



11245 4
29

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA
"MAGDALENA DE LAS SALINAS"
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**FRACTURAS DEL CALCaneo:
CONCEPTOS ACTUALES**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE
POSGRADO EN

TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA

P R E S E N T A:

DR. PEDRO MANUEL CASTRO HERRERA

ASESORES:

DR. GUILLERMO REDONDO AQUINO

DR. GUSTAVO CARBAJAL AGUILAR

MEXICO, D.F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1997





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

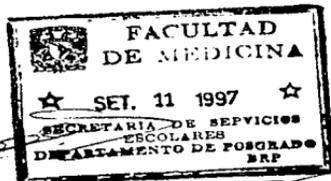
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TITULO

**FRACTURAS DEL CALCANEEO: CONCEPTOS
ACTUALES**



PROFESOR TITULAR:

DOCTOR JORGE AVIÑA VALENCIA
ASESOR MEDICO REGION LA RAZA

PROFESORES ADJUNTOS:

DOCTOR LORENZO BARCENA JIMENEZ
DIRECTOR H.T.V. F. N.

DOCTOR RAFAEL RODRIGUEZ CABRERA
SUBDIRECTOR MEDICO H.T.V.F.N.

DOCTORA GUADALUPE GARGIAS GARNICA
JEFE DE DIVISION DE EDUCACION MEDICA
E INVESTIGACION H.T. V. F. N.

DOCTOR ENRIQUE ESPINOZA URRUTIA
JEFE DE DIVISION DE EDUCACION MEDICA
E INVESTIGACION H.O.V.F.N.

DOCTOR GUILLERMO REDONDO AQUINO
JEFE DE DEPARTAMENTO CLINICO DE
EDUCACION MEDICA E INVESTIGACION
H.T.V.F.N.

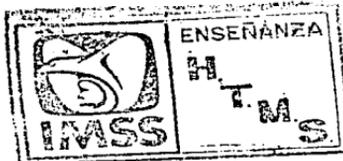
DOCTOR LUIS GOMEZ VELAZQUEZ
JEFE DE DEPARTAMENTO CLINICO DE
EDUCACION MEDICA E INVESTIGACION
H.O.V.F.N.

ASESORES MEDICOS:

DOCTOR GUILLERMO REDONDO AQUINO
DOCTOR GUSTAVO CARBAJAL AGUILAR

PRESENTA:

DOCTOR PEDRO MANUEL CASTRO HERRERA



AGRADECIMIENTOS

- A MIS PADRES:** ELLA, QUE CON SU VIDA ME DIO EL SER
EL, QUE CON SU GUIA ME INDICO EL CAMINO
PARA ALCANZAR EL TRIUNFO
- A MIS HERMANOS:** DE LOS CUALES SOLO HE RECIBIDO
PALABRAS DE APOYO Y ALIENTO EN TODO
MOMENTO
- A MI ESPOSA:** POR SU APOYO INCONDICIONAL Y CONTRA
TODAS LAS VICISITUDES
- A MI HIJO:** CUYA PRESENCIA ES UNA FUENTE
INAGOTABLE DE FUERZA EN LOS MOMENTOS
DE DUDA O CANSANCIO
- A MIS MAESTROS:** POR TODAS SUS ENSEÑANZAS
- A MI AMIGO:** ANTONIO ORTIZ GONZALEZ, POR SU
CONFIANZA DEPOSITADA PARA EL INICIO DE
ESTA ETAPA QUE HOY CULMINA
- A MIS ASESORES MEDICOS:** POR SABER SER MAESTROS Y AMIGOS

DEDICATORIA

Nada que valga la pena o que perdure puede lograrse sin trabajo duro. Pero en el logro de nuestros objetivos, aparte del trabajo, la perseverancia y la dedicación, es importante el apoyo recibido por las personas que nos quieren.

Por ello, dedico este trabajo que representa la culminación de una etapa en mi formación profesional y personal a toda mi familia, pero principalmente a cuatro personas en particular:

A mi abuelo paterno, el Doctor PEDRO CASTRO VIDAL, ya que somos producto de la influencia de nuestros antepasados, y él sembró la semilla de la inquietud por la medicina ya que fue un médico por vocación que consideró a la medicina como un apostolado para aliviar el dolor de sus semejantes sin fines de lucro.

A mi padre, Profesor WILLIAM CASTRO ALBORNOZ, el cual inicialmente intentó seguir los pasos de su padre, quien por las vicisitudes de la vida tuvo que tomar otros derroteros, pero sin apartarse de la idea principal inculcada por su padre de servir a los demás. Esa idea, que él me supo infundir también, llevaron mis pasos hacia la profesión médica la que, así como me ha dado sinsabores y penas, me ha ofrecido más satisfacciones y alegrías que compensan y opacan con creces los momentos amargos.

Y finalmente, las otras dos personas a quienes dedico este trabajo son a mi esposa JUDITH RIVERA CORTEZ y a mi hijo PEDRO MANUEL CASTRO RIVERA. A ellos, por su paciencia para soportar los altibajos de mi carácter inducidos por las diversas emociones que la problemática propia de la profesión provocaban en mi persona. Por ese, "a pesar de todo" que le permitió mantener un apoyo y empuje hacia mi persona, hasta lograr la culminación de esta etapa en mi formación, por lo que también es triunfo de ella.

INDICE

I. OBJETIVOS	1
II. INTRODUCCION	2
III. ANTECEDENTES HISTORICOS	4
IV. ANATOMIA DE LOS CALCANEOS	7
V. BIOMECANICA	20
VI. FISIOPATOLOGIA	33
VII. CLASIFICACION	40
VIII. IMAGENOLOGIA	46
IX. TRATAMIENTO	53
X. SINDROME COMPARTAMENTAL	73
XI. COMPLICACIONES	81
XII. CONCLUSIONES	82
XIII. BIBLIOGRAFIA	86

I. OBJETIVO

En los últimos años existe una gran diferencia en el estudio, diagnóstico y manejo de las fracturas del calcáneo, y a pesar de los múltiples reportes en la literatura mundial, aún persiste una gran controversia no sólo de un país a otro, de un hospital a otro, sino también entre los médicos de un mismo hospital. Por esto, se hace necesario hacer una revisión completa de lo publicado sobre estas lesiones en cuanto a avances en lo relacionado al estudio, diagnóstico y tratamiento. El objetivo es poder dar una panorámica adecuada para que el ortopedista pueda optar por el mejor criterio con el fin de obtener un óptimo resultado en beneficio del paciente.

II. INTRODUCCION

Para la mayoría de los ortopedistas, las fracturas de los calcaneos continúan siendo un enigma. La literatura, incluyendo libros de texto, están llenos de informaciones contradictorias respecto a los tratamientos apropiados que, para llegar a controlar sus complejidades, la mayoría de médicos han considerado difíciles, y han decidido ignorar la fractura por dos maneras: primero, mandando a los pacientes fuera de su práctica o tratándolos con métodos no reductivos. Han ampliado las recomendaciones de tratamiento, tocando desde rangos no quirúrgicos hasta artrodesis primaria. De esta manera, es fácil entender la confusión ¹⁸⁸.

Durante el último siglo, los métodos de tratamiento para fracturas del calcaneo han sido defendidos, pero no se ha desarrollado un claro consenso. Los defensores para el tratamiento de fracturas calcaneas desplazadas tienen amplios métodos de soporte: desde la reducción cerrada, reducción indirecta, reducción abierta limitada hasta la reducción abierta ¹⁰⁹.

De todos los huesos del tarso, el calcaneo es el que más frecuentemente resulta fracturado ^{91, 178}. Su fractura constituye el 60% del total de las lesiones mayores del tarso ³³. Del total de pacientes con fracturas del calcaneo, el 10% presenta fracturas asociadas de la columna vertebral ^{53, 97, 160}, y el 26% otras lesiones asociadas en la extremidad. Un 7% de estas fracturas son bilaterales y menos del 2% son expuestas ⁽⁹⁾.

La importancia económica de estas fracturas es evidente por el hecho de que, si bien representan sólo el 2% del total de fracturas, el 90% ocurre en hombres de entre 41 y 45 años ^{107, 44, 76, 127, 133, 143, 147, 174, 196, 198, 199, 202} y se producen más comúnmente en obreros industriales de mediana edad ^{1, 17, 174, 196, 198, 199, 202}. El impacto económico se torna aún más evidente cuando se considera que el 20% de los pacientes puede quedar incapacitado durante un periodo de hasta 3 años después del accidente y muchos

permanecen parcialmente incapacitados hasta durante 5 años después del traumatismo.

En 1926, Conn se refirió a las fracturas del calcaneo como "lesiones graves y discapacitantes, en las que el resultado final es increíblemente malo", y Mercer ¹²⁸, mencionaba estas fracturas como "las más discapacitantes de todas las lesiones". El pesimismo que rodea a estas fracturas fue reforzado por Cotton y Henderson ³⁵, y por Bankert ⁸, quienes clasificaron los resultados del tratamiento de las lesiones por compresión del calcaneo como "malísimos".

Si bien algunos aspectos del tratamiento de las fracturas del calcaneo son aceptados, no existen entre la mayoría de los autores concordancias al respecto de un método terapéutico estándar ⁸¹. El primer informe escrito de un tratamiento cerrado fue publicado por Bailey ⁷ en 1880, mientras que en 1902, Morestein ¹³² informó por primera vez la reducción a cielo abierto y la fijación interna de fracturas del calcaneo. De estas primeras publicaciones, el énfasis en el tratamiento ha vacilado entre los métodos abierto y cerrado. Actualmente no existe una opinión uniforme en cuanto al tratamiento de todas las fracturas del calcaneo. Por otra parte, por diferentes razones, es difícil efectuar la comparación directa de las diversas modalidades terapéuticas:

1. Diferentes autores han usado métodos de clasificación distintos de las fracturas del calcaneo ²⁹³.
2. No existen verdaderos estudios prospectivos disponibles que comparen las diversas modalidades terapéuticas.
3. Los métodos de evaluación tras la fractura han variado enormemente, haciendo difícil la comparación de los resultados ¹⁵².

La reducción abierta de las fracturas calcaneas tiene una larga y variada historia. El entusiasmo por este tratamiento ha llegado como oleadas que se incrementan con nuevas técnicas de fijación que son publicadas, y disminuye con los decepcionantes resultados ocurridos, excepto en las manos de un autor en particular.

El objetivo de este estudio es presentar la lógica y la teoría para cada método de tratamiento y presentar de cada uno de ellos los puntos de mayor utilidad que se han encontrado.

III. ANTECEDENTES HISTORICOS

A través del tiempo, se han utilizado múltiples procedimientos terapéuticos para el manejo de las fracturas del calcaneo, tanto conservadores como quirúrgicos, con resultados muy variables.

Desde la época de Hipócrates, en que el tratamiento consistía en poco más que un vendaje, hasta 1850, cuando Clark introdujo el tratamiento de fijación con clavos. Charles Bell ¹², introdujo la reducción abierta en 1882 y en 1902 Morestein agregó la fijación interna ¹⁰⁷.

Por cuanto hace al tratamiento cerrado de las fracturas del calcaneo, en 1702 Petit y DeSault ⁵⁹ dejaban en reposo las fracturas hasta su consolidación. En 1931, Böhler ⁷² usó tracción, manipulación y pinza de reducción. En 1937, Hermann ⁷⁴ empleó manipulación cerrada bajo anestesia general o espinal, moldes de yeso con almohadillas especiales, y cambios frecuentes de molde de yeso. En 1936, Schofield ¹⁷⁴ utilizó manipulación con o sin "tornillos" de tracción. En 1951, Essex-Lopresti ⁴⁷ realizó manipulación con clavos, en pacientes menores de 50 años de edad con fracturas desplazadas. Todos los demás pacientes se trataron con una movilización temprana. De 1950-1980, McLaughlin ¹²², Parks ¹⁴⁸, García ⁵⁵, Lance ⁹⁹, Rowe ¹⁷⁴ y Lindsay ¹⁰⁷, preconizaron la elevación de la extremidad, compresión, y un movimiento activo temprano para todas las fracturas intraarticulares. En 1983, Omoto y otros ¹⁴⁴ realizaron manipulación bajo anestesia general, sin férula, con movilización temprana, elevación de la extremidad y caminata en una alberca al primer mes. En ese mismo año (1983), Miller ¹³⁰, utilizó reducción cerrada con o sin clavos, y apoyo con férula de las 4 a 6

semanas. En 1984, Pozo y otros ¹⁵² utilizaron un vendaje compresivo, observación y terapia física.

Actualmente aún persisten muchos autores partidarios del tratamiento conservador de las fracturas de los calcaneos en sus diferentes modalidades: vendaje elástico, vendaje compresivo, inmovilización con yeso completo o sólo con escayola, y/o uso de pinzas de reducción o tracción. A pesar de que como Ned y Monahan (140) resumizaron y expusieron que "los resultados de tratamientos no quirúrgicos, aunque no tan peores que los resultados reportados de intervenciones quirúrgicas, no fueron lo bastante buenos..."

Esto es válido sobre todo en el tratamiento de las fracturas de los calcaneos que involucran la superficie articular.

Con relación al tratamiento quirúrgico, la reducción abierta y la fijación interna de las fracturas de calcaneo intraarticulares utilizando un enfoque quirúrgico lateral, primero fue recomendado por Morestein en 1902 ^{38,39}; Palmer ¹⁷ reportó 80% de resultados buenos con el enfoque quirúrgico lateral e injerto óseo en 1948. Previo a ellos, en 1921, Leriche ¹⁰² usó un tornillo simple o una grapa para mantener la reducción de las fracturas talámicas de los calcaneos. En 1928, Lenorman y Wilmoth sugirieron el uso de injerto óseo del maleolo lateral para este propósito. Alrededor de 1954, sin embargo, Robert y Jean Judet sugirieron que el fragmento talámico de las fracturas calcaneas podría ser mantenido en su lugar de reducción con un tornillo transversal, pasando a través de un fragmento de injerto cortical y colocación de una placa de Vitalium, lográndolo conseguir bajo el sustentaculum Tali ⁹⁰. Hacia finales de 1960, Judet ⁹⁹ razonó que, debido a que las fracturas involucran la faceta posterior donde, por definición, lesionan la articulación subtalar, podría no ser exitoso un tratamiento conservador, y como en otras fracturas intraarticulares, fue necesario el tratamiento quirúrgico. En 1982, Mc Reynolds ¹²⁸ reportó 82% de buenos resultados en el tratamiento de fracturas intraarticulares desplazadas de los calcaneos usando un enfoque quirúrgico medial, y en 1987 Stephenson mencionó un 77% de buenos resultados, usando el enfoque combinado lateral y medial.

La fijación interna de las fracturas de los calcaneos ha sido promovida por largo tiempo, abarcando desde tornillos, clavos, placas y fijadores externos.

En los casos de fracturas muy conminuidas, algunos autores han preconizado el uso de artrodesis.

Como vemos, el entendimiento y tratamiento de las fracturas de los calcaneos es cambiante. Esto es un testimonio de la complejidad de la patología, ya que, a pesar de la gran cantidad de artículos reportado en la literatura acerca de las fracturas de los calcaneos y su tratamiento, éste permanece sujeto a controversia. Actualmente persisten diversas modalidades de tratamiento, destacándose el funcional y operatorio.

IV. ANATOMIA DE LOS CALCANEOS

El calcaneo es el hueso tarsal más grande del pie y éste fue bien diseñado para los esfuerzos de la vida diaria cuando se está de pie. Su peso y extensión le permiten soportar altas tensiones, fuerzas de flexión y compresión sin fatigarse ¹⁶⁵. Grandes cargas instantáneas semejantes a aquéllas por caída de altura comunmente causan fractura de los calcaneos ¹⁶⁵. Cualquier tratamiento dirigido a restaurar la anatomía y la función de los calcaneos, requiere trabajar con conocimiento de la anatomía normal de ellos.

ANATOMIA TOPOGRAFICA

Hay algunas prominencias óseas visibles o palpables que pueden usarse para orientación y exposición quirúrgica. Lateralmente la tuberosidad es fácilmente identificable como la siguiente porción al tendón de Aquiles inferior a su inserción en la parte posterior e inferior de los 2/3 de la tuberosidad (fig. 1).



FIG. 1. VISTA POSTERIOR DEL CALCNEO

La esquina superior lateral de la tuberosidad es fácilmente palpable, no así el borde inferolateral. La tuberosidad se extiende aproximadamente a 1cm. abajo de la unión de la piel plantar, donde éste forma el tubérculo lateral (fig. 2).



FIG. 2. VISTA LATERAL DEL CALCNEO

La superficie interior de los calcaneos corre oblicua y dorsalmente hacia la articulación calcaneo cuboidea (usualmente a un ángulo de 30° en el punto de apoyo de la extremidad). La articulación calcaneo cuboidea situada aproximadamente a 2/3 partes de una línea que una el extremo del maleolo lateral y la tuberosidad del 5o. metatarsiano. Cuando la parte anterior del pie es aducida, el proceso anterior del calcaneo puede ser palpado.

El peroneo llega a ser subcutáneo y forma el maleolo lateral⁸⁶. Este se extiende de 1 a 2 cm. más distal que el maleolo medial y marca el margen proximal de la articulación subtalar⁸⁶. La depresión anterior y distal al maleolo lateral, el seno del tarso el cual traza al fin lateral de la articulación subtalar. Ocasionalmente, el tubérculo peroneo (fig. 2) puede ser palpado a 2-3 cm. distal al extremo del maleolo lateral⁸⁶.

Medialmente el tejido suave y el músculo puede confundir el punto óseo de referencia. El sustentaculo, sin embargo¹⁷², puede ser palpado a 2.5 cm. bajo el

extremo del maleolo medial. El margen postero superior de la tuberosidad calcanea es solamente otro punto de referencia ósea fácilmente palpable desde el lado medial.

Sobre la superficie plantar, la tuberosidad medial y lateral del calcaneo son difíciles de palpar (fig.3); la primera llega a ser mucho más grande y más fácilmente distinguible que la segunda.



FIG. 3. VISTA PLANTAR E INFERIOR DEL CALCNEO

Posteriormente, los bordes medial y lateral de la tuberosidad calcanea están bien delineados, pero el borde inferior es apenas definido.

TEGUMENTOS

El calcaneo está cubierto por una capa de tejido suave, de espesor y composición variable. Lateralmente, este es relativamente delgado y móvil, pero llega a

ser fijo hacia la piel plantar ¹⁷². Medialmente, el tejido subcutáneo es más grueso y la piel es menos móvil ¹⁷². La piel inferior de la planta cubre una capa altamente especializada de tejido adiposo compartimentalizado (la almohadilla del talón), el cual es inmóvil y fijado rigurosamente. Esto es importante para la absorción de la fuerza de un golpe. Esta función puede ser comprometida después de las fracturas calcaneas, las cuales pueden causar disrupción del tejido graso de los compartimentos, adelgazándolos e incrementando la movilidad.

La irrigación arterial de la piel de la parte delantera del pie y del empeine, es a través de las arterias tibial posterior, tibial anterior, y arterias peroneas (fig. 4) ¹⁶³.

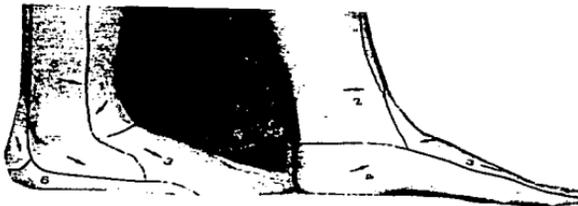


FIG. 4. TERRITORIOS DE LAS ARTERIAS CUTANEAS

Con excepción de las ampollas rotas con subsecuente pérdida de piel, la irrigación arterial usualmente no es comprometida en fracturas cerradas tratadas no quirúrgicamente. El tratamiento quirúrgico ha sido asociado con necrosis de los bordes de algunas incisiones, especialmente la lateral, como es descrita por Gould ⁶¹ y Stephenson ¹⁶⁶. La tendencia para la necrosis de los bordes de la herida puede ser relacionada al mayor suministro arterial del colgajo lateral. La sangre es llevada a

través de la arteria peroneal posterior y sus bifurcaciones (163). La arteria es localizada aproximadamente a 1 cm. posterior e inferior al tendón peroneal y su curso es paralelo y superficial al tendón ¹⁶³. El territorio irrigado por esta arteria está ilustrado en la figura 5.

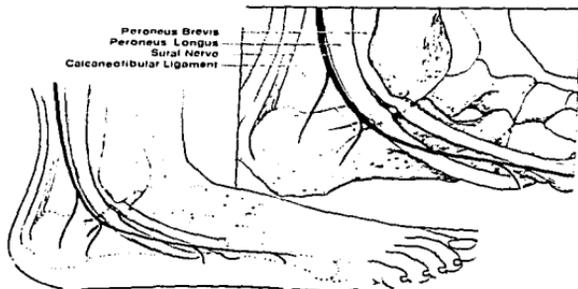


FIG. 5. ESTRUCTURAS DE LOS TEJIDOS BLANDOS EN EL LADO LATERAL DEL CALCANEO

La necrosis del borde del colgajo tiende a ocurrir cuando la incisión en la piel se extiende en el territorio de la arteria.

TENDONES, NERVIOS Y LIGAMENTOS DE LOS CALCANEOS

Lateralmente, los tendones peroneales pasan en forma posterior e inferior al peroneo (fig. 5). El peroneo corto corre anterior y superior al largo para su inserción en el quinto metatarsiano. Estos dos tendones tienen un curso sobre el ligamento calcaneo

peroneo sin vaina propia. La vaina está unida al tubérculo peroneal y dividida por la troclea peroneal ¹⁷². El ligamento calcaneo peroneo es posterior desde la parte superior al extremo del perone, de tal manera que este forma un ángulo de aproximadamente 70 a 140° con el ligamento astragalo peroneo anterior (en el plano sagital) ¹⁰. En ambos, la inserción del ligamento calcaneo peroneo y la cubierta del tendón peroneal pueden ser rotas cuando la pared lateral es aplastada durante las fracturas de los calcaneos. Posterior a los tendones peroneales está el nervio sural. Tiene una localización constante de 10 cm. arriba del extremo de la punta del maleolo lateral, justo en el borde lateral del tendón de Aquiles y superficial a la fascia profunda ⁷⁶. Este corre posterior y lateral, pasando aproximadamente de 1-1.5 cm. posterior al maleolo lateral del cual está separado por los tendones peroneales ⁷⁸. Este entonces se divide en el nivel de la tuberosidad del quinto metatarsiano en dos bifurcaciones terminales: la lateral y la medial. El nervio sural debe considerarse en cualquier abordaje lateral del calcaneo y puede ser una causa de neuromas muy doloroso si es cortado accidental e inadvertidamente.

