

ORIGINAL ARTICLE

대한족부족관절학회지: 제15권 제1호 2011
J Korean Foot Ankle Soc. Vol. 15. No. 1. pp.1-6, 2011

횡족근 관절의 단일 및 이중 유합술의 비교

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

윤현국 · 이종석 · 이진우

Comparison of Single and Double Fusions in Transverse Tarsal Joint

Hyunkook Youn, M.D., Jongseok Lee, M.D., Jin Woo Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: The purpose of this study was to compare the clinical and radiological results of single and double fusions in the transverse tarsal joint.

Materials and Methods: Between December 2000 and April 2009, 16 patients (16 feet) who had been treated by fusion of transverse tarsal joint were included in this study. In 8 patients, only talonavicular joint was fused and in the other 8 patients, both talonavicular and calcaneocuboid joints were fused simultaneously. We have measured talo-first metatarsal angle, calcaneal pitch angle, talonavicular coverage angle and presence of adjacent joint arthritis for radiological assessment at both preoperative and last visit. Furthermore, we have evaluated Visual Analogue Scale (VAS), American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score and patient's satisfaction.

Results: In a single fusion group, VAS was improved from 6.4 ± 1.4 to 0.8 ± 1.0 ($p=0.0011$) and AOFAS score was improved from 63.8 ± 6.2 to 89.4 ± 9.8 ($p=0.0012$). In a double fusion group, VAS was improved from 8.0 ± 0.75 to 2.0 ± 1.8 ($p=0.0011$) and AOFAS score was improved from 60.5 ± 11.2 to 89.5 ± 6.0 ($p=0.0012$). In the difference of talo-first metatarsal angle between two groups, a single fused group was more improved than a double fused group ($p=0.04$).

Conclusion: Both single and double fusions are useful and attractive treatment for the transverse tarsal joint arthritis. Furthermore, a single fusion has advantages of less invasiveness and preserving some degree of hindfoot motion and could be an effective alternative to a double fusion if patient meets appropriate criteria through careful preoperative evaluation.

Key Words: Transverse tarsal joint, Single fusion, Double fusion

서 론

횡족근 관절과 거골하 관절은 서로 유기적으로 상호 작용하는 복합체로서 특히 거주상 관절의 단일 유합만으로도 상당한 정도의 거골하 관절의 운동 제한이 발생한다.¹⁾ 이러한 횡족근 관절 내의 단일 및 이중 유합술과 이에 거골하 관절 유합술을 더한 삼중 유합술 간의 임상 비교는 그동안 많이 연구되어 왔다.²⁻⁶⁾ 그러나 횡족근 관절 내에서 거주상

Received : January 21, 2011 Revised : February 16, 2011

Accepted : February 22, 2011

• **Jin Woo Lee, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, 134 Sinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: +82-2-2228-2190 Fax: +82-2-363-1139

E-mail: ljwos@yuhs.ac

* 본 논문의 요지는 2010년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

관절 단일 유합과 거주상 관절 및 종입방 관절 모두를 포함한 이중 유합과의 비교 연구는 현재까지 그 수가 많지 않고 각각의 결과에 있어서도 논란의 여지가 많다. Clain과 Baxter⁷⁾는 류마티스성 관절염 환자에서 거주상 관절만 이화된 경우에 종입방 관절 유합을 추가하더라도 그 술식 자체의 불리함보다 술 후 안정성 면에서 더 유리하다고 하였고 후경골근 기능 부전의 치료에 있어서도 거주상 관절의 유합만으로는 충분한 안정성을 얻을 수 없는 경우가 많아 단일보다 이중 유합술을 더 선호한다고 보고하였다. 반면 Thelen 등⁸⁾은 거주상 관절이 삼중 유합체에서 가장 중요한 관절이므로 거주상 관절의 단일 유합술 이후에도 이중 유합과 비슷한 안정성을 얻을 수 있으며 최소 침습적이고 부작용도 적어 단일 유합술이 더 좋다고 보고하였다. 또한 두 수술을 시행하기 위한 적절한 적응증을 결정함에 있어서도 다양한 이견이 있으며 술자 개인의 선호도에 따라 수술 범위가 결정되는 경우가 많다. 본 연구에서는 단일 및 이중 유합술 후의 임상적 및 방사선학적 결과를 평가하여 횡족근 관절에 국한된 관절염의 치료 시 유합 범위의 결정에 있어서 도움이 되고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2000년 12월부터 2009년 4월까지 거골하 관절염이 없이 횡족근 관절의 관절염에 대하여 거주상 관절만의 단일 유합술(single fusion) 혹은 거주상 및 종입방 관절에 대한 이중 유합술(double fusion)을 시행한 환자 중 1년 이상의 추시가 가능했던 16예(단일 유합술 8예, 이중 유합술 8예)를 대상으로 하였다. 수술 당시 평균 나이는 55.5 (33~71)세이었고 모든 예에서 여성이었다. 우측이 7예, 좌측이 9예이었고 술 후 평균 추시 기간은 24.3 (12~72)개월이었다(Table 1). 유합을 시행하게 된 원인으로는 원발성 골관절염이 7예, 류마티스성 관절염 3예, 외상후 관절염 3예 그리고 후방 경골근 기능 부전이 3예로 원발성 골관절염이

