

몰튼 신경종에서 지간 점액낭염 동반시의 초음파 소견

계명대학교 의과대학 재활의학교실, ¹영상의학교실

이 소 영 · 정 윤 태 · 이 성 문¹

Ultrasonography of Morton's Neuroma Accompanied with Interdigital Bursitis

So-young Lee, M.D., Yoon-tae Jung, M.D. and Sung-moon Lee, M.D.¹

Departments of Rehabilitation Medicine and ¹Radiology, Dongsan Medical Center, Keimyung University School of Medicine

Objective: To investigate clinical and ultrasonographic findings of Morton's neuroma with or without interdigital bursitis.

Method: Eighty patients who were diagnosed as Morton's neuroma were included. The diagnostic criterion of Morton's neuroma at ultrasonography was hypoechoic mass was 5 mm in sagittal view. When the hypoechoic mass was molded by compression of the probe, Morton's neuroma accompanied with interdigital bursitis was diagnosed. The mean difference of symptom duration from onset to the hospital visit and the size of Morton's neuroma was evaluated.

Results: In eighty patients, total 117 feet, 210 Morton's neuromas were detected. Of the 117 feet, 66% revealed more than one Morton's neuroma per one foot. Mostly Morton's neuroma was at the second (46.7%) and the third

interdigital space (43.8%). Mean duration was 19.1 ± 16.9 months. Comorbidity of interdigital bursitis was 23.3% of all Morton's neuroma. Mean size of Morton's neuroma with interdigital bursitis was significantly larger (10.3 ± 3.0 mm) than single neuroma (8.5 ± 2.5 mm). The symptom duration from onset to the hospital visit was significantly shorter in neuroma with interdigital bursitis (14.1 ± 16.8 months) than single Morton's neuroma (21.2 ± 16.6 months).

Conclusion: Morton's neuroma had multiple propensity, mostly at the second and the third web space with comparable rate. Comorbidity of interdigital bursitis with Morton's neuroma was 23.3%. When interdigital bursitis was accompanied, the size of hypoechoic mass was larger and symptom duration from onset to the hospital visit was shorter than single Morton's neuroma. (J Korean Acad Rehab Med 2009; 33: 386-391)

Key Words: Neuroma, Ultrasonography, Foot, Bursitis

서 론

몰튼 신경종은 전족부 통증의 흔한 원인 중 하나로 1876년 Morton¹이 처음으로 세 번째 지간 신경종에 대해 보고한 이후 진단 및 치료에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 몰튼 신경종은 중족골두 사이에 있는 지간신경이 깊은가로 발허리인대(deep transverse metatarsal ligament)와 중족골두 사이에서 마찰 및 염증으로 인하여 발생하는 압박성 신경염의 일종으로 내측과 외측 족저신경이 모이는 세번째 지간에서 흔히 발생하는 것으로 알려져 있다.²

몰튼 신경종의 진단시에 초음파 검사는 장비의 발전과 함께 민감도 95~100%, 특이도 83%로 진단적 가치가 대단

히 높은 도구로 이용되고 있으며^{3,4} 중족골의 골단 근처에 존재하는 깊은가로발허리인대의 종단 부위에서 5 mm 이상의 저에코 소견을 보이는 종괴를 지간신경과의 연결성 및 위치, 압박시의 형태 변화 유무 등을 종합적으로 고려하여 몰튼 신경종으로 진단한다.^{5,6}

그러나 연구에 의하면 전족부 통증이 있는 환자의 초음파 검사에서 저에코 음영은 몰튼 신경종에서 뿐만 아니라, 지간 점액낭염, 중족골-족지골 관절염에서도 관찰될 수 있다고 한다.⁷ 이 중 점액낭염은 주변부 활액낭염증의 증가로 급성 통증을 유발할 수 있으나 병변의 위치나 임상 양상이 몰튼 신경종과 유사하여 감별 진단이 쉽지 않다.⁵⁻¹⁰ 따라서 초음파 검사로 몰튼 신경종을 진단할 때는 전족부 통증을 일으키는 다른 원인에 대한 감별 진단 및 동반 병변 유무에 유의해야 한다.

