

# Comparação da estabilidade das osteotomias em crescente proximal e chevron diafisário do primeiro metatarsal

First metatarsal proximal crescent and chevron shaft osteotomies stability comparison

José Antônio Veiga Sanhudo<sup>1</sup>, Geraldo Caron Angeli<sup>2</sup>

## Resumo

**Objetivo:** A correção da deformidade em halux valgo envolve habitualmente a realização de uma osteotomia no primeiro metatarsal, para promover o realinhamento do primeiro raio. O local e o tipo da osteotomia são motivos de discussão mesmo entre especialistas. Este estudo teve por objetivo comparar a estabilidade das osteotomias em crescente proximal e chevron diafisário, que são recomendadas para correção de deformidades moderadas e severas, e utilizou como padrão ouro a osteotomia em chevron clássico, técnica recomendada para correção de deformidades leves, mas que é reconhecida por sua alta estabilidade intrínseca. **Métodos:** Foi comparada a estabilidade das osteotomias em chevron diafisário e crescente proximal do primeiro metatarsal, realizadas em ossos plásticos e fixadas conforme as recomendações clínicas. A osteotomia em chevron clássico foi realizada em um grupo controle e serviu como padrão ouro. As três técnicas de osteotomia foram realizadas em 15 modelos plásticos de primeiro raio. Nos modelos foram aplicadas pressões na região plantar da cabeça do metatarsal até que ocorresse a falha na fixação da montagem. Curvas de força versus deslocamento foram obtidas para calcular a resistência das técnicas empregadas. As diferenças estatísticas entre os três grupos foram determinadas pelo teste de Kruskal-Wallis. **Resultados:** O grupo da osteotomia em crescente foi o menos estável dos três. Particularmente importante é a maior rigidez do grupo da osteotomia em chevron diafisário em relação ao grupo da osteotomia em crescente, pois as duas técnicas se propõem a corrigir deformidades moderadas e severas. **Conclusão:** Baseado em modelos de osso plástico, a osteotomia em chevron diafisário, fixada com três miniparafusos é mais estável do que a osteotomia em crescente proximal, fixada com um parafuso de pequenos fragmentos. A utilização clínica da osteotomia em chevron diafisário para correção de halux valgo moderado e grave pode diminuir a incidência de consolidação viciosa e metatarsalgia de transferência, comuns nos casos de perda da correção.

**Descritores:** Hallux valgus/cirurgia; Osteotomia/métodos; Deformidades do pé/cirurgia; Ossos do metatarso/cirurgia

## Abstract

**Objective:** The treatment of the bunion deformity usually require an osteotomy of the first ray. The kind and the site of the osteotomy have being discussed among the orthopaedic surgeons. The purpose of this study was to compare the stability of chevron shaft and proximal

### Correspondência

José Antônio Veiga Sanhudo  
Rua Borges do Canto, 22  
CEP 90630-020 - Porto Alegre/RS  
Fone/Fax: (51) 33333252  
Email: jsanhudo@ceotrs.com.br

### Data de recebimento

21/09/07

### Data de aceite

12/04/08

<sup>1</sup> Coordenador do Grupo de Pé e Tornozelo do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital Mãe de Deus - Porto Alegre (RS), Brasil.

<sup>2</sup> Medico Ortopedista da Radioclin - Porto Alegre (RS), Brasil.

crescentic osteotomies, techniques recommended for correction of moderate and severe bunion deformities. The classic chevron was used as gold standard, even though the technique is recommended for correction of mild bunion deformities, it is recognized by its high intrinsic stability.

**Methods:** The stability of the chevron shaft, proximal crescent and distal chevron osteotomies, performed in sawbone models and fixated as clinically recommended was compared. The three osteotomy/fixation techniques were performed on 15 sawbone first ray. The models were loaded to failure at the fixation site by applying a load through the plantar surface of the first metatarsal head. Force versus displacement curves were obtained to calculate the failure load. Statistical differences among the three groups were determined by the Kruskal-Wallis test.