Table 1. Patient's Descriptions

Characteristics	n=16
Gender (male:female)	0:16
Age (years)*	55.5 (33~71)
Follow-up period (months)*	24.3 (12~72)
Site (right:left)	7:9
Extent of fusion (single:double)	8:8

*Mean (range).

가장 많았고 두 군간의 유합 원인 분포에 있어서는 큰 차이를 보이지는 않았다(Table 2).

2. 평가 방법

임상적 평가는 술 전 및 최종 추시시 미국 정형외과 족부 족관절 학회(American Orthopaedic Foot and Ankle Society)의 중족부 점수와 통증 지수(Visual Analogue Scale)를 측정하였고 최종 추시상 주관적 환자 만족도(subjective patient's satisfaction)를 4단계(우수, 양호, 보통, 불량)로 나누어 분석하였다. 방사선학적 평가로는 체중 부하 상태에서 족부 전후면 사진과 측면 사진을 촬영하여 술 전 및 최종 추시시의 거골-제1중족골간각(talus-first metatarsal angle), 종골 경사각(calcaneal pitch angle) 및 거주상골 피복각(talonavicular coverage angle) 등을 측정 비교하였고 술 후 유합되기까지의 기간과 인접 관절의 퇴행성 관절염의 발생 여부를 측정하였다. 통계학적 분석은 SPSS (version 12.0.1; SPSS Inc., Chicago, IL)를 이용하였다. 전체 환자의 술 전 및 술 후 호전 정도의 분석은 Wilcoxon signed rank 검정을 이용하였고 단일 및 이중 유합술을 시행한 각 군간의 비교에 있어서는 Mann-Whitney 검정을 이용하였으며 통계학적 유의 수준은 p 값이 0.05 미만인 경우로 규정하였다.

3. 적응증, 수술 방법 및 술 후 재할

수술의 적응증은 술 전 방사선 검사에서 해당 관절의 관절염 소견이 보이면서 환자의 임상 증상과 상호 연관성이 있는 경우에만 유합술을 시행하였다. 즉, 단일 유합을 시행한 8예에 있어서는 전 예에서 술 전 단순 방사선 검사상 거주상 관절의 관절염 소견이 관찰되었고 이는 환자의 호소하는 증상과 일치하였으며 이 중 3예에서 종입방 관절의 경미한 관절염이 동반되어 있었으나 해당 부위의 압통이 없고 환자의 증상이 내측에 국한되었기에 종입방 관절의 유합술은 시행하지 않고 거주상 관절의 단일 유합술만 시행

Table 2. Causes of Transverse Tarsal Joint Fusion

Cause of fusion	(No.)*
Primary osteoarthritis	7
Rheumatoid arthritis	3
Post-traumatic arthritis	3
Posterior tibial tendon dysfunction	3

*No., number of cases.



Figure 1. A case of single fusion. The left foot of a 46 years-old woman with a primary osteoarthritis. (A) Preoperative standing dorsoplantar and lateral radiographs show a osteoarthritic change of talonavicular joint with a tenderness on this joint. (B) Single fusion was performed. And at the postoperative 2.5 months, the radiological union was made on the talonavicular fusion site. (C) At the postoperative 2 years, there is a mild arthritic change on adjacent naviculocuneiform joint without significant clinical symptom.