Medialmente el calcaneo es cubierto por una capa densa fibroadiposa, el abductor largo del primer dedo y la cabeza medial del músculo cuadrado plantar. El tejido subcutáneo tiene una configuración laminar con los nervios y venas superficiales corriendo sobre la fascia superficial. La fascia superficial y el retinaculum cruzan el intervalo entre la tibia posterior y el borde medial del tendón de Aquiles. Esto forma el techo del túnel tarsal. El borde anterior es formado por la parte posterior de la tibia y el maleolo medial. El piso es formado por la pared medial del calcaneo. Las ramas calcaneas del nervio tibial posterior perforan la fascia superficial a un nivel variable (172). El nervio se divide en dos ramas para proveer sensación a la piel de la parte medial del talón y del pie (fig. 6).

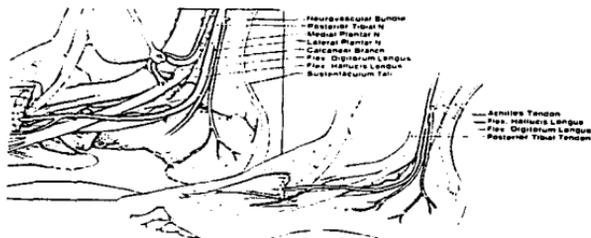


FIG. 6. ESTRUCTURA DE LOS TEJIDOS BLANDOS
EN EL LADO MEDIAL DEL CALCANEO

Estas ramas calcaneas son un riesgo en el abordaje medial del calcaneo, particularmente si la disección es llevada más hacia posterior. La mayor porción del paquete neurovascular corre dentro del túnel tarsal, a menudo la punta o el fragmento sustentacular, "la clave para la reducción", situada directamente debajo del paquete neurovascular, el cual puede ser movilizado para permitir una adecuada visualización para la reducción ²⁵.

Inmediatamente posterior al paquete neurovascular está el flexor largo del primer orjejo, que corre en un túnel fibroso debajo del sustentaculum tali. Justo anterior al paquete neurovascular está situado el flexor largo de los dedos (FLD), que corre directamente sobre el sustentaculum, anterior a el FLD es el tendón tibial posterior (TTP) el cual sigue un curso sobre el ligamento deltoideo a sus múltiples intersecciones en la superficie plantar y medial del pie. El ligamento deltoideo situado profundamente a los tendones y al paquete neurovascular, está usualmente unido al fragmento medial y permanece intacto en la mayoría de las fracturas de los calcaneos.

Directamente posterior, el tendón de Aquiles puede ser fácilmente palpado como una estructura gruesa, ancha y semejante a una cuerda, que se adelgaza gradualmente al unirse a los 2/3 posteriores e inferiores del calcáneo ¹⁷².

ANATOMIA OSEA Y TOPOGRAFICA

El calcáneo forma la extremidad posterior menos flexible del arco longitudinal ⁷⁰. Este sirve como un firme pero elástico soporte para el peso del cuerpo, forma una fuerte palanca para los músculos de la pierna ⁴¹, y se comporta igual a una tabla con resortes móviles para la locomoción ⁷⁰. Sirven para contrarrestar las fuerzas compresivas ejercidas por los músculos plantar superficial, la fascia plantar, y los ligamentos plantares ⁷⁰. La porción distal soporta al astragalo, el cual transmite las cargas del cuerpo, tiene una envoltura cortical delgada, excepto para el tubérculo posterior. Este tiene una forma igual a un prisma irregular, sólido y presenta 6 superficies con 4 facetas articulares: tres para el astragalo y una para el cuboides (fig.7)

¹⁷⁵

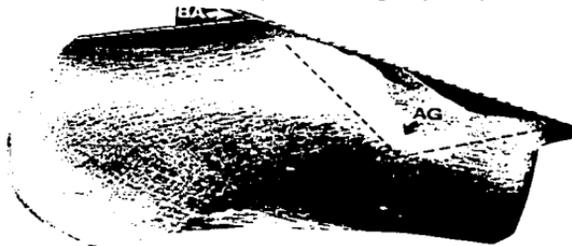


FIG. 7. RADIOGRAFIA DEL CALCANEO
MOSTRANDO EL PATRON TRABECULAR

El patrón trabecular dentro del hueso refleja las fuerzas de compresión y distracción a las cuales el calcaneo está expuesto. Las trabéculas de tracción radiadas desde la cortical inferior y las trabéculas de presión convergen para soportar las facetas articulares anterior y posterior ⁷⁰. Soeur y Remy ¹⁸² han llamado a esta condensación del hueso trabecular debajo de las facetas anterior y posterior la "porción Talámica". Dentro de las trabéculas óseas ha sido definido "un triángulo neutral". Esta es un área con escasas trabeculaciones ideada para ser usada por vasos sanguíneos que irrigan la cavidad medular ⁷⁰.

La cara superior está compuesta de tres facetas articulares: posterior, media y anterior (fig. 8).



FIG. 8. VISTA SUPERIOR DEL CALCNEO

Las facetas están situadas en diferentes ángulos una con otra, pero actúan en conjunto. La faceta posterior es la más grande e independiente, teniendo su propia cavidad articular y soportando el cuerpo del astragalo. Esto es, separado de las

facetas anterior y media por el surco calcaneo el cual da inserción al ligamento astragalo calcaneo y forma la superficie inferior del canal tarsal. El canal corre oblicuamente hacia adelante, lateral e inferior. La faceta posterior es convexa y oval a 45° al plano sagital ¹⁷⁷. Basado en el trabajo hecho por Shereffy y Johnson ¹⁷⁷, los márgenes corticales se extienden en forma más posterior y anterior de lo que uno puede esperar de las radiografías laterales. Solamente la porción central de la faceta es visualizada en una vista axial (vista de Harris), en la proyección anterior una tercera parte de la faceta es tangencial al foco de Rayos X y puede visualizarse; por el contrario, las 2/3 partes son perpendiculares al foco y sobrepuestas sobre el sustentaculo ¹⁷⁷. Por esta razón, son necesarias radiografías de Broden en varios ángulos, para evaluar la faceta posterior completa.

Las facetas anterior y media son soportadas por el piso del calcaneo y el sustentaculum tali respectivamente (fig. 9).



FIG. 9. VISTA MEDIAL DEL CALCANEO

Pueden estar separadas, confluentes o unidas en una sola superficie ¹⁷⁵. Estas dos facetas y los ligamentos del deltoideo actúan como un cabestrillo para soportar la

cabeza y cuello del astragalo ⁷⁰. La faceta media es cóncava y oval. Esta se articula con la faceta media en la cabeza del astragalo. Sobre la radiografía lateral los márgenes corticales son visualizados ¹⁷⁷. En una vista axial la faceta media es tangencial al foco, y sus márgenes corticales están superpuestos.

La faceta anterior es anterior y lateral a la articulación media. Esto es difícil para visualizar en una vista lateral. Sin embargo, las marcas radiográficas demuestran que está situado en el proceso anterior del calcáneo, lo cual puede ser clínicamente significativo en fracturas del proceso anterior ¹⁷⁷.

Las partes finales del canal tarsal expandidas permiten la inserción del ligamento del extensor corto de los dedos y el retinaculo extensor inferior ⁷⁰. El sustentaculum tali proyectado desde el lado medial del calcáneo y con el astraglo forman el límite lateral del túnel tarsal ⁷⁰.

Su superficie inferior es surcada por el tendón del flexor largo del primer orjejo cuando este pasa por la planta del pie sirve como inserción para el componente tibiocalcáneo del ligamento deltoideo y el ligamento superomedial calcáneoescafoideo.

El sustentaculum es visible como un área de densa opacidad sobre la proyección lateral. En la proyección axial el sustentaculo sobresale medialmente del calcáneo y es fácilmente identificado. Este forma una repisa sobre el lado interno que es soportado por un ángulo curvado de hueso cortical, fuerte ⁴⁷. En muchas fracturas de los calcáneos este hueso fuerte continúa como una porción significativa del fragmento medial, y puede proveer no solamente una clave para la reducción, sino también un hueso fuerte para la fijación.

Posteriormente, la tuberosidad convexa tiene una corteza gruesa condensada diseñada para el impacto del golpe del talón cuando se está de pie y nos da inserción a los grandes grupos musculares ⁷⁰. Inferiormente, es el límite para el tejido especializado fibrograso de la almohadilla del talón; los tercios medial y distal proveen inserción para un tendón de Aquiles, el cual es separado por una bursa desde el tercio superior (172).

El ángulo tuberositario articular descrito por Böhler ¹⁶. Situado sobre la faceta articular posterior, este ángulo es formado por la intersección de dos líneas en una radiografía lateral:

1. Una línea desde el punto más alto de la superficie articular superior, al punto superior de la tuberosidad mayor calcanea, y
2. Una línea desde el punto más alto en el proceso anterior del calcaneo a la parte más alta de la superficie articular posterior ⁴¹.

El "ángulo crucial", es el ángulo formado por la faceta posterior y la línea desde el surco calcaneo a la punta del proceso anterior. Este varía de 120 a 145° ¹⁶⁶. El hueso formado hacia arriba del ángulo crucial es un soporte cortical grueso y fuerte que soporta el proceso lateral del astragalo. La densidad en las radiografías laterales que forman el ángulo crucial consiste del hueso subcondral de la faceta posterior y el hueso subcondral de las facetas anterior y media ⁴¹. En los procesos laterales sometidos a fuerzas de compresión durante una caída, el astragalo actúa como una cuña de presión en el lado del ángulo crucial y produce la línea de fractura primaria.

La superficie posterior del calcaneo es estructurado como un triángulo de base inferior. Los tercios medio y menor de la superficie son el sitio de inserción del tendón de Aquiles.

El tercio inferior es amplio y este es el punto de confluencia de la fascia plantar y el tendón de Aquiles ¹⁷⁵. La superficie anterior de los calcaneos es completamente articular. Esta es en forma de silla de montar, convexa transversalmente y cóncava verticalmente (fig. 10) ⁴¹. Esta es la articulación entre el calcaneo y el cuboides.



FIG. 10. VISTA ANTERIOR DEL CALCANEO

La superficie interior de los calcaneos es triangular, con la base posterior y el vértice anterior. La base del triángulo está formado por la tuberosidad medial mayor y la tuberosidad lateral más pequeña ¹⁷⁵. La tuberosidad medial y lateral tiene contacto íntimo con el piso y transmiten la fuerza del peso del cuerpo a la superficie de soporte ¹⁷⁵. La superficie entre las tuberosidades que se extienden hacia adelante a la articulación calcaneo cuboidea, da inserción a los ligamentos plantares. La tuberosidad anterior es el origen del ligamento plantar corto. La disposición calcanea es mantenida en parte por estos ligamentos plantares. La facia plantar y el flexor corto de los dedos insertados en la tuberosidad ¹⁷⁵.

V. BIOMECANICA DE LA COMPLEJA ARTICULACION SUBASTRAGALINA

Funcional y anatómicamente, la compleja articulación subastragalina es formada por la articulación astragalo-calcaneo posterior y el anidamiento del acetabulum Pedis de la cabeza astragalina (fig. 11).



FIG. 11. COMPLEJO ASTRAGALO-CALCANEEO-ESCAFOIDEO

El acetabulum pedis es formado por la mitad calcanea y la superficie anterior conectadas a la superficie articular escafoidea por los ligamentos calcaneoescafoideos el inferior y el superomedial. El acetabulum pedis tiene un volumen variable, una capacidad de adaptación a la cabeza astragalina, este está fuertemente unido en forma de bisagra a través del componente lateral calcaneoescafoideo del ligamento bifurcado. La articulación calcaneocuboide es un componente inescapable de la compleja articulación subastragalina, completando la cadena cinemática. El movimiento del complejo subastragalino es guiado por el contorno de la superficie articular, su orientación y los ligamentos intrínsecos y extrínsecos. Las superficies articulares tienen una configuración compleja, pero pueden ser clasificadas como superficie ovoide

masculina y femenina. La superficie calcanea posterior, y la cabeza astragalina son superficies ovoides masculinas, mientras que las superficies calcanea media y anterior y la superficie escafoidea son superficies ovoides femeninas.

Como fue definido por Mc Conaill y Basemagian ¹¹⁰, el movimiento generado por una superficie ovoide masculina moviéndose en una superficie ovoide femenina es un movimiento deslizante, circular y giratorio. El circular es dirección opuesta al deslizamiento (fig. 12).



FIG. 12. SUPERFICIE OVOIDE MASCULINA MOVIÉNDOSE SOBRE LA SUPERFICIE OVOIDE FEMENINA

Una superficie ovoide femenina moviéndose sobre una superficie masculina, genera el mismo tipo de movimiento, pero el circular es en la misma dirección que en el deslizante ¹⁰⁶ (fig. 13).



FIG. 13. SUPERFICIE OVOIDE FEMENINA MOVIENDOSE
SOBRE LA SUPERFICIE OVOIDE MASCULINA

El circular es una inclinación que mantiene la superficie de contacto y el giratorio, maximizando la congruencia en la superficie. Una superficie ovoide orientada transversalmente genera el movimiento de flexión-extensión, y una superficie ovoide orientada longitudinalmente genera los movimientos de supinación-pronación (fig. 14).

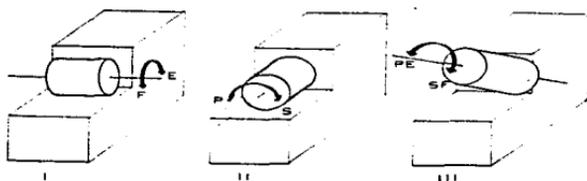


FIG. 14. I. MOVIMIENTO FLEXION-EXTENSIÓN
II. MOVIMIENTO SUPINACION-PRONACION
III. MOVIMIENTO SUPINACION-FLEXION
O PRONACION-EXTENSION

Una superficie ovoide orientada oblicuamente como está indicado (fig. 14), genera los movimientos combinados de supinación-flexión y pronación-extensión.

La superficie ovoide masculina articular posterior calcanea es orientada oblicuamente desde la parte posteromedial a anterolateral. Aún más, el segmento posterior es más dorsal y el segmento anterior de la superficie es más plantar. La superficie ovoide femenina de la superficie astragalina posterior moviéndose a lo largo de la correspondiente superficie calcanea ovoide masculina, puede naturalmente flexionarse o extenderse y al mismo tiempo puede supinarse-pronarse. El inescapable giro introduce el tercer componente de movimiento de rotación interna (adducción) o rotación externa (abducción).

En la "visión" dentro del contorno y la orientación de la articulación astragalocalcanea posterior, podemos ver claramente que el movimiento generado en la articulación subastragalina es de flexión-supinación-adducción y de extensión-pronación-abducción (fig. 15).

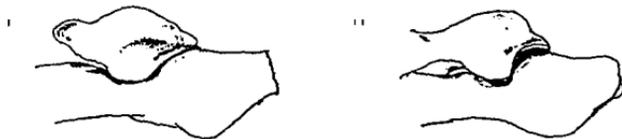


FIG. 15. CALCANEO EN POSICION NEUTRAL

- I. EL ASTRAGALO SE MUEVE CON MOVIMIENTO DE FLEXION-SUPINACION-ADDUCCION**
- II. EL ASTRAGALO SE MUEVE EN LA DIRECCION OPUESTA CON MOVIMIENTO DE EXTENSION-PRONACION-ABDUCCION**

El astragalo y el calcaneo se mueven en direcciones opuestas para llegar a la posición final. En posiciones clínicas "valgo" o exorrotación de los calcaneos ¹⁰⁶, el movimiento posterior es extensión-pronación-abducción.

En "varo" o endorrotación del tobillo, el calcaneo está en flexión-supinación-adducción y el astragalo se mueve en extensión.pronación-abducción.

El grado de orientación de las superficies articulares afecta la amplitud de los componentes del movimiento. La superficie calcanea posterior tiene un ángulo de inclinación con promedio de 65° y un mínimo de 55° y un máximo de 75° relativos a la línea dibujada a lo largo de la superficie superior del cuerpo calcaneal ¹⁷² (fig. 16).



FIG. 16. A). ANGULO DE INCLINACION
DE LA SUPERFICIE CALCANEA POSTERIOR
B). ANGULO DE BÖHLER

Un gran ángulo de inclinación provee una mayor flexión al componente para el movimiento. La superficie de la articulación astragalina posterior tiene un ángulo de declinación relativo a la línea troclear anterior de un promedio de 37° un mínimo de 26° y un máximo de 50° ¹⁷² (fig. 17).

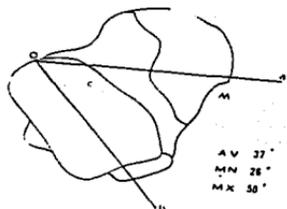


FIG. 17. ANGULO DE DECLINACION

Un ángulo de declinación mayor orienta la superficie en una dirección longitudinal que puede incrementar la flexión-extensión de los componentes; por el contrario, en un ángulo de declinación pequeño orienta la superficie más transversalmente e incrementa el componente supinación-pronación. La superficie calcánea posterior ha sido "idealizada" como un segmento de un cono con el eje de la revolución de la superficie dirigido anteromedialmente intersectando el sustentaculum tali y cercanamente al ángulo derecho en el adulto. Manter ¹⁷⁷ considero esta superficie como una hélice oblicua o una superficie de forma atornillada. Inman ⁸ demostró un comportamiento igual a un tornillo de la superficie en 58% de los 42 especímenes y concluyó que "la variación notable es el factor importante". Huson ⁷⁹ menciona que la fuerte curvatura de esta superficie medialmente forma un "cuello de botella" mientras que el segmento lateral tiene una curvatura menor. Los componentes del movimiento de la articulación subastragalina pueden ser analizados a través del estudio del eje de movimiento definido por Manter ¹¹⁷, Hicks ⁷⁵, Isman e Inman ⁶⁴, e Inman ⁸². Este eje subastragalino es oblicuo orientado hacia arriba, anterior y medialmente, penetra la esquina posterolateral de los calcaneos, pasa perpendicular al canal del tarso y atraviesa el aspecto superomedial del cuello astragalino. Manter ¹¹⁷, reportó la principal angulación del eje como de 42° (rango 29-47°) de inclinación en el plano sagital, relativo a la línea bifrontal y de 16° de desviación medial (rango de 8-24°) en el plano

transversal relativo a la longitud del eje del pie pasando a través del primer espacio interdigital. Inman ² dió mediciones que fueron muy similares $42 \pm 9^\circ$ de inclinación y $23 \pm 11^\circ$ de desviación medial en el plano horizontal relativo al eje del pie pasando a través del segundo espacio interdigital (fig. 18 y 19).

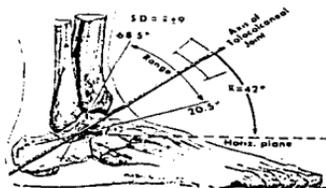


FIG. 18. ANGULO DE INCLINACION DE LA ARTICULACION SUBTALAR Y SUS VARIACIONES

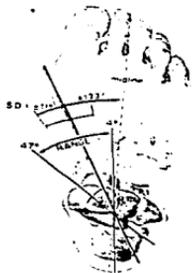


FIG. 19. ANGULO DE DECLINACION DE LA ARTICULACION SUBTALAR CON RELACION A LA LINEA MEDIA DEL PIE Y SUS VARIACIONES

Los componentes vectoriales de los ejes subastragalinos son longitudinal (generando pronación-supinación), vertical (generando abducción-adducción) y transversal (generando flexión-extensión) (fig. 20).

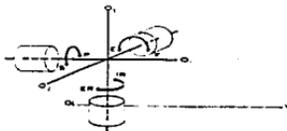


FIG. 20. COMPONENTES VECTORIALES EN LOS MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACION SUBTALAR

La orientación del eje subastragalino de movimiento determina, de esta manera, un movimiento triplano de combinación pronación-abducción-extensión o supinación-adducción-flexión. Manter ¹¹⁷ reconoció un componente helicoidal en el movimiento subastragalino basado en el contorno helicoidal de la superficie calcanea posterior. El ángulo hélice es de 12° con el astragalo avanzando aproximadamente 1.5 mm. por cada 10° de rotación alrededor del eje subastragalino.

Van Langelaan ¹⁹³ en un estudio fotogramétrico de rayos X, de diez piernas-pies de cadáveres preparados con marcas de metal incorporadas, determinó la naturaleza helicoidal poliaxial de los movimientos tarsales (incluyendo el subastragalino). Las extremidades fueron cargadas con 120 N de peso (12.2 kgs.) de peso y sujetos a una rotación externa de $30-35^\circ$. Los ejes de la articulación y los movimientos fueron determinados. El movimiento subastragalino fue triplano y el helicoidal con cambios

continuos en la posición de los ejes formando un discreto paquete de ejes. Una resultante simple de los ejes tuvo un ángulo de inclinación media de 41.4° (rango 27° - 54.9°) relativos al plano horizontal y un ángulo de desviación medio de 22.2° (rango 7° - 35.8°). El promedio de traslación helicoidal fue de 1.7 mm. (rango 1-2.66 mm.).

El rango de movimiento de la articulación subastragalina varía, 25° - 30° de inversión y 5° - 10° de eversión, representa un promedio práctico del rango de movimiento. Durante la estancia de la fase de marcha aún sobre el piso, el talón golpea con una inversión mínima en la articulación subastragalina seguido por un rango de eversión de 5° a 10° en un 10% del ciclo de marcha. De aquí, ocurre una inversión de la articulación subastragalina, alcanzando un máximo de 5° al 62% del ciclo de marcha.

Los ligamentos intrínsecos primarios de la articulación subastragalina son los ligamentos interóseos astragalocalcaneos y el ligamento cervical. Los ligamentos intrínsecos secundarios son los ligamentos lateral y medial astragalocalcaneos. Los ligamentos intrínsecos son el facículo tibio calcáneo, el ligamento deltoideo y el ligamento calcáneo peroneal.

Las fibras de los ligamentos inter-óseos astragalocalcaneos del canal del tarso, son orientados hacia arriba, medial y anteroposteriormente (fig. 21).



**FIG. 21. LIGAMENTO INTER-ÓSEO TALOCALCANEALES
Y CANAL DEL TARSO POSTERIOR A RESECCION
DE LA PARTE POSTERIOR DEL ASTRAGALO**

Las fibras laterales son largas y tienen un mayor recorrido lateralmente, mientras que las fibras cortas del lado interno tienen un menor recorrido; los ligamentos cervicales se originan en la superficie calcanea del seno del tarso y son orientados hacia arriba, anterior y medialmente para insertarse en el cuello del astragalo (fig. 22).



FIG. 22. LIGAMENTO CERVICAL

Esta disposición de los ligamentos promueve un "movimiento sin problemas, fácil", con el centro del movimiento localizado a lo largo de las fibras mediales cortas del ligamento del canal del tarso ⁸¹. Farabeuf ⁵⁰ describió la rotación del astragalo en un "torniquete" característico relativo al calcaneo con el centro del movimiento localizado en la parte interior del canal del tarso. El ligamento cervical continúa sujeto en la exorrotación (valgo) y en la endorrotación (varo), de los calcaneos. El ligamento interóseo astragalocalcaneo del canal del tarso, continúa sujeto durante la endorrotación y la exorrotación de los calcaneos ^{28, 81}. Smith ¹⁸¹, sin embargo, creía que este ligamento limitaba la exorrotación calcanea. Kjaersgasrd-Andersen y otros ⁹⁶, analizaron experimentalmente el efecto estabilizante del ligamento cervical, se obtuvo un movimiento continuo aplicando un torque constante (fuerza) y un momentum de 1.5

N-M. Esto resultó en una fuerza de trasmisión a la articulación subastragalina, de 10N (1.02 kgs.). El movimiento fue grabado y analizado por una computadora en tres planos.

La sección del ligamento de movimiento subastragalino como sigue: en el plano horizontal (rotación interna-externa), 10%; en el plano frontal (pronación-supinación), 14% (este movimiento es llamado adducción-abducción por los autores); y en el plano sagital (dorsiflexión-flexión plantar), 20%.

En un segundo grupo de especímenes, la sección del ligamento interóseo astragalocalcaneo del canal del tarso, resultó en un incremento del movimiento subastragalino: en el plano horizontal (rotación interna-externa), 21%; en el plano frontal (pronación-supinación), 16%; y en el plano sagital (dorsiflexión-flexión plantar), 57%, con un 43% del incremento en dorsiflexión. Sin embargo, "ninguna lesión del ligamento cervical o del ligamento interóseo astragalocalcaneo, resultaron en un incremento en el rango total de movimientos arriba de 2.6° en cualquiera de los tres planos". Kjaersgaard ⁹⁵ - Andersen ⁹⁵ analizaron el rol de estabilización del facículo tibiocalcaneo del ligamento deltoideo en 10 especímenes, usando la misma metodología que fue descrita arriba. La sección del facículo tibiocalcaneo resultó en un incremento del movimiento subastragalino como sigue: en el plano horizontal (rotación interna-externa), 12% con 10% en la rotación externa; en el plano frontal (pronación-supinación), 31% con 30% en pronación (este movimiento es llamado abducción-adducción por los autores); y en el plano sagital (dorsiflexión-flexión plantar), 40% con 30% en la abducción plantar. Esto aparenta que el componente tibiocalcaneal del ligamento deltoideo limita el valgo o exorrotación del talón.

Usando una metodología similar, Kjaersgaard - Andersen ⁹⁴ analizaron la función estabilizante del ligamento calcaneoperoneo en el movimiento subastragalino. La sección de estos ligamentos resulta en una supinación incrementada en la articulación subastragalina, 3.1° a 4.6° cuando el tobillo fue movido desde 5° de flexión plantar a 5° de dorsiflexión. Esto correspondió a un 77% de incremento de supinación en la articulación astragalocalcanea, subrayando la importancia del ligamento calcaneo

peroneo en dar estabilidad lateral a la articulación subastragalina. Este descubrimiento es contrario al de Casas ³², quien detectó que no había tal influencia en la supinación subastragalina (según el autor adducción). La variabilidad de la orientación del ligamento calcaneoperoneo como fue analizado por Ruth ¹⁶¹, puede explicar esta discrepancia funcional. Mas aún, la implicación funcional de las relaciones anatómicas variables entre el ligamento calcaneoperoneo y el ligamento astragalocalcaneo lateral, fue investigado por Trouilloud ¹⁹² en 26 tobillos. El 35% de los tobillos (tipo A), una combinación del ligamento astragalocalcaneo lateral con/o un reforzamiento estrecho del ligamento calcaneoperoneo y divirgiéndose desde la parte posterior del astragalo o desde la inserción calcanea, en el 25% (tipo B), un distinto ligamento astragalo lateral es presentado justo anterior al ligamento calcaneoperoneo, en el 42% (tipo C), el ligamento astragalocalcaneo lateral es ausente. La sección del ligamento calcaneoperoneo en el tipo B no afecta el movimiento subastragalino o el movimiento astragalocalcaneo escafoideo, mientras que el tipo A y el tipo C, esta afecta, el movimiento subastragalino resultando en la interpretación de los autores en una subluxación astragaloescafoidea.

La estabilidad ósea en la articulación subastragalina es lograda con exorotación o valgo del calcaneo. En esta posición hay un máximo contacto y una congruencia adecuada en la articulación astragalocalcanea posterior.

El proceso astragalino lateral desciende y avanza sobre la superficie calcanea posterior y el sólido borde astragalino o asienta la "V" masculina en la "V" femenina de la superficie calcanea.

Con endorotación o varo de los calcaneos el sustentaculum tali se mueve hacia el tubérculo posterior medial del astragalo y estrecha considerablemente la abertura medial del canal del tarso. El proceso talar lateral es ahora más dorsal sobre la correspondiente superficie calcanea. Esta relación anatómica lateral permite al médico reconocer radiográficamente la posición valgo o varo del tobillo.

En la posición plantigrada y bajo carga, la rotación interna de la tibia resulta en una posición cerrada-llena. El calcaneo es exorrotado o pronado y la cabeza

astragalina es dirigida máximamente dentro del acetábulum pedis, que ofrece una máxima capacidad de contenimiento con supinación apretando los ligamentos plantar y superomedial calcaneoescafoideo. En esta posición, el astragalo es integrado funcionalmente unido con el lamina pedis y, si la pierna es flexionada anteriormente, el acetábulum pedis es entonces completamente llenado y recibe la cabeza del astragalo bajo una superficie de máximo contacto y un máximo soporte de la tensión de los ligamentos. Esta es la sinartrodia o posición cerrada-llena de la pierna y el pie y "en esta postura del astragalo actúa como un perno que convierte una masa de huesos en forma de L (pierna y pie) en una masa temporalmente sólida "acoplada para llevar una fuerza inclinada "".

Bajo la carga tibia talar con rotación externa, el calcaneo es endorrotado o en varo y la cabeza astragalina en un menor contacto con el acetábulum pedis. La parte delantera del pie es pronada y los soportes plantares y los ligamentos superomediales son menos tensos. Esto corresponde a una posición de relajación del pie.

VI. MECANISMO Y PATOANATOMIA DE LA FRACTURA CALCANEA INTRAARTICULAR

Las fracturas calcaneas intraarticulares resultan comunmente de una carga aplicada en forma axial ^{47, 107}. Un examen superficial de las radiografías sugiere frecuentemente una colección incomprensible de pequeños fragmentos óseos. La cita brillante "los intentos para clasificar esta fractura son acerca de que tan útil, como molesta, para clasificar la cáscara de una nuez después de comprimirla con un cascanueces" ³⁵, tipifica esta impresión. Aunque esta cita puede indicarnos cómo es aplicada hacia las fracturas: alta energía, numerosos autores han señalado la naturaleza estereotípica de la patología de la fractura ^{25, 30, 47, 146, 187}. El propósito de este capítulo es revisar el mecanismo de la fractura calcanea intraarticular basado en evidencias actuales experimentales y clínicas. El centro del entendimiento de este mecanismo es una apreciación de la relación anatómica entre el astragalo y el calcaneo.

CONSIDERACIONES ANATOMICAS

El astragalo está firmemente colocado en dirección del calcaneo por los ligamentos interóseos y medialmente por los ligamentos astragalocalcaneos gruesos. Lateralmente, los ligamentos astragalocalcaneos son delgados y débilmente ligados a la vez con el astragalo y el calcaneo.

En una postura normal, el astragalo es cargado extrínsecamente sobre el calcaneo con desplazamiento medial del astragalo en relación al tubérculo. Una posición valgo del calcaneo, por lo tanto, exagera esta posición y una posición varo disminuye la excentricidad. Lateralmente, el proceso anterolateral del astragalo está colocado sobre el ángulo crucial de Gissane, igual a una cuña.

MECANISMO

La única relación del astragalo al calcáneo es responsable por el tipo de fractura estereotípica. Una combinación de fuerzas cortantes y de compresión produce dos líneas de fractura primaria separadas ³⁰ (fig. 23).

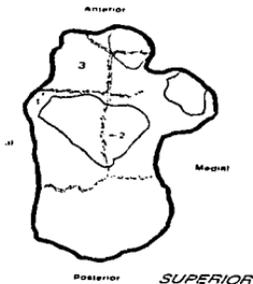


FIG. 23. LINEAS DE FRACTURA EN TIPO DE LENGUA
Y TIPO DEPRESION ARTICULAR

Estas líneas de fractura ocurren en forma temprana en la génesis de esta fractura. Cualquiera de las dos (línea de fractura) puede ocurrir sencillamente en lesiones desplazadas en forma mínima. Pueden ser reproducidas experimentalmente y son encontrados en la práctica clínica ³⁰. Estudios previos han postulado una línea de fractura primaria sencilla ^{25, 47, 140, 187, 191, 195}.

FRACTURA CORTANTE (CIZALLANTE)

Como Palmer ¹⁴⁸ notó, el recargo de la excentricidad localizada en el astrágalo corta al calcáneo en dos partes: medial y lateral. Esta es la fractura que puede partir la faceta posterior en las porciones medial y lateral. La línea de fractura puede entonces continuar anteriormente a la división anterior y a la faceta cuboide. La posición exacta de esta línea de fractura depende en parte de la posición del pie al impacto. Si la parte trasera o posterior del pie está en valgo, la fractura tiende a ocurrir más lateralmente. En algunos casos la línea de fractura pasa lateralmente a la faceta posterior y, por lo tanto, produce una fractura no articular; a la inversa, cuando la parte posterior del pie se cambia a varo, la línea de fractura tiende a ocurrir medialmente.

En algunos casos, la línea de fractura puede estar situada en el calcáneo. Bordeaux ²⁵ publicó sobre un modelo experimental que no se fracturaría debido a que fue fijada en varo rígido la parte trasera o posterior del pie. Ocasionalmente una "doble lesión" es encontrada en la faceta posterior ³⁰. Esto ocurre del mismo modo como el astrágalo continúa con el impacto en el límite o borde lateral del fragmento medial. Este fragmento medial o central es desplazado típicamente 1-2 mm. El descenso continuo del astrágalo produce desplazamiento plantar de la faceta posterior ahora rota. Cuando la carga axial es liberada, el astrágalo retrocede superiormente. Como los ligamentos astragalocalcaneos mediales e interóseos son fuertes y raramente rotos por este mecanismo, la porción calcánea media continúa firmemente ligada en su relación normal al astrágalo. Este fragmento medial consiste de una porción de la faceta posterior, faceta media y la pared calcánea media fue llamado el fragmento superomedial por Mc Reynolds ²⁵. La porción lateral calcánea carente de esta fuerza unida al astrágalo continúa impactada, plantarmente desplazado y rotado. Por lo tanto, se produce un desplazamiento característico en la faceta posterior.

Las fracturas de la faceta anterior tienden a no ser desplazadas debido en parte a las facetas anteriores firmemente unidas al astrágalo.

Las fracturas de las facetas cuboide son desplazadas típicamente sobre un orden de 1 a 2 mm. En ciertas instancias, una fractura de tipo avulsión ocurre con poca frecuencia "una doble lesión" similar a aquella que es encontrada en la faceta posterior

30.

FRACTURA DE COMPRESION

Essex-Lopresti ⁴⁷ explicó el funcionamiento del proceso anterolateral semejante a una cuña del astragalo produciendo la lesión típica. Una carga axial conduce al proceso anterolateral a través del ángulo de Gissane y la línea de fractura resultante puede continuar medialmente a la lesión de la faceta media y el fragmento superomedial. La fuerte unión de los ligamentos previene esta fractura de desplazamiento significativo.

En la pared lateral calcanea, las fracturas de compresión produce típicamente un tipo de "Y" invertida, la orientación exacta de la pata posterior de la "Y", varía. Este puede extenderse horizontalmente hacia el tubérculo, como en la fractura de tipo lengua, o más verticalmente, como la fractura articular por compresión. Anteriormente, esto produce un fragmento anterolateral característico. Este fragmento de forma piramidal, incluye el reforzamiento cortical corriendo desde la faceta cuboide al ángulo de Gissane; esto es, conectado típicamente a la faceta cuboide completa, a su porción lateral, si la faceta cuboide es rota. La pared lateral calcanea cede y se desplaza hacia afuera en la región del canal troclear, el desplazamiento de este fragmento contribuye a un acortamiento longitudinal y la alteración de la forma normal de la curva calcanea.

ANATOMIA DE LA FRACTURA EXTRAARTICULAR

Una característica importante de la fractura calcanea, son las deformidades características producidas en la anatomía extraarticular. Estas deformidades deben ser corregidas en el tratamiento quirúrgico de estas lesiones y pueden incrementar los síntomas tardíos si se desarrolla una mala unión ¹²².

La deformidad más obvia es la pérdida de altura. Esto es producido por el astragalo. Por ella misma, esta deformidad no incrementa los síntomas clínicos serios ¹⁹⁷. Puede observarse fricción del maleolo en el zapato y una leve discrepancia en la longitud de la extremidad ³¹. En deformidades de aplastamiento severo, la posición relativamente de dorsiflexión del astragalo puede producir afectación del cuello (y/o la garganta) tibio astragalino, esto puede producir síntomas y requiere una distracción del bloque óseo para corregir la fusión subastragalina ³¹.

Un producto secundario del mecanismo de aplastamiento es el ensanchamiento del talón. Esto puede dar un aumento en la afectación sintomática de los tendones peroneales ^{31, 83, 122}.

Menos obvios son los cambios en la forma longitudinal del calcaneo, incluyendo el acortamiento longitudinal ²⁵. La disrupción del canal tarsal transverso alineado y la mecánica de la articulación subastragalina, puede contribuir a una pérdida de movimiento ³⁰. En casos severos, el astragalo es casi encerrado por la deformidad ósea que lo está rodeando. Otra causa de pérdida de movimiento es la artrofibrosis.

FRACTURA DE TIPO LENGUA VS FRACTURA DE DEPRESION ARTICULAR

Ambas lesiones muestran la doble línea de fractura primaria y, por lo tanto, comparten muchas características. La diferencia primaria es el tamaño del fragmento de la tuberosidad conectado a la porción lateral de la faceta posterior. En el tipo de lengua, incluyendo una porción del tubérculo, es conectada una gran pieza del calcaneo al fragmento lateral, en el tipo de fractura de compresión articular, una línea de fractura secundaria corta la pieza lateral de su conexión del tubérculo (fig.24)

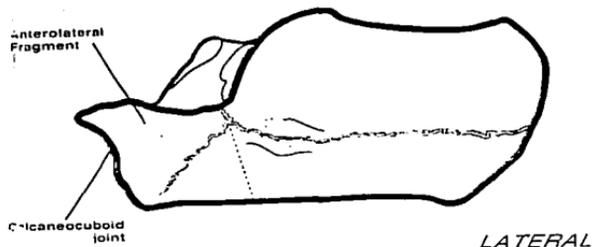


FIG. 24. CONTINUACION DE LA DIVISION DE LA LINEA DE FRACTURA EN LA PARED LATERAL. PATRON EN "Y" INVERTIDA

La porción tuberositaria por lo tanto, existe frecuentemente como una gran pieza. La conexión de la tuberosidad a la porción lateral de la faceta posterior son las bases anatómicas, de la reducción.

FRACTURAS CALCANEAS - LUXACION

La luxación de la fractura calcanea es una rara variante en cierto modo análoga a la luxación subtalar^{37 66 66}. El mecanismo involucra una presión axial con el pie con inversión. Este corta o divide el calcaneo en dos fragmentos: uno medial y otro lateral. El fragmento medial es pequeño e incluye el sustentaculum tali y la faceta media. El fragmento medial es grande y consiste de los remanentes del calcaneo, incluyendo la faceta posterior y la faceta cuboide. Este gran fragmento luxado lateralmente por debajo del astragalo. La ruptura del ligamento colateral lateral del tobillo y la

subluxación de la articulación calcanea, son frecuentes. El flexor largo del primer orjejo, puede ser desalojado de su surco por debajo del sustentaculum Tali y llegar a ser atrapado en el sitio de fractura ⁸⁶. El fracaso para reconocer y reducir aproximadamente esta fractura guía rutinariamente a un pobre resultado ⁸⁶.

VII. CLASIFICACION

Han sido desarrollados muchos sistemas diferentes de clasificación para las fracturas del calcaneo. Sin embargo, nungún sistema de clasificación ha resultado completamente satisfactorio, en gran medida porque, como afirmaron Cotton y Wilson ³⁵ en 1908, no es posible clasificar las fracturas de un "hueso que es como una nuez sometida a las fuerzas de un cascanueces". Horn ⁷⁷ también señaló que todo sistema de clasificación está limitado por el tremendo número de posibles variaciones en el patrón de las fracturas.

Para fines prácticos, las fracturas del calcaneo habitualmente se dividen en dos grupos generales: intraarticular y extraarticular ⁶⁶. Essex-Lopresti, subrayó enérgicamente la importancia de simplificar los sistemas de clasificación dividiendo las fracturas del calcaneo en aquéllas que afectan la articulación subastragalina y las que no la hacen ⁴⁷. Esta simple clasificación se basa en el hecho de que las fracturas extraarticulares del calcaneo tienden a tener buen pronóstico, mientras que el pronóstico de las fracturas intraarticulares es mucho menos predecible y satisfactorio.

Las fracturas extraarticulares son menos comunes y representan entre un 25 y un 35% del total de fracturas del calcaneo ^{18, 47, 99, 107, 207}. Dentro del grupo de fracturas intraarticulares, Essex-Lopresti identificó dos patrones fracturarios diferentes: en lengüeta y con depresión articular ⁴⁷. Dicho autor dividió a su vez las fracturas extraarticulares en fracturas de la tuberosidad y fracturas que afectan la articulación calcaneocuboidea. También hizo hincapie en la importancia de la discapacidad prolongada que causa la subluxación asociada de la cabeza astragalina a nivel de la articulación astragaloescafoidea en las fracturas comminuidas del calcaneo y el compromiso de la articulación calcaneo-cuboidea (fig. 25).

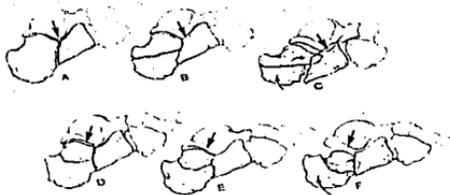


FIG. 25. CLASIFICACION DE ESSEX-LOPRESTI

Dentro de la gran variedad de clasificaciones de fracturas del calcaneo, otra de las más difundidas es la clasificación de Stephenson la cual se basa en el mecanismo de lesión, la localización de una línea de fractura sagital primaria que divide el hueso, y el número de fragmentos mayores de la fractura que son desplazados (fig. 26) ¹⁸⁷.

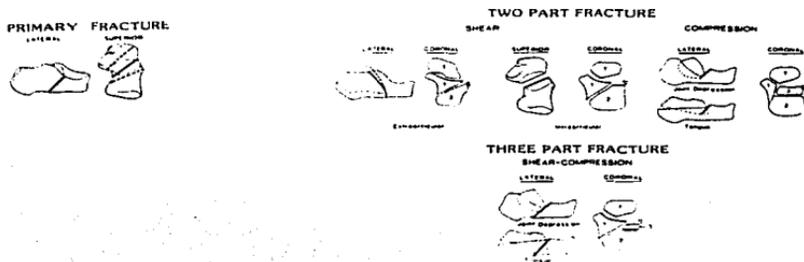


FIG. 26. CLASIFICACION RADIOGRAFICA DE STEPHENSON

El mecanismo productor de las fracturas de los calcaneos es una combinación de fuerzas de corte y compresión ^{140, 183, 191, 195}. El tipo de fractura que desarrolla depende de la localización de la línea de fractura primaria que divide el hueso, y de la compresión secundaria del fragmento lateral principal. Desde un punto variable posterior al sustentaculum tali en el lado medial del hueso, la fractura sagital primaria se extiende en una de tres direcciones: lateral a la faceta posterior, a través de la faceta posterior, o a través del surco calcaneal medial a la faceta posterior. La fractura resultante puede ser no desplazada o puede dividir el hueso en un fragmento anteromedial que incluye el sustentaculum tali (el fragmento superomedial) y un fragmento posterolateral que incluye la tuberosidad ^{140, 183, 191, 195}. Como la fuerza continua, la compresión secundaria de esa porción de la faceta posterior continúa con el fragmento de la tuberosidad, produciendo ya sea un fragmento de depresión articular o un fragmento lengua ^{47, 140, 183, 191, 195} (fig. 26A).

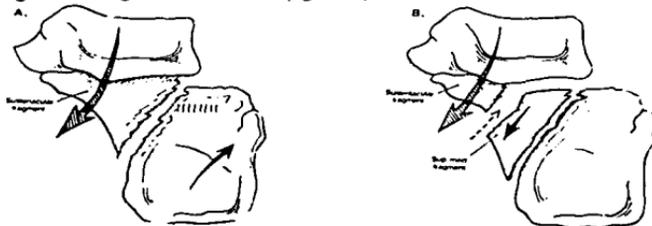


FIG. 26A. REPRESENTACION GRAFICA DE LA LINEA DE FRACTURA PRIMARIA

Si la fractura sagital corre de la faceta lateral a la faceta posterior, la compresión secundaria puede no ocurrir, y la fractura producida es una fractura extraarticular compuesta del fragmento superomedial con una faceta posterior intacta y el fragmento tuberositario ¹⁹¹.

Si la fractura sagital corre a través de la faceta posterior, desarrolla una fractura en dos partes, compuesta del fragmento superomedial con la porción medial de la faceta posterior y el fragmento tuberosidad con la porción lateral de la faceta posterior. La compresión secundaria produce una fractura de tres partes compuesta del fragmento superomedial con la porción medial de la faceta posterior, el fragmento tuberositario y el fragmento de la faceta posterior de depresión articular o de tipo lengua. Si la fractura sagital corre a través del surco calcáneo, el fragmento tuberositario usualmente puede no desplazarse, y la compresión secundaria puede producir una fractura de dos partes compuesta del fragmento superomedial y del fragmento tuberosidad esencialmente no desplazado, y el fragmento de la faceta posterior completo de cualquiera de las dos, ya sea compresión articular o de tipo lengua.

La compresión secundaria también puede producir conminución de la pared lateral del fragmento tuberositario ^{47, 146, 183, 191, 195} y extensión de la fractura dentro del seno del tarso y la articulación calcaneocuboide lateralmente ^{30, 191, 195}. La extensión de la línea de fractura sagital primaria dentro del seno del tarso y de la articulación calcaneocuboide también ocurre ^{30, 146, 183, 191}. En adición, pueden verse con grandes fuerzas líneas de fractura sagital accesorias involucrando la faceta posterior ^{30, 47, 183}.

Debido a que los ligamentos fuertes que unen el fragmento superomedial al astragalo, el fragmento supero medial continúa en una posición normal relativamente después de la fractura, con las otras porciones del hueso desplazado ^{47, 146, 183, 187, 191}. El fragmento tuberositario desplaza superolateralmente y distalmente ^{47, 146, 183, 191, 195}, y

también rota, produciendo una deformidad varo o una deformidad valgus, el fragmento de la faceta posterior llega a ser comprimido y rota anteriormente ^{47, 146, 183, 191, 195}.

Cada uno de estos desplazamientos puede ocurrir en forma sencilla o en combinación. El tratamiento quirúrgico de estas fracturas depende de la reducción de los fragmentos desplazados al fragmento superomedial ^{25, 186, 187}.

En una progresión lógica a los avances de los métodos de diagnóstico fue desarrollada una clasificación Tomografía Axial Computarizada (TAC) en el número y localización de los fragmentos de fractura articular ¹⁸⁷.

El sistema de clasificaciones basado sobre secciones de TAC coronal y axial ¹⁶⁷. Usando estas secciones con la más amplia bajo la faceta superior del astragalo. El astragalo es dividido en tres columnas iguales por dos líneas: A y B. Estas dos líneas separan la faceta posterior del calcáneo en tres piezas potenciales: una columna medial, una columna central y una columna lateral (el término central es usado en lugar de medio para evitar confusión con el fragmento medial). Una tercera línea de fractura C, correspondiente al borde medial de la faceta posterior del talus, separa la faceta posterior desde el sustentaculum y resulta en un total de 4 piezas potenciales. Las líneas son llamadas A, B y C, desde lateral a medial, ya que la línea de Fractura se mueve medialmente. la visualización intraquirúrgica de la articulación llega a ser más difícil y la capacidad para obtener una reducción anatómica disminuye.

Todas las fracturas articulares no desplazadas, con independencia del número de líneas de fractura, son consideradas fracturas articulares de tipo I. Este no amerita una intervención quirúrgica, a menos que exista un componente extraarticular y que esté severamente desplazado.

Las fracturas articulares de tipo II son fracturas en dos partes de la faceta posterior, similar en apariencia a las fracturas de la meseta tibial. Existen tres tipos: IIA, IIB, IIC, basados en la localización de la línea de fractura primaria. Las fracturas articulares de tipo III son fracturas en 3 partes que tienen como característica un fragmento deprimido centralmente, similar a una fractura compresión de la meseta tibial

o a una fractura metafisaria distal de radio por compresión. Los tipos incluyen IIA B, IIA C y IIB C. Las fracturas articulares de tipo IV, o fracturas articulares de 4 partes, son conminuidas altamente. Frecuentemente, existe más de 4 fragmentos articulares (fig. 27) ¹⁶⁷.

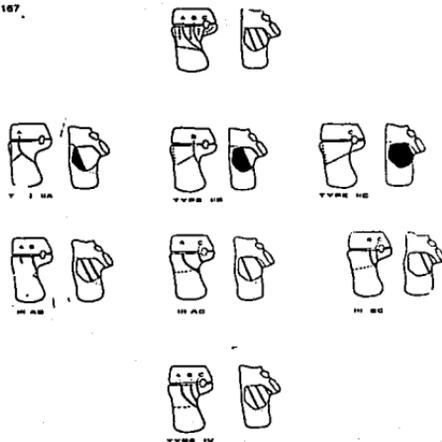


FIG. 27. REPRESENTACION DE CLASIFICACION TAC DE SANDER

VIII. EVALUACION RADIOLOGICA DE LAS FRACTURAS DE LOS CALCANEOS

El conocimiento de las fracturas calcaneas ha sido limitado en el pasado por exámenes radiológicos deficientes. La tomografía axial computarizada (TAC) revolucionó nuestro entendimiento de estas fracturas, nos permitió un enfoque de tratamiento y resultados de manera más científica.

PLANOS RADIOGRAFICOS

Los planos radiográficos consisten de una proyección lateral de la parte posterior del pie, una proyección anteroposterior del pie (AP), y una vista axial del talón. La lateral confirma una fractura de los calcaneos en muchos casos. Las fracturas intraarticulares frecuentemente se presentan como una disminución de la altura de la faceta posterior. Esto aparece como una disminución en el ángulo de Böhler y un incremento en el ángulo crítico de Gissane. Esto solamente ocurre si la faceta entera o completa es separada del sustentaculum y está deprimida. Si sólo la mitad lateral de la faceta posterior es fracturada y desplazada, una división en la superficie articular es vista como "doble densidad" y el ángulo de Böhler es normal (fig 28).



FIG. 28. RADIOGRAFIA QUE MUESTRA LA ARTICULACION SUBTALAR Y EL ANGULO DE GISSAN

Uno entonces debe mirar dentro del cuerpo del calcaneo por la superficie articular, que es usualmente rotada 90° al resto de la articulación subastragalina. La proyección lateral también indica si la fractura es de tipo compresión articular o de tipo lengua, de acuerdo a la clasificación de Essex-Lopresti ⁴⁷.

La vista AP del pie puede mostrar una fractura en la articulación calcaneocuboidea o protusión en la pared lateral. De otro modo esta vista agrega muy poco e incluso puede ser omitida en muchos casos. La vista del talón axial nos permite la visualización de la superficie articular tanto como una pérdida de altura incremento en la anchura y angulación del fragmento de la tuberosidad. Es extremadamente difícil de obtener esta vista en un cuadro agudo debido al dolor. Esta puede ser sustituida por una TAC coronal.

TOMOGRAMAS

Los tomogramas son indicados raramente, debido a que no agregan información adicional cuando el TAC es disponible. Seuth ⁴⁵ sacó a la evidencia que, aun cuando fuera usada, esta podría fallar para mostrar la extensión de la incongruencia articular. Guyer ⁶³ analizó la dosimetría de varias modalidades usando una vista radiográfica de las fracturas calcaneas. Secciones biplanas de 5mm. en el TAC da una dosis de solamente 2.6 Rads; por el contrario, los tomogramas generan 20 rads. En la ausencia del TAC, la adición de la vista de Broden usualmente basta y son preferibles a los tomogramas, para la visualización de la faceta posterior y por la disminución de la radiación al paciente.

VISTA DE BRODEN

La vista de Broden es un medio reproducible de avistamiento de la superficie articular de la faceta posterior sobre un plano radiográfico ²². Esta vista, conocida como

la proyección de Broden, es obtenida de la siguiente manera (fig. 29). El paciente es colocado en posición supina con el foco de rayos X colocado bajo la pierna y el tobillo.

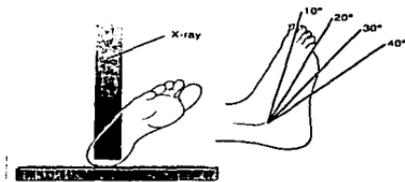


FIG. 29. REPRESENTACION DE LA PROYECCION DE BRODEN

El pie está en flexión neutral con la pierna rotada internamente de 30° -40°, el foco de rayos X es entonces centrado sobre el maleolo lateral y son tomadas cuatro vistas con el tubo angulado a 40°, 30°, 20° y 10° respectivamente, hacia la parte superior ¹². Las imágenes tomadas resultan en vistas que muestran claramente la faceta posterior y como su movimiento de forma posterior a anterior, y con la vista de 10° mostrando la porción posterior de la faceta, la vista de 40° mostrando la porción anterior. En esta forma, el cirujano puede determinar si la faceta posterior está involucrada en la fractura y si es así, la cantidad de desplazamiento y el grado de conminución.

VISTAS INTRAOPERATORIAS

Ya que la línea de fractura articular severa, la visualización de la reducción llega a ser extraordinariamente difícil intraoperatoria. Esto es debido a que una vez que la superficie articular es reducida la articulación no puede ser abierta adecuadamente

para visualizar la reducción. Por lo tanto vistas de Broden intraoperatorias por fluoroscópicas son obtenidas para ayudar en esta valoración (fig.30). El fluoroscopio puede estar a la izquierda, para la examinación de la articulación cuando la reducción se cree que está hecha anatómicamente.



FIG. 30. METODO FLUOROSCOPICO PARA TOMA DE PROYECCIONES DE BRODEN TRANSOPERATORIO

Se puede obtener la vista fluoroscópica del talón axial, para evaluar la reducción del cuerpo respecto a la altura del talón, la limitación (o el estreñamiento) y corrección del varo. Una ventaja adicional es que la posición del tornillo y la longitud puede ser confirmada para garantizar que el flexor largo del primer orjejo no está comprimido.

TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA (TAC)

La TAC ha revolucionado nuestro entendimiento de las fracturas calcaneas y nos ha permitido un análisis consistente de los resultados.

POSICION DE ESTUDIO

El paciente es colocado en la posición supina, con las caderas y las rodillas flexionadas. Los pies son mantenidos con la superficie plantar sobre la tabla ⁷. Ambos pies son rutinariamente escaneados para comparación una vista digital lateral (placa de exploración) es obtenida y la posición modificada hasta que la sección coronal sea verdaderamente perpendicular a la faceta posterior. Una vez que la imagen exploratoria está colocada correctamente, son obtenidas secciones continuas y contiguas de 3mm. de espesor, desde el calcaneo posterior, al escafoides. Al paciente se le pide extender las caderas y las rodilla, y es obtenida una segunda exploración (impresión) por el TAC transverso (axial). Una vez correctamente posicionado, son tomadas secciones de 3 mm. de grosor, de la superficie plantar al astragalo.

Estas dos vistas, a 90° una de otra, permiten al cirujano una representación gráfica del calcaneo fracturado y normal.

TAC BIDIMENSIONAL

CORONAL. Esta vista es la más comunmente tomada y da información acerca de la superficie articular de la faceta posterior, del sustentaculum, la forma del talón y la posición de los tendones peroneos y flexor del primer orjejo. Con ocasión de la evaluación del calcaneo fracturado en esta vista el cirujano debe revisar sistemáticamente el TAC como sigue: primero, identificando el sustentaculum y determinando su grado de conminución.

A continuación, la superficie articular de la faceta posterior debe ser analizada por el desplazamiento, el número y localización de los fragmentos de la fractura articular, ya que esto puede tener un pronóstico significativo. Más tarde, el fragmento tuberositario debe de ser evaluado por el ensanchamiento y el acortamiento. En este momento la pared medial debe de ser valorada por la conminución, y los fragmentos

encerrados corticales o articulares, deben de ser identificados, y el estallamiento de la pared lateral es valorada y los tendones peroneales son evaluados para descartar su afectación. En adición, el movimiento en varo del fragmento de la tuberosidad, debe de ser buscado. Finalmente, el astragalo y la tibia deben de ser revisados debido a que pueden ocurrir subluxaciones, fracturas y luxaciones.

TRANSVERSAL

La vista transversal ofrece información acerca de la articulación calcaneo cuboide, el aspecto anteroinferior de la faceta posterior, el sustentaculum, y la pared lateral. Primero evaluando la articulación calcaneocuboidea, reconociendo a la exploración de la pared lateral y las líneas de fractura, que ocurren dentro del proceso anterior. El corte debe incluir el sustentaculum, debido a que este puede dar información crítica acerca de su grado de conminución. Desafortunadamente, la faceta posterior no puede ser valorada cuidadosamente debido a que está situada en el plano de la sección a la TAC.

TAC TRIDIMENSIONAL

El escaneo tridimensional es obtenido usando un paquete de Software que recrea los calcaneos desde secciones transversales bidimensionales y secciones coronales (ISG Industries, Mississauga, Ontario, Canadá). El TAC scanning tridimensional es limitado ahora debido a que la resolución de la faceta posterior es relativamente mediocre. Sin embargo, usando scanners bidimensionales en conjunción con TAC tridimensionales, nos permite entender la personalidad de la fractura. El uso del Software nos permite la remoción del astragalo, tibia, perone y el pie del campo, dejando solamente el calcaneo. Esta imagen puede ser entonces rotada para mostrar todos los aspectos de la fractura. Finalmente, las secciones llamadas "corte de imagenes planas" pueden hacerse para permitir la inspección dentro del hueso mismo

se confía que, como una resolución mejorada y el TAC tridimensional puede reemplazar todas las otras formas de visualización para esta fractura (fig. 31)



FIG. 31. REPRESENTACION DE TAC TRIDIMENSIONAL

IX. TRATAMIENTOS

Es casi imposible estandarizar el tratamiento porque el daño que puede sufrir el calcaneo varía dentro de límites muy amplios hasta el punto de presentar difíciles problemas terapéuticos ^{69, 101}. Podemos dividir el tratamiento de las fracturas del calcaneo en dos grandes grupos: extraarticulares e intraarticulares. En el tratamiento de las fracturas extraarticulares el desacuerdo es pequeño: en la mayoría de los casos se obtienen buenos resultados ^{43, 47, 98, 100}. Es en el tratamiento de las fracturas intraarticulares desplazadas (que comprometen la articulación subastragalina), donde existen las mayores controversias ^{6, 18, 35, 43, 47, 71, 74, 98, 120, 123, 124, 148, 150, 153, 160, 186, 189, 199, 201}.

En cuanto al tratamiento quirúrgico, el cirujano que trata con fracturas de los calcaneos debe ser experto en varios abordajes, solo y en combinaciones que satisfagan las necesidades de cada paciente.

Como Böhler ^{18, 20} declaró en 1933: "las fracturas de los calcáneos deben de ser tratadas igual que otras fracturas, especialmente aquellas que son intraarticulares; es decir, debe ser hecha la reducción exacta, y los fragmentos reducidos en una posición hasta que haya ocurrido la unión del hueso, y la función de tantas articulaciones como sea posible deben de ser ejercitadas durante este periodo".

El objetivo del tratamiento es una consolidación sólida con movimiento normal a nivel de las articulaciones astragalocalcaneas, calcaneoescafoidea y calcaneocuboidea ⁶⁰. Todas las fracturas del calcaneo deben tratarse como lesiones graves y deben considerarse la internación hospitalaria y la elevación de la extremidad para evitar el edema y la diseminación del hematoma fracturario ⁴⁰. Horn ⁷⁷ recomienda el restablecimiento de la congruencia articular, la corrección del ensanchamiento del calcaneo debajo del maleolo externo, el restablecimiento de la altura de los maleolos y de la grasa plantar de la almohadilla del talón, y la realización temprana de movimientos para reanudar la función. En cambio, otros autores no se preocupan tanto de la reducción, pero sí estimulan el inicio temprano de la actividad y de los ejercicios en un esfuerzo por restituir la función del pie ^{9, 142, 162}. En el tratamiento del calcaneo

fracturado debe recordarse esta controversia en cuanto a la necesidad de reducción dentro del esquema total. Miller ¹³⁰, señaló que cualquier método terapéutico debe incluir la movilización temprana de los dedos (bombeo) y de las articulaciones del tobillo, subastragalino y del pie medio, para evitar la rigidez y la induración.

FRACTURAS EXTRAARTICULARES

Las fracturas extraarticulares incluyen fracturas del proceso anterior, fracturas de la tuberosidad posterior, fracturas extraarticulares del cuerpo y fracturas del sustentaculum tali.

FRACTURAS DEL PROCESO ANTERIOR

El proceso anterior del calcáneo sirve como unión de los ligamentos bufurcados y del ligamento interóseo. Una flexión plantar fuerte y una inversión puede causar una avulsión de la tuberosidad anterior. El tratamiento de estas lesiones puede ser cualquiera de los dos: la inmovilización por medio de una férula por 6 semanas, o un vendaje compresivo y movilización temprana. Ocasionalmente puede haber pseudoartrosis. Si los dolores continúan, puede ser necesaria la escisión de estos fragmentos ¹⁶⁹.

FRACTURAS DE LA TUBEROSIDAD POSTERO-SUPERIOR

Las fracturas de la tuberosidad postero-superior son divididas en dos tipos: fracturas en pico y fracturas por avulsión. Las fracturas de pico son fracturas que ocurren arriba de la inserción del tendón de Aquiles. Si la separación de los fragmentos es mayor de 1 cm., es recomendada la reducción abierta para ambos tipos. Algunos cirujanos creen que los dos tipos tienen una cantidad de variación de la lesión en la

Inserción del tendón de Aquiles y que todas las fracturas desplazadas deben ser fijadas internamente.

FRACTURAS DEL CUERPO

Las fracturas extraarticulares del cuerpo pueden ser tratadas no quirúrgicamente si el desplazamiento es mínimo. Debe ser considerada la manipulación cerrada o la reducción abierta y la fijación interna, con deformidad o desplazamiento significativo o con disminución de la altura del talón o afección lateral ¹⁶⁹.

FRACTURAS DEL SUSTENTACULUM TALI

Las fracturas aisladas del sustentaculum tali son lesiones raras, pero pueden ocurrir por una combinación de carga inversa y axial. La hiperextensión pasiva del dedo grande de la punta del pie puede causar movimiento del fragmento sustentacular causando dolor abajo del maleolo medial. La reducción cerrada o abierta debe ser considerada si está presente un desplazamiento significativo. En caso del tratamiento cerrado, la inmovilización con férula es el tratamiento elegido.

FRACTURAS INTRAARTICULARES

Ha sido recomendada la reducción cerrada con o sin movilización temprana, ¹⁵⁻⁹⁹. ¹⁴⁸. La racionalización para el tratamiento no quirúrgico incluye la baja incidencia de separación, disminución de tejido cicatrizal, disminución del dolor, disminución de la rigidez y la mayor proporción de complicaciones de las técnicas quirúrgicas. Un vendaje compresivo grueso suave, elevación de la extremidad afectada, una movilización temprana comprende el tratamiento no quirúrgico usual. El apoyo fue de 6 a 8 semanas para fracturas lineales y de 10 a 12 semanas para fracturas conminuidas ⁹⁹. Los

resultados de este regimen de tratamiento pueden, sin embargo, ser pobres, debido a la pérdida de movimiento subtalar, dolor y afección del tejido subperoneal.

Las técnicas de reducción cerrada caen dentro de 3 categorías ^{2, 18, 47, 73, 93, 144}: manipulación cerrada y férula metálica ¹⁴⁴, fijación por contracción y manipulación como es sugerido por Böhler ¹⁸ y manipulación con clavo y fijación como es recomendada por Essex-Lopresti ^{47, 93}.

Omoto ¹⁴⁴ en 1982 demostraba su técnica de reducción manual. La ligamentotaxis fue usada con una fuerte tracción, seguida de varo y valgo en la manipulación de la reducción de las fracturas. Si el ligamento está dañado, la reducción, no puede realizarse con esta técnica.

Böhler ¹⁸ presentó su técnica de tratamiento para la reunión anual de la Asociación Ortopédica Americana en 1930. El uso de una serie de manipulaciones, compresión y tracción combinada con una férula metálica para obtener la reducción con este tratamiento.

Algunas técnicas similares fueron reportadas por Hermann y Aitken. Usando estos métodos, Hermann ⁷³ reportó 73% buenos y 14% pobres resultados y Aitken ² reportó 75% de pacientes que regresaron a un empleo retribuido.

En 1951, Essex-Lopresti ⁴⁷ presentó sus series sobre la reducción de fracturas calcaneas usando la técnica de un clavo axial. En pacientes menores de 50 años quienes fueron tratados sucesivamente el reportó un 80% de éxitos. Sin embargo, en pacientes mayores de 50 años o aquellos con reducciones no sucesivas, los resultados fueron pobres. En 1973 King ⁹³ presentó sus series usando la técnica Essex-Lopresti, y estableció que su técnica fue eficaz en estos 75 pacientes. Sin embargo reducciones abiertas fueron realizadas cuando una buena reducción cerrada no pudo ser obtenida. King ⁹³ y Essex-Lopresti ⁴⁷ sugirieron un tratamiento continuo de fracturas calcaneas, de inmovilización con férulas metálicas para manipular la reducción con o sin un clavo axial para reducciones abiertas.