**Results:** The crescent osteotomy group was less stable than either the distal chevron osteotomy or the chevron shaft osteotomy group. The fact that the chevron shaft osteotomy group was more stable than the proximal crescent osteotomy group is very important, once they both are indicated for moderate and severe deformities. **Conclusion:** Based on sawbones models, the chevron shaft osteotomy fixated with three mini screws is more stable than the proximal crescentic osteotomy fixated with a single 3.5mm screw. The clinical use of chevron shaft osteotomy for correction of moderate to severe bunion deformities may decrease the incidence of dorsal malunion and transfer metatarsalgia.

**Keywords:** Hallux valgus/surgery; Osteotomia/methods; Foot deformities/surgery; Metatarsal bones/surgery

## INTRODUÇÃO

Mais de uma centena de técnicas cirúrgicas foram descritas para correção da deformidade em hálux valgo. Classicamente, deformidades leves são corrigidas por meio de osteotomias distais<sup>(1-5)</sup>, enquanto as deformidades moderadas e severas são tratadas por meio de osteotomias proximais<sup>(6-7)</sup>, mas com maior morbidade e maiores chances de complicações<sup>(8)</sup>. Frequentemente, a correção obtida durante a cirurgia nas deformidades severas é perdida no pós-operatório, pela baixa estabilidade da técnica empregada. As osteotomias diafisárias foram desenvolvidas com o objetivo de preencher a lacuna existente entre a estabilidade das osteotomias distais e a maior capacidade de correção das osteotomias proximais<sup>(9)</sup>.

Este estudo teve por objetivo comparar a estabilidade das osteotomias em crescente proximal e chevron diafisário, que são recomendadas para correção de deformidades moderadas e graves.

## MÉTODOS

Levando-se em consideração os dados da literatura, foi realizado o cálculo de tamanho de amostra, aplicando-se um alfa de 0,05, um poder de 90% e uma diferença das médias de 1,5, chegou-se ao tamanho amostral total de 14 peças. Para que os grupos ficassem igualmente distribuídos optou-se pela inclusão de cinco peças em cada grupo, totalizando-se 15. Desta forma, os 15 modelos plásticos de primeiro raios do pé (falange proximal e distal do hálux, primeiro metatarsal, cuneiforme medial e navicular) foram fixados num tubo de PVC com cimento ortopédico, em uma angulação plantar de 20°, simulando a posição ortostática do primeiro metatarsal em relação ao solo. Os 15 modelos foram divididos em três grupos de cinco peças e cada grupo foi submetido aos cortes específicos de uma das três técnicas cirúrgicas estuda-

das. Os três grupos, cada um consistindo de cinco modelos, foram testados e comparados biomecanicamente.

### Técnica das osteotomias

Todos os passos dos procedimentos, em todos os modelos, foram realizados pelo mesmo cirurgião (um dos autores). A técnica de chevron distal foi realizada com uma micro-serra: uma osteotomia em “V” horizontal foi realizada com o ápice do “V” no centro da cabeça do metatarsal e os braços da osteotomia formando um ângulo de 60° entre si, conforme a técnica original<sup>(2)</sup>. O fragmento distal foi deslocado cinco milímetros (mm) lateralmente e fixado ao fragmento proximal com dois parafusos compressivos (com rosca parcial) de mini-fragmentos, de dois mm de espessura.

A osteotomia em crescente proximal foi realizada um centímetro (cm) distal à articulação tarso-metatarsica, com uma serra de lâmina curva e com a concavidade dirigida proximalmente, conforme popularizado por Roger Mann<sup>(6)</sup>. Antes de realizar o corte, uma broca de 3,5mm foi introduzida a aproximadamente 1,0cm distal do local em que o corte foi realizado. Após realizar o corte e rodar o fragmento distal, uma broca de 2,5mm foi utilizada para completar o orifício. Depois de passar o macho, um parafuso cortical previamente mensurado foi introduzido de dorsal para plantar, fixando a montagem.