이에 저자들은 전족부 통증을 주소로 재활의학과 외래를 방문한 환자들 중 병력 청취, 이학적 검사 및 초음파 검사를 시행하여 몰튼 신경종으로 진단받고 치료하였던 환자들의 초음파 소견과 그들 중 지간 점액낭염이 동반되었던 환자

접수일: 2008년 8월 14일, 게재승인일: 2009년 2월 11일

교신저자: 정윤태, 대구시 중구 동산동 194번지

☎ 700-712, 계명대학교 동산의료원 재활의학과

Tel: 053-250-7947, Fax: 053-250-7268

E-mail: re@dsmc.or.kr

들의 임상 양상과 초음파 소견에 대한 후향연구를 시행하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

2006년 1월부터 2008년 5월까지 전족부의 통증, 이상감각, 이물감 등의 증상으로 재활의학과 족부 클리닉을 방문한 환자 중 이학적 검사와 초음파 검사 결과 물톤 신경종으로 진단받은 총 80명의 환자를 대상으로 하였다. 대상자들은 평균 연령이 51.9 ± 14.3 세로 남자는 20명, 여자는 60명이었다(Table 1).

2) 연구방법

대상자들의 전자 의무기록 열람을 통해 성별, 연령, 증상 발생 후 병원을 방문하기까지의 기간(이후 증상 기간이라 한다)을 조사하였다. 또한 초음파 검사로 저에코 종괴의 위

치 및 크기를 조사하였다.

초음파 검사는 HDI-5000[®] (ATL-PHILIPS, Nevada, USA)을 사용하여 한 명의 근골격계 영상의학과 전문의가 시행하였다. 물톤 신경종의 진단을 위해 10.5 MHz의 직선형 탐식자를 발바닥에 위치하고 먼저 중족골 사이에서 저에코 종괴가 중족골의 말단부위에 있는 것을 관상면(coronal view)에서 확인하였다(Fig. 1). 이후 시상면(sagittal view)에서 저에코 종괴가 근처의 지간신경과 연속성을 가지며 시상면의 저에코 음영의 크기가 5 mm 이상인 경우 물톤 신경종으로 진단하였다(Fig. 2). 또한 저에코 종괴에 초음파 탐식자로 압력을 가하여 종괴의 면적이 감소되며 종괴형태의 변화가 저명한 경우에 지간 점액낭염이 동반된 물톤 신경종으로 진단하였다(Fig. 3). 지간 점액낭염이 동반된 경우와 물톤 신경종만으로 진단된 경우의 증상 기간과 시상면에서 관찰된 저에코 종괴의 크기를 비교하였다.

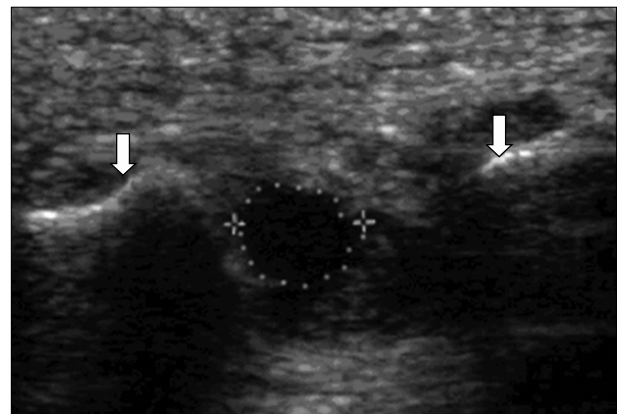


Fig. 1. A solitary Morton's neuroma in coronal view of ultrasonography between metatarsal bone head (arrow).