TRATAMIENTO QUIRURGICO

REDUCCION ABIERTA: Muchos autores ^{21, 25, 65, 67, 83, 145, 146, 150, 151, 2156, 159, 166, 186, 187}, reportan resultados satisfactorios acerca del tratamiento quirúrgico de las fracturas del calcaneo (entre el 56% y el 96% ¹⁴⁶). Han sido usados dos abordajes básicos, juntos o separadamente. Mc Reynolds ¹²⁴ introdujo el abordaje medial, el cual fue fuertemente defendido por Bordeaux ²⁵. Stephenson ¹⁸⁷ reportó un estudio usando ambos una incisión medial y lateral. Romash ¹⁵⁶ recomendó un abordaje medial seguida por una incisión pequeña lateral en la región del area del seno "del Tarso para asegurar "un tratamiento tridimensional"

Las ventajas del abordaje medial incluyen observación clara de la línea de fractura media, una fácil reducción del fragmento sustentacular, una fácil medición de la altura del talón, una disminución de la lesión del tejido suave y un buen hueso para la fijación interna. Las desventajas incluyen la disección alrededor del haz neurovascular; la ausencia de una adecuada visualización de la articulación subtalar limita la pieza para la fijación y la falta de habilidad para extender la incisión y limitar la visualización del aspecto anterior del calcaneo y de la articulación calcaneocuboidea.

El abordaje lateral ha sido fuertemente defendido por Palmer ¹⁴⁶ y otros. Benirscke y Sangerorzan ¹³ y Sanders, Hansen y Mc Reynolds ¹⁶⁹ recomendaron una incisión lateral extensiva al ángulo derecho. La parte vertical de la incisión está el tendón de Aquiles y el nervio Sural, extendiéndose abajo de la unión entre la piel plantar y dorsal, continuando horizontal y anteriormente como la articulación calcaneocuboidea. Esta incisión es llevada bajo el hueso sin lesión del tejido suave. Este colgajo grueso, el cual incluye el nervio Sural y los tendones peroneales es elevado subperióticamente para exponer el aspecto lateral del calcaneo, la articulación subtalar y la articulación calcaneocuboidea. La fijación es obtenida por tornillos o placas. La mayoría de los cirujanos han usado una pequeña placa diseñada especialmente para el calcaneo ^{155, 166, 183} (fig. 32).



FIG 32. PLACA EN "Y" ESPECIAL
PARA FRACTURAS DEL CALCANEO

Las ventajas del abordaje lateral incluye el acceso a la articulación subtalar, acceso a la articulación calcaneocuboidea, espacio para la fijación y facilidad para la descompresión de la pared lateral. Las desventajas incluyen una gran cantidad de disección de tejido suave, potencialmente una mala reducción del fragmento sustentacular, necrosis de la piel y lesión al nervio sural, y una incapacidad para juzgar la altura y la alineación.

Uno de los principios básicos del cuidado de la fractura es el manejo cuidadoso del tejido suave. El trauma del tejido suave puede ser debido no solamente al evento agudo, sino también a la lesión del tejido, secundaria al edema, hematoma, retracción e

intervención quirúrgica. Las técnicas más nuevas en el manejo de la fractura tal como una reducción indirecta ³⁴ ayuda a disminuir la lesión del tejido secundario, pero la reducción abierta y la fijación interna aún requiere un manejo meticuloso del tejido suave para evitar los problemas de necrosis del borde de la herida, exposición del implante, y complicaciones asociadas con osteomielitis. Posiblemente en ninguna otra región del cuerpo es esto más válido que para fracturas que involucran los calcaneos. Como en muchas otras lesiones de las extremidades inferiores el factor limitante para una curación exitosa puede frecuentemente ser la integridad de la "cubierta" del tejido suave mas que la fractura misma.

ABORDAJE LATERAL

En muchos casos no es realizada la cirugía de emergencia. Aunque una cirugía temprana tiene ciertas ventajas en la disminución de la compresión de los tejidos suaves y provee circulación, las condiciones locales deben de ser cuidadosamente evaluadas. Al menor signo de ampollas, debe ser pospuesta la cirugía. Es aconsejable elevar la pierna, colocar un vendaje Johnes y esperar hasta que la inflamación haya disminuido.

La cirugía inicia con el paciente en posición prona o lateral, a gusto del cirujano, la pierna es exanguinada y usado un torniquete.

La incisión comienza en la base del quinto metatarsal y se extiende hasta inserción lateral del tendón de Aquiles, con una curva suave, aproximadamente del ancho de un dedo bajo la punta del maleolo lateral. Se deben tomar cuidados con el borde de la herida, especialmente a lo largo de toda la cirugía. Después de que la piel es incidida, el escalpelo continúa directamente sobre la corteza lateral del calcaneo, donde es encontrada usualmente la conminución. La cubierta del tendón peroneal es cortada, y los tendones junto con el nervio sural y la vena safena menor son retraídos proximalmente con un pequeño separador romo. Para completar la exposición de la articulación subtalar, es seccionado el ligamento calcaneoperoneo. Esto permite la

visualización del fragmento talámico aplastado, el cual puede ser cortado tan profundamente como 2cm. (fig 33).

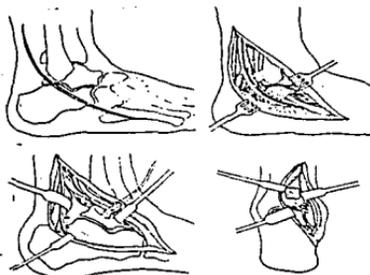


FIG. 33. ABORDAJE LATERAL

El reposicionamiento es frecuentemente difícil. La tuberosidad es empujada hacia abajo con un gancho alrededor de la inserción del tendón de Aquiles con una mano y el fragmento articular es desimpactado con un elevador perióstico en la otra. La pieza es entonces alineada libremente contra la superficie inferior del astragalo, usando este como una plantilla. Cuando la reducción es aceptable, es provisionalmente sujeta con alambres de Kirschner. Esto debe de corregir el ángulo de Böhler, realineando la superficie articular y aún estrechando el calcaneo.

Para una estabilización definitiva, es empleada una placa tercio de caña, usualmente de 5 a 7 orificios de longitud. Después de un moldeado apropiado y una curva, esta es deslizada bajo los tendones peroneales distalmente. Esto es centrado así para que refuerce la zona de la fractura de la pared lateral conminuida. La placa es entonces angulada en el extremo distal y alineada sobre el proceso anterior del

calcaneo, y el extremo proximal es colocado cerca de la superficie dorsal de la tuberosidad. Si la superficie articular calcanea en la articulación calcaneocuboidea no puede ser reconstruida, la placa es asentada en el cuboidees en el tramo de la articulación.

En la superficie dorsal posterior-superior de la tuberosidad, los tornillos son angulados hacia abajo medial plantarmente; en proceso anterior o cuboide, son angulados hacia abajo medial dorsalmente. En la porción central los tornillos son insertados dentro del sustentaculum y logrando comprimir y estrechar el calcaneo. Esta distribución de los tornillos es diseñada para maximizar los puntos de apoyo (fig. 34). De esta manera, es asegurada la estabilidad y la anatomía es restaurada.

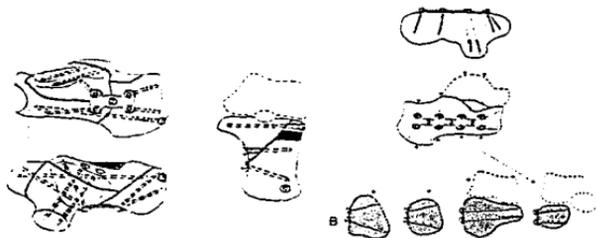


FIG. 34. REPRESENTACION DE LA ORIENTACION DE LOS TORNILLOS

La reducción y la fijación estable previenen por lo tanto un colapso y rara vez es utilizado un injerto óseo.

El aplastamiento del hueso esponjoso presente con otras fracturas de depresión articular, generalmente no son vistas en las fracturas del calcáneo. Es más frecuente una depresión profunda y el atrapamiento del fragmento talámico.

En algunos casos, una segunda placa corta es necesaria para estabilizar la superficie articular. Esta placa, situada directamente bajo el fragmento talámico, crea un ángulo agudo con la primera placa en el ángulo Gissane. Estas dos placas forman un montaje en "Y" y son sujetadas juntas con un solo tornillo¹⁷¹.

La operación es completada por un reposicionamiento de los tendones peroneales y el nervio sural. El ligamento peroneocalcáneo es reparado cuando es posible. La piel es cerrada con suturas muy finas sobre un dren. Una férula bien almohadillada es aplicada y la pierna elevada hasta que la sanación de la herida ocurra, usualmente dentro de los 10 a 8 días.

Se realiza fisioterapia activa y un apoyo de toque. El apoyo completo se permite cuando la fractura sana, sobre un promedio de sesenta días (rango de 45 -160 días). Por entonces, el movimiento de la articulación subtalar y la apariencia total del pie ha retornado a la normalidad. La remoción del metal puede ser realizada después de 6 meses. Esto es requerido si la placa se extiende dentro del cuboide.

ABORDAJE MEDIAL

Hacer una incisión de 5 a 7.5 cm. a través de la piel y la grasa subcutánea delgada en la parte media del lado medial del talón paralela a la cara plantar del mismo. Colocar la parte central de la incisión sobre el sitio de desplazamiento medial y el cabalgamiento. En las fracturas de tipo lengua hacer la incisión más corta y más

posterior. Insidir con sumo cuidado la aponeurosis en la línea de la incisión para evitar el plexo neurovascular vertical situado inmediatamente por debajo de la aponeurosis cerca del tercio anterior y medio de la incisión (fig. 35).

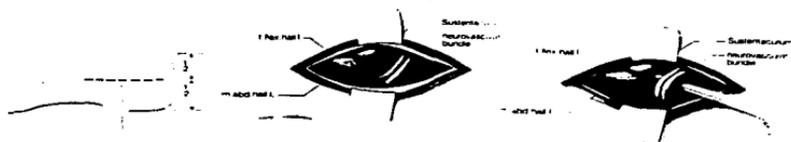


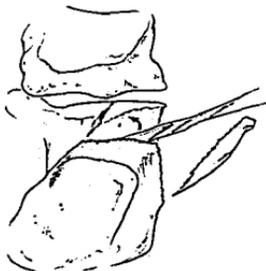
FIG. 35. ABORDAJE MEDIAL

Separa las fibras de los músculos cuadrado plantar y del abductor del primer otejo en la línea de sus fibras hacia abajo hasta la corteza medial del calcáneo. Denudar las superficies corticales del calcáneo adyacentes a la fractura con un osteotomo pequeño y delgado. Exponer el hueso lo suficiente para reconocer el desplazamiento medial, el cabalgamiento y la rotación en el sitio de fractura. El campo visual cerca del sitio de fractura en un plano vertical, es muy limitado.

Para reducir la fractura, introducir un pequeño instrumento romo, por ejemplo, un elevador perióstico de Von Lengenbeck oblicuamente a través de la fractura hasta el hueso esponjoso del calcáneo movilizándolo con precaución el fragmento superomedial. La fractura se abre así levemente. Deben manipularse suavemente los bordes corticales delgados irregulares del fragmento superomedial, para evitar la rotura de una punta que puede usarse para determinar cuando se corrigen el cabalgamiento y la rotación.

En radiografías preoperatorias, obsérvense las áreas impactadas o deprimidas de hueso o superficie articular, y el abultamiento o la expansión lateral. Elevar las áreas

deprimidas o impactadas a ciegas, usando el elevador perióstico como palanca, determinar el grado y tipo de palanca necesarios analizando las radiografías preoperatorias. Reducir el desplazamiento medial, el cabalgamiento y la rotación del fragmento superomedial mediante un palanqueo cuidadoso (fig. 36).



**FIG. 36. MOVILIZACION DE FRAGMENTO DE FRACTURA
CON UN SEPARADOR ROMO**

Corregir el abultamiento cortical lateral, en general una prominencia cortical delgada con varias líneas de fractura, por compresión bimanual para reducir el ensanchamiento del talón. Verificar la exactitud de la reducción con radiografías después de la fijación parcial con una o dos grapas. Usar grapas de dos puntas de 2.8 mm. de diámetro y 19 mm. de ancho, con dientes de 2.5 cm. o más de largo. El, o los sitios para insertarlas depende de las múltiples líneas de fractura y del aspecto radiográfico de las fracturas. La inserción de una grapa en un plano más vertical que el plano horizontal habitual puede estar indicada, pero es más difícil debido a la exposición limitada.

Para mantener la reducción en forma temporal, se pueden usar clavillos de Kirchner y para estabilizar la reducción en forma definitiva, se pueden utilizar placas

tercio de caña, placas de reconstrucción lineales o placas en "H". Posterior a la estabilización de la fractura, se obtiene homeostasia, limpiar e irrigar la herida y cerrarla de manera floja con suturas ininterrumpidas en la articulación y la piel solamente. Colocar las suturas cerca del borde de la piel para permitir una mejor coaptación de los bordes. Colocar gasa envaselinada sobre la herida y aplicar un apósito voluminoso a presión desde los dedos hasta la tuberosidad tibial.

ABORDAJE BILATERAL

El primer paso del procedimiento es un abordaje medial modificado de Mc Reynolds. Una incisión larga de 12 cm. se hace siguiendo la marcación superficial del paquete neurovascular tibial posterior y llevado abajo a través del tejido subcutáneo y de la fascia.

El músculo abductor del primer orjejo es retractado caudalmente y son identificadas las estructuras neurovasculares tibiales. Son rodeados por una cinta y retraídos hacia arriba o hacia abajo, como sea necesario. Un clavo Steinmann es insertado a través del talón y el fragmento de la tuberosidad es reducido contra el fragmento sustentacular estable por tracción y angulación valgo. La reducción es estabilizada temporalmente con alambres de Kirschner de 2mm.

El segundo paso es un abordaje lateral, modificado después por Palmer, permitiendo reconstrucción de la articulación subtalar, injerto óseo, si es necesario, y reducción abierta y fijación interna del proceso anterior de los calcaneos. Los tendones peroneales con sus vainas son identificados y retraídos caudalmente hasta donde sea necesario. El seno del tarso es diseado y la articulación subtalar es explorada mientras se aplica una presión en varo leve. La faceta de la articulación posterior, que es frecuentemente encontrada impactada e inclinada, es elevada a su posición anatómica, usando un elevador perióstico pequeño. Este es fijado con alambres de Kirschner y, si es posible, con dos tornillos corticales de 3.5 mm. al sustentaculum, el cual es fácilmente palpable a través de la incisión medial. Si el fragmento de la

articulación posterior es lo bastante largo, los tornillos pueden usarse con la introducción completa. El defecto resultante del hueso debajo de la faceta articular, debe de ser llenado con injerto de hueso esponjoso o corticoesponjoso. La "protuberancia lateral" es reducida con presión digital, permitiendo los tendones peroneales moverse libremente. El proceso anterior es reducido, si es necesario, y fijado con tornillos de 60 a 70 mm. de longitud, 3.5 mm. de grosor insertados percutáneamente a través de la tuberosidad hacia la articulación calcaneocuboidea. Si el proceso anterior se desliza longitudinalmente, este tornillo puede ser colocado dentro del fragmento mayor, como fue juzgado en la TAC. La subluxación de la articulación calcaneocuboidea puede ser corregida por la extensión de la insición anteriormente, reducción de la articulación, y estabilización con tornillos corticales de 3.5 mm.

El tercer paso es la estabilización de la pared medial con una placa "H" predoblada de 4 orificios. Un tornillo es insertado dentro del proceso anterior y otro en el sustentaculum, y dos tornillos son insertados dorsolateralmente dentro del fragmento de la tuberosidad.

Tratamiento postoperatorio.- En el primer día de postoperatorio, el paciente comienza con ejercicios activos moviendo el pie, incluyendo flexión dorsal y plantar tanto como ejercicios de pronación-supinación realizados bajo la supervisión de un fisioterapeuta. En todo el tiempo, una férula removible bivalva es usada hasta la completa sanación de la herida. En el 5° a 8° día de postoperatorio, el paciente es movilizado con muletas con apoyo parcial (15 kgs.) para activar el "bombeo muscular" para reducir la estasis venosa y la inflamación. El paciente es dado de alta después de la completa curación de la herida. (10 a 14 días), sin una férula y con un apoyo dirigido parcial por 6 a 12 semanas, dependiendo de la configuración de la fractura y la cantidad de injerto óseo utilizado. es usada una etapa de fisioterapia como paciente externo. El apoyo total es posible usualmente después de la 12 a 16 semanas. El paciente usualmente no puede ser capaz para realizar trabajos pesados o participar en deportes por 4 o 5 meses.

TECNICAS DE REDUCCION INDIRECTA

Modernos métodos de fijación interna y la expansión de los principios de AD/ASIF para las áreas de tratamiento conservador primario han aumentado pronto la atención a la fijación interna de fracturas de los calcaneos ^{11, 17, 24, 25, 47, 51, 57, 67, 70, 103, 104, 120, 121, 124, 125, 146, 159, 168, 169, 175, 179, 183, 186, 187, 199, 204, 205}. La frecuencia de infección no puede ser usado como un argumento contra la reducción abierta y la fijación interna (ORIF) de las fracturas calcaneas, debido a que el aumento en la experiencia quirúrgica ha mostrado que las ventajas de la reducción anatómica de la parte trasera del pie supera los riesgos involucrados.

Aunque múltiples fragmentos se hallan en las fracturas de los calcaneos, el hueso se fractura esencialmente en 4 partes significativas que son: el sustentacular, el talamus, la tuberosidad y el fragmento anterolateral ¹⁰⁰.

En una fractura del calcaneo, es sustentaculo es usualmente estático, en fragmento no desplazado debido a la fuerza de los ligamentos que unen este hueso al hueso escafoides. Este puede ser desplazado en lesiones severas.

El fragmento talámico contiene parte de la faceta posterior. La tuberosidad siempre es fácil de identificar. Uno debe de tener en mente la fuerte tracción que el músculo gatrosoleus ejerce sobre este fragmento.

El fragmento anterolateral se encuentra lateralmente en el área justo antes del cuboide. Este se extiende desde el cuboide al vértice del ángulo de Gissane. Severas conminuciones de este fragmento puede dificultar la reducción, necesitando una extensión de la placa sobre el cuboide o aplicación de un fijador externo lateral.

Las características cardinales responsables de las deformidades son una fractura sagital en el hueso y desplazamiento de la tuberosidad. Componiendo esto un "fallo" de la pared lateral por el talamus descendente.

Corrigiendo estas deformidades por fijación externa y ligamentotaxis tiene la ventaja de una menor disección quirúrgica y una fácil fijación interna. El lado medial de la fractura es contraído y requiere distracción. En el plano longitudinal (bien visualizado

en un corte axial o en un corte cercano horizontal TC), el lado medial es impactado y el tejido suave sobre el es contraído.

La sobre distracción del lado medial es desigual debido a que el tejido suave medial está intacto. La sobre distracción del lado lateral, en contraste, puede producir un espacio entre el fragmento anterolateral y el resto del hueso.

La desrotación de la tuberosidad es esencial para cualquier reducción. El elemento esencial es el control indirecto del sustentaculo, ejercido por ligamentotaxis. El suceso de este efecto igual en los fuertes ligamentos superomedial y plantar calcaneonavicular, el cual enlaza el sustentaculum al escafoides. Esto representa un enfoque medial cerrado, que enlaza la tuberosidad al sustentaculum. Las líneas anatómicas dibujadas destacan estas características. La superposición sobre los dibujos son dos clavos localizados dentro de la tuberosidad desde el lado medial, y dos clavos colocados dentro del primer metatarsal también desde el lado medial.

COLOCACION DE CLAVOS

Los dos clavos anteriores son colocados dentro de la superficie medial del primer metatarsas a la derecha del ángulo del haz de este hueso. Son usados clavos de tipo Hoffmann de 4mm. Los clavos posteriores son colocados dentro de la tuberosidad, desde el lado medial, y tan lejos posteriormente como sea posible. Los clavos usados son de 5mm. de diámetro, aunque una rosca más grande da un mejor agarre en el hueso esponjoso. Un clavo es colocado para cerrar el margen posterosuperior tanto como sea posible, y el segundo clavo es colocado 2 cm. inferior a este. Los clavos participan en ambas corticales. Las puntas de los clavos posteriores son anguladas para que diverjan posteriormente desde el plano coronal.

Las abrasaderas son aplicadas y apretadas a los clavos. La varilla conectada es fijada pero no apretada. Participando la abrasadera anterior todavía, la abrasadera posterior es empujada medialmente, rotada en los planos horizontal y sabital y distractada longitudinalmente. La varilla conectada es apretada. La posición es

checada radiológicamente. Si la reducción de la faceta posterior no es correcta o si un ensanchamiento significativo está todavía presente sobre la vista axial, la apertura de la pared lateral puede llegar a ser necesaria para efectuar la reducción.

Aunque la sobredistracción de la arquitectura del hueso medial es desigual debido a la limitación del tejido suave, una fuerte distracción usando un tensor es peligroso. Lo cual puede ocasionar una neuropraxia que en ocasiones puede requerir de más de 3 meses para su recuperación. Si la distracción manual no logra la reducción una reducción abierta, debe hacerse para corregir cualquier característica que ahora bloquee tal reducción.

El fijador externo puede ser usado como un mecanismo de reducción transquirúrgico. La sobredistracción abre el espacio articular para una mejor visibilidad. Esto puede ser logrado mediante la colocación de un tornillo de Schanz, a través de una incisión puntiforme desde el lado medial dentro de la porción posterior mayor del tubérculo calcáneo. Esto es difícil, ya que el hueso compacto necesita ser perforado (fig. 37).

