

ACTUALIZACIÓN

# Osteotomías del primer metatarsiano Estabilidad: fundamentos - fijación interna

EUGENIO F. ORTIZ y JUAN J. BLASNIK

*Policlínico de la Obra Social del Vidrio, Buenos Aires*

## Introducción. Consideraciones generales

El hallux valgus es una deformidad compleja y progresiva del antepié, de la cual la desviación lateral del hallux es sólo uno de los elementos constitutivos; el primer metatarsiano es el factor dominante, que adopta una desviación en varo acompañada por pronación e incremento del ángulo metatarsiano distal.

En los últimos años se ha constatado la existencia de una elevación total del primer metatarsiano, como un elemento constitutivo más que incrementa su inestabilidad.

La estabilidad de la primera articulación MTF está mantenida por la arquitectura articular y el mecanismo balanceado de ligamentos y tendones a su alrededor. Estos elementos son interdependientes, de tal forma que cuando la participación de cualquiera de ellos se altera, se rompe el equilibrio de todo el sistema.<sup>6</sup>

Cinco factores etiológicos condicionan la desviación del hallux:<sup>6,15</sup>

- Funcional: desequilibrio muscular de la cupla abductor-aductor.
- Estructural: metatarso primo varo.
- Intrínseco: laxitud ligamentaria.
- Intrínseco: inestabilidad o hipermovilidad de la primera articulación cuneometatarsiana, en ambos planos.
- Extrínseco: acción mecánica del calzado.

Cuál de estos factores actúa primero en la patogenia del hallux valgus sigue siendo materia de discusión y es muy difícil constatar la progresión en los distintos estadios, ya

que la mayoría de los pacientes consultan por hallux valgus ya constituidos, y no existen en la literatura médica muchas publicaciones que se refieran a la progresión de los hallux valgus no tratados.<sup>20</sup>

Otro tema en discusión es la falta de coincidencia en la ubicación anatómica de los sesamoideos y si lo que se observa es una "seudoluxación" producida por el desplazamiento y rotación de la cabeza metatarsiana como zona más débil, o si realmente los dos sesamoideos se desplazan hacia el espacio intermetatarsiano por la participación activa de las estructuras blandas.<sup>6,18,19</sup> Nos inclinamos por un mecanismo de participación mixto.

Por esta complejidad de la deformidad y por sus varios factores causales, se han desarrollado muchos tratamientos quirúrgicos a través del tiempo, algunos dirigidos a un solo aspecto de la deformidad, como la exostectomía simple, asociada con una capsuloplastia de retensado; la resección de la base de la primera falange (Keller) o el rebalanceo de las partes blandas (Silver).

Indudablemente todas ellas llevan al fracaso a mediano o largo plazo, al dejar a un lado la corrección del factor estructural primario dominante.

La corrección de las deformidades medianas a severas se logra con la combinación de un procedimiento sobre las partes blandas que afloje y rebalancee las estructuras afectadas, y un procedimiento de fondo destinado a corregir la deformidad del primer metatarsiano, lo cual se consigue a través de una osteotomía efectuada en alguno de los niveles del primer metatarsiano.

En general, los cirujanos utilizan las osteotomías en la corrección del hallux valgus por dos motivos: la reducción del ángulo intermetatarsiano y la alteración de la abducción de la faceta articular distal del metatarsiano.

Hay un acuerdo general en que la magnitud del ángulo intermetatarsiano determinará si la osteotomía debe efectuarse a nivel proximal, diafisario o distal. La concepción clásica determinaba que los ángulos inferiores a 15° debían ser tratados con osteotomías distales; los ángulos su-

Recibido el 21-9-2004.