A osteotomia em chevron diafisária foi realizada conforme a técnica original:<sup>(10-11)</sup> por meio de uma micro-serra foi realizada uma osteotomia em “V” horizontal, com o ápice do “V” no centro da cabeça do metatarsal e com os braços da osteotomia formando um ângulo de 30-40° entre si, fazendo com que o braço superior da osteotomia atravessasse toda a diáfise e alcançasse a região metafisária proximal do primeiro metatarsal. O fragmento distal foi rodado, deslocado lateralmente 10mm e fixado ao fragmento proximal por meio de três parafusos compressivos de mini-fragmentos,

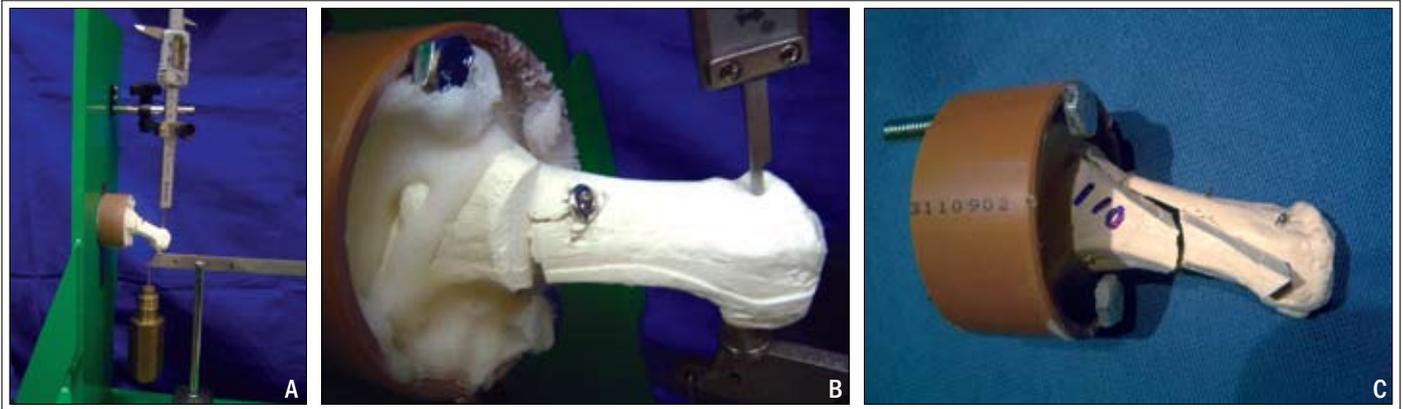


Figura 1 - A) Aparato com o modelo a ser testado. Observe a angulação do primeiro raio e o taquímetro digital posicionado sobre a cabeça do metatarsal e que registra em milímetros o deslocamento dorsal que decorre da pressão aplicada na região plantar do modelo. B) modelo de osteotomia em crescente demonstrando a falha da montagem por fratura (seta fina) e desvio dorsal do fragmento distal. C) modelo de osteotomia em chevron diafisário demonstrando a falha da montagem por fratura do fragmento proximal (seta grossa) e deslocamento dorsal do fragmento distal.