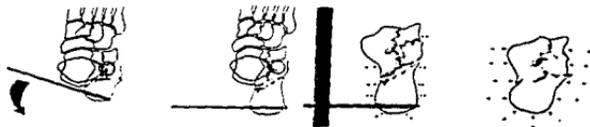
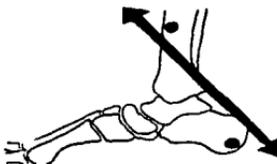


FIG. 37. ORIENTACION DE LOS TORNILLOS EN EL CALCANEO PARA REDUCCION INDIRECTA CON FIJADORES EXTERNOS

El tornillo Schanz es perpendicular al eje largo de los calcaneos. El eje largo del pie no debe usarse para orientación, debido a que la mala alineación valgo y varo de la parte trasera del pie no puede ser determinada en forma cuidadosa clínicamente. Usando el intensificador de imagen para una vista axial de los calcaneos es esencial, debido a que el grado de corrección de alineación debe predeterminarse. Un segundo tornillo Schanz es colocado en forma medial y a la derecha del ángulo dentro del tercio proximal de la tibia. Alternativamente, el tornillo Schanz tibial puede ser colocado dentro del area anterior de la tibia (fig. 38) Esto optimiza el vector de distracción que debe seguir una línea anterior y cefálica a posterior y caudal (fig. 39). Esto puede ayudar a evitar sobrecorrección de deformidades varo cuando se aplica distracción.



**FIG. 38. POSICION DE LOS TORNILLOS EN LA TIBIA
PARA METODO REDUCCION INDIRECTA
CON FIJADORES EXTERNOS**



**FIG. 39. VECTORES DE DISTRACCION
ORIENTACION CEFALOCAUDAL**

Los dos tornillos de Schanz son conectados por cualquier sistema de fijación externo disponible, y la distracción es realizada por medios mecánicos o manuales. El grado de distracción y corrección de la mala alineación también debe de ser controlada por intensificador de imagen. Rayos X transquirúrgicos son obtenidos para documentar el procedimiento. Los cuidados postoperatorios incluyen elevación de la pierna afectada, medicamentos antiinflamatorios no esteroides, antibióticos facultativos, tratamiento local de la inflamación del tejido suave con compresas frías y estimulación galvánica. Cuando el tejido suave está en condiciones, la fijación de la placa lateral se realiza usando un abordaje lateral, retractando el colgajo de piel grueso, sujetando los tornillos de la superficie articular, y las placas "H" o tercio de caña.

ARTRODESIS

Todos los autores están de acuerdo en que el manejo de las fracturas calcaneas intraarticulares conminuidas son difíciles, con peores resultados tanto como la

conminución y el desplazamiento se incrementen ^{196, 197}. Debido a la dificultad técnica del restauramiento de la congruencia articular y al concureste daño del cartilago se recomienda la artrodesis subtalar primaria ^{43, 94, 98, 109}.

Las indicaciones para la artrodesis es una marcada conminución con un desplazamiento sustancial y diagonal o severo daño cartilaginoso de la faceta posterior. Toda deformidad del talón debe ser corregida antes de realizar la fusión. Si se fusiona el talón estando en valgo, la cabeza del primer metatarsiano recibirá presiones excesivas. Si se fusiona en varo, la estructura que recibe presión excesiva es la cabeza del quinto metatarsiano. También es importante restablecer la altura y el ancho del calcaneo antes de llevar a cabo la fusión. La articulación calcaneocuboidea debe estar en su posición normal en el momento del procedimiento, de lo contrario, las articulaciones del pie medio quedarán en posición anormal y aparecerá dolor.

Von Stockum ¹⁹⁴ publicó el primer caso de artrodesis subastragalina por fractura del calcaneo en 1912, y en 1927, Wilson ²⁰² también informó buenos resultados con este método terapéutico. Aunque hay otros autores que consideran que la artrodesis subastragalina es un tratamiento incompleto porque las articulaciones mediotarsianas no fusionadas permanecen dolorosas y rígidas. Por otra parte, al pie resultante es habitualmente plano y se adapta mal a la marcha Talon-dedos, además de que:

- 1) A menudo existe daño no reconocido de las articulaciones calcaneocuboidea y astragaloescapoidea, y
- 2) Este complejo triarticular actúa como una unidad de movimiento y la fusión de una sola de las tres articulaciones limita gravemente el movimiento total en el complejo.

Consideran que el movimiento restante en las articulaciones no fusionadas del complejo es doloroso. Por estas razones algunos autores recomiendan la triple artrodesis primaria. Pero la mayoría de los autores coinciden en recomendar esta intervención (artrodesis) solamente como procedimiento de salvataje.

X. SINDROME COMPARTIMENTAL EN EL PIE POSTERIOR A FRACTURA DE LOS CALCANEOS

La patogénesis y el tratamiento del síndrome compartimental en las extremidades son bien reconocidos. Las bases anatómicas, clínicas y patológicas para el síndrome de compartimiento del pie son mejor documentadas y entendibles. Los síndromes de compartimiento en el pie son asociados típicamente con lesiones de alto impacto y fracturas múltiples, particularmente cuando elementos de aplastamiento están presentes ^{20, 49, 122, 128, 139}. Sin embargo, aparte de unos cuantos reportes aislados, la asociación del síndrome de compartimiento del pie y las fracturas del calcáneo, no ha recibido mucha atención en la literatura ^{49, 60, 116, 118}.

Las consecuencias clínicas de un síndrome de compartimiento no tratado en el pie incluyen dedos en garra, rigidez, dolor, debilidad, cambios en la sensibilidad, atrofia y deformidades fijas del antepie. Descubrimientos similares son vistos también en pacientes con síndrome de compartimiento no tratados después de fracturas calcáneas.

ANATOMIA DE LOS COMPARTIMIENTOS DEL PIE

Por 60 años, se había pensado que el pie contenía solamente 4 compartimientos plantares (medial, central, lateralaductor e interoseos) ^{62, 92, 108, 133}. Usando azul de metileno mezclado con solución salina, Myerson ¹²³ identificó 4 compartimientos primarios y esbozó las bases experimentales para varias incisiones de fasciotomía. En un reciente estudio de inyección, Manoli y Weber ¹¹⁶ han identificado nueve compartimientos plantares. El medial y el lateral fueron similares a reportes previos, el compartimiento central descrito previamente, sin embargo se encontró dividido por un septum transversal en la parte posterior del pie en un compartimiento superficial que contenía el músculo flexor corto de los dedos y un compartimiento profundo ^{116, 123}. Para

enfatar su localización y proximidad de la parte posterior del pie al calcaneo, este compartimiento profundo fue llamado compartimiento calcaneo (fig. 40).



FIG. 40. COMPARTIMENTOS DEL PIE

El compartimiento calcaneo contiene el músculo plantar cuadrado, y el nervio plantar lateral. Al mismo tiempo, el nervio plantar medial es también localizado más distalmente en este compartimiento ⁴⁴.

Por lo tanto, el concepto moderno del pie es el de una estructura multicompartmentalizada. Tres de los compartimientos corren en la longitud completa del pie (medial, lateral y superficial). Los otros 6 compartimientos son confinados a la parte posterior del pie (calcaneo) o a la parte delantera del pie (4 interoseos y el aductor). Esta compleja anatomía hace el diagnóstico de un síndrome compartimental más complejo y las fasciotomías más exactas que en años pasados.

DIAGNOSTICO

Las fracturas de los calcaneos son asociadas típicamente con dolor profundo y una considerable inflamación. Aunque el dolor y la inflamación son características de todas las fracturas del esqueleto, los más severos, frecuentemente dolor agudo son vistos con las fracturas calcaneas indica que el síndrome compartimental y la isquemia muscular puede ser responsable. Aunque la inflamación asociada con las fracturas calcaneas es usualmente significativa, esta variabilidad no correlaciona bien con la presencia de presiones intracompartimentales elevadas. Las inflamaciones vistas parecen depender más de la duración del tiempo de lesión, el tratamiento de intervención después de la examinación y la deformidad del hueso. Por lo tanto, una inflamación muy intensa puede ser sugestiva de la posibilidad de un síndrome compartimental, cuando éste no es diagnosticado ¹³².

La característica del dolor reportado por pacientes con fracturas calcaneas y un subsecuente y comprobado síndrome compartimental es severo, implacable, ardoroso, quemante, e involucra a todo el pie. Esto es relacionado probablemente a la gran hemorragia del hueso esponjoso, y al limitado compartimento óseo y fascia, en los cuales este hematoma puede ser distribuido. El compartimento calcaneo es pequeño y contiene solamente el músculo cuadrado y el paquete neurovascular tibial posterior y sus ramas. Aunque otros compartimentos del pie pueden ser involucrados con el síndrome compartimental agudo después de las fracturas calcaneas, estos son involucrados ^{49 115 135} en menor grado ^{4 13 25}. Otros descubrimientos clínicos tales como parestesias y déficit neurovascular, son útiles pero no son diagnósticos y no deben ser usados para determinar la presencia de un síndrome compartimental o la necesidad de una fasciotomía. La resonancia magnética (RM) puede servir ingeniosamente para delinear el hematoma asociado con el síndrome compartimental. Aunque puede ser de interés académico solamente, esto suplementa los descubrimientos clínicos demostrando la localización del hematoma ¹⁰⁵. Sin embargo, la RM no debe usarse para

ayudar a decidir si una faciotomía debe realizarse, como cualquier retraso innecesario puede tener consecuencias catastróficas.

Como fue demostrado con el síndrome compartimental del pie en otro marco, el único medio confiable de diagnóstico es por sospecha clínica y medición de la presión compartimental elevada. Fue usado un monitor de presión sujetado manualmente (Stryker Corporation, Ramalazoo, Michigan). Se considera que debe ser rutinario medir la presión del compartimento calcáneo mediante la inserción de la aguja en el ángulo derecho del pie, directamente en el calcáneo anterior e inferior. Dado que la inflamación oscurece la superficie marcando el pie, la aguja puede ser dirigida 3.8 cm. directamente bajo el maleolo medial.

El límite de presión para realización de la faciotomía depende del autor varía entre 10 a 30 mm. Hg en algunos autores, otros de 30 a 40 mm. Hg. Estudios recientes recomiendan que la faciotomía debe realizarse a una presión de 30 a 40 mm. Hg (abajo) de la presión de la arteria principal ¹⁷². No hay datos para confirmar la creencia de que el pie puede tolerar presiones más altas que otras áreas y las secuelas pueden ser más serias que "solamente un poco de forma de garra en la punta del pie".

TRATAMIENTO

Una vez hecho el diagnóstico de síndrome de compartimiento, la faciotomía debe realizarse para prevenir el desarrollo de contracturas posteriores aunque el síndrome compartimental evoluciona a través de etapas definidas relacionadas a la cantidad y duración de la presión ¹⁷², cuanto más pronto la presión elevada es liberada por faciotomía, es menos probable que pueda desarrollarse una contractura isquémica. Una anestesia general o espinal puede usarse, pero una faciotomía aislada del pie debe realizarse bajo anestesia truncular del tobillo en el tratamiento de lesiones esqueléticas de víctimas politraumatizadas, la faciotomía del pie, tanto como otras faciotomías debe de realizarse primero. El tratamiento de otras lesiones (irrigación y desbridamiento de fracturas expuestas, fijación de fracturas, etcétera), deben de realizarse inmediatamente después de la faciotomía ¹³⁹. Todo esfuerzo debe realizarse para mantener la presión sanguínea de los pacientes en el periodo perioperatorio.

Las posiciones de faciotomías son planeadas de acuerdo a la presencia de presiones intracompartimentales elevadas. La faciotomía de la parte posterior del pie es la incisión primaria usada; sin embargo, a la compleja anatomía involucrada en la presencia de presiones elevadas en todos los compartimentos, incisiones adicionales anatómicas para la parte delantera del pie son recomendadas. La liberación de la parte delantera del pie no solamente es recomendada en casos de lesión de la parte posterior del pie ^{115, 118, 125}. La parte trasera del pie es liberada con una incisión que llega 4 cm. atrás del tobillo y tres cm. arriba de la superficie plantar. Esta incisión se extiende distalmente, paralelamente a la planta del pie por aproximadamente 6 cm. y, si es requerido, puede extenderse proximalmente para liberar el paquete neurovascular tibial completo. La fascia que recubre el músculo adductor del primer orjeo es vista directamente en la línea con la incisión. Como esta fue abierta en la línea de incisión, el compartimento medial es liberado. El músculo adductor del primer orjeo es despojado de su fascia que lo recubre y retraído superiormente. Esto revela la densa capa de la fascia blanca del septum intermuscular medial. Cuando esta es abierta

longitudinalmente, el compartimento calcaneo es liberado. Un gran cuidado debe ser tomado con esta incisión debido a que el nervio plantar lateral y haces de vasos están justo abajo del septum. En la posición distal de la incisión, el nervio plantar medial puede ser también encontrado. Los tejidos regresados a su lugar y la disección subcutánea es entonces realizada fuera del compartimento medial previamente abierto, directamente abajo en el aspecto plantar del pie. El compartimento superficial que contiene músculos cortos de los dedos es abierto longitudinalmente. El músculo flexor corto de los dedos es entonces separado hacia abajo de la planta cuidadosamente con una disección lateral y posterior. El septum transversal de la parte trasera del pie superior al plano de disección protege la estructura neurovascular. El compartimento lateral es entonces identificado y examinado, extendido a la porción lateral del pie y llega a situarse en el compartimento superficial del pie. Este es abierto longitudinalmente y liberado. Los compartimentos de la parte delantera del pie ocasionalmente requieren liberación, dependiendo de las presiones en estos compartimentos después de la faciotomía en la parte trasera del pie. Dos incisiones longitudinales son hechas: una medial, situada justo en medio y lateral del segundo metatarsiano y otra exactamente lateral a la cabeza del cuarto metatarsiano ¹²⁹. La disección es hecha a través del tejido subcutáneo, teniendo cuidado de no dañar las venas y los nervios superficiales. Los compartimentos interóseos son identificados entre los metatarsianos, y la fascia dorsal de cada compartimento es abierta longitudinalmente, para liberar el compartimento adductor. Los músculos interóseos son despojados cuidadosamente del borde medial del segundo metatarsiano.

Estos músculos son separados medialmente y en la profundidad del primer espacio interóseo, la fascia sobre el compartimento adductor es vista y abierta cuidadosamente.

Todas las heridas son abiertas a la izquierda. A cinco o siete días después de la liberación un intento es hecho para cerrarla. La incisión de la parte posterior del pie es cerrada usualmente en una segunda etapa. Raramente la inflamación puede impedir el cierre, el cual es entonces desarrollado con un injerto de piel de espesor delgado. Los

cirujanos experimentados en el manejo de trauma del pie pueden elegir para realizar una liberación de un paso y cierre con la técnica de la ecisión de piel de espesor delgado ^{134, 197}. Después que la faciotomía es realizada, los injertos de piel son tomados del borde de la herida. Esta precisión determina el margen de la viabilidad de la piel, o la extensión o prolongación de la zona de lesión, particularmente común en lesiones de compresión. Esto provee simultáneamente cobertura inmediata para la herida como la recolección de injerto de piel es entonces como un injerto de malla para las áreas abiertas. Esto debe ser explicado de cómo la herida cierra una vez que la liberación del hematoma ocurre a través del injerto en malla. Esta técnica de una etapa también tiene la ventaja de que disminuye el tiempo de hospitalización y rehabilitación.

Las fracturas de la parte delantera y media del pie, deben ser estabilizadas al mismo tiempo de la faciotomía, y puede generalmente ser hecho a través de dos incisiones de faciotomía dorsales en la parte delantera del pie. La fractura calcánea no debe ser fijada al mismo tiempo de desarrollar la faciotomía, ya que esto a menudo dificulta para cerrar la piel en esta etapa y el enfoque medial y lateral para el pie puede comprometer más aún el pie. Si las heridas son cubiertas en 5 o 7 días, se puede generalmente realizar la reducción abierta y fijación interna del calcaneo entre los 10 y 14 días después de la faciotomía, a través de una incisión lateral ¹⁴.

Después de una fractura calcánea, puede ocurrir un síndrome compartimental. La patogenia de las presiones elevadas intracompartimentales, es similar a aquellas encontradas en otras áreas de las extremidades, incluyendo el pie. En esta instancia, los compartimentos involucrados son pequeños y la gran hemorragia de la superficie del hueso esponjoso eleva la presión intersticial a un nivel en el cual cesa la microcirculación para funcionar efectivamente. A diferencia del síndrome intracompartimental en el pie resultante de fuerzas de alto impacto y lesiones de aplastamiento, aquellos involucrados con fracturas calcaneas pueden involucrar menor energía. Aunque algunos pacientes se lesionan en caídas desde una gran altura, han sido identificadas presiones significativamente elevadas después de caídas desde unos pocos centímetros.

NO ESTA
SALIR DE LA
TESIS
DE LA
NO DEBE
BIBLIOTECA

Después de la fasciotomía, el dolor intenso desaparece inmediatamente. Esto ha sido particularmente notable en pacientes en los cuales la fasciotomía es realizada bajo anestesia local. Sus dolores son inmediatamente aliviados después de la administración del anestésico para bloquear el tobillo.

Durante los últimos cinco años ha habido un interés considerable en la asociación de lesiones del pie y contractura isquémica, se han establecido las bases experimentales para un síndrome compartimental agudo del pie¹³³, y ha sido identificada una isquemia mioneural en una amplia variedad de lesiones clínicas.

XI. COMPLICACIONES

Un tratamiento primario inadecuado o inapropiado de una fractura de los calcaneos resulta frecuentemente en un dolor persistente del pie. Pueden ser problemas después de fracturas conminuidas o intraarticulares a pesar del tratamiento inicial ³⁹. Secuelas dolorosas, que son comunes después de las fracturas de los calcaneos varian, pueden ser resultado de complicaciones que son relacionadas al nervio ^{27, 48, 82, 85, 114, 122, 164}, osteoartritis subtalar ^{31, 36, 83, 112, 158}, afectación del tendón o cualquier otro tejido suave ^{31, 36, 42, 48, 83, 112, 129, 142, 149}, empalme calcaneoperoneo, ^{36, 48, 83}, mecanismos alterados de la articulación tibioastragalina ^{31, 70}, un síndrome compartimental no reconocido ^{136, 137}, síndrome de dolor crónico (tal como distrofia simpática refleja), y el así llamado síndrome de la almohadilla del talón roto en mil pedazos ^{131, 152}. El enfoque terapéutico a esta condiciones ha incluido modificaciones de zapatos ^{60, 141, 152}, fisioterapia, reconstrucción quirúrgica ^{31, 36, 68, 83, 87, 122, 141, 154, 190}, abandono juicioso ^{9, 141, 142, 152, 200}, denervación sensorial del talón ¹⁶⁴, y aún, amputación ⁸⁵. Sin embargo, han sido reportados resultados no satisfactorios resultando frecuentemente en controversias concierntes al método y medios de salvación más apropiados ^{68, 87, 122, 154}.

XII. CONCLUSIONES

Ciento cuarenta y un años de debate sobre el tratamiento de las fracturas de los calcaneos no ha logrado determinar el mejor método de tratamiento, ya que ha incluido muchos métodos diferentes con resultados variables. La carencia de un protocolo consistente universal para la evaluación subjetiva, objetiva y radiográfica de estas lesiones, ha impedido la comparación de resultados quirúrgicos, haciendo difícil la interpretación de la literatura. Las técnicas para el tratamiento han incluido: no reducción, reducción cerrada, reducción percutánea, reducción abierta, fijación interna y artrodesis primaria. El tratamiento no quirúrgico puede incluir movilización temprana, vendaje antiedema, inmovilización con yeso y apoyo diferido. La reducción abierta y la fijación interna han sido usados más comunmente y pueden llevarse a cabo a través de un abordaje medial, un abordaje lateral, una combinación de abordaje medial y lateral, o una combinación de reducción indirecta con fijadores externos y placas.

Algunos autores han considerado las fracturas conminuidas como una categoría separada; otros, han definido ampliamente diferentes grados de conminución de las fracturas de lengua y de las fracturas de depresión central. Recientes avances en la tecnología de rayos X, clasificación y técnicas de fijación, han ayudado en la experiencia de muchos autores. Estas técnicas y sistemas de clasificación no son aceptadas universalmente. La comparación de estudios es impedida por el uso de técnicas diferentes, diferentes tipos de fracturas, el hecho de que múltiples cirujanos han manejado a los pacientes en alguna serie dada, así como la falta de resultados a largo plazo.

La clasificación TAC de las fracturas calcaneas intraarticulares es un avance significativo y que puede ayudar a prever un medio objetivo para comparar las series, la articulación calcaneocuboidea y el fragmento anterolateral; sin embargo, también necesita ser considerado.

Las complicaciones quirúrgicas pueden ser sopesadas contra las complicaciones a largo plazo de las fracturas calcaneas no reducidas.

FACTORES PREDICTIVOS

La altura del talón y de la almohadilla del talón, la longitud del calcáneo, la longitud del fulcrum del tendón de Aquiles y el ángulo astragalocalcáneo, no fueron asociados con diferencias significativas estadísticamente en los resultados de las diversas series revisadas.

De las mediciones radiográficas, solamente la relación del ángulo de Böhler entre el lado de la fractura y el lado normal se correlacionaron con resultados clínicos. En ángulo de Böhler es un reflejo indirecto de ambos: la altura del talón y el ángulo del arco. Un ángulo de Böhler extremadamente pequeño, es asociado con resultados pobres. Esto implica que la preservación de la altura del talón y el ángulo del arco es importante. La medición del pie no lesionado mostraba algunas variaciones de lo normal en la parte posterior en los pacientes que tuvieron un pobre resultado: la longitud del fulcrum del tendón de Aquiles fue corta, el ángulo astragalocalcáneo fue pequeño (más varo), el ángulo del arco fue plano y la altura de la almohadilla fue más grande. Esto, junto con encontrar un habitus particular del cuerpo (pesado y pequeño), para los pacientes que tuvieron un pobre resultado, sugiere que puede ser una característica de predisposición de los talones y de los individuos que tuvieron un resultado pobre después de una fractura calcánea. Esta sugestión es basada solamente en asociaciones estadísticas, no puede ser dada como una justificación.

RELACION ENTRE LA PATOANATOMIA Y LOS RESULTADOS

Un incremento moderado en la medición clínica profunda del talón fue asociado significativamente con un resultado no satisfactorio. Similarmente hubo una disminución en la distancia peroneocalcánea en los pacientes que tuvieron resultados no satisfactorios. Un incremento en la profundidad del talón y una disminución en la

distancia peroneocalcaea son causados por un desplazamiento proximal y lateral de la pared lateral o el cuerpo del calcaneo, o de ambos.

