

INVESTIGACIÓN

# Estudio cadavérico de la anatomía vascular de la cabeza del primer metatarsiano con osteotomía en chevron distal con liberación lateral o no

MIGUEL A. ALCACER

*Centro Depetris de Ortopedia y Traumatología, Rosario, Santa Fe*

## RESUMEN

**Introducción:** El propósito de este trabajo fue estudiar la irrigación de la cabeza metatarsiana y sus cambios con la técnica empleada y determinar las causas de daño vascular y el riesgo de necrosis avascular.

**Materiales y métodos:** Se estudiaron 16 piezas cadavéricas de pies de adultos, sin patología vascular, divididos en: a) cuatro piezas formolizadas y conservadas mediante técnicas Mar II; b) cuatro piezas canalizadas en fresco en las arterias tibial posterior, anterior y peronea, inyectadas luego con látex RV620 coloreado de rojo; c) cuatro piezas igualmente tratadas antes con osteotomía en chevron sin liberación lateral y d) cuatro piezas igualmente tratadas antes con osteotomía en chevron con liberación lateral.

**Resultados:** Luego del estudio se encontró una extensa red arterial extraósea, con sitios de anastomosis entre la tibial posterior y la pedia. No se observaron grandes modificaciones en la irrigación con la osteotomía más liberación lateral en comparación con el grupo control. Se identificaron errores técnicos en la sobrepenetración de la hoja de sierra en la corteza lateral por no respetar las zonas de seguridad.

**Conclusiones:** Se constató la importancia de la preservación de la vasculatura pericapsular y de la liberación lateral minuciosa respetando las zonas de seguridad para evitar errores técnicos. No se observaron diferencias sustanciales en el daño vascular entre las piezas con osteotomía ampliada y las piezas de control, con lo que se llegó a la conclusión que la incidencia de necrosis es baja.

**PALABRAS CLAVE:** Vascularización de la cabeza metatarsiana. Osteotomía en chevron. Estudio cadavérico.

**CADAVER STUDY OF THE VASCULAR ANATOMY OF THE FIRST METATARSAL HEAD WITH DISTAL CHEVRON OSTEOTOMY WITH OR WITHOUT LATERAL RELEASE**

## ABSTRACT

**Background:** The aim of this work was to study the metatarsal head irrigation and its changes with the technique employed and to determine causes of vascular damage and "risk potential" for avascular necrosis.

**Methods:** 16 cadaver adult feet without vascular pathology were studied, divided into: a) 4 pieces in formol and preserved using Mar II techniques; b) 4 pieces canalized in fresh in Posterior Tibialis, Anterior and Peroneal Arteries, and later injected with latex RV 620, colored in red; c) 4 pieces equally treated with previous Chevron osteotomy without lateral release and d) 4 pieces equally treated with previous Chevron osteotomy with lateral release.

**Results:** After the study, an extensive extra osseous arterial tree was found, with anastomoses sites between the posterior tibial and pedial arteries. No big differences in the irrigation were noted with osteotomy and lateral release compared to the control group. Technical errors were identified in the excessive penetration of the saw blade because the safety zones had not been respected.

**Conclusions:** The preservation of the pericapsular vasculature and the meticulous lateral release ve proved important, respecting safety zones in order to avoid the above described technical mistakes. We have not verified substantial differences in vascular damage in specimens with extended osteotomy versus controls, thus concluding that the incidence of necrosis is low.

**KEY WORDS:** Vascularization of the metatarsal head. Chevron osteotomy. Cadaver study.

Recibido el 16-3-2005. Aceptado luego de la evaluación el 1-8-2005.

Correspondencia:

Dr. MIGUEL A. ALCACER  
Rioja 2640  
(2000) Rosario, Santa Fe  
malcacer@hotmail.com

La osteotomía metatarsiana distal en chevron es una técnica usada con frecuencia en el tratamiento del hallux valgus.<sup>1,2</sup>

Sus indicaciones son precisas: hallux valgus leve a moderado doloroso sin alteraciones degenerativas de la articulación, con un ángulo intermetatarsiano menor de 16° y metatarsofalángico menor de 35°.<sup>8</sup>