하였다(Fig. 1). 이중 유합을 시행한 8예에 있어서는 술 전 단순 방사선 검사상 6예에서 거주상 및 종입방 관절에 동시에 관절염이 관찰되었고 환자는 두 부위의 심한 통증 및 압통을 호소하였으며 2예에 있어서는 단순 방사선 검사에서 종입방 관절염이 관찰되지 않았으나 이 부위의 통증 및 압통을 호소하였기에 이에 대해 자기 공명 영상 검사를 시행하여 관절염 소견이 확인되어 종입방 관절까지를 포함한 이중 유합술을 시행하였다(Fig. 2). 수술방법으로 거주상 관절의 단일 유합의 경우 소독된 상태에서 C형 영상 유도 장치로 거주상 관절을 확인한 후 이를 중심으로 5 cm 정도의 내측 종절개를 시행하여 관절내 연골을 모두 깨끗이 제거하고 연골하골 부위의 출혈을 확인한 후에 고정하였다. 만약 수술 중 절제된 신선뼈가 있으면 이를 이식골로 사용하였고 모자라는 경우 자가 골반골 이식을 같이 시행하

였다. 수술 중 고정 위치는 후족부 및 전족부가 지평면에 골고루 닿도록 하는 것이 중요하므로 거골하 관절을 5도 외 반시키고 거주상 관절은 중립위 상태에서 한 개 혹은 다수의 4.0 mm 유관 나사를 이용하여 고정하였고 거주상 관절 및 종입방 관절 모두를 유합시키는 이중 유합의 경우 거주상 관절 절개선과 별개로 종입방 관절을 C형 영상 유도 장치로 확인한 후 새로운 종절개를 외측에 추가로 실시하여 시행하였다. 술 후 2주간 단하지 석고 부목을 시행하였고 이후 2주간 단하지 석고 캐스트를 더 착용한 이후 4주간 firm walker를 더 착용하게 하였는데 이때 체중 부하를 부분적으로 허용하여 1~2주의 적응기를 거쳐 완전 체중 부하를 유도하였으며 그 이후 일반 신발을 신게 하였다. 술 후 재활에 있어서 단일 및 이중 유합술을 구별하지 않고 동일하게 실시하였다.



Figure 2. A case of double fusion. The left foot of a 61 years-old woman with a rheumatoid arthritis. (A) Preoperative standing dorsoplantar radiographs shows a arthritic change of talonavicular joint only. (B) Preoperative MR T2 axial image shows a synovial hypertrophy (black arrow) around calcaneocuboid joint with a clinical tenderness. (C) Both joints were fused. And at the postoperative 3months, the radiological union was made on the talonavicular fusion site but the calcaneocuboid junction was not united. (D) At the last follow-up(postoperative 3 years), there is a complete union of both joints and she has satisfied with a excellent grade.

Table 3. Comparison of Clinical Outcomes between Single and Double Fusion Groups

		Preoperative	Last follow-up	p-value
VAS	Single fusion (n=8)	6.4±1.4	0.8±1.0	0.011*
	Double fusion (n=8)	8.0±0.75	2.0±1.8	0.011*
AOFAS score	Single fusion (n=8)	63.8±6.2	89.4±9.8	0.012*
	Double fusion (n=8)	60.5±11.2	89.5±6.0	0.012*

*Statistical significant value ($p < 0.05$).

결 과

임상적 평가로 단일 유합을 시행한 8예에서 AOFAS score는 술 전 63.8±6.2에서 최종 추시상 89.4±9.8 ($p = 0.012$), VAS는 술 전 6.4±1.4에서 최종 추시상 0.8±1.0로 호전되었고($p = 0.011$) 이는 통계적으로 모두 유의하였고 또한 이중 유합을 실시한 8예에서도 AOFAS score는 술 전

60.5±11.2에서 최종 추시상 89.5±6.0 ($p = 0.012$), VAS는 술 전 8.0±0.75에서 최종 추시상 2.0±1.8로 호전되었고 이 또한 통계적으로 유의하였다($p = 0.011$) (Table 3). 그러나 두 군간의 비교에서 최종 추시의 AOFAS score는 호전 정도가 비슷하여 유의적인 차이를 보이지 않았으며($p = 0.88$) 최종 추시의 VAS는 단일 유합을 시행한 군에서 이중 유합을 시행한 군보다 더 호전되었으나 통계적으로 유의하지