Dada la relación entre la patoanatomía y los resultados, debe esperarse un peor resultado en pacientes que tienen una fractura más severa. Todos los estudios concuerdan en que las fracturas tipo lengua tienen un mejor pronóstico. La conminución moderada de las fracturas de depresión central empeora el pronóstico. Una fractura conminuida extensamente es asociada con el peor pronóstico. Por lo tanto, una clasificación cuidadosa de las fracturas sobre la base de su apariencia sobre un plano radiográfico puede ser muy útil en la predicción de resultados clínicos. Aunque la TAC es importante para la valoración prequirúrgica y planeación quirúrgica, sólo recientemente un sistema de clasificación para esta modalidad ha sido propuesto ³⁹. Creemos que el plano lateral radiográfico continúa siendo una herramienta útil para la evaluación y clasificación de las fracturas de los calcaneos en ocasiones auxiliada por la proyección anteroposterior y axial del calcaneo y en los casos de que se tengan dudas, la TAC es determinante y de gran ayuda en la planeación del Tx y predicción de pronóstico. Esto es en los lugares con que se cuenta con TAC en los que no, las proyecciones de Broden continúan siendo de gran utilidad.

FACTORES ASOCIADOS CON RESULTADOS POBRES

Los otros factores asociados con resultados pobres fueron la incongruencia articular y la artrosis de la articulación subtalar. Aunque es menos común la artrosis de la articulación astragaloescafoidea y la del tobillo, también éstas fueron asociadas con un pobre resultado.

Otros factores asociados con malos resultados fueron de edad mayor de 50 años, afectación lateral y atrapamiento peroneal.

Los principios de reducción de la flecta posterior, restauración de la longitud del calcaneo, disminución de la anchura del talón, y alineación y restauración de la congruencia articular subtalar, son parámetros que se relacionan con buenos

resultados a largo plazo y se logran mejor con la fijación quirúrgica con un mayor número de buenos resultados que con cualquier otra reducción cerrada o no reducción. En cierta forma, una pobre reducción puede ser peor que una no reducción.

Finalmente, si hacemos progresos en el entendimiento de los resultados de estas fracturas difíciles, podremos obtener resultados mejor valorados. En el pasado, un buen resultado era considerado como un paciente que era hábil para retornar a trabajar, solamente con optimismo. Hemos progresado al punto donde podemos cuantificar la valoración más precisa y confiablemente. En un artículo reciente por Crosby y Fitzgibbons * fue presentada una escala de valoración por puntos y que parece ser suficiente para permitir comparaciones realizadas entre grupos de pacientes.

Las fracturas calcáneas merecen un tratamiento quirúrgico bien planeado, similar a cualquier otra fractura intraarticular.

XIII. BIBLIOGRAFIA

1. - Aaron, D.A.R.: Intraarticular Fractures in the Calcaneus, J. Bone Joint Surg.; 568:567, 1974.
2. - Aitken, A.P.: Fractures the Os Calcis - Treatment by Closed Reduction. Clin. Orthop.; 30:67-75, 1963.
3. - Allan, J.H.: The Open Reduction of Fractures of the Os Calcis, Am. J. Surg. 141: 890-900, 1955.
4. - Anthonen, W. An.: Oblique Projection for Roentgen Examination of the Talocalcanean Joint, Particularly Regarding Intra-articular Fracture of the Calcaneus. Acta Radiol 24: 306-310, 1943.
5. - Amesen, A.: Treatment of the Os Calcis with Traction and Manipulation. Acta Chir. Scand 132: 566-573, 1966.
6. - Backman, S. and Johnson, S. E.: Torsion of the Foot Causing Fracture of the Anterior Calcanean Process. Acta. Chir. Scand. 105: 460-466, 1953.
7. - Bailey, F. A.: Proc. Oregon Med. 7:68, 1880.
8. - Bankart A. S. B.: Fractures of the Os Calcis, Lancet 2:175, 1942.
9. - Barnard, L. and Odegard, J. K.: Conservative Approach in the treatment of Fractures of the Calcaneus, J. Bone Joint Surg. 37A:1231-1236, 1955.
- 10.- Barnard, L. Non Operative Treatment of Fractures of the Calcaneus. Instr. Course Lect. 28:249-251, 1953.
- 11.- Baumgaertel, F.; Gehling, H.; Shikore, R.; Hüppe, T.; and Gotzen, L. Calcaneus Fracturen: Offene Reposition un Late-rale Plattenosteosynthese. Schriftenr. Unfallmed. Tangung del Landesverbandes del Gewerblichen Berufsgenossen Schäften: 69:201, 1989.
- 12.- Bell, C. Statistics of Operations in Mr. Bell's Wards, Royal. Infirmary, Edinburgh. Edinburgh Med. J., 27:1100, 1881-1882.

- 13.- Benirschke, S. K. and Sangeorzan, B.J. Extensive Intra-articular Fractures of the Foot: Surgical Management of Calcaneal Fractures. Clin. Orthop., 292: 128-134, 1993.
- 14.- Benirschke, S. K., Mayo K. A.m Sangeorzan; B. J. and Hansen, S. T. Results of Operative Treatment of Os Calcis Fractures A. A. O. S. 57th Annual Meeting, New Orleans, Louisiana Feb. 8-13, 1990.
- 15.- Bertelsen, A. and Hasner, E. Primary Results of Treatment of Fractures of the Calcaneus. Act. Radiol., 31:85-91, 1949.
- 16.- Bertelsen, A. and Hasner, E. Primary Results of Treatment of Fracture of the Os Calcis by "Foot-freewiking Bandage" and Early Movement. Acta Orthop. Scand. 21:140-154, 1951.
- 17.- Bezez, H., Massart, P., and Fourquet, J. P. Die Osteosynthese der Calcaneus-Impressions Fraktur. Unfallheilkunde 87:363, 1984.
- 18.- Böhler, L. Diagnosis, Pathhology and Treatment of Fractures of the Os Calcis. J. Bone Joint Surg. 13: 75-89, 1931.
- 19.- Böhler, L. The Treatment of Fractures 4th. de. Baltimore: Williams and Wilkins; 1933:460.
- 20.- Bonuti, P.M. and Belf, G. R. Compartment Syndrome of the Foot. A case Report J. Bone Joint Surg. 68 A:1449, 1986.
- 21.- Braly, W. G., Bishop, J. O. and Tullos, H. S. Lateral Decomposition for Malunited Os Calcis Fractures. Foot Ankle, 6 (2): 90-96, 1985.
- 22.- Broden, B. Roentgen Examination of the Subtaloïd Joint in Fractures of the Calcaneus. Acta Radiol. 31:85-91, 1949.
- 23.- Brown J. E. Early Ambulation of Os Calcis Fractures. Clin. Orthop. 63:252, 1963.
- 24.- Burdeux, B. D. Fractures of the Calcaneus. In Chapman, M. and Madison. M. (eds) Operative Orthopedics. Vol 13, Philadelphia, J. B. Lippincott, 1723, 1988.
- 25.- Burdeux, B. D.: Reduction of Calcaneal Fractures by the Mc Reynolds Medial Approach Technique and its Experimentals Basis. Clin. Orthop. 177:87-92-103, 1983.

- 26.- Burghel, N., and Serban, N.: Reappraisal of the Treatment of Fractures of the Calcaneus Involving the Subtalar Joint, *Ital. J. Orthop. Traumatol.* 2:273-279, 1976.
- 27.- Byank, R. P.; Crarde, H. J.; and Bleacker, M. L.: Standardized Neurometric Evaluation Intarsal Tunnel Syndrome, *Adv. Orthop. Surg.*, 12:249-253, 1989.
- 28.- Cahil, D. R.: The Anatomy and Function of the Contents of the Human Tarsal Sinus and Canal. *Anat. Rec.* 153: 1, 1965.
- 29.- Carey, E. J., Lance, E. M., and Wade, P. A.: Extra-articular Fractures of the Os Calcis, *J. Trauma.* ---:362-372, 1965.
- 30.- Carr, J. B., Hamilton, J. J. and Bear, L. S.: Experimental Intra-articular Calcaneus Fractures: Anatomic Basis for a New Classification. *Foot Ankle* 10, 2:81, 1989.
- 31.- Carr, J. B., Hansen, S. T., and Benirschke, S. K.: Subtalar Distraction Bone Block Fusion for Late Complicatione of Os Calcis Fractures. *Foot Ankle* 9(2):81-86, 188, 1988.
- 32.- Cass, D. R.: The Anatomy and Function of the Contents of the Human Tarsal Sinus and Canal. *Anat. Rec.* 153:1, 1965.
- 33.- Cave, E. F., Fractures of the Os Calcis. *Lancet*, 1:403, 1855.
- 34.- Clark, L. G.: Fracture of the Os Calcis. *Lancet*, 1:403, 1855.
- 35.- Cotton, F. J. and Henderson, F. F. Results of Fracture of the Os Calcis *Am. J. Orthop. Surg.* 14:290-298, 1916.
- 36.- Cotton, F. J.: Old Os Calcis Fractures. *Ann. Surg.*, 74:294-303, 1921.
- 37.- Court-Brown, C. M., Boot, D. A. and Kellam, J. F.: Fracture Dislocation of the Calcaneus: A Report of Two Cases. *Clin. Orthop.* 213:201, 1986.
- 38.- Crosby, L. A., and Kamins, P.: The History of the Calcaneal Fracture *Orthop. Rev.*, 20(6):501-509, 1991.
- 39.- Crosby L. A., Firzgebbs T.: Computerized Tomography Scanning of Acute, Intra-articular Fractures of the Calcaneus: A New Classification System. *J. Bone Joint Surg.* 72 a 852-859, 1990.
- 40.- Dart, D. E., and Graham, W. P. The Treatment of Fractured Calcaneum *J. Trauma.* 6:362-367, 1966.

- 41.- DeLee, J. C.: Fractures and Dislocations of the Foot: In Mann, R. A. (ed):Surgery of the Foot, de. 5, St. Louis, C. V. Mosby, 1986, p. 597.
- 42.- Deyerle, W. M.:Long Term Follow-up of Fractures of the Os Calcis. Diagnosing Peroneal Synoviogram. Orthop. Clin. North America, 4: 213-227, 1973.
- 43.- Dick, Y. L.:Primary Fusion of the Posterior Subtalar Joint in the Treatment of Fractures of the Calcaneum. J. Bone Joint Surg., 35B:375-380, 1953.
- 44.- Dragonetti, L.: A Proposito del Trattamento Incruento delle Fratture di Calcagno. Arch. Orthop. (suppl.) 82:381-394, 1996.
- 45.- Duetsch, A. Resnick, D., and Campbell, G.: Computed Tomography and Bone Scintigraphy in the evaluation of Tarsal Coalition. Radiology 144:137, 1982.
- 46.- Edwards, W. G.; Lincoln, C. R.; Basset, F. H.; III; and Goldner, J. L.: Tarsal Tunnel Syndrome. Diagnosis and Treatment. J. Am. Med. Assn.; 207:716-720, 1969.
- 47.- Essex-Lopresti, P.:The Mecanism, Reduction Technique, and Results in Fractures of the Os Calcis. Br. J. Surg. 39:395-419, 1952.
- 48.- Evans, Dillwyn: Fractures of the Calcaneus. In Proceedings of the British Orthopaedic Traveling Club. J. Bone and Joint Surg. 50-8(4):884, 1968.
- 49.- Fakhouri, A. J., and Manoli A: Compartment Syndrome After High Energy Injury to the Foot. A. A. O. S. 57th Annual Meeting, New Orleans, Louisiana, Feb. 8-13, 1990.
- 50.- Farabeuf, L. H.: Precis de Annuel Operatoire. Paris, Masson; 816, 1889.
- 51.- Fernández, D. L.: Transarticular Fracture of the Calcaneus. Arch. Orthop. Trauma Surg. 103:195, 1984.
- 52.- Finkheiner, G.; Sthör, C. and Leemreijze, P.:Tarsal Tunnel Syndrom und Trauma. Kasuistischer Beitragzur atologie und Therapie. Monatschr. Unfallheik 78:269-274, 1975.
- 53.- Gage, J. R., and Premer, R.: Os Calcis Fractures: An Analysis of 37, Minn. Med. 54:169-176, 1971.
- 54.- Ganz, R., Mast, J. and Jakob, R.: Planning and Reduction Techniques for Fracture Surgery, New York, Springer Verlag, 1989.

- 55.- Garcia, A., and Parks, J. C.: Fractures of the Foot. Chap. 181 Giannestras, N. J. (de.): Foot Disorders: Medical and Surgical Management, de. 2, Philadelphia Lea and Febiger, 1973.
- 56.- Gaul, J. S., Jr., and Greenberg, B. G.: Calcaneus Fractures Involving the Subtalar Joint: A Clinical and Statistical Survey of 98 Cases. Southern Med. J. 59:605-613, 1966.
- 57.- Gianchino, A. A. and Uthhoff, H. K.: Intraarticular Fractures of the Calcaneus. J. Bone Joint Surg. 71A: 784, 1989.
- 58.- Gilmer, P. W., Herzenberg, J. L.: Computerized Tomographic Analysis of acute Calcaneal Fractures. Foot Ankle, 6:184, 1986.
- 59.- Goff, C. W.: Fresh Fracture of the Os Calcis. Arch. Surg. 36:744, 1938.
- 60.- Goldman, F. D. Dayton. P. D. and Lanson, C. J.: Compartment Syndrome of the Foot, J., Foot Surg. 29:37, 1990.
- 61.- Gould, N.: Lateral Approach to the Os Calcis, Foot Ankle 4:218, 1984.
- 62.- Grodinski, M.: A Study of Facial Spaces of the Foot, Surg. Gynecol. Obstet. 49:739, 1929.
- 63.- Guyer, B. H., Levinsohn, E. M. Fredrickson, B. E., Bailey, G. L., and Formikell, M.: Computed Tomography of Calcaneal Fractures: Anatomy, Pathology, Dosimetry, and Clinical Relevance. AJR 145:911, 1985.
- 64.- Hall, M. C., and Pennal, G. F.: Primary Subtalar Arthrodesis in the Treatment of Severe Fractures of the Calcaneus. J. Bone Joint Surg., 428:336-343, 1960.
- 65.- Hammersfahr, J. F. R.: Surgical Treatment of Calcaneal Fractures. Orthop. Clin. North. Am., 20:679-689, 1989.
- 66.- Hammesfahr, R. and Fleming, L. L.: Calcaneal Fractures and Good Prognosis. Foot Ankle 2: 161-171, 1981.
- 67.- Harding, D., and Waddell, J. P.: Open Reduction in Depressed Fractures of the Os Calcis. Clin. Orthop. 199:124-131, 1985.
- 68.- Harris, R. I.: Fractures of the Os Calcis, their Treatment by Triradiatetractraction and Subastragalar susion. Am. Surg. 124:1082-1100, 1946.

- 69.- Harty, M.: Anatomic Consideration in Injuries of the Calcaneus. Orthop. Clin. North Am. 4: 179,1973.
- 70.- Harty, M.: Anatomic Consideration in Injuries of the Calcaneus. Orthop. Clin. North Am. 4: 179, 1973.
- 71.- Hazlett, J. W.: Open Reduction of Fractures of the Calcaneum Can J. Surg. 12:310-317, 1969.
- 72.- Heger, L. Wulff, K., and Seddiqui, M. S. A.: Computed Tomography of Calcaneal Fractures. Am. J. Roentgenol. 145:131, 1985.
- 73.- Hermann, O. J.: Conservative Therapy for Fractures of the Os Calcis. J. Bone Joint Surg., 19: 709-718, 1937.
- 74.- Hermann, O. J. Conservative Treatment for Fracture of the Os Calcis. J. Bone Joint Surg. 19:709-718, 1937.
- 75.- Hicks, J. H.: The Mechanics of the Foot. Y. The Joints. Anat. 87:345, 1953.
- 76.- Hoaglund, F. T.: Fractures of the Os Calcis: Editor's Comment in Leach, R. E. Hoaglund, F. T., and Riseborough, E. J., Editors: Controversies in the Orthopaedic Surgery, Philadelphia, 1982, W. B. Saunders Co.
- 77.- Horn, C. E.: Fractures of the Calcaneus. Calif. Med. 108:209-215, 1968.
- 78.- Horwitz, M. T.: Normal Anatomy and Variations of the Peripheral Nerves of the Leg and Foot, Arch. Surg. 36:626, 1938.
- 79.- Huggler, A. H., and Gianella, F. V.: Indikation und Wertung der Operativen Behandlung von Calcaneus Frakturen, Z. Orthop. 117:191, 1979.
- 80.- Hullinger, C. W.: Insufficiency Fracture of the Calcaneus similar to March Fracture of the Metatarsal, J. Bone Joint Surg. 26:751-757, 1944.
- 81.- Huson, A.: Een Ontleedkundig: Functioneel Onderzoek Van de Voetworteel. An Anatomical and Functional Study of the Tarsal Joints. Leiden, Drukkerij. "Luctor et Emergo" 1961.
- 82.- Inman, T. V.: The Joint of the Ankle, Baltimore, Williams y Wilkins, p. 37, 1976.
- 83.- Isbister, J. F. St. C.: Calcaneo-fibular Abutment following Crush Fracture of the Calcaneus. J. Bone and Joint Surg., 56B (2):274-278, 1974.

- 84.- Isman, R. E., and Inman, T. V.: Anthropometric studies of the human Foot and Ankle, Kerkeley, California: Biomechanics Laboratory, University of California, Berkeley, Technical Report, May, 1968.
- 85.- James, E. T. R., and Hunter, G. A.: The Dilemma of Painful Old Os Calcis Fractures. Clin. Orthop., 177:112-115, 1983.
- 86.- Jimeno-Vidal, V. F.: Isolierte Fraktur des Sustentaculum Tali mit Luxation des Fersenbienkiorpers nach Auben. Z. Orthop. 9:30, 1960.
- 87.- Johanssons, J. E.: Harrison, J.; and Greenwood, F. A.: Subtalar Arthrodesis for Adult Traumatic Carthritis. Foot and Ankle, 2:294-298, 1982.
- 88.- Joyce, J. J., and Harty, M.: Surgical Anatomy and Exposures of the Foot and Ankle. Instr. Course Lect. 19:1, 1970.
- 89.- Judet, R.: Fractures Thalamiques du Calcaneum: Discussion, Actual. Chir. Orthop. Hospital R. Poincaire Paris, Masson, 1972 pp. 35-40.
- 90.- Judet, R., Judet, J., and Lagrange, J.: Traitment des Fractures du Calcaneum Comportant une Disjonction Astragalo-calcaneae, Mem. Acad. Chir. 80:158, 1954.
- 91.- Kalish, S. R.: The Conservative and Surgical Treatment of Calcaneal Fractures, J. Am. Podiatry Assoc. 65:912-926, 1975.
- 92.- Kamel, R., and Sakla, F. B.: Anatomical Compartments of the Sole of the Foot, Anat. Rec. 140:57, 1961.
- 93.- King, R.E.: Axial pin Fixation of Fractures of the os Calcis (method of Essex-Lopresti). Orthop. Clin. North. Am., 4(1):185-189, 1973.
- 94.- Kjaersgaard-Andersen, P., Wethlund, J. O., and Nielsen, S.: Lateral Talocalcaneal Instability Following Section of the Calcaneo-fibular ligament: A kinesiological Study Foot Ankle 7:355, 1987.
- 95.- Kjaersgaard-Andersen, P., Wethlund, J. O., Helming, P., and Soballe, K.: Stabilizing Effect of the Tibiocalcaneal Fascicle of the Deltoid Ligament on Hindfoot Joints Movements: An Experimental Study. Foot Ankle 10:30, 1989.
- 96.- Kjaersgaard-Andersen, P., Wethlund, J. O., Helming, P., and Soballe, K.: The Stabilizing Effect of the Ligamentous Structures in the Sinus and Canalls Tarsi on

- Movements in the Hindfoot: An Experimental Study. *Am. J. Sports Med.* 16:512, 1988.
- 97.- Korn, R.: Der Bruch Durch das Hintere Obere Drittel des Fersenbeines, *Arch. Orthop. Unfallchir.* 41:789, 1942.
- 98.- Lance, E. M., Carey, E. J., and Wade, P. A.: Fractures of the Os Calcis, a Follow-up Study, *J. Trauma* 4:15-56, 1969.
- 99.- Lance, E. M., Carey, E. J. Jr., and Wade, P. A.: Fractures of the Os Calcis: Treatment by Early Mobilization. *Clin. Orthop.* 30:76, 90, 1963.
- 100.- Langdon, I.J., Kerr, P. S., and Atkins, R. N.: Fractures of the Calcaneum: The Antero-lateral Fragment. *J. Bone Joint Surg.*, 708 (2):303-305, 1994.
- 101.- Leonard, M. H.: Treatment of Fractures of the Os Calcis, *Arch. Surg.* 79:990-997, 1957.
- 102.- Leriche, R.: Osteosynthese pour Fracture par Ecrasement su Calcaneum a sept Fragments, *Ly on Chir.* :559, 1992.
- 103.- Letournel, E.: Open Reduction and Internal Fixation of Calcaneal Fractures. In Spiegel, P. (de): *Topics in Orthopedic Surgery*, Baltimore, Aspen, 1984, pp. 173-192.
- 104.- Leung, K., Chan, W., Shen, W., Pak, P. P. L., So, W., and Leung, P.: Operative Treatment of Intraarticular Fractures of the Os Calcis. *J. Orthop. Trauma* 3:232, 1989.
- 105.- Levy, A., Corbett, M., and Whitelaw, G.: The Use of MRI in Acute Calcaneus Fractures OTA Annual Meeting, Toronto, Canada, Nov. 7-11:1990.
- 106.- Lewis, O. J.: *Functional Morphology of the Evolving Hand and Foot*, Oxford Clarend Press, p. 224: 1989.
- 107.- Lindsay, W. R. N. and Dewar, F. P.: Fractures of the Os Calcis, *Am. J. Surg.* 95:555-576, 1958.
- 108.- Loeffler, R. D., and Ballard, A.: Plantar Fascial Spaces of the Foot and Proposed Surgical Approach Foot Ankle 1:11, 1980.
- 109.- Lowery, B. W. Robert, and Calhoun H. Jason: Current Topic Review. Fractures of the Calcaneus. Part in *Anatomy, Injury Mechanism, and classification. foot and Ankle International*, Vol. 17, No. 4:230-236, 1996.

- 110.- Mac Conaill, M. A., and Basmajian, J. V.: *Muscles and Movements: A Basis for Human Kinesiology*, Baltimore, Williams y Wilkins, p. 23, 1969.
- 111.- MacConaill, M. A.: *The Postural Mechanism of the Human Foot*. Proc. R. Ir. Acad. 50:265, 1945.
- 112.- Magnuson, B. B.: *An Operation for Relief of Disability old Fractures of Os Calcis*. J. Am. Med. Assn., 80:1511-1513, 1923.
- 113.- Mann, R. A.: *Biomechanics of the Foot and Ankle*. Inmann, R. A. (de.): *Surgery of the Foot*, de. 5, St. Louis, C. V. Mosby:597, 1986.
- 114.- Mann, R. A.: *Tarsal Tunnel Syndrome*. Orthop. Clin. North America, 5:109-115,... 1994.
- 115.- Manoli, A., II: *Compartment Syndromes of the foot: Current Concepts*. Foot Ankle 10:340, 1990.
- 116.- Manoli, A., and Weber, T. C.: *Fasciotomy of the foot: An Anatomical Study with Special Reference to Release of the Calcaneal Compartment*. Foot Ankle 10:267, 1990.
- 117.- Manter, J. T.: *Movements of the Subtalar and Transverse Tarsal Joints*. Anat. Rec. 80:397, 1941.
- 118.- Martin, B. F.: *Observations on the Muscles and Tendons of the Medial Aspect of the Sole of the Foot*. J. Anat. 98:437, 1964.
- 119.- Martínez, S., Hersenberg, J. E., and Apple, J. S.: *Computed Tomography of the Hindfoot*. Orthop. Clin. North Am. 16:481, 1985.
- 120.- Maxfield, J. E., and Mc Dermott F. J.: *Experiences with the Palmar Open Reduction of Fractures of the Calcaneus*, J. Bone. Joint Surg. 37A:99-106, 1955.
- 121.- Maxfield, J. E.: *Os Calcis Fractures: Treatment by Open Reduction* Clin. Orthop. 30:91, 1963.
- 122.- Mc. Reynolds I. S.: *Fractures of the Os Calcis Involving the Subastragalar Joint: Treatment by Open Reduction and Internal Fixation with Staples, using a Medial Approach*, J. Bone Joint surg. 58A:733, 1976. - 122A. McLaughlin, H. L.: *Treatment of Late Complications after Os Calcis Fractures*. Clin. Orthop. 30:111, 1963.

- 123.- Mc Reynolds, I. S.: Open Reduction and Internal Fixation of Calcaneal Fractures. J. Bone Joint Surg. 54B:176-177, 1972.
- 124.- Mc Reynolds, I. S.: The Case for Operative Treatment of Fractures of the Os Calcis. In Leach, R. E., Hoaglund, F. T., and Reseborough, E. J., Editors Controversies in Orthopaedic Surgery, Philadelphia, 1982, W. B. Saunders C. O. pp. 223 - 254.
- 125.- Mc Reynolds, I. S.: The Surgical Treatment of Fractures of the Os Calcis. Orthop. Trans. 6:415, 1982.
- 126.- Mc Reynolds, I. S.: Trauma to the Os Calcis and Heel Cord. In Jahss, M. H. (ed): Disorders of the Foot, de. 2, Philadelphia. W. B. Saunders, 1984, pp. 1497-1542.
- 127.- Meberg, E., and Erfors, C. G.: Primar Terapi Vid Grave Intraarticulara Kalcaneus Frakturer. Nord. Med. 9:150, 1953.
- 128.- Mercer, W.: Orthopaedic Surgery. London, 1944. Edward Arnold Publishers pp. 814.
- 129.- Meyer, J. M. and Lagier, R.: Post-traumatic Sinus Tarsi Syndrome, an Anatomical and radiological Study. Acta Orthop. Scandinavica, 48:121-128, 1977.
- 130.- Miller, W. E.: Pain and Impairment Considerations Following Treatment of Disruptive Os Calcis Fractures. Clin Orthop. 177:82, 1983.
- 131.- Miller, W. E. and Lichtblau, P. O.: The Smashed Heel Southern. Med. J.,58:1229-1237, 1965.
- 132.- Myerson, M. S.: Actual Compartment Syndromes of the Foot. Bull Hosp. Joint Dis. 47:2, 1987.
- 133.- Myerson, M. S.: Experimental Descompression of the Fascial Compartments of the Foot: The Basis for Fasciotomy in Acute Compartment Syndromes. Foot Ankle 8:308, 1988.
- 134.- Myerson, M. S.: Split-thickness skin excision: Its Use for Immediate Wound Care in Crush Injuries of the Foot. Foot Ankle 10:54, 1989.
- 135.- Myerson, M. S.: Management of Compartment Syndromes of the Foot. Orthopedics 13:711, pp. 271:239-248, 1990.

- 136.- Myerson, M. S.: Management of Compartment Syndromes of the Foot. Clin. Orthop. 271:239-248, 1991.
- 137.- Myerson, M. S.; Fisher, R. T.; Burgess, A. R. and Kenzora, J. E.: Fracture Dislocations of the Tarsometatarsal Joints: End Results Correlated with Pathology and Treatment. Foot and Ankle, 6:225-242, 1986.
- 138.- Myerson, M. S.: Management of Compartment Syndromes of the Foot. Orthopedics 13; 711:239-271, -----.
- 139.- Myerson, M. S.; Mc Garvey, W. and Lakin, J.: Crush Injuries of the Foot ADFAS Annual Meeting Nopa, California, July 17-20, 1992.
- 140.- Nade, S. M. L., and Monahan, P. R. W.:Fractures of the Calcaneum: A Study of the Long-term Prognosis, Injury 4:200-207, 1973.
- 141.- Nade, S. M. L. and Monahan, P. R. W.: Results of non Operative Treatment of Calcaneal Fractures: A Study of Longterm Prognosis; J. Bone and Joint Surg., 55-B (2):429-430, 1973.
- 142.- Noble, J. and Mc Quillan, W. M.: Early Posterior Subtalar Fusion in the Treatment of Fractures of the Os Calcis. J. Bone and Joint Surg., 61-B (1):90-93, 1979.
- 143.- O'Connell, F., Mital, M. A. and Rowe, C. R.: Evaluation of Modern Management of Fractures of the Os Calcis, Clin. Orthop. 83:214-223, 1972.
- 144.- Omoto, H., Sakurada, K., Sugi, M., and Nakamura, K.: A New Method of Manual Reduction for Intra-articular Fracture of the Calcaneus. Clin. Orthop. 177:104-111, 1983.
- 145.- Paley, D. and Hall, H.: Intraarticular Fractures of the Calcaneus: A Critical Analysis of Results and Prognostic Factors. J. Bone Joint Surg., 75 (A):342-354, 1993.
- 146.- Palmer, I.: The Mechanism and Treatment of Fractures of the Calcaneus. Open Reduction with the Use of Cancellous Grafts. J. Bone Joint Surg. 30A:2-8, 1948.
- 147.- Parkes, J. C., II: The non Reductive Treatment for Fractures of the Os Calcis. Orthop. Clin. North Am. 4:193-195, 1973.
- 148.Parks, J. C. II: The non Reductive Treatment for Fractures of the Os Calcis. Orthop. Clin. North Am. 4:193, 1973 pp. 193-195.

- 149.- Parvin, R. W. and Ford, L. T.: Stenosing Tenosynovitis of the Common Peroneal Tendon Sheath. Report of Two Cases. *J. Bone and Joint Surg.*, 38A 1352-1357, Dec. 1956.
- 150.- Pennal, G. F. and Yadov, M. P.: Operative Treatment of Comminuted Fractures of the Os Calcis. *Orthop. Clin. North Am.* 4: 197-211, 1973.
- 151.- Pescator, G. and Fioriti, M.: The Ilizarov Apparatus in the Treatment of Thalamic Fractures of the Calcaneus. *Ital. J. Orthop. Traumatol.*, 15 (3):302-314, 1989.
- 152.- Pozo, J. L., Kerwan, E. O'G., and Jackson A. M.: The Long-term Results of Conservative Management of Severely Displaced Fractures of the Calcaneus. *J. Bone Surg.* 66B:386-390, 1984.
- 153.- Priddle, K. H.: A New Method of Treatment for Severe Fractures of the Os Calcis. A Preliminary Report. *Surg. Gynecol. Obstet.* 82:671-676, 1946.
- 154.- Reich, R. S.: End-results in Fractures of the Calcaneus. *J. Am. Med. Assn.*, 99:1909-1913, 1932.
- 155.- Teuter, M. W. and Calhoun, J. H.: Intra-articular fractures of the Calcaneus. *J. Bone Joint Surg.* 66B (3):386-390, 1973.
- 156.- Romash, M. M.: Calcaneal Fractures: Three-dimensional Treatment. *Foot Ankle*, 8 (4):180-197, 1988.
- 157.- Rosenberg, Z. S., Feldman, F., Singson, R. D. and Price, G. J.: peroneal Tendon Injury Associated with Calcaneal Fractures: C. T. Findings. *A. J. R.* 149:125, 1987.
- 158.- Rosendahl, S.: The Significance of the Valgus Deformity in Fracture of the Calcaneus (abstract). *Acta Orthop. Scandinavia*, 36:339, 1965.
- 159.- Ross, S. D. K. and Sowerby, M. R. R.: The Operative Treatment of Fractures of the Os Calcis. *Clin. Orthop.*, 199:132-143, 1985.
- 160.- Rowe, C. R., Sakellarides, H. T., Freeman, P. A. and Sorbie, C.: Fractures of the Os Calcis, a Long-term Follow-up Study of 146 Patients. *JAMA* 184:920-923, 1963.
- 161.- Ruth, C. J.: Surgical Treatment of Injuries of the Fibular Collateral Ligament of the Ankle. *J. Bone Joint Surg.* 43:229, 1961.

- 162.- Salama, R. Benamara A. and Weissman, S. L.: Functional Treatment of Intra-articular Fractures of the Calcaneus. *Clin. Orthop.* 115:236-240, 1976.
- 163.- Salmon, N.: Arteries of the Skin, New York, Churchill Livingstone pp. 62-67, 151-154, 1988.
- 164.- Sallik, M. A. and Blum, L.: Sensory Denervation of the Heel for Persistent Pain Following Fractures of the Calcaneus. *J. Bone and Joint Surg.* 30 A: 209-212; 235, Jan., 1948.
- 165.- Sammarco, G. J.: Anathomy, In Helal, B. and Wilson, D. (eds): *The Foot*, New York, Churchill Livingstone, 31, 1988.
- 166.- Sanders, R.: 3-D Imaging of Calcaneal Fractures. *Proceedings of the Summer Meeting of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society*, Sun Valley, ID, 1989.
- 167.- Sanders, R., Fortin, P. D., Pasquale, T. and Walling, A.: Operative Treatment in 120 Displaced Intraarticular Calcaneal Fractures. Results Using a Prognostic Computed Tomography Scan Classification. *Clin. Orthop.* 290:87-95, 1993.
- 168.- Sanders, R., Fortin, P., and DiPasquale, T.: Results of Operative Treatment of Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures Using A CT Scan Classification, Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, Philadelphia, Pennsylvania, November, 1989.
- 169.- Sanders, R., Hansen, S.T., Jr. and Mc Reynolds, Y. S.: Trauma to the Calcaneus and its Tendon. Fracture of the Calcaneus. In *Disorders of the Foot and Ankle*, Vol 1, 2nd De. Jahss, M. H., de. Philadelphia, W. B. Saunders, pp. 2326-2354, 1991.
- 170.- Sangeorzan, B. J., and Hansen, S. T. Jr.: Early and Late Posttraumatic Foot Reconstruction *Clin. Orthop.*, 243:86-91, 1989.
- 171.- Saragaglia, D., Plawewski, S., Tourne, V. and Butel, J. L.: L'Osteosynthese des Fractures Thalamiques du Calcaneum par Plaques "1/4 de tuba" montees en Triangulation: Resultats Preliminaires de 32 Osteosyntheses. *J. Chir. (Paris)* 127:150, 1990.
- 172.- Sarrafian, S. K.: *Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive Topographic, Funcional*, Philadelphia J. B. Lippincott, 1983, pp. 55, 114, 115, 318, 341, 344.

- 173.- Schneck, S., Sapega, A. Dobrasz, J., Chance, B., and Leppenstall, R. B.: The Metabolic Stages in an Evolving Compartment Syndrome. *Trans. ORS* 151:261, 1990.
- 174.- Schofield, R. O.: Fractures of the Os Calcis. *J. Bone Joint Surg.* 18A:556, 1936.
- 175.- Schuberth, J. J., Karlin, J. M., Daley, N.: Fractures of the Calcaneus. In Scurren, B. L. (de): *Foot and Ankle Trauma*. New York, Churchill Livingstone, 439, 1989.
- 176.- Sciamberg, E. L., and Davenport, K.: Operative Treatment of Displaced Intraarticular Fractures of the Calcaneus. *J. Orthop.. Trauma.* 2:510, 1988.
- 177.- Shereff, M. J., and Johnson, K. A.: Radiographic Anatomy of the Hindfoot. *Clin. Orthop.* 177:16, 1983.
- 178.- Sisk, T. D.: Fractures in Edmonson, A. A., and Crenshaw, A. H., editors *Campbells Operative Orthopaedics*, de. 6 vol. 1 St. Louis, 1980. The C. V. Mosby Co.
- 179.- Ståtis, P., Kiviluoto, O. and Santavirta, S.: Fractures of the Calcaneus. *J. Trauma.* 10:939, 1979.
- 180.- Smith, R. W., and Staple, T. W.: Computerized Tomography (CT) Scanning Technique for the Hind Foot. *Clin. Orthop.* 177:34, 1983.
- 181.- Smith, J. W.: The Ligamentous Structures in the Canalis and Sinus Tarsi; *J. Anat.* 92:616, 1958.
- 182.Soeur, R., and Remy, R.: Fractures of the Calcaneus Involving the Subtalar Joint: The Role of the Superomedial Fragment *Foot Ankle* 4:91, 1983.
- 183.- Soeur, R. and Remy, R.: Fractures of the Calcaneus with Displacement of the Thalamic Portion. *J. Bone Joint Surg.*, 57B:413-421, 1975.
- 184.- Solomon, M. A., Gilula, L. A., Oloff, I. M., and Oloff, J.:CT Scanning of the Foot and Ankle: 2. Clinical Applications and Review of the Literature. *AJR* 146:1204, 1986.
- 185.- Solomon, M. A., Gilula, I. A., Oloff, I. M., Oloff, J. and Compton, T.: CT Scanning of the Foot and Ankle: I Normal Anatomy *A. J. R.* 146:1192, 1986.
- 186.- Stephenson, J. R.: Displaced Fractures of the Calcaneus Involving the Subtalar Joint: The Key Role of the Superomedial Fragment, *Foot Ankle* 4:91-101, 1983.

- 187.- Stephenson, J. R.: Treatment of Displaced Intra-articular Fractures of the Calcaneus Using Medial and Lateral Approaches, Internal Fixation and Early Motion. *J. Bone Joint Surg.* 69A:115, pp. 115-140, 1987.
- 188.- Steven D. K. Ross: Intraarticular Fractures of the Calcaneus.
- 189.- Thompson, K. R. and Friesen, C. M.: Treatment of Comminuted Fractures of the Calcaneus by Primary Triple Arthrodesis, *J. Bone Joint Surg.* 41A:1423-1436, 1959.
- 190.- Thompson, K. R.: Treatment of Comminuted Fractures of the Calcaneus by Triple Arthrodesis. *Orthop. Clin. North. America*, 4:189-191, 1973.
- 191.- Thoren, O.: Experimental Os Calcis Fractures on Autopsy Specimens. *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 70:11, 1964.
- 192.- Truillod, P., Dia, A., Grammont, P., Gelle, M. C. and Autissier, J. M.: Variations du Ligament Calcaneofibulaire (lig. calcaneo-fibulaire). Application a la Cinematique de la Cheville, *Bull de l'Assoc. des Anat.* 72: 31, 1988.
- 193.- Van Lagelaan, E. J.: A Kinematical Analysis of the Tarsal Joints: An X-ray Photogrammetric Study. *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 54:161, 1983.
- 194.- Von Stockum: Operative Behandlung del Calcaneus und Talus Fractur. *Z. Chir.* 39:1438, 1912.
- 195.- Warrick, C. K. and Bremmer, A. E.: Fractures of the Calcaneum with an Atlas Illustrating the Various Types of Fractures. *J. Bone Joint Surg.* 35B:33, 1953.
- 196.- Westhues, h.: Eine Neue Behandlungsmethode der Talus.frakturen, *Z. Chir.* 62:995-1002, 1935.
- 197.- Whitesides, T. E., Laney, T. C., Morimoto, K. and Harada, H.: Tissue Pressure Measurements as a Determinanto for the Need of Fasciotomy. *Clin. Orthop.* 113:43, 1975.
- 198.- Wittaker A. H. Treatment of Fractures of the Os Calcis by Open Reduction and Internal Fixation. *Am. J. Surg.* 74:687-696, 1947.
- 199.- Widen A.: Fractures of the Calcaneus, a Clinical Study with Special Reference to the Technique and Results of Open Reduction. *Acta Chir. Scand. (suppl.)* 188:1-119, 1954.

- 200.- Wilson, D. W.: Functional Capacity Following Fractures of the Os Calcis. Canadian Med. Assn. J., 95:908-911, 1966.
- 201.- Wilson, P. D. (de.): Experience in the Management of Fractures and Dislocations. Philadelphia 1938, J. B. Lippincott Co.
- 202.- Wilson P. D.: Treatment of Fractures of the Os Calcis by Arthrodesis of the Subastragalar Joint. JAMA 89: 1676-1683, 1927.
- 203.- Zaver, M.: Fracture of the Calcaneus, Acta Orthop. Scand., 40:530-542, 1969.
- 204.- Zwipp, H.: Biomechanik der Sprunggelenke. Un Fallchirurg 92:98, 1989.
- 205.- Zwipp, H., Tscherne, H., Wülker, N., and Grote R.: Der Intraartikuläre Fersenbeinbruch. Klassifikation, Bewertung und Operationstaktik. Unfallchirurg 92:117, 1989.

REFERENCIAS ADICIONALES

- A. - A. Mann Roger: *Cirugía del Pie: Fracturas y Luxaciones del Pie*. Editorial Médica Panamericana, pp. 699-762, 1987.
- B. - Loweryn, B. W. Robert and Kalhoun, H. Jason Current Topic Review. *Fractures of the Calcaneus. Part II: Treatment*. *Foot and Ankle International*, Vol. 17, No. 6:360-366, 1996.
- C. - Crosby, L. A. and Fitzgibbons, T.: *Intraarticular Calcaneal Fractures. Results of Closed Treatment*. *Clin. Orthop. and Related Research* 290: 47-54, 1993.
- D. - Crosby, L. A. and Fitzgibbons, T.: *Open Reduction and Internal Fixation of Tipe II Intra-articular Calcaneus Fractures*. *Foot and Ankle International*, Vol. 5: 253-257, 1996.
- E. - Letournel, E.: *Open Treatment of Acute Calcaneal Fractures*. *Clin. Orthop. and Related Research* 290:60-67, 1993.
- F. - Bezes, H., Massart, P., Delvaux D., Fourquet, J. P. and Tazi F.: *The Operative Treatment of Intraarticular Calcaneal Fractures. Indications, Technique and Results in 257 Cases*. *Clin. Orthop. and Related Research* 290:55-59, 1993.
- G. - Stephenson, J. R.: *Surgical Treatment of Displaced Intraarticular Fractures of the Calcaneus. A Combined Lateral and Medial Approach*. *Clin. Orthop. and Related Research*. 290:68-75, 1993.
- H. - Carr, J. B.: *Mechanism and Pathoanatomy of the Intraarticular Calcaneal Fracture*. *Clin. Orthop and Related Research*, 290: 36-40, 1993.
- I. - Sarrafian, S. K.: *Biomechanics of the Subtalar Joint Complex*. *Clin. Orthop. and Related Research*. 290:17-26, 1993.
- J. - Kobal, K. J. and Sanders, R.: *The Radiologic Evaluation of Calcaneal Fractures*. *Clin. Orthop. and Related Research*. 290:41-46, 1993.
- K. - Levyn, S. L. and A. Nunley J.: *The Management of Soft Tissue Problems Associated with Calcaneal Fractures*. *Clin. Orthop. and Related Research*. 290:151-156, 1993.

- L. - Baumgaertel F. R. and Gotzen L.: Two Stage Operative Treatment of Comminuted Os Calcis Fractures. Primary Indirect Reduction with Medial External Fixation and Delayed Lateral Plate Fixation. Clin. Orthop and Related Research. 290:132-141, 1993.
- M.- Hall, R. L. and Shereff M. J.: Anatomy of the Calcaneus. Clin. Orthop. and Related Research. 290:27-35, 1993.
- N. - Borowsky, K. A.: Two Case Reports of a Technique of Medial External Fixation in Calcaneal Fractures: Indirect Control of the Sustentacular Fragment, Foot and Ankle International, Vol. 17, 4: 210-216, 1996.
- O.- Buch, B. D., Myerson, M. S. and Miller, S. D.: Primary Subtalar Arthrodesis for the Treatment of Comminuted Calcaneal Fractures. Foot and Ankle International, Vol. 17, 2: 61-70, 1996.
- P. - Myerson, M. and Manoli, A.: Compartment Syndromes of the Foot After Calcaneal Fractures. Clin. Orthop. and Related Research, 290:142-150, 1993.
- Q.- Myerson, M. and Quill, G. E.: Late Complications of Fractures of the Calcaneus. J. Bone Joint Surg. 75-A: 331-341, 1993.
- R. - Paley, D. and Hall H.: Intra-articular Fractures of the Calcaneus. A Critical Analysis of Results and Prognosis Factors. J. Bone Joint Surg. 75-A: 342-354, 1993.