Es una técnica sencilla y confiable no exenta de complicaciones, de las cuales la más temida es la necrosis avascular de la cabeza metatarsiana como consecuencia del daño de la vasculatura extrínseca e intrínseca.<sup>11,12,14,16</sup>

Existen publicaciones que desalientan el uso de las osteotomías distales como consecuencia del daño vascular, sobre todo cuando se acompañan por liberación lateral.<sup>13</sup>

Esto ha causado controversias en cuanto al porcentaje de lesión vascular que provoca; por tal motivo el propósito de este trabajo ha sido:

- Estudiar la vascularización de la cabeza metatarsiana.
- Mostrar las relaciones anatómicas de los sitios de la osteotomía en chevron y liberación lateral con respecto a la irrigación extraósea de la cabeza metatarsiana.
- Determinar las causas de daño vascular y de riesgo de necrosis avascular, jerarquizando y cuantificando los vasos que puedan lesionarse.

## Materiales y métodos

Se estudiaron 16 piezas cadavéricas distales a la rodilla de pies de adultos, sin patología vascular, 12 de las cuales se obtuvieron de cadáveres frescos y cuatro fueron formolizadas y conservadas mediante técnicas Mar II.<sup>15</sup>

Las piezas fueron divididas en cuatro grupos de estudio:

- Cuatro piezas formolizadas y conservadas mediante técnica Mar II (grupo control).

- Cuatro piezas canalizadas en fresco en las arterias tibial posterior, anterior y peronea; luego inyectadas con látex RV620 coloreado de rojo (grupo control).
- Cuatro piezas igualmente tratadas antes con osteotomía en chevron sin liberación lateral.
- Cuatro piezas igualmente tratadas antes con osteotomía en chevron con liberación lateral.

Se canalizaron e inyectaron las piezas con látex RV620 teñido de rojo a través de catéteres número 35 dentro de las tres arterias usando presión manual, previa instilación con solución salina. Tras aguardar 24 horas para la solidificación del látex, se las conservó en formol (Fig. 1).

## Técnica quirúrgica

Se realizó la osteotomía distal en chevron modificada<sup>3,7,8,10</sup> en ocho piezas de cadáveres frescos, las que fueron luego canalizadas e inyectadas con látex teñido de rojo y conservadas en formol, cuatro sin liberación lateral y cuatro con ella.

Se realizó:

Abordaje longitudinal centrado en la articulación metatarsofalángica del hallux y disección del colgajo dermocelular.

Capsulotomía longitudinal en el mismo plano que la cutánea con especial atención en no disecar el lado plantar del cuello metatarsiano.

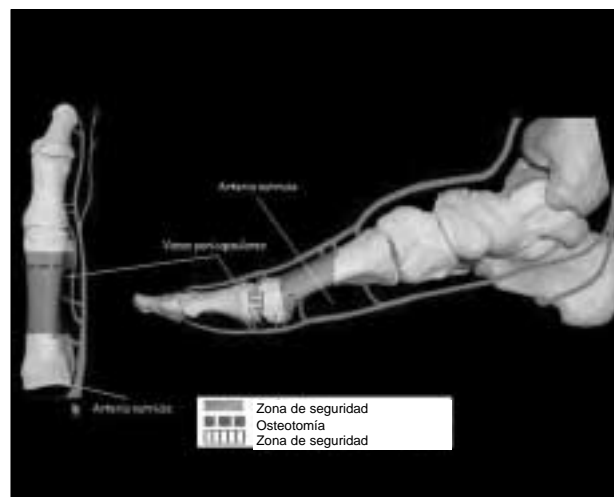
Exoctomía con microsierra sagital medial al surco epifisario.

Osteotomía a 10 mm de la superficie articular, efectuando el primer corte desde el vértice hasta el dorso y el segundo corte oblicuo hacia plantar y proximal con un ángulo resultante entre ambos de 80° a 90°.