Correspondencia:

Dr. EUGENIO ORTIZ

12 de octubre 16 Piso 12

(1870) Avellaneda, Buenos Aires

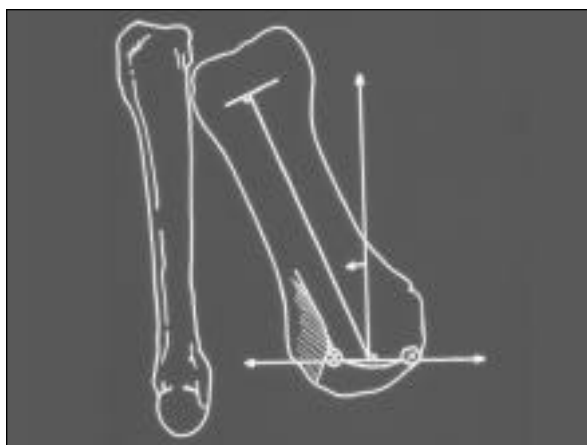
E-mail: ortizeugenio@hotmail.com

periores a los  $18^\circ$ , con osteotomías proximales; quedando una zona gris entre los  $15^\circ$ - $18^\circ$  donde tendrían cabida las osteotomías diafisarias, ubicadas entre estos dos niveles.<sup>29</sup> Este criterio ha sufrido modificaciones.

Si bien nos estamos refiriendo a las osteotomías del primer metatarsiano, no debemos olvidar el contexto general del antepié, ya que éste se comporta como una unidad anatomofuncional y biomecánica. Deben corregirse todas las estructuras afectadas y desalineadas en la misma sesión quirúrgica, siguiendo los principios de reconstrucción del antepié,<sup>3</sup> para ponerlo en las mejores condiciones de recuperar su capacidad funcional y su aspecto cosmético. La confección de un algoritmo para el tratamiento quirúrgico se basa en parámetros clinicorradiográficos, que miden el grado de hallux valgus y la existencia de una articulación MTF congruente, incongruente o artrósica, así como el mayor o menor grado de inestabilidad de la articulación cuneometatarsiana.<sup>16</sup> El análisis de estos parámetros permite determinar si se efectuarán osteotomías a nivel proximal, diafisario o distal, considerando básicamente el ángulo de varo I-II MT y el ángulo de abducción MTF.

Todo esto puede conducir a una buena corrección o a una corrección no satisfactoria. Así, podemos calcular con precisión el grado de varo entre el I y el II MT, e indicar una osteotomía que lo lleve a valores fisiológicos ( $8^\circ$ ), y a pesar de ello no lograr una buena alineación de la MTF, aun con una correcta liberación de las partes blandas. Esto nos lleva a concluir que los algoritmos convencionales deberían ser modificados, como muchos autores ya lo han hecho,<sup>28</sup> incluyendo la incorporación de nuevos parámetros radiográficos. Estos serían el ángulo de abducción de la faceta auricular distal del I MT o PASA<sup>19,22,28</sup> (*proximal articular set angle*), conocido también como DMMA, y el ángulo de inclinación de la superficie articular de la falange proximal del hallux o DASA (*digital articular set angle*) (Fig. 1).

También hemos observado que la mayoría de los algoritmos no incluyen el ángulo de declinación del primer meta-



**Figura 1.** Ángulo PASA o ángulo de abducción de la faceta articular distal del primer metatarsiano.

tarsiano en la radiografía de perfil, siendo que éste nos permite calcular el grado de inclinación que debería darse al IMT cuando practicamos una osteotomía a nivel proximal.<sup>22</sup>

El objetivo fundamental de las osteotomías del I MT será, entonces, modificar la relación entre el I y el II MT, pero al mismo tiempo, debemos pensar en la orientación de la articulación MTF. De ahí que aparezcan algunas modificaciones de las técnicas convencionales, como la osteotomía distal biplanar en chevron,<sup>19</sup> mediante la resección de una pequeña cuña dorsomedial, con el fin de realinear la orientación de la cabeza metatarsiana, aunque la indicación está limitada a los ángulos intermetatarsianos menores de  $16^\circ$  y PASA mayor de  $10^\circ$ . Pero también es cierto que la asociación de hallux valgus con ángulos I y II MT leves a moderados y PASA aumentados no es frecuente. Si el ángulo I y II MT es mayor de  $18^\circ$ , sin PASA aumentado, la ejecución de una osteotomía proximal logrará un buen resultado. Pero si el ángulo PASA está por encima de los  $10^\circ$ , no se obtendrá una buena corrección de la abducción MTF, a pesar de normalizar el ángulo intermetatarsiano y relajar al máximo todas las estructuras blandas. La posibilidad de realizar en forma adicional una osteotomía falángica de Akin puede conseguir alinear el hallux, pero a expensas de una deformidad que puede ser cosméticamente desagradable (Fig. 2).