고 찰

는 않았다($p=0.16$). 최종 추시시 주관적 만족도의 경우 단일 유합에서 우수 5예와 양호 3예, 이중 유합에서 우수 3예와 양호 5예로 모두 만족할 만한 결과를 얻었으며 두 군간 유의한 차이는 없었다($p=0.25$) (Table 4). 방사선학적 평가로 단일 유합을 시행한 8예에서 거골-제1중족골간각은 술 전 $2.6\pm 2.4^\circ$ 에서 최종 추시상 $1.6\pm 1.3^\circ$ 로 호전되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.1$) 이중 유합을 실시한 8예에서도 술 전 $6.3\pm 5.6^\circ$ 에서 최종 추시 $4.7\pm 3.4^\circ$ 로 호전되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.13$) (Table 5). 종골 경사각 및 거주상골 피복각의 경우에는 단일 유합군에서 술 전 각각 $15.3\pm 8.1^\circ$, $5.1\pm 5.7^\circ$ 에서 술 후 $15.7\pm 8.1^\circ$, $0.9\pm 0.7^\circ$ 로 호전되었으나 모두 통계적으로 유의하지는 않았고($p=0.58$, $p=0.06$) 이중 유합군에서도 술 전 각각 $8.0\pm 7.5^\circ$, $13.0\pm 11.4^\circ$ 에서 술 후 $8.3\pm 7.2^\circ$, $7.0\pm 9.9^\circ$ 로 호전되었으나 통계적 유의성은 없었다($p=0.49$, $p=0.07$). 두군 간의 비교에 있어서는 종골 경사각의 경우 단일 유합군에서 호전 정도가 더 컸으나 통계적으로 유의하지는 않았으며($p=0.2$) 거주상골 피복각의 경우에도 단일 유합군에서 거의 정상치로의 회복이 이루어져 호전 정도가 더 컸으나 두군 간의 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다($p=0.08$).

술 후 유합까지의 걸린 기간을 두 군 간에 비교해 보았을 때 단일 유합의 경우 평균 2.6 ± 0.4 개월, 이중 유합의 경우 평균 2.9 ± 0.8 개월이 소요되었고 유의한 차이를 보이지는 않았다($p=0.43$). 술 후 추시 방사선 추적상 인접 관절의 퇴행성 변화가 단일 유합의 경우 주상골~제1설상골간 1예, 이중 유합의 경우 입방골~제5 중족골간 1예 관찰되었으나 임상적으로 의미 있는 증상을 유발하지는 않았고 후족부 관절염의 진행은 없었다.

Table 4. Postoperative Patient's Satisfaction

	Single fusion (n=8)	Double fusion (n=8)
Excellent	5	3
Good	3	5
Fair	0	0
Poor	0	0

Table 5. Comparison of Radiological Outcomes between Single and Double Fusion Groups

		Preoperative ($^\circ$)	Last follow-up ($^\circ$)	p-value
TFMA*	Single fusion (n=8)	2.6 ± 2.4	1.6 ± 1.3	0.1
	Double fusion (n=8)	6.3 ± 5.6	4.7 ± 3.4	0.13
CPA†	Single fusion (n=8)	15.3 ± 8.1	15.7 ± 8.1	0.58
	Double fusion (n=8)	8.0 ± 7.5	8.3 ± 7.2	0.49
TCA‡	Single fusion (n=8)	5.1 ± 5.7	0.9 ± 0.7	0.06
	Double fusion (n=8)	13.0 ± 11.4	7.0 ± 9.9	0.07

*TFMA, talus-first metatarsal angle; †CPA, calcaneal pitch angle; ‡TCA, talonavicular coverage angle.