Desplazamiento lateral de la cabeza metatarsiana entre 5 y 6 mm o el equivalente al tercio de su diámetro. Reducción y estabilización de la osteotomía. Resección del remanente óseo. Liberación lateral. Incisión en la cara dorsal del primer espacio intermetatarsiano. Disección del espacio dermocelular, identificando y reparando ramas que van a la cabeza. Tenotomía del



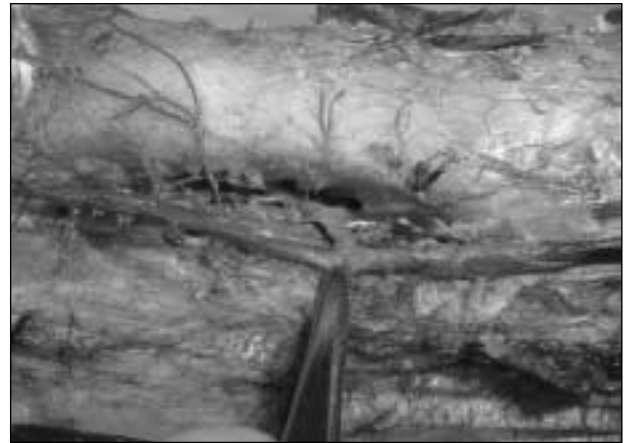
**Figura 1.** Piezas cadavéricas canalizadas e inyectadas con latex teñido de rojo.



**Figura 2.** Zona de seguridad (*safe zone*) descrita por Jones.



**Figura 3.** Origen de la primera arteria metatarsiana dorsal.



**Figura 4.** Primera arteria metatarsiana plantar.

tendón aductor sobre la base de la falange proximal y capsulotomía longitudinal inmediatamente dorsal al sesamoideo.

Hemos respetado las zonas de seguridad (*safe zones*) realizando los cortes de las osteotomías en el intervalo entre los vasos perforantes pericapsulares hacia distal y la arteria nutricia hacia proximal y la liberación lateral entre las perforantes que van a la cabeza metatarsiana y las que discurren hacia la falange proximal<sup>9</sup> (Fig. 2).

A continuación se procedió a la disección macroscópica y microscópica con lupa estereoscópica de 6,4 con 40 aumentos y a la descripción y cuantificación de los distintos vasos afluentes a la cabeza del primer metatarsiano, discriminados según caras lateral, medial, dorsal y plantar (grupos control y grupos con osteotomía con liberación lateral y sin ella).

## Resultados

Luego de realizar la disección de las 16 piezas cadavéricas, se procedió al estudio de la vascularización de los cuatro grupos siguiendo como patrón la nomenclatura descrita por Shereff<sup>18</sup> y Gilbert.<sup>5</sup>

Se constató una amplia y extensa red arterial extraósea de la cabeza metatarsiana con anastomosis entre la tibial posterior y la pedia.

### Descripción anatómica

Se estudió la vascularización de 16 piezas cadavéricas reconociendo tres arterias principales que irrigan la cabeza metatarsiana:

1. Primera arteria metatarsiana dorsal (rama de la pedia).
2. Primera arteria metatarsiana plantar (rama de la pedia).
3. Rama superficial de la arteria plantar medial (rama de la tibial posterior).

La primera arteria metatarsiana dorsal se origina distal a la pedia y cursa superficial al músculo interóseo dorsal (Fig. 3).

La primera arteria metatarsiana plantar (Fig. 4) se origina profundamente de la pedia, cursa en dirección oblicua y plantar al músculo interóseo dorsal y circunda el borde externo de la región proximal del primer metatarsiano para anastomosarse con la rama superficial de la arteria plantar medial (tibial posterior) a nivel de la epífisis plantar distal de la cabeza metatarsiana. Esta anastomosis emite ramas que se dirigen a la región pericapsular dorsomedial y plantar de la cabeza metatarsiana.

La primera arteria metatarsiana plantar continúa distal contorneando la región medioplantar de la cabeza metatarsiana y se divide en dos ramas terminales. En ese trayecto emite aproximadamente 10 ramas pequeñas que se dirigen al primero y el segundo dedo (región plantar).

La primera arteria metatarsiana dorsal da origen a tres ramas en su recorrido: la arteria dorsomedial del hallux, la descendente vertical y la arteria nutricia.

La arteria dorsomedial del hallux corre por la cara lateral de la diáfisis metatarsiana y emite dos a tres ramas perforantes a la cabeza y la cápsula dorsolateral.

La arteria descendente vertical corre plantar y profundamente para anastomosarse con la rama superficial de la arteria plantar medial.

La arteria nutricia penetra el tercio inferior central del primer metatarsiano y se divide en dos ramas: proximal y distal.