La osteotomía diafisaria puede permitirnos mejorar el ángulo I y II MT y orientar la inclinación de la superficie articular metatarsiana. La osteotomía scarf cumple con este objetivo, al permitir una moderada rotación del fragmento distal, que incluye la cabeza metatarsiana.<sup>3</sup>

La ejecución de una doble osteotomía, proximal, para corregir el ángulo intermetatarsiano aumentado y distal en chevron para corregir el PASA, nos parece también una solución factible, propuesta por algunos autores.<sup>8</sup>

Una vez elaborado el algoritmo y seleccionado el procedimiento quirúrgico, se deberá analizar el grado de estabilidad de la osteotomía propuesta, ya que ello permite diseñar una osteotomía que no esté sujeta a despla-



**Figura 2.** Radiografía de frente de pie con carga que muestra una osteotomía falángica de Akin complementaria a una osteotomía en cuña cerrada de la base del primer metatarsiano.

mientos secundarios, defectos en la consolidación o pérdidas de la fijación ósea.

Lo hasta aquí expuesto está avalado por nuestra experiencia de más de treinta años en la cirugía del pie, realizando todas las intervenciones quirúrgicas conocidas, y desde hace más de quince años dedicados a las osteotomías del primer metatarsiano, en más de 200 casos, a nivel proximal y distal.

### Consideraciones anatómicas y biomecánicas del primer metatarsiano

Los metatarsianos son los únicos huesos largos que tienen una disposición anatómica horizontal y que, por lo tanto, soportan una importante cantidad de carga perpendicular a su eje durante la posición estática.<sup>25</sup>

El IMT tiene una estructura tridimensional y ha sido considerado un hueso de forma prismática, ya que se afina desde la metáfisis proximal hacia el hallux. Su cara lateral está suavemente curvada, siendo casi recto sobre su superficie dorsal y cóncavo en su cara planar. Este perfil le confiere la arquitectura de un arco, el cual es importante para resistir las cargas plantares y transferir las fuerzas a la cuña medial.<sup>17,24</sup> Las fuerzas que actúan sobre él se modifican durante la marcha, dependiente del plano de inclinación del IMT respecto del suelo, de la longitud del primer rayo y las fuerzas generadas por los músculos flexores plantares y la aponeurosis plantar a través del mecanismo *windlass* (tirante o cabestro).<sup>25,27</sup>

De acuerdo con los estudios efectuados por Stokes,<sup>27</sup> las fuerzas más importantes que actúan a nivel de la cabeza metatarsiana son una combinación de fuerzas directas que se transmiten a través de la cara plantar y el aparato glenasesamoideo y fuerzas reactivas que actúan a través de la propia articulación MTF (Fig. 3). Indudablemente las fuerzas que actúan en el plano sagital son las más estresantes y esto nos permite comprender por qué una osteotomía efectuada a nivel proximal puede sufrir desplazamientos dorsales, retardos de consolidación y pérdidas de la fijación ósea.<sup>12</sup> También la cara plantar de la diáfisis del IMT está sujeta a *strain* (fuerza deformantes) que pueden afectar las osteotomías que involucren esa área.

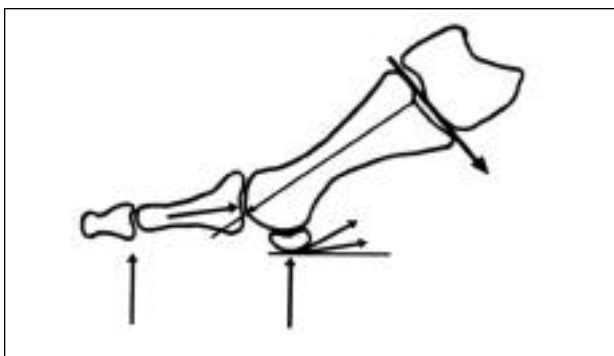


Figura 3. Fuerzas actuantes sobre la cabeza del primer MT.