횡족근 관절은 거주상 관절과 종입방 관절로 구성되어 있고 잠김과 폴립 기전에 의해 보행 시 족부 안정성 부여 및 체중 전달의 중요한 역할을 담당하고 있다.¹⁾ 그러나 이러한 작용은 횡족근 관절 단독으로 이루어지는 것이 아니라 근위부의 거골하 관절과 유기적 상호 작용에 의해 조절되므로 이를 삼중 유합체(triple joint complex)로 부르고 있다.^{9,10)} 그러므로 이 중 어느 한 관절의 기능 저하는 인접 관절 및 전체 하지 생역학에 큰 영향을 끼치게 되는데 특히 거주상 관절의 만성 기능 부전 시 내측 종아치의 감소와 전족부 외전 및 후족부 외반 등의 변형까지 초래할 수 있다. Astion 등¹¹⁾과 Wülker 등¹²⁾은 이러한 삼중 유합체 중 가장 핵심이 되는 관절은 거주상 관절로서 종입방 관절 유합 시 거주상 관절의 운동 제한은 67%에 불과하나 거주상 관절 단일 유합 시 나머지 거골하 관절이나 종입방 관절에 끼치는 운동 제한은 정상 범위의 8% 미만으로 줄어든다고 보고하였다. 즉, 생역학적인 측면에서 볼 때 거골하 관절의 내외번 운동이 가능하려면 주상골의 거골두 부위에서 회전이 필수적이므로 거주상 단일 유합만으로도 거골하 관절 및 횡족근 관절의 운동 제한이 발생하게 된다.^{7,13,14)} 그러므로 거골하 관절 부위에 통증이 있더라도 거주상 관절 단일 유합만으로도 후족부의 통증 경감 및 변형의 교정도 가능하게 된다. 그러나 종입방 관절 유합술을 추가하여 이중 유합술을 시행하게 되면 삼중 유합체의 안정성에 더 기여하는 측면은 있으나 거주상 관절 단일 유합 시보다 후족부의 운동 제한이 중대하게 증가하는 것은 아니므로 단일 유합술만으로도 좋은 결과를 보고하는 경우가 많다.^{7,8,15-20)} 본 연구에서는 방사선상 횡족근 관절염이 관찰되고 환자의 임상 증상과 일치하는 경우 유합술을 시행하였고 거골하 관절염이 있고 이것이 환자의 의미 있는 증상을 유발하는 경우에는 거골하 관절 유합술을 같이 시행하여 본 논문의 연구 대상에서 제외하였다. Clain과 Baxter⁷⁾는 유합의 범위를 결정하기 위해 술 전 관절의 손상 정도를 더 자세히 알

기 위해 컴퓨터 단층 촬영이나 자기 공명 영상 검사를 추가 하게 되면 유합의 범위를 줄이는 데 도움이 된다고 하였고 저자의 경우에도 환자가 거주상 및 종입방 관절 모두의 통증을 호소하지만 단순 방사선 검사상 거주상 관절염 소견은 관찰되나 종입방 관절의 비정상적인 소견이 없는 경우 자기 공명 영상 검사를 시행하여 이 부위의 관절염 유무를 재확인하여 양성인 경우 유합의 범위에 포함시켰다. 반면 단순 방사선 검사상 두 관절 모두의 관절염이 관찰되었으나 환자의 주증상이 거주상 관절에만 국한되고 종입방 관절염의 방사선 소견이 경미한 경우 이 부위에 2% 리도카인 용액 0.5 cc를 주사하여 환자의 호소하는 증상과 무관함을 확인하여 거주상 관절만의 단일 유합술을 시행하였다. 이중 유합술을 시행함으로써 생역학적으로 횡족근 관절의 안정성이 더 증가하여 이중 유합술이 더 우수하다는 주장도 있으나 이중 유합술에 비해 단일 유합술이 가지는 장점으로 술 후 통증 경감 및 변형 방지의 결과가 이중 유합술과 대등한 반면 연부 조직 박리는 더 적어 술 후 정상 정렬로의 회복만 이루어진다면 최소한의 유합도 추천할 만한 방법이고 이를 위해서는 술 전 신중한 평가를 통해서 적절한 적응증을 가지는 것이 가장 중요한데 자기 공명 영상 검사나 리도카인 통증 경감법 등이 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

본 연구에서는 단일 및 이중 유합술 모두 만족할 만한 결과를 얻었으며 특히 술기가 쉽고 연부 조직 박리를 최소화할 수 있는 단일 유합술만으로도 충분히 좋은 결과를 얻을 수 있어 거주상 관절에만 국한된 병변이거나 단순 방사선상 경미한 종입방 관절염이 동반되었다 하더라도 술 전 신중한 환자 평가를 통해서 환자의 주된 증상이 아닌 경우라고 판단이 된다면 유합의 범위를 최소화하여 치료하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