La rama superficial de la arteria plantar medial (Fig. 5) se origina de la tibial posterior y corre por la región medioplantar del primer metatarsiano para anastomosarse con la primera arteria metatarsiana plantar.

Se evaluaron las piezas divididas en los diferentes grupos y se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla).

Se encontraron las siguientes modificaciones en las distintas piezas estudiadas:

1. Lesión por liberación lateral de una de las ramas terminales de la arteria dorsomedial del hallux que irri-

**Tabla.** Muestra los procedimientos efectuados, las variaciones anatómicas de cada pieza y los resultados obtenidos

Pieza	Procedimiento	Nº de anastomosis	Nº ramas de arteria metatarsiana dorsal	Nº perforantes plantar/dorsal/lateral	Comentarios
1	Control	2	3	4/2/2	Importante red arterial extraósea en la región plantar de la cabeza metatarsiana
2	Chevron + liberación lateral	2	3	3/2/2	Lesión de la rama de arteria dorsomedial de hallux y de la rama terminal de la arteria metatarsiana dorsal (por liberación lateral)
3	Chevron	2	3	3/3/3	-
4	Control	2	3	4/2/2	-
5	Chevron	2	3	3/1/2	Lesión de arteria nutricia, rama de arteria metatarsiana dorsal por sobrepenetración lateral de la microsierra
6	Chevron + liberación lateral	2	3	4/2/3	Lesión de vasos pericapsulares provenientes de la arteria dorsomedial del hallux, rama de arteria metatarsiana dorsal por sobrepenetración lateral de la microsierra
7	Control	2	3	4/3/2	-
8	Chevron + liberación lateral	2	3	3/2/2	Lesión de rama de arteria metatarsiana plantar por sobrepenetración de la microsierra en corte plantar
9	Control	2	3	4/2/2	-
10	Chevron	2	3	3/2/4	-
11	Control	2	3	3/4/3	-
12	Chevron + liberación lateral	2	3	4/3/3	Lesión de arteria nutricia, rama de arteria metatarsiana dorsal por sobrepenetración lateral de la microsierra
13	Control	2	3	4/2/2	Importante red arterial extraósea en la región plantar de la cabeza metatarsiana
14	Control	2	3	3/4/2	-
15	Chevron	2	3	3/4/3	-
16	Control	2	3	4/2/4	Importante red arterial extraósea en la región plantar y lateral de la cabeza metatarsiana

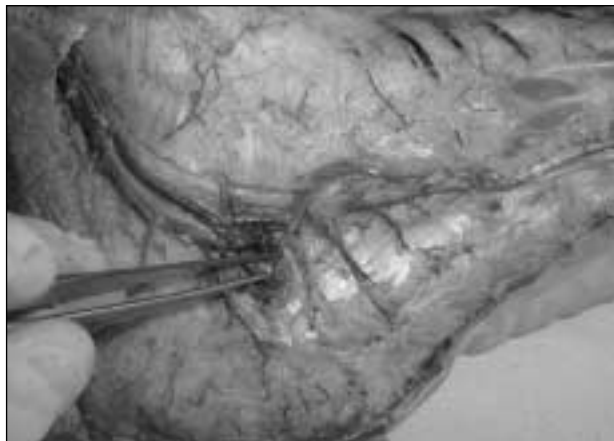
ga la región dorsolateral de la cabeza metatarsiana, rama de la primera arteria metatarsiana dorsal y lesión de la rama terminal de la primera arteria metatarsiana dorsal (una pieza con osteotomía en chevron más liberación lateral) (Fig. 6).

- Lesión de la arteria nutricia, rama de la primera metatarsiana dorsal por sobrepenetración de la microsierra en la corteza lateral (una pieza con osteotomía en chevron y una pieza con osteotomía en chevron más liberación lateral) (Fig. 7).
- Lesión de vasos pericapsulares provenientes de arteria dorsomedial del hallux, rama de la primera arteria metatarsiana dorsal por sobrepenetración lateral

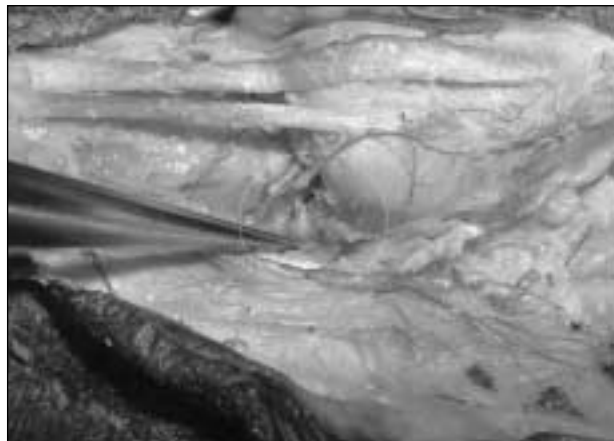
de la microsierra (una pieza con osteotomía en chevron más liberación lateral).