### Fundamentos de la estabilidad de las osteotomías

La localización y el diseño de la osteotomía metatarsiana tienen un efecto decisivo sobre la estabilidad posoperatoria, en su capacidad para resistir fuerzas deformantes que actúen tanto en el plano transversal como en el sagital.

Las fuerzas aplicadas sobre la superficie plantar del pie tienen tres componentes,<sup>24</sup> de los cuales el vertical es el más importante, mientras los otros dos actúan en forma paralela a la superficie que soporta carga y son considerados fuerzas cizallantes que actúan en el plano anteroposterior y mediolateral. La fuerza vertical es la expresión de la gravedad, mientras las fuerzas cizallantes son la expresión de la fricción que se genera entre el pie y el suelo.

Cuando la osteotomía se efectúa proximal al metatarsiano, es mayor el efecto de traslación o rotación para lograr la posición final del fragmento distal, por el largo brazo de palanca del que se dispone.<sup>5,16,22</sup> Pero el sitio de la osteotomía estará sometido a un mayor estrés, debido al aumento de carga que se aplica sobre el fragmento distal. Clínicamente, los resultados son los defectos en la unión ósea, la consolidación en mala posición y la pérdida de fijación en comparación con la baja incidencia en las osteotomías distales (Fig. 4).

Cuando analizamos los distintos procedimientos descritos para la corrección de una metatarso primo varo (MPV), es necesario considerar el grado de estabilidad o inestabilidad intrínseca de la osteotomía propuesta, para resistir el desplazamiento dorsal o la recurrencia del varo.<sup>25</sup>

Exceptuando las osteotomías proximales con bisagra cortical conservada, el resto de las osteotomías son de trazo completo y dividen el metatarsiano en dos fragmentos separados. Esta división permite imprimir al fragmento distal movimientos de traslación y angulación, así como también aplicar distintos grados de rotación para lograr la posición final planificada.



Figura 4. Radiografía de perfil con carga podal de una osteotomía proximal donde se observa la consolidación con elevación del primer metatarsiano.

## Clasificación

Las osteotomías pueden clasificarse, considerando su grado de estabilidad, en intrínsecamente estables o intrínsecamente inestables. Esto se vincula a dos factores: uno, localización anatómica, dos, diseño geométrico.<sup>25,26</sup>

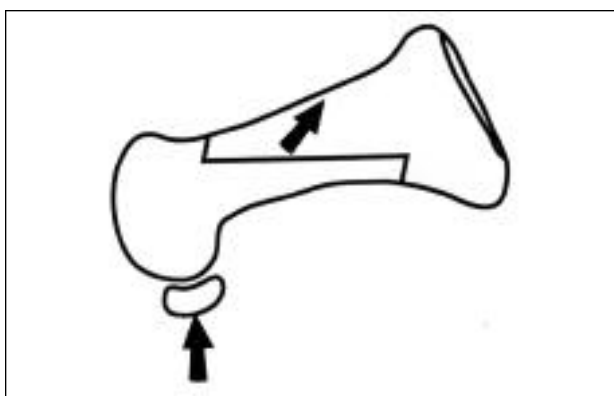
Cuanto más vertical sea el trazo de la osteotomía, más inestable será y cuando más horizontal sea el diseño, mayor estabilidad se logrará.

La estabilidad intrínseca permite que una osteotomía incorpore la transferencia directa de las fuerzas deformantes, desde el fragmento distal hacia el interior del fragmento proximal, por su diseño geométrico.

Las osteotomías que logran esta estabilidad en el plano sagital incluyen algunas, como la osteotomía distal en chevron o la osteotomía diafisaria tipo scarf.

En el caso de la osteotomía en chevron,<sup>2,23</sup> su estabilidad se incrementa cuando el cirujano impacta el fragmento distal dentro del fragmento proximal, lo que le garantiza hasta la posibilidad de lograr una consolidación sin desplazamiento secundario, aun sin ningún tipo de fijación interna, pero respetando los tiempos de carga.