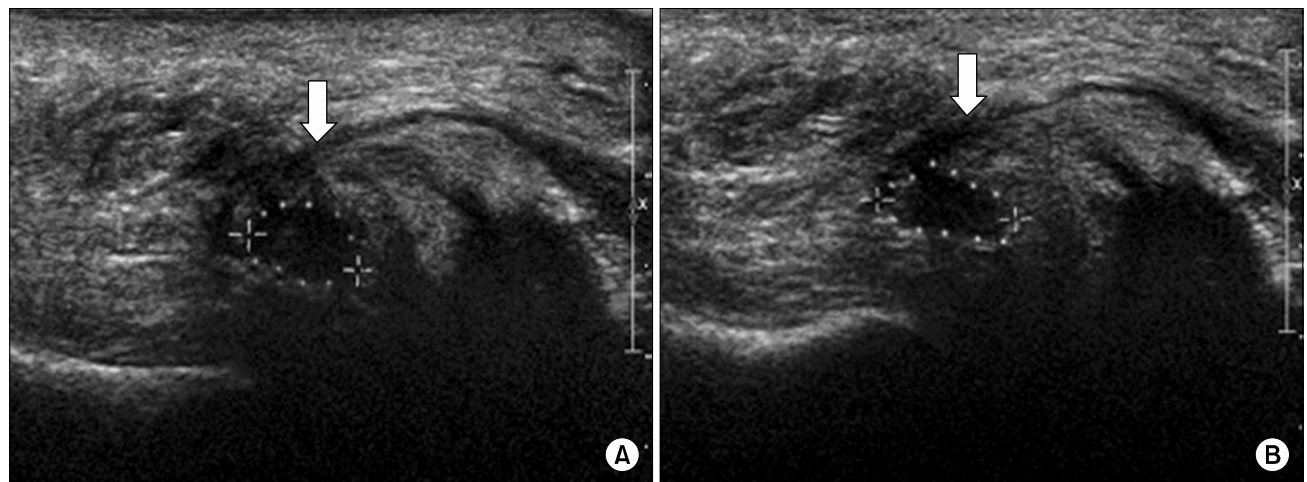


Fig. 2. Morton's neuroma in sagittal view of ultrasonography before compression (A) and Morton's neuroma showing relatively similar morphology after compression (B). The interdigital nerve (arrow) shows continuity with Morton's neuroma.

Table 1. Characteristics of Subjects (n=80)

Characteristics		
Sex	Male	20 (25.0%)
	Female	60 (75.0%)
Age (years)		51.9 ± 14.3
Lesion site	Right	14 (17.4%)
	Left	29 (36.3%)
	Both	37 (46.3%)
Symptom duration (months)		19.1 ± 16.9

Values are number of patients. The values of age and symptom duration are mean $\pm$ standard deviation.