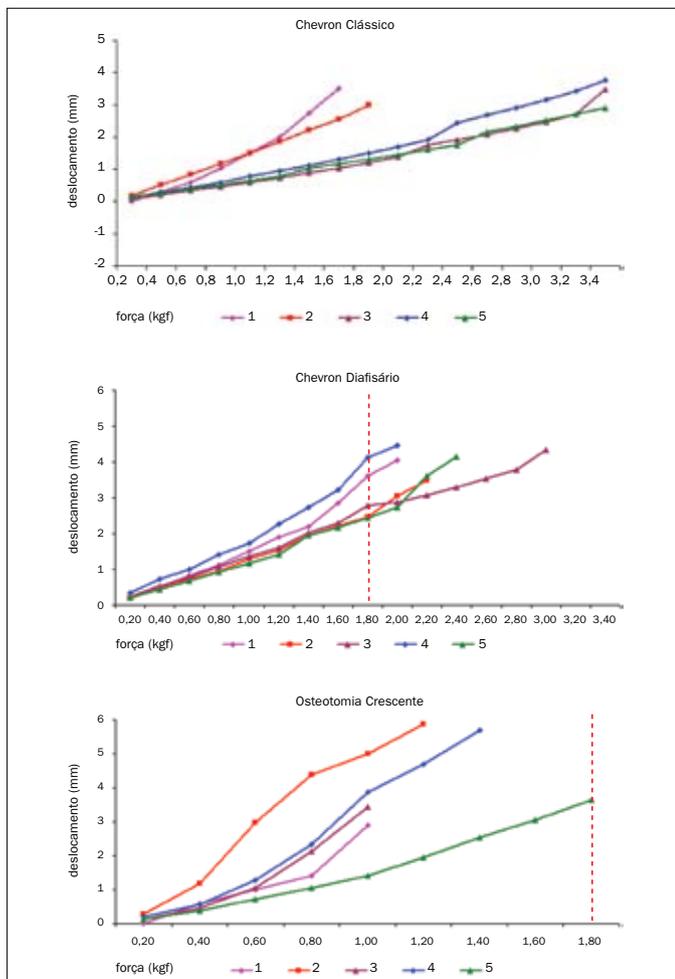


Figura 2 - Gráficos demonstrando o grau de deslocamento ocasionado pela força aplicada em cada um dos modelos, de cada um dos grupos. Observe que deslocamentos mais significativos e as falhas mais precoces ocorreram com pressões relativamente mais baixas no grupo da osteotomia em crescente, comparado aos demais grupos. Observe que o nível de pressão máxima suportada por um modelo do grupo da osteotomia em crescente foi 1,8 kgf. Neste nível, nenhum modelo havia falhado no grupo do chevron diafisário.

de 2mm de espessura, introduzidos de plantar para dorsal e o mais equidistantes possível entre si.

A localização dos parafusos em todos os modelos ficou óbvia no momento da fixação, dispensando a utilização de estudos radiográficos para controle.

Utilizando um aparato montado especificamente para este tipo de teste (Figura 1A) cada modelo foi submetido à aplicação de uma força dirigida dorsalmente na região plantar da cabeça do primeiro metatarsal. A carga em quilograma força (kgf) foi aplicada em um intervalo de cinco segundos, simulando o ciclo da marcha humana, até que ocorresse a falha. Cada modelo foi examinado para determinar o tipo e o local da falha. Curvas de força versus deslocamento foram obtidas para calcular o nível de falência dos modelos (Figura 2). Diferenças estatísticas entre os três grupos foram determinadas empregando o teste de Kruskal-Wallis.

## RESULTADOS

Todos os modelos falharam por soltura do(s) implante(s) ou por “fratura” de um dos fragmentos no local do corte (Figuras 1B e 1C).

O grupo da osteotomia em chevron clássico foi o mais estável, com uma média de resistência de 2,88 kgf(±1,10) e o grupo da osteotomia em crescente foi o menos estável dos três. Porém tanto o grupo da osteotomia em chevron clássico como o grupo da osteotomia em chevron diafisário foram estatisticamente mais estáveis do que o grupo da osteotomia em crescente. A média de resistência de osteotomia em chevron diafisária foi 2,32 kgf (±0,46), quase o dobro da média de resistência da osteotomia em crescente que foi 1,24 kgf (±0,38) o que foi, pelo teste de Kruskal-Wallis, estatisticamente significativa.

## DISCUSSÃO

Embora o hálux valgo tenha sido descrito há muitos anos, sua etiologia, fisiopatogenia e a melhor forma para o seu tratamento são ainda muito controversas. Muitas técnicas foram e continuam sendo desenvolvidas para a correção do hálux valgo. Cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens próprias, que as tornam utilizáveis por um número maior ou menor de cirurgiões.

A osteotomia em chevron distal, descrita por Austin em 1981<sup>(1)</sup>, é uma das técnicas mais utilizadas para a correção de deformidades em hálux valgo leve. A estabilidade intrínseca da técnica, a sua reprodutibilidade e o alto índice de bons resultados alcançados em estudos clínicos, são os maiores responsáveis pela sua popularidade<sup>(2,4-5)</sup>.

A osteotomia em crescente foi preconizada por Mann<sup>(6)</sup>, pela sua capacidade de corrigir deformidades severas sem encurtamento significativo do primeiro metatarsal. Porém, vários trabalhos têm apontado o alto índice de complicações relativas ao retardo de consolidação e à consolidação viciosa do primeiro metatarsal, que podem ocasionar lesões de transferência<sup>(12-14)</sup>. Foi demonstrado que a perda da redução e a angulação da osteotomia ocorrem em torno de três a quatro meses após a cirurgia, o que sugere que essas complicações são secundárias à baixa estabilidade da técnica<sup>(13)</sup>.

Já a osteotomia em chevron diafisário, tem por objetivo preencher a lacuna existente entre a estabilidade das osteotomias distais e a capacidade de correção das osteotomias proximais. Os resultados clínicos obtidos, embora escassos, e em análise são animadores, uma vez que o número de bons resultados é significativamente alto. Não foi observada perda da redução nos casos operados, exceto na vigência de um evento traumático<sup>(10-11)</sup>.

