 일으킨 원인을 정확히 파악할 수 있을 뿐 아니라 병변의 위치까지도 진단이 가능하므로 수술적 치료를 시행하게 될 경우 수술 전 평가로서 매우 중요한 가치를 지닌다고 볼 수 있다. 자기공명영상을 이용한 발목터널증후군 진단의 정확도에 대해선 보고들마다 차이를 보였으나 본 연구와 같이 자기공명영상 및 수술 소견과의 비교를 시행한 한 연구에선 수술을 시행한 21예 중 19예(90.5%)에서 수술 전 시행한 자기공명영상과 같은 소견이 관찰되었고 자기공명영상에서 원인을 알 수 없었던 2예는 수술 결과 신경 주변부 반흔 및 내재성 족근 비대에 의한 것으로 보고된 바 있다.⁸ 본 연구의 경우 전체 환자의 수술 소견과 자기공명영상 소견 간의 일치율(54.5%)은 이전 연구 결과보다 낮았으나 결절종 및 지방종, 거종골결합 그리고 부속근 등의 병소에 대해선 높은 정확도를 나타내어 그 진단적 가치를 재확인 할 수 있었다.

본 연구는 기존의 국내 연구 대비 다수의 환자를 대상으로 수술 후 확인된 소견을 바탕으로 발목터널증후군을 일으킨 원인들에 대해 연구를 시행하였고 각각의 질환에 대한 영상학적 소견과의 일치율에 대해 연구하였다는 점에서 그 의의가 있다고 할 수 있겠으나 약물치료만으로 호전을 보인 경증 환자군의 원인에 대해선 정확한 평가를 할 수 없었다는 점은 차후 연구에서 보완해야 할 점으로 생각한다.

발저림등 발목터널증후군의 증상은 과거엔 특별한 병적 소견으로 여겨지지 않았으나 삶의 질 및 건강에 대한 관심이 증가하고 운동을 즐기는 야외 활동 인구가 점차 증가함으로 인해 증상을 호소하며 병원을 찾는 환자 수의 꾸준히 증가할 것으로 예상되고 있다. 이와 더불어 진단적 기법 또한 나날이 발전하고 있으므로 임상상의 정확한 진단과 적극적인 치료가 이루어진다면 많은 환자들의 삶의 질을 향상시키는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Kuper BC. Tarsal tunnel syndrome. *OrthopNurs* 1998;17:9-15.
2. Kennedy JG, Baxter DE. Nerve disorders in dancers. *Clin Sports Med* 2008;27:329-334.
3. Kinoshita M, Okuda R, Yasuda T, Abe M. Tarsal tunnel syndrome in athletes. *Am J Sports Med* 2006;34:1307-1312.
4. Finkel JE. Tarsal tunnel syndrome. *MagnReson Imaging Clin N Am* 1994;2:67-78.

5. Oh SJ. *Clinical electromyography: nerve conduction studies*. 3rd ed. Philadelphia: Williams & Wilkins, 2003;280-285.
6. Sung KS, Park SJ. Clinical results of tarsal tunnel decompression in case of known etiology. *J Korean Foot Ankle Soc* 2007;11:192-197.
7. Takakura Y, Kitada C, Sugimoto K, Tanaka Y, Tamai S. Tarsal tunnel syndrome. Causes and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:125-128.
8. Frey C, Kerr R. Magnetic resonance imaging and the evaluation of tarsal tunnel syndrome. *Foot Ankle* 1993;14:159-164.