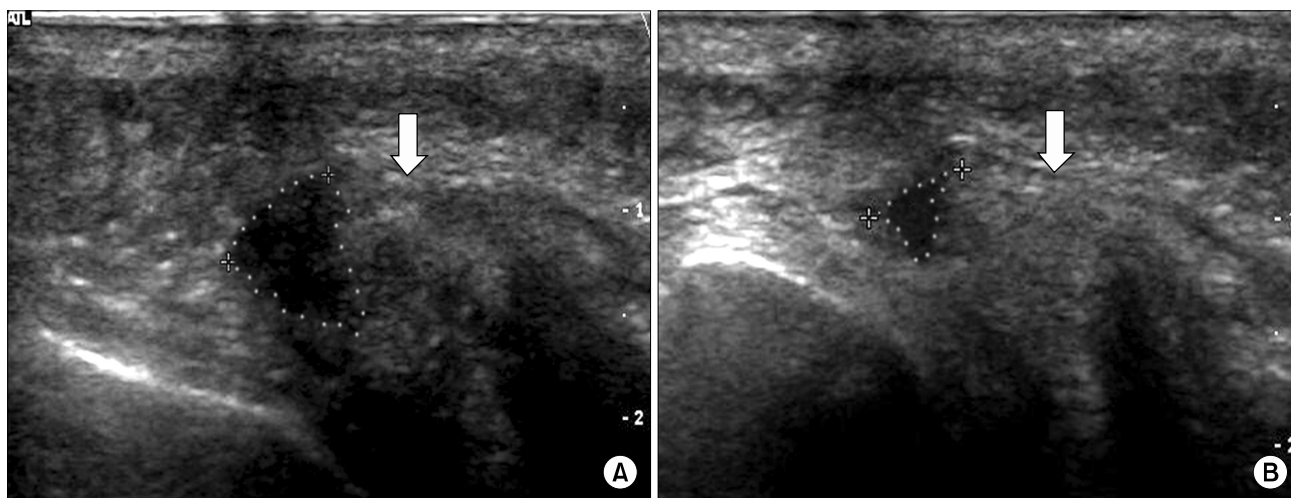


Fig. 3. Morton's neuroma with bursitis in sagittal view of ultrasonography before compression (A) and molded hypoechoic mass after compression which means accompanying interdigital bursitis after compression (B). The interdigital nerve (arrow) shows continuity with Morton's neuroma.

Table 2. Morbidity of Morton's Neuroma by Web Space

Web space	Number of neuroma (%)		
	Right	Left	Total
1 st web space	9 (10.0)	8 (6.7)	17 (8.1)
2 nd web space	41 (45.6)	57 (47.5)	98 (46.7)
3 rd web space	40 (44.4)	52 (43.3)	92 (43.8)
4 th web space	0 (0.0)	3 (2.5)	3 (1.4)
Total	90 (42.9)	120 (57.1)	210 (100.0)

Values are number of neuroma.

Table 3. Number and Size of Morton's Neuroma

	Right	Left	Mean average
Number per one foot (n)	1.9±0.8	1.8±0.7	1.8±0.7
Size of neuroma (mm)	8.7±2.3	8.3±2.6	8.5±2.5

Values are mean±standard deviation.

통계학적 분석은 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 연령, 성별, 증상 기간, 초음파 검사에서 신경종의 지간별 분포 및 빈도, 크기에 대한 기술적 통계와 그 차이를 분석하였다($p<0.05$).

결 과

총 80명 중 이환측은 좌측 발 29명(36.3%), 우측 발 14명(17.4%), 양측 발 37명(46.3%)이었다. 증상 기간은 평균 19.1 ± 16.9 개월이었다(Table 1).

이환된 발은 좌측 66족(56.4%), 우측 51족(43.6%)으로 전

Table 4. Comorbidity of Interdigital Bursitis to Morton's Neuroma by Web Space

Web space	Morton's neuroma only (%)	Morton's neuroma with interdigital bursitis (%)	Total (%)
1 st web space	13 (8.1)	4 (6.7)	17 (8.1)
2 nd web space	74 (46.0)	24 (47.5)	98 (46.7)
3 rd web space	73 (45.3)	19 (43.3)	92 (43.8)
4 th web space	1 (0.6)	2 (2.5)	3 (1.4)
Total	161 (77.7)	49 (23.3)	210 (100.0)

Values are number of Morton's neuroma with or without interdigital bursitis.

체 117족이었으며 각 지간 당 신경종의 갯수는 첫째 지간 17개, 둘째 지간 98개, 셋째 지간 92개, 넷째 지간 3개가 발견되어 총 210개의 신경종이 관찰되었다(Table 2). 각 발당 신경종의 평균 갯수는 좌측이 1.8 ± 0.7 개, 우측이 1.8 ± 0.8 개로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3). 발 당 평균 한 개 이상의 다발성 신경종을 보인 발은 77족(66%)이었다.

물론 신경종의 크기는 평균 8.5 ± 2.5 mm로 좌측 평균 8.3 ± 2.6 mm, 우측 평균 8.7 ± 2.3 mm이었으며 양측 사이에 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 3).

증상 기간과 물론 신경종의 발생 갯수는 통계적으로 유의하게 음의 상관관계를 가졌으나($p<0.05$) 증상 기간과 물론 신경종의 크기는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다.

초음파 검사에서 물론 신경종만 진단된 경우는 양발 모두에서 첫째 지간에서 13개(8.1%), 둘째 지간에서 74개(46.0%), 셋째 지간에서 73개(45.3%), 넷째 지간에서는 1개

Table 5. Comparison of Morton's Neuroma with or without Interdigital Bursitis

	Morton's neuroma only	Morton's neuroma with interdigital bursitis	p-value
Size of neuroma (mm)	8.5±2.5	10.3±3.0	0.001*
Symptom duration (months)	21.2±16.6	14.1±16.8	0.049*

Values are mean±standard deviation.

*p<0.05 by independent sample T-test between the groups

(0.6%)로 총 161개를 보였고 점액낭염이 동반된 경우는 첫째 지간에서 4개(6.7%), 둘째 지간에서 24개(47.5%), 셋째 지간에서 19개(43.3%), 넷째 지간에서는 2개(2.5%)로 총 49개였다. 따라서 전체 210개의 물톤 신경종 중에서 지간 점액낭염은 23.3%에서 동반되어 있었다(Table 4). 초음파 검사에서 물톤 신경종만 있는 경우에는 저에코 음영의 평균 크기가 8.5±2.5 mm이었고, 지간 점액낭염이 동반되었을 때는 10.3±3.0 mm로 지간 점액낭염이 동반될 때 시상면에서 저에코 음영의 크기가 유의하게 더 컸다(p<0.05)(Table 5). 또한 물톤 신경종만 있는 경우에 평균 증상 기간은 21.2±16.6개월, 지간 점액낭염이 동반된 경우는 14.1±16.8개월로 점액낭염이 동반될 때 증상 기간이 유의하게 짧았다(p<0.05)(Table 5).

고 찰

물톤 신경종은 중년 여성에게서 그 빈도가 높으며 주변 조직의 기계적 압박과 그로 인한 허혈성 신경변화와 동반된 섬유화가 일반적인 병리적 변화로 간주된다. 또한 깊은 가로발허리인대, 지간 점액낭염, 중족골 관절의 아탈구, 퇴행성 변화 등이 유발 요인이 될 수 있다.^{1,6-8,11,12}

본 연구에서 대상군의 평균 나이는 52세, 연령별 성별 분포는 여자가 75.0%로 이전의 연구와 비슷한 결과를 보였다.^{1,6,8} 총 80명 중 좌측 발이 56.4%로 우측 발 43.6%보다 이환율이 높았고, 편측 발만 이환된 사례가 43례로 양측 발이 모두 이환된 37례보다 더 많았다. 이는 물톤 신경종이 편측에 있는 경우가 더 많았던 다른 연구들과 유사한 결과이다.^{1,4,7} 각 지간에서의 발생 빈도는 셋째 지간에서 88개(43.8%)였으며 둘째 지간에서는 94개(46.7%)를 보여 둘째 지간에서 더 많은 수의 신경종이 관찰되었다.

일반적으로 물톤 신경종은 둘째와 셋째 지간에 많이 발생하지만 그 중에서도 셋째 지간에 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있는데,^{1,7,11,12-14} 이 등¹⁵의 연구나 Redd 등¹⁶의 연구에서와 같이 셋째 지간과 둘째 지간의 분포가 유사한 빈도를 보이는 경우들도 있으며 유 등¹⁷의 연구에서는 오히

려 둘째 지간에 가장 많은 빈도를 보이기도 하였다. 본 연구에서도 둘째 지간이 셋째 지간보다 발생 빈도가 높았으나 두 부위 사이에 근소한 차이를 보이고 있어 저자들은 둘째 지간의 발생 빈도가 가장 높다는 사실보다 둘째 지간에도 셋째 지간만큼 물톤 신경종이 빈발한다는 사실에 임상적인 의미가 있을 것으로 생각한다.

Bencardio 등¹⁸은 자기 공명 영상을 이용한 연구에서 물톤 신경종의 환자 25명 중 32%에서 다발성 경향을 보고하였고, 이 등¹⁵은 물톤 신경종 40례 중 3례만이 다발성이었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 다발성 물톤 신경종은 전체 117족 중 77족(66%)으로 상기의 연구들과는 다른 결과를 보였다.