REFERENCE

1. **Sammarco VJ.** *The talonavicular and calcaneocuboid joints: Anatomy, biomechanics, and clinical management of the transverse tarsal joint.* *Foot Ankle Clin.* 2004;9:127-45.
2. **Coetzee JC, Castro MD.** *The indications and biomechanical rationale for various hindfoot procedures in the treatment of posterior tibialis tendon dysfunction.* *Foot Ankle Clin.* 2003; 8:453-9.
3. **Francisco R, Chiodo CP, Wilson MG.** *Management of the rigid adult acquired flatfoot deformity.* *Foot Ankle Clin.* 2007;

- 12:317-27.
4. **Mann RA, Beaman DN.** *Double arthrodesis in the adult.* *Clin Orthop Relat Res.* 1999;74-80.
5. **O'Malley MJ, Deland JT, Lee KT.** *Selective hindfoot arthrodesis for the treatment of adult acquired flatfoot deformity: An in vitro study.* *Foot Ankle Int.* 1995;16:411-7.
6. **Suckel A, Muller O, Herberts T, Langenstein P, Reize P, Wulker N.** *Talonavicular arthrodesis or triple arthrodesis: Peak pressure in the adjacent joints measured in 8 cadaver specimens.* *Acta Orthop.* 2007;78:592-7.
7. **Clain MR, Baxter DE.** *Simultaneous calcaneocuboid and talonavicular fusion. Long-term follow-up study.* *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76:133-6.
8. **Thelen S, Rütt J, Wild M, Lögters T, Windolf J, Koebke J.** *The influence of talonavicular versus double arthrodesis on load dependent motion of the midtarsal joint.* *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130:47-53.
9. **Wapner KL.** *Triple arthrodesis in adults.* *J Am Acad Orthop Surg.* 1998;6:188-96.
10. **Deland JT, Otis JC, Lee KT, Kenneally SM.** *Lateral column lengthening with calcaneocuboid fusion: Range of motion in the triple joint complex.* *Foot Ankle Int.* 1995;16:729-33.
11. **Astion DJ, Deland JT, Otis JC, Kenneally S.** *Motion of the hindfoot after simulated arthrodesis.* *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:241-6.
12. **Wulker N, Stukenborg C, Savory KM, Alfke D.** *Hindfoot motion after isolated and combined arthrodeses: Measurements in anatomic specimens.* *Foot Ankle Int.* 2000;21:921-7.
13. **Tanaka Y, Takakura Y, Taniguchi A, Sugimoto K, Kumai T, Fukui A.** *Partial tarsal arthrodesis for rheumatoid feet.* *Mod Rheumatol.* 2004;14:130-4.
14. **Fernández de Retana P, Maceira E, Fernández-Valencia JA, Suso S.** *Arthrodesis of the talonavicular-cuneiform joints in Müller-Weiss disease.* *Foot Ankle Clin.* 2004;9:65-72.
15. **Chen CH, Huang PJ, Chen TB, et al.** *Isolated talonavicular arthrodesis for talonavicular arthritis.* *Foot Ankle Int.* 2001; 22:633-6.
16. **Chiodo CP, Martín T, Wilson MG.** *A technique for isolated arthrodesis for inflammatory arthritis of the talonavicular joint.* *Foot Ankle Int.* 2000;21:307-10.
17. **Fogel GR, Katoh Y, Rand JA, Chao EY.** *Talonavicular arthrodesis for isolated arthrosis: 9.5-year results and gait analysis.* *Foot Ankle.* 1982;3:105-13.
18. **Fortín PT.** *Posterior tibial tendon insufficiency: Isolated fusion of the talonavicular joint.* *Foot Ankle Clin.* 2001;6:137-51.
19. **Yu GV, Shook JE.** *Rearfoot arthrodesis. Part 2: Selected arthrodesis.* In: *Banks AS, Downey MS, Martin DE, Miller SJ, ed. McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. 1193-218.*
20. **Weinheimer D.** *Talonavicular arthrodesis.* *Clin Podiatr Med Surg.* 2004;21:227-40.