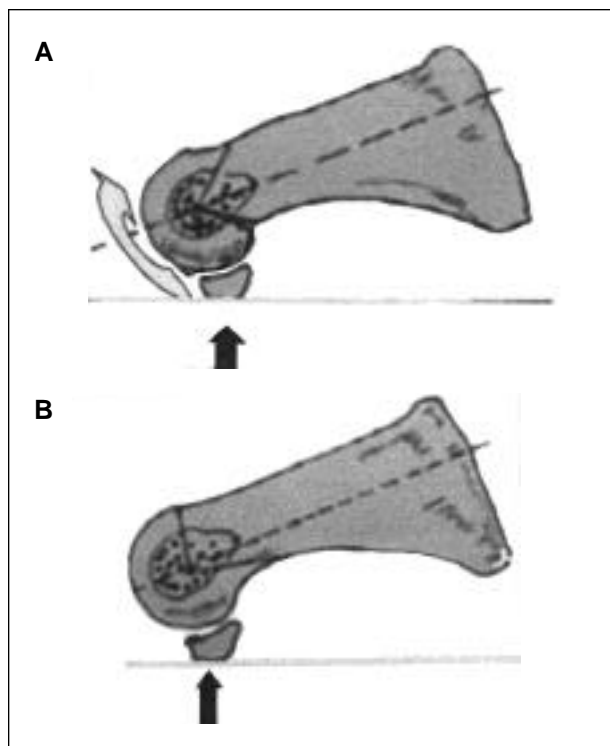
Una osteotomía con el trazo principal paralelo al plano de la superficie plantar produce una fuerza compresiva axial, cuando carga, de este modo, la osteotomía logra redireccionar las fuerzas de carga. Esto ocurre biomecánicamente en la osteotomía scarf, una de las más estables de las osteotomías conocidas. Fue Barouk<sup>3</sup> quien introdujo la modificación en el trazo de la osteotomía variando el diseño original, que era paralelo al eje longitudinal del hueso (Fig. 5).



**Figura 5.** La modificación de Barouk, con trazo paralelo a la superficie plantar, disminuye el estrés.

En la osteotomía en chevron distal convencional, con un ángulo de  $70^\circ$ , la estabilidad será mayor cuando el metatarsiano se orienta perpendicular al plano de carga, al producirse una fuerza compresiva sobre el vértice de la osteotomía. Si la rama plantar es corta, se produce una fuerza estresante de elevación, que puede desplazar dor-

salmente la cabeza (Fig. 6A). Si se modifica el trazo plantar, haciéndolo horizontal y paralelo a la superficie de carga<sup>10,14</sup> (K. Johnson), conformando un ángulo de  $80^\circ$  a  $90^\circ$  con la rama dorsal, se crea una fuerza compresiva estabilizante (Fig. 6B).



**Figura 6A y B.** Al modificar el trazo conformando un ángulo de  $80^\circ$ - $90^\circ$  con trazo plantar horizontal se crea una fuerza estabilizante.

Las osteotomías son intrínsecamente inestables, cuando como consecuencia de su localización y diseño geométrico, no ofrecen resistencia a las fuerzas deformantes y dependen de la fijación interna para contrarrestar esas fuerzas y mantener la posición lograda, hasta la consolidación definitiva.<sup>26</sup>

Entre estas osteotomías incluimos las que se orientan en un solo plano, con un trazo que puede dirigirse de dorsal y proximal hacia distal y plantar, o bien perpendicular a la diáfisis del metatarsiano. Como ejemplos, tenemos: la osteotomía en cuña por sustracción, la osteotomía cupuliforme tipo Mann y las osteotomías lineales por traslación (Figs. 7 y 8). Una variante de osteotomía proximal que ofrece alguna mayor estabilidad es la osteotomía en chevron proximal,<sup>12,18,23</sup> si se tiene la precaución de trazar la osteotomía con el vértice de la V distalmente, para permitir una distribución más uniforme de la carga repartida entre ambos fragmentos, disminuyendo el efecto estresante en la rama dorsal de la osteotomía.

Si comparamos las tres osteotomías podemos establecer las siguientes diferencias:<sup>6,9,18</sup> la osteotomía en cuña



**Figura 7.** Osteotomía proximal en cuña oblicua por sustracción.

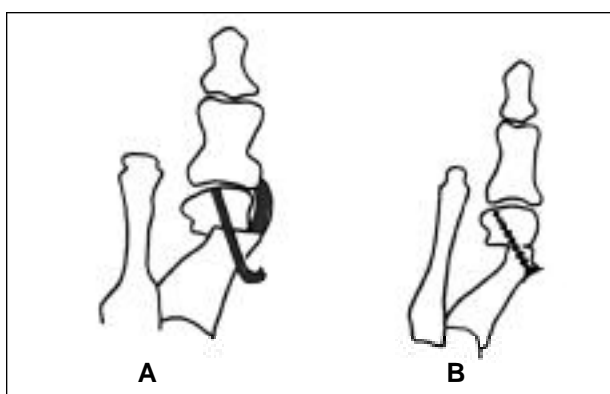


**Figura 8.** Osteotomía cupuliforme tipo Mann con agregado de osteotomía falángica de Akin.

por sustracción<sup>21</sup> es la que matemáticamente puede lograr la mejor corrección del varo,<sup>12</sup> pero a expensas de un importante acortamiento, que será mayor cuanto más ancho sea el ángulo de corte, que equivale al ancho de la cuña resecada.<sup>24</sup> Este es un excelente procedimiento cuando el IMT es de tipo index plus. Es la más inestable y puede producir elevación del fragmento distal. Necesita una fijación interna sólida.<sup>11</sup> La osteotomía concéntrica de Mann es un poco más estable y produce menor acortamiento. Puede consolidarse con alguna elevación del metatarsiano y transferir cargas a los metatarsianos laterales. Es también dependiente de su fijación interna.<sup>24,15</sup> La osteotomía en chevron proximal es más estable en el plano sagital, no produce acortamiento ni elevación del metatarsiano, hay menor transferencia de carga pero más limitaciones en la corrección del ángulo intermetatarsiano. Es menos dependiente de la fijación interna.<sup>7,25</sup> Las osteotomías transposicionales en el plano horizontal, efectuadas a nivel del cuello del metatarsiano, al margen de las complicaciones vasculares, son las

más críticas. Producen una corrección en grados igual al número de milímetros en que se traslada el fragmento distal, de tal forma que por cada milímetro de traslación se produce un grado de corrección I y II MT. Si consideramos que el diámetro del cuello oscila alrededor de 13-14 mm y que una traslación aceptable puede llegar a 5-6 mm, excederse en ella incrementa su inestabilidad.<sup>9,12,11</sup>

Dentro de estas osteotomías se incluyen algunas de uso corriente como la Mitchell, que es una combinación de transposición y resección segmentaria, y otras como la Homann-Ortiz,<sup>1</sup> o cualquier otro tipo de osteotomía transposicional (Fig. 9Ay B).



**Figura 9Ay B.** Osteotomías transposicionales distales.

Posiblemente y quizás el tiempo lo confirme, las modificaciones recientes que pueden realizarse de manera percutánea con cirugía mínimamente invasiva, como las introducidas por Kramer-Bosch,<sup>4,28</sup> puedan reducir estos problemas, aunque su indicación sigue limitada a los grados leves o moderados.