물톤 신경종은 초음파 검사에서 중족골두부가 위치하는 중족 골간에서 비교적 경계가 좋은 원형의 저에코 병변으로 보인다고 알려져 있다.^{16,19} 관상면과 시상면 모두에서 저에코 종괴를 확인할 수 있으나,^{12,16,18,19-21} 대부분의 연구에서 중족골 사이 관상면에서 크기 4~5 mm 이상의 저에코성 종괴를 진단 기준으로 삼고 있다.^{8,11,15} 그러나 Quinn 등⁴은 저에코 종괴의 직경과 높이, 길이 중에서 시상면에서의 길이 측정만이 물톤 신경종과 다른 질환들의 감별 기준으로서 유의하게 의미가 있다고 하였고, 최근 연구들에서 관상면에서 직경 5 mm 미만의 작은 신경종도 충분히 증상을 일으킬 수 있다고 보고되는 등,^{7,15} 관상면에서 측정된 물톤 신경종의 크기만으로는 물론 신경종으로 진단하기는 어려울 것으로 생각된다. 또한 시상면에서 확인할 수 있는 지간 신경과의 연결은 진단의 신뢰도를 높여주는 것으로 알려져 있다.^{4,11,15,22,23} 따라서 저자들은 종괴의 시상면에서 크기 측정이 진단적 가치가 더 높을 것으로 판단하고 시상면에서 종괴의 크기도 함께 측정하였다. 이전의 연구에서 김 등²¹이 17구의 사체에서 물톤 신경종의 시상면의 평균 크기가 7.5 mm임을 보고하였고, Quinn 등⁴에 의해 13±6 mm으로 보고된 바 있다. 본 연구에서 시상면에서의 물톤 신경종의 평균 크기는 8.5±2.5 mm을 보여 김 등²¹의 연구와 유사한 결과를 보였다. 향후 물톤 신경종의 초음파 검사에서 관상면 뿐만 아니라 시상면의 크기에 대한 진단 기준도 함께 정립되어야 할 것으로 생각한다.

지간 점액낭염과 물톤 신경종의 연관성은 Mulder²⁴에 의하여 처음으로 보고되었으며 특히 이 중에서 둘째와 셋째 지간의 점액낭염은 주변의 신경혈관 다발에 영향을 미칠 수 있다고 알려져 있다.²⁵⁻²⁷ 이후 Zanetti 등⁸은 물톤 신경종이 지간 점액낭염과 의미있는 상관 관계를 가진다고 보고하였고 Saphiro 등¹⁹은 55개의 물톤 신경종을 초음파로 연구하여 그 중 약 10%에서 지간 점액낭염이 동반되었다고 보고하였다. 본 연구에서는 초음파 검사에서 탐식자의 압박 시에 저에코 음영의 크기나 모양의 변화가 관찰되는 경우 물톤 신경종과 함께 지간 점액낭염이 동반되어 있다고 진단하였으며, 23.3%의 동반율을 보여 현재까지의 연구보다

높은 빈도를 보였다. 이는 고해상도 초음파 기기의 발달과 검사 술기의 발전으로 인해 저에코 음영에 대한 진단의 정확도 상승과 진단시 시상면에서 길이를 측정할 것이 점액낭염의 진단율에 미친 영향 때문으로 생각한다.

일반적으로 지간 점액낭은 3 mm의 크기까지는 증상없이 정상인에서 관찰될 수 있다.⁸ 물론 신경종과 지간 점액낭염은 초음파 검사에서 동일하게 저에코 종괴로 관찰될 수 있으며 두 질환이 동반된 경우 초음파 검사에서 저에코 종괴가 더 크게 관찰된다. 본 연구에서 물론 신경종과 지간 점액낭염이 동반된 경우 물론 신경종만 이환된 경우보다 평균 1.78 mm가 더 크게 관찰되었다. 또한 지간 점액낭염이 동반된 물론 신경종의 환자군은 물론 신경종만 존재하는 환자군에 비해 평균 증상 기간이 약 7개월 더 짧았다. 그 원인으로 점액낭염의 공간 점유에 따른 기계적 압박과 그로 인한 통증의 증가 등의 원인을 생각할 수 있으며 향후 이에 대한 추가적 연구가 필요할 것이다.