Comparações biomecânicas entre os tipos de osteotomia para correção de hálux valgo e suas formas de fixação já foram realizadas por outros autores<sup>(14-19)</sup>. Acevedo et al. comparam biomecanicamente cinco tipos de osteotomias do primeiro metatarsal (crescente, chevron proximal, Ludloff, Mau e Scarf) em modelos de osso plástico e observaram que a osteotomia em crescente foi significativamente mais fraca em fadiga, do que as osteotomias em chevron proximal e Mau<sup>(15)</sup>. McCluskey et al. comparam a estabilidade entre as osteotomias em crescente proximal e chevron proximal fixadas com fio de Kirschner e com parafuso em pés de cadáveres. A osteotomia em crescente proximal fixada com parafuso apresentou estabilidade biomecânica semelhante à osteotomia em chevron proximal fixada com fio de Kirschner, mas foi significativamente menos estável que a osteotomia em chevron proximal fixada com parafuso<sup>(16)</sup>. Campbell et al. demonstraram a superioridade

biomecânica da osteotomia de base biplanar em cunha de fechamento, fixada com placa plantar, comparada a osteotomia em crescente proximal clássica<sup>(17)</sup>.

Nós analisamos biomecanicamente as três osteotomias supramencionadas, utilizando os métodos de fixação habitualmente empregados *in vivo*, com o objetivo principal de comparar a estabilidade dos grupos crescente proximal e chevron diafisário, utilizando o grupo do chevron clássico com padrão ouro. Embora tenhamos utilizado osso plástico, tentamos reproduzir as condições fisiológicas, posicionando os testes com 20° de inclinação plantar e aplicando a força em um intervalo de tempo similar ao esforço do metatarsal, durante o ciclo da marcha. A força máxima sob a cabeça do primeiro metatarsal durante a marcha normal é estimada em torno de 23% do peso do corpo, o que representa aproximadamente 175N de força num indivíduo com 77 quilogramas (kg)<sup>(12)</sup>. Os resultados do nosso trabalho não podem ser extrapolados diretamente para condições *in vivo*, uma vez que outros fatores estabilizantes importantes, como os tecidos moles (especialmente os ligamentos, os tendões e a fásia plantar) não foram testados. A utilização de osso plástico no lugar do osso de cadáveres, por outro lado, nos possibilita uma avaliação mais uniforme, uma vez que não há variação da estrutura de um modelo para outro. Apesar das restrições do trabalho, este nos propicia uma ótima comparação biomecânica entre os três tipos de osteotomia, o que certamente pode influenciar nas decisões clínicas futuras.

A análise biomecânica neste trabalho demonstrou a maior resistência e estabilidade das osteotomias em chevron clássico e chevron diafisário, fixadas com dois e três mini-parafusos, respectivamente, em relação à osteotomia em crescente fixada com um parafuso cortical 3,5 mm. A maior estabilidade do grupo da osteotomia em chevron diafisário em relação ao grupo da osteotomia em crescente, decorre possivelmente da possibilidade de fixação com um número maior de parafusos no primeiro grupo, ainda que menores, mas que podem assegurar uma rigidez maior à montagem, do que a fixação com um parafuso isolado. A possibilidade de fixação com mais de um parafuso, porém, é decorrente do formato da osteotomia em chevron diafisário e representa uma vantagem deste tipo de osteotomia sobre a osteotomia em crescente proximal, que proporciona uma área de contato relativamente menor entre os fragmentos.

Os resultados apresentados são biomecanicamente relevantes, mas outros fatores devem ser considerados em relação à escolha da técnica cirúrgica a ser empregada pelos ortopedistas, como o grau da deformidade, o tamanho relativo do primeiro metatarsal, a presença de alterações articu-

lares degenerativas, as dificuldades técnicas e a disponibilidade de instrumental e implantes adequados.

## CONCLUSÃO

Baseado em modelos de osso plástico, a osteotomia em chevron diafisário fixada com três miniparafusos é mais estável do que a osteotomia em crescente proximal fixada com um parafuso de pequenos fragmentos. A utilização clínica da osteotomia em chevron diafisário para correção de halux

valgo moderado e grave pode diminuir a incidência de consolidação viciosa e metatarsalgia de transferência, comuns nos casos de perda da correção.