- Lesión de rama de la primera arteria metatarsiana plantar, que va a la cara medioplantar de la cabeza, por daño causado por la microsierra al realizar el corte plantar horizontal (una pieza con osteotomía en chevron más liberación lateral) (Fig. 8).
- Hemos constatado en la mayoría de las piezas diseccionadas una importante red arterial extraósea en las regiones plantar y lateral de la cabeza metatarsiana.

En resumen, no se han encontrado grandes diferencias en la vascularización entre los distintos grupos en estudio.



**Figura 5.** Rama superficial de la arteria plantar medial (tibial posterior).



**Figura 6.** Lesión de la rama terminal de la arteria dorsomedial del hallux por liberación lateral.



**Figura 7.** Lesión de la arteria nutricia por sobrepenetración de la microsierra en la corteza lateral.



**Figura 8.** Lesión de la primera arteria plantar medial producida por la microsierra.

## Discusión

La necrosis avascular de la cabeza metatarsiana es una de las complicaciones más temidas luego de la osteotomía en chevron, sobre todo cuando se acompaña por liberación lateral.<sup>13,18</sup>

En la revisión de los trabajos publicados en relación con esta complicación, uno solo, el de Meier y Kenzora, informa acerca de una incidencia de necrosis del 20% con osteotomía sola y de un 40% cuando ésta se acompaña por liberación lateral.<sup>13</sup>

Austin y Leventen informaron más de 1.200 osteotomías en chevron sin comunicar casos de necrosis avascular.<sup>12</sup>

Resch publicó un seguimiento con centellografías seriadas de 38 pacientes con osteotomía en chevron con liberación lateral o sin ella.

Se encontraron tres defectos centrales en los pacientes operados con chevron sola y un defecto en los pacientes con chevron más liberación lateral y se concluyó que la liberación lateral no incrementa el riesgo de necrosis.<sup>17</sup>

Peterson publicó una incidencia de necrosis del 2% en 82 osteotomías en chevron combinadas con liberación lateral y resaltó que una técnica minuciosa preserva la vascularización dorsal y plantar.<sup>16</sup>

Trnka relató tres casos de necrosis en 94 pacientes con osteotomía en chevron más liberación lateral.<sup>19</sup>

Estudios anatómicos han documentado una vascularización importante de la cabeza metatarsiana.<sup>4,6,20</sup>

Jones demostró en piezas cadavéricas que el daño vascular de la cabeza metatarsiana obedece únicamente a errores técnicos.<sup>9</sup>

Shereff demostró en un estudio anatómico una extensa red arteriolar perióstica y a nivel de la cápsula metatarsofalángica proveniente de las arterias metatarsiana dorsal, plantar y de la rama superficial de la arteria plantar medial.<sup>18</sup>

## Conclusiones

El estudio de la vascularización y los cambios producidos con la osteotomía en chevron con liberación lateral o

no comparados con grupos control nos permite arribar a las siguientes conclusiones:

Hemos encontrado una rica red arterial extraósea, proveniente de las caras dorsal, plantar, lateral y medial, constatándose una mayor irrigación en las zonas plantar y lateral.

Consideramos de suma relevancia respetar y reparar si es necesario los vasos que irrigan la cabeza metatarsiana, fundamentalmente de las zonas lateral y plantar, lugares donde son más frecuentes las lesiones por errores de técnica.

Es importante realizar el corte dorsal con precaución, colocando en la corteza lateral algún reparo (palanca) para evitar la lesión por sobrepenetración de la corteza lateral con la microsierra.