본 연구의 제한점으로는 첫 번째, 시상면에서 물론 신경종을 진단하는 정립된 기준이 없어, 임상적으로 관상면에서의 진단시에 쓰이는 5 mm 이상의 저에코성 종괴의 기준을 적용하여 시상면에서 초음파 검사 소견으로 물론 신경종을 진단하였다는 점이다. 그러므로 지금까지 보고된 연구에서의 물론 신경종의 빈도나 크기와 그 결과를 직접 비교하기에는 어려움이 있고, 향후 시상면과 관상면 모두에서 물론 신경종의 크기를 비교하는 연구가 필요하겠다. 두 번째, 초음파 탐식자의 압박에 의하여 저에코 종괴의 크기나 형태의 변화가 보일 때 지간 점액낭염이 동반되었다고 진단하였다는 점이다. 이것은 초음파 검사에서 낭종이나 점액낭염과 같이 병소의 내부가 삼출액으로 구성된 경우 압박에 따른 형태의 변화가 있다는 임상적인 감별 방법만을 이용한 것으로²⁸ 향후 연구에서는 저에코성 종괴의 압박 전과 후의 변화 양상 이 외에 지간 점액낭염의 객관적 진단 기준의 제시가 필요하겠다. 마지막으로 전족부 통증의 양상, 정도에 대한 평가, 다양한 이학적 검사와 함께 고해상도 초음파 검사를 실시하여 지간 점액낭염의 초음파적 진단의 의의를 높이는 연구가 필요할 것이다.

결 론

본 연구에서 물론 신경종은 다발성을 보였고 일반적으로 알려져 있는 세번째 지간 뿐 아니라 두번째 지간에서도 그 발생 빈도가 높았다. 물론 신경종과 지간 점액낭염의 동반 빈도는 23.3%로 초음파 검사에서 물론 신경종을 진단시 지간 점액낭염의 동반 유무를 고려하여야 하겠다. 지간 점액낭염이 동반된 물론 신경종은 물론 신경종만 있는 경우보다 초음파 검사에서 저에코 종괴의 크기가 크고 증상 기간이 의미있게 짧은 양상을 보였다. 향후 물론 신경종과 지간 점액낭염의 다양한 임상 양상에 대한 연구와 함께 초음파