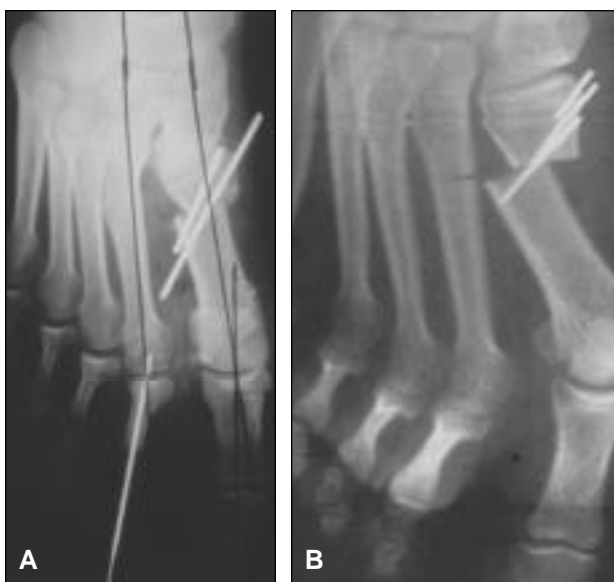
### Fundamento de la fijación interna

Cuando consideramos la fijación de una osteotomía, debemos tener en cuenta las fuerzas deformantes que actúan a través de ella y cuál será el medio de fijación más idóneo que permita contrarrestar esas fuerzas, evitando los desplazamientos secundarios y manteniendo la corrección hasta la consolidación definitiva.<sup>13,25,26</sup>

Las clavijas de acero inoxidable se usan universalmente para la estabilización de las osteotomías y se logran resultados satisfactorios con esta técnica. Tienen la ventaja de su fácil colocación y extracción, pero los inconvenientes de una fijación relativa. Las clavijas metálicas proporcionan una resistencia importante a las fuerzas perpendiculares a su eje, pero muy poca a las fuerzas que se aplican en forma paralela. La orientación de la clavija también actúa resistiendo a la deformidad, de acuerdo con el grado de oblicuidad con que se aplica. Si se aumenta la

oblicuidad de su trayectoria, contactará mayor cantidad de superficie cortical ósea, reduciendo el estrés a nivel del foco de osteotomía y transfiriendo fuerzas al fragmento proximal. De todas formas, el aflojamiento y la ruptura de los alambres son observaciones frecuentes (Fig. 10 A y B).<sup>13,25</sup>

Siempre deben colocarse dos clavijas cruzadas en distintos planos para evitar la rotación. Si se pasa una de las



**Figura 10.** A. Osteotomía transposicional proximal estabilizada con dos clavijas. B. Recurrencia del varo y ruptura de ambas clavijas.

clavijas a través de la primera cuña, se obtendrá mayor estabilidad porque se incrementa la superficie de contacto entre el hueso y la clavija y se disminuye el estrés sobre la osteotomía.

Los tornillos de fijación cortical ofrecen biomecánicamente mayor estabilidad que las clavijas y permiten una fijación más rígida y duradera.

La resistencia de las fuerzas perpendiculares al tornillo se incrementa como resultado de una mayor área de su superficie ósea en contacto con el tornillo. También éste proporciona mayor resistencia a las fuerzas que se aplican en forma axial a él, debido a la sujeción que le proporciona la rosca en los fragmentos óseos.

Un solo tornillo no proporciona resistencia a la rotación; ésta puede controlarse con una clavija perpendicular o con el agregado de un segundo tornillo.

Existe una variedad importante de tornillos: los de pequeños fragmentos son los más utilizados por su relativo bajo costo. Se puede disponer de tornillos canulados, que permiten la fijación previa con una clavija, así como de implantes más sofisticados, autoperforantes y con mayor capacidad para efectuar la compresión del foco de osteotomía, por su diseño especial con doble paso de rosca, y hasta un diámetro mínimo de 3 mm.

No debemos olvidar que los orificios producidos por los tornillos reducen la resistencia del hueso a las fuerzas de torsión, y que dos tornillos colocados en forma paralela pueden resultar contraproducentes por el estrés generado sobre el puente óseo intermedio, debido a la acción que produce la cupla de fuerzas paralelas sobre él.<sup>13</sup>