A possibilidade de corrigir deformidades graves com a mesma segurança que se têm na correção de deformidades leves, torna a osteotomia em chevron diafisário uma alternativa atraente para utilização clínica. Estudos clínicos futuros são necessários, porém, para comprovar os resultados obtidos nesses testes e transformá-los em benefícios reais para os pacientes com deformidade em hálux valgo.

## REFERÊNCIAS

1. Fokter SK, Podobnick J, Vengust V. Late results of modified Mitchell procedure for the treatment of hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 1999;20:296-300.
2. Austin DW, Leventen EO. A new osteotomy for hallux valgus: a horizontally directed "V" displacement osteotomy of the metatarsal head for hallux valgus and primus varus. *Clin Orthop Relat Res.* 1981;(157):25-30.
3. Nery C, Barroco R, Réssio C. Biplanar chevron osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2002;23(9):792-8.
4. Nery CAS. Osteotomia em "chevron" para tratamento do hálux valgo: Parte 1. Avaliação clínico-radiológica e estudo trigonométrico. *Rev Bras Ortop.* 1995;30(6):385-92.
5. Rossi WR, Ferreira JC. Chevron osteotomy for hallux valgus. *Foot Ankle.* 1992;13(7):378-81.
6. Mann RA, Rudicel S, Graves SC. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(1):124-9.
7. Sammarco GJ, Brainard BJ, Sammarco VJ. Bunion correction using proximal Chevron osteotomy. *Foot Ankle.* 1993;14(1):8-14.
8. Thordarson DB, Leventen EO. Hallux valgus correction with proximal metatarsal osteotomy: two-year follow-up. *Foot Ankle.* 1992;13(6):321-6.
9. Weil LS. Scarf osteotomy for correction of hallux valgus. Historical perspective, surgical technique, and results. *Foot Ankle Clin.* 2000;5(3):559-80.
10. Sanhudo JAV. Correction of moderate to severe hallux valgus deformity by a modified chevron shaft osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2006;27(8):581-5.
11. Sanhudo JAV. Modificação da osteotomia em "chevron" para correção do hálux valgo moderado a grave. *Rev Bras Ortop.* 2005;40(6):297-304.
12. Hutton WC, Dhanendran M. The mechanics of normal and hallux valgus feet- a quantitative study. *Clin Orthop Relat Res.* 1981;(157):7-13.
13. Jahss MH, Troy AI, Kummer F. Roentgenographic and mathematical analysis of first metatarsal osteotomies for metatarsus primus varus: a comparative study. *Foot Ankle.* 1985;5(6):280-321.
14. Lippert FG 3<sup>rd</sup>, McDermott JE. Crescentic osteotomy for hallux valgus: a biomechanical study of variables affecting the final position of the first metatarsal. *Foot Ankle.* 1991;11(4):204-7.
15. Acevedo JI, Sammarco VJ, Boucher HR, Parks BG, Schon LC, Myerson MS. Mechanical comparison of cyclic loading in five different first metatarsal shaft osteotomies. *Foot Ankle Int.* 2002;23(8):711-6.
16. McCluskey LC, Johnson JE, Wynarsky GT, Harris GF. Comparison of stability of proximal crescentic metatarsal osteotomy and proximal horizontal "V" osteotomy. *Foot Ankle Int.* 1994;15(5):263-70.
17. Campbell JT, Schon LC, Parks BG, Wang Y, Berger BI. Mechanical comparison of biplanar proximal closing wedge osteotomy with plantar plate fixation versus crescentic osteotomy with screw fixation for the correction of metatarsus primus varus. *Foot Ankle Int.* 1998;19(5):293-9.
18. Henning EE, Dalmolin F, De Bem AAM, Thomé PRO, Sanches PRS. Estudo biomecânico comparativo de dois métodos de fixação da osteotomia de Hohmann. *Rev Bras Ortop.* 1997;32(6):462-8.
19. Stamatis ED, Navid DO, Parks BG, Myerson MS. Strength of fixation of Ludloff metatarsal osteotomy utilizing three different types of kirschner wires: a biomechanical study. *Foot Ankle Int.* 2003;24(10):805-11.