El corte plantar debe hacerse en forma cuidadosa, para evitar lesiones de la anastomosis plantar entre las ramas

de la tibial posterior y las ramas de la pedia. Las zonas de seguridad deben respetarse, tanto en los sitios de las osteotomías como en la liberación lateral.

Estamos convencidos de que la disección capsular y periosteal exagerada, con un amplio denudamiento de las partes blandas contribuye a lesionar los vasos que nutren la cabeza.

Creemos además que el uso de la microsierra con irrigación continua y la buena fijación de la osteotomía contribuyen a disminuir los riesgos de necrosis térmica y de pérdida de la revascularización intraósea respectivamente.

Por último, coincidimos con Jones<sup>9</sup> en que la realización de una técnica en chevron minuciosa, con liberación lateral o sin ella no compromete la circulación extraósea, por lo tanto, concluimos que la incidencia de necrosis séptica de la cabeza metatarsiana es baja.

### Referencias bibliográficas

1. **Austin D, Leventen E.** Results fo a new operation for hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am*;50(6):1255;1968.
2. **Austin D, 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*;(157):25-30;1981.
3. **Donnelly RE, Saltzman CL, Kile TA, et al.** Modified chevron osteotomy for hallux valgus. *Foot Ankle Int*;15(12):642-645; 1994.
4. **Edwards EA.** Anatomy of the small arteries of the foot and toes. *Acta Anat (Basel)*;41:81-96;1960.
5. **Gilbert A.** Composite tissue transfers from the foot: anatomic basis and surgical technique. In: Daniller AJ, Strauch B. *Symposium on microsurgery*. St. Louis: Mosby; 1976.pp.230-242.
6. **Jaworek TE.** The intrinsic vascular supply to the first metatarsal. Surgical considerations. *J Am Podiatry Assoc*;63(11):394-395;1973.
7. **Johnson KA, Cofield RH, Morrey BF.** Chevron osteotomy for hallux valgus. *Clin Orthop*;(142):44-47;1979.
8. **Johnson KA.** Chevron osteotomy of the first metatarsal. Patient selection and technique. *Cont Orthop*;3:707-711;1981.
9. **Jones KI, Feiwell LA, Freedman EL, et al.** The effect of chevron osteotomy with lateral capsular release on the blood supply to the first metatarsal head. *J Bone Joint Surg Am*;77(2):197-204;1995.
10. **Macklin Vadell A, Niño Gómez D, Rodríguez Castells F y cols.** Osteotomía distal en Chevron modificada para el tratamiento del hallux valgus. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*;63(1):70-74;1998.
11. **Mann RA.** Complications associated with the Chevron osteotomy. *Foot Ankle*;3(3):125-129;1982.
12. **Mann RA, Coughlin MJ.** *Hallux valgus and complications of hallux valgus*. 5 ed. St. Louis: Mosby; 1986.pp.65-131.
13. **Meier PJ, Kenzora JE.** The risks and benefits of distal first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle*;6(1):7-17;1985.
14. **Meisenhelder DA, Harkless LB, Patterson JW.** Avascular necrosis after first metatarsal head osteotomies. *J Foot Surg*; 23(6):429-435;1984.
15. **Mignaco R, Miguel JC.** Técnica para conservación de preparados anatómicos. *Revista Facultad de Ciencias Médicas*; 12(1);1978.
16. **Peterson DA, Zilberfarb JL, Greene MA, et al.** Avascular necrosis of the first metatarsal head: incidence in distal osteotomy combined with lateral soft tissue release. *Foot Ankle Int*;15(2):59-63;1994.
17. **Resch S, Stenstorm A, Gustafson T.** Circulatory disturbance of the first metatarsal head after Chevron osteotomy as shown by bone scintigraphy. *Foot Ankle*;13(3):137-142;1992.
18. **Shereff MJ, Yang QM, Kummer FJ.** Extraosseous and intraosseous arterial supply to the first metatarsal and metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle*;8(2):81-93;1987.
19. **Trnka HJ, Zemsch A, Easley ME, et al.** The Chevron osteotomy for correction of hallux valgus. Comparision of findings after two and five years of follow up. *J Bone Joint Surg Am*;82-A(10):1373-1378;2000.
20. **Zollinger H.** Idiopathic osteonecrosis in the head of the metatarsal. In: Arlet J, Ficat R. *Bone circulation*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1984.pp.286-294.