## Referencias bibliográficas

1. Amor RT, Asad C, Yáñez P. Hallux Valgus. Su tratamiento con el procedimiento de Hohmann-Ortiz. *Bol Trab Soc Argent Ortop Traumatol*;31(9):475-487;1966.
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*;157:25-30;1981.
3. Baroux LS. *Forefoot reconstruction*. Paris: Springer-Verlag; 2004.pp.17-65.
4. Bosch P, Wanke S, Legenstein R. Hallux valgus correction by the method of Bosch: a new technique with seven-to-ten-year follow-up. *Foot Ankle Clin*;5(3):485-498;2000.
5. Coughlin MJ. Hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am*;78(6):932-966;1996.
6. Dykyj D. Pathologic anatomy of hallux abducto valgus. *Clin Podiatr Med Surg*;6(1):15;1989.
7. Easley ME, Kiebzak GM, Davis WH, et al. Prospective, randomized comparison of proximal crescentic and proximal chevron osteotomies for correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int*;17(6):307-316;1996.
8. Fillinger EB, McGuire JW, Hesse DF, et al. Inherent stability of proximal first metatarsal osteotomies: a comparative analysis. *J Foot Ankle Surg*;37(4):292-302;1998.
9. Jahss MH, Troy AI, Kummer F. Roentgenographic and mathematical analysis of first metatarsal osteotomies for metatarsus primus varus: a comparative study. *Foot Ankle*;5(6):280-321;1985.
10. Johnson KA. Chevron osteotomy. In: Johnson KA. *The foot and ankle*. Cap. 4. New York: Raven Press; 1994.pp.31-48.

11. **Kummer FJ**. Mathematical analysis of first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle*;9(6):281-289;1989.
12. **Kummer FJ, Jahss MH**. Mathematic analysis of foot and ankle osteotomies. In: Jahss MH. Disorders of the foot and ankle. 2ª ed. Philadelphia: WB Saunders; 1991.pp.541-563.
13. **Landsman AS, Vogler HW**. An assessment of oblique base wedge osteotomy stability in the first metatarsal using different modes of internal fixation. *J Foot Surg*;31(3):211-218;1992.
14. **Macklin Vadell A, Niño Gómez D, Rodríguez Castells Fy col.** Osteotomía distal en Chevron modificada para el tratamiento del hallux valgus. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*;63(1):70-74;1998.
15. **Mann RA, Coughlin MJ**. Hallux valgus. Etiology, anatomy, treatment and surgical considerations. *Clin Orthop*;(157):31-41;1981.
16. **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*;74(1):124-129;1992.
17. **Martin B**. Biomechanical concepts of forefoot surgery. *Clin Podiatr Med Surg*;5(3):639-659;1988.
18. **Mc Glamry E**. First ray, hallux abducto valgus, an related deformities. In: Banks AS, Downey MS, Mc Glamry E. *Mc Glamry's comprehensive textbook of the foot and ankle surgery*. 2ª ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1992.pp.469-522.
19. **Migues A, Sotelano P, Solari G y col.** Corrección del hallux valgus con ángulo articular metatarsiano distal aumentado mediante osteotomía biplanar en chevon. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*;67(2):88-91;2002.
20. **Myerson MS, Edwards WH**. The etiology and pathogenesis of hallux valgus. *Foot Ankle*;2(4):583;1997.
21. **Nigro JS, Greger GM, Catanzariti AR**. Closing base wedge osteotomy. *J Foot Surg*;30(5):494-505;1991.
22. **Ortiz EF, Blasnik JJ, Cuniglio OM**. Criterios para la indicación de la osteotomía proximal del primer metatarsiano en la corrección del metatarsus primus varus en el hallux valgus (osteotomía en cuña cerrada). *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*;58(2):162-166;1993.
23. **Piccora RN**. The Austin bunionectomy: then and now. *Clin Podiatr Med Surg*;6(1):179-196;1989.
24. **Roy KJ**. Force, pressure, and motion measurements in the foot: current concepts. *Clin Podiatr Med Surg*;5(3):491-508;1988.
25. **Sammarco VJ, Acevedo J**. Stability and fixation techniques in first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Clin*;6(3):409-432;2001.
26. **Shereff MJ, Sobel MA, Kummer FJ**. The stability of fixation of first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle*;11(4):208-211;1991.
27. **Stokes IA, Hutton WC, Stott JR**. Forces acting on the metatarsals during normal walking. *J Anat*;129(3):579-590;1979.
28. **Viladot Perice R, Álvarez Goenaga F**. Propuesta de algoritmo en cirugía del hallux valgus. *Rev Ortop Traumatol (Ed Ibérica)*;46Ib(6):487-489;2002.
29. **Vogler HW**. Shaft osteotomies in hallux valgus reduction. *Clin Podiatr Med Surg*;6(1):47-69;1989.