검사서 시상면과 관상면에서 물론 신경종의 크기에 대한 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) Wu KK. Morton neuroma and metatarsalgia. *Curr Opin Rheumatol* 2000; 12: 131-142
- 2) Lee JW, Han SH, Suh DS. Clinical result of conservative treatment and operative treatment for interdigital neuroma. *J Korean Foot Ankle Soc* 2006; 10: 31-36
- 3) Fanucci E, Masala S, Fabiano S, Perugia D, Squillaci E, Varrucchi V, Simonetti G. Treatment of intermetatarsal Morton's neuroma with alcohol injection under US guide: 10-month follow-up. *Eur Radiol* 2004; 14: 514-518
- 4) Quinn TJ, Jacobson JA, Craig JG, van Holsbeeck MT. Sonography of Morton's neuromas. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174: 1723-1728
- 5) Hassouna H, Singh D. Morton's metatarsalgia: pathogenesis, aetiology and current management. *Acta Orthop Belg* 2005; 71: 646-655
- 6) Zanetti M, Strehle JK, Zollinger H, Hodler J. Morton neuroma and fluid in the intermetatarsal bursae on MR images of 70 asymptomatic volunteers. *Radiology* 1997; 203: 516-520
- 7) Iagnocco A, Coari G, Palombi G, Valesini G. Sonography in the study of metatarsalgia. *J Rheumatol* 2001; 28: 1338-1340
- 8) Ashman CJ, Klecker RJ, Yu JS. Forefoot pain involving the metatarsal region: differential diagnosis with MR imaging. *Radiographics* 2001; 21: 1425-1440
- 9) Coari G, Paoletti F, Iagnocco A. Shoulder involvement in rheumatic diseases. Sonographic findings. *J Rheumatol* 1999; 26: 668-673
- 10) Mellado JM, Salvad E, Camins A, Ramos A, Merino X, Calmet J, Sauri A. Fluid collections and juxta-articular cystic lesions of the shoulder: spectrum of MRI findings. *Eur Radiol* 2002; 12: 650-659
- 11) Lee MJ, Kim S, Huh YM, Song HT, Lee SA, Lee JW, Suh JS. Morton neuroma: evaluated with ultrasonography and MR imaging. *Korean J Radiol* 2007; 8: 148-155
- 12) Beggs I. Sonographic appearances of nerve tumors. *J Clin Ultrasound* 1999; 27: 363-368
- 13) Chew K, Stevens KJ, Wang TG, Fredericson M, Lew HL. Introduction to diagnostic musculoskeletal ultrasound: part 2: examination of the lower limb. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87: 238-248
- 14) Yoon SM, Choi YS, Yoon MJ, Song MG, Yoon YK, Lee KT, Ahn HS, Cha JH, Kim YS. Sonographic evaluation of interdigital (Morton) neuroma. *J Korean Soc Ultrasound Med* 1997; 16: 187-191
- 15) Lee KT, Kim HC, Choi YS, Kim DH. The ultrasonographic diagnosis of interdigital neuroma and result of surgical excision. *J Korean Orthop Assoc* 1999; 34: 963-967

- 16) Redd RA, Peters VJ, Emery SF, Branch HM, Rifkin MD. Morton neuroma: sonographic evaluation. *Radiology* 1989; 171: 415-417
- 17) Yoo SH, Kim BH, Chu IT, Chang YJ. Factors affecting on conservative treatment of morton's neuroma. *J Korean Foot Ankle Soc* 2005; 9: 131-134
- 18) Bencardino J, Rosenberg ZS, Beltran J, Liu X, Marty-Delfaut E. Morton's neuroma: is it always symptomatic? *Am J Roentgenol* 2000; 175: 649-653
- 19) Shapiro PP, Shapiro SL. Sonographic evaluation of interdigital neuromas. *Foot Ankle Int* 1995; 16: 604-606
- 20) Sobiesk GA, Wertheimer SJ, Schulz R, Dalfovo M. Sonographic evaluation of interdigital neuromas. *Clinical series. J Foot Ankle Surg* 1997; 36: 364-366
- 21) Kim JY, Choi JH, Lee KT, Young KW, Park JM. Anatomical study of interdigital neuroma occurring site and the deep transverse metatarsal ligament. *J Korean Foot Ankle Soc* 2007; 11: 182-186
- 22) Weinfeld SB, Myerson MS. Interdigital neuritis: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 1996; 4: 328-335
- 23) Fabio M, Enzo S, Walter G, Giacomo G. *Musculoskeletal Sonography*, 1st ed, Milano: Springer-Verlag Italia, 2007, 150-151
- 24) Mulder JD. The causative mechanism in Morton's metatarsalgia. *J Bone Joint Surg Br* 1951; 33: 94-95
- 25) Bossley CJ, Cairney PC. The intermetatarsophalangeal bursa--its significance in Morton's metatarsalgia. *J Bone Joint Surg Br* 1980; 62: 184-187
- 26) Awerbuch MS, Shephard E, Vernon-Roberts B. Morton's metatarsalgia due to intermetatarsophalangeal bursitis as an early manifestation of rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 1982; 167: 214-221
- 27) Alexander IJ, Johnson KA, Parr JW. Morton's neuroma: a review of recent concepts. *Orthopedics* 1987; 10: 103-106
- 28) Fabio M, Enzo S, Walter G, Giacomo G. *Musculoskeletal Sonography*, 1st ed, Milano: Springer-Verlag Italia, 2007, 128-129