

Osteosíntesis mínimamente invasiva en fracturas del pilón tibial

GRISELDA L. SCHENONE

Hospital Italiano, Buenos Aires

RESUMEN

Introducción: Las fracturas de la tibia distal con compromiso de la articulación son de tratamiento difícil debido al daño de las partes blandas y a la compleja reconstrucción ósea. Representan el 1% de las fracturas del miembro inferior.

Durante los años 1950-1960 la AO/ASIF se interesó en mejorar la reducción articular usando una fijación interna estable. Esta técnica requiere grandes abordajes. Con el fin de resolver las complicaciones que surgían, aparecieron nuevas alternativas y, por último, la técnica mínimamente invasiva, que previene el daño a las partes blandas con reducción anatómica posible.

Materiales y métodos: El estudio se realizó entre octubre de 2000 y diciembre de 2001. Se evaluaron 8 pacientes (4 mujeres y 4 varones con promedio de 44 años-39-76) en forma prospectiva, todos con fracturas de tibia distal cerrada. Se evaluaron las lesiones óseas de acuerdo con las clasificaciones de AO y Rüedi-Allgöwer. Para las partes blandas se usó la clasificación de Tscherne-Gotzen. La cirugía se realizó entre las 72 horas y los 10 días de ocurrida la lesión.

Se tomaron radiografías de frente y perfil en todos los casos y tomografía computarizada (TC) en los casos de mayor conminución.

Resultados: Se evaluaron los pacientes a los 15, 30, 60, 90 y 120 días de la cirugía con radiografías simples. La movilización pasiva se inició a las 48/72 horas del posoperatorio hasta alcanzar el máximo movimiento articular. Después de las 12 semanas los pacientes comenzaron con

carga progresiva. Después de volver a la actividad normal se evaluó a los pacientes con nuevas radiografías comparativas. Se hallaron dos desviaciones (varo y valgo) por reducción intraoperatoria insuficiente. En todos los casos la reducción fue estable hasta obtener la consolidación. Para la evaluación se utilizó el puntaje de Mazur y cols. Los resultados obtenidos fueron 87,5% excelentes (7 pacientes) y 12,5% buenos (1 paciente).

Conclusiones: Es posible obtener una reducción anatómica y estable con el uso de cirugía mínimamente invasiva. Esto se logra evaluando adecuadamente las partes blandas para la selección del abordaje. El sangrado es mínimo y el edema distal mejora con la movilización temprana.

PALABRAS CLAVE: Fractura distal de tibia. Cirugía mínimamente invasiva.

MINIMALLY INVASIVE DISTAL TIBIAL OSTEOSYNTHESIS

ABSTRACT

ABSTRACT

Background: Distal tibial fractures involving the articular area are difficult to treat due to soft tissue damage and complex bone reconstruction issues. These account for 1% of lower limb fractures.

During the 1950s and '60s the AO/ASIF group was interested in improving articular reduction using stable internal fixation. Such technique calls for large incisions. To solve the resulting complications new alternative techniques were created; eventually minimally invasive techniques ensued that prevent soft tissue damage and preserve the anatomical reduction.

Methods: The study period was October 2000-December 2001. Eight (8) patients (4 males and 4 females; mean age +/- 44 years) were prospectively assessed. All of them had closed distal tibial fractures. Bone lesions were scored according to the Rüedi-Allgöwer and AO classifications. The Tscherne-Gotzen classification was used for soft tissue. Surgery was performed 72 hours to ten (10)

Recibido el 20-4-2004. Aceptado luego de la evaluación el 15-6-2004.

Correspondencia:

Dra. GRISELDA L. SCHENONE
Fischetti 4529
(1678) - Caseros, Buenos Aires
Tel.: 4959-0200 int. 9538
E-mail: griselsch@hotmail.com

days after the injury. Front and lateral X-rays were obtained in all patients. Severely comminuted cases were assessed with CT scans.

Results: All patients were assessed with plain X-rays on days 15, 30, 60, 90, and 120 post-op. Gradual passive mobilization was started at 48 / 72 hours post-op until maximum movement was achieved. After week 12 patients gradually started to weightbear. After resuming their normal activity, patients were evaluated with new comparative X-rays. Two varus and valgus malalignments were found, due to insufficient intraoperative reduction. In all cases the reduction remained stable until consolidation was achieved. For the assessment, the Mazur et al ankle score was used. Results were: 87.5% excellent (7 patients) and 12.5% good (1 patient).

Conclusions: Minimally invasive surgery allows for a stable and anatomic reduction, achieved by adequately assessing the soft tissues to select the approach. Bleeding is minor and distal swelling notably improves with early mobility.

KEY WORDS: Distal tibial fracture. Minimally invasive surgery.

Las fracturas del extremo distal de la tibia con extensión articular son de difícil tratamiento por el daño que causan sobre las partes blandas y la compleja reconstrucción ósea; representan el 1% del trauma del miembro inferior. Destot introduce en 1911 el término pilón tibial:^{6,23} por compresión axial del astrágalo sobre la superficie articular causa gran conminución e impactación ósea, con desviación en su eje longitudinal; son lesiones de alta energía (laboral-tránsito-deportivo). Otro mecanismo es por rotación, con leve o ningún desplazamiento; son accidentes de baja energía o domiciliarios.

Tratadas inicialmente en forma conservadora con tracción transcálcanea sobre férula de Böhler-Braun seguida de yeso, el resultado era una deformidad y rigidez articular inaceptables.^{2,7,20,31}

En la década de 1950-1960 el grupo AO/ASIF se interesó por mejorar la reducción y la alineación, con fijación interna estable, basándose en los principios de Rüedi-Allgöwer:^{5-8,11,20,21}

- Reconstrucción del peroné.
- Reconstrucción de la superficie articular de la tibia.
- Injerto óseo con hueso esponjoso.
- Uso de placa medial anterior para restablecer la estabilidad.

Este tipo de reconstrucción requiere grandes abordajes sobre un tejido previamente lesionado por el trauma inicial. A pesar de los buenos resultados obtenidos en la serie publicada por Rüedi y Allgöwer del 70% en 84 pacientes (seguidos a los 4 años) y conservando una distancia de 7-8 cm no siempre era posible evitar las complicaciones de daño a los bordes o dehiscencia de la herida, como resultado del

gran edema y cierre a tensión. Esto, sumado a la desperiostización aportada por el cirujano, conduce a la pérdida del hematoma fracturario y a la desvitalización de los pequeños fragmentos, que quedan desvinculados de la nutrición vascular y del tejido circundante.^{5,25,26}

A nivel distal la cobertura muscular y celular es menor; existe el riesgo de infecciones profundas de difícil tratamiento que prolongan el tiempo de internación y aumentan los costos hospitalarios.

En busca de resolver las complicaciones surgen otras alternativas: síntesis de la columna externa en combinación con yeso; tutor transarticular e híbrido; intramedular y tornillo percutáneo distal.^{2,6-8,10,12,13,18,19,24,31,32} La rigidez de las partes blandas provoca un movimiento articular escaso, dificultad en la marcha y dolor local. La incongruencia articular mayor de 1 mm favorece el desarrollo temprano de artrosis y en muchos casos es necesaria una artrodesis secundaria al trauma.^{6,10,12,23,32}

Esta técnica reconoce la importancia del cuidado de las partes blandas, basándose en las menores complicaciones obtenidas por la osteosíntesis con placa en otras zonas de la economía, como el fémur, la tibia o la pelvis.²¹

Por una incisión proximal y otra distal, se labra un túnel por debajo de los planos musculares y celulares, para no exponer la zona de fractura, se desliza la placa seleccionada (un tercio de tubo, reconstrucción, trébol, en 'T') algunas de ellas modificadas en sus dos planos; esto asegura el monje a hueso, otorgando máxima estabilidad y movimiento precoz a la articulación dañada.^{5,9,11,15}

Cuando radiológicamente se observan signos de consolidación ósea que permita la carga articular sin angulación, pérdida del eje por compresión ni pérdida del montaje, el paciente habrá logrado mayor amplitud de movimiento en comparación con el lado sano.

Materiales y métodos

Este estudio se realizó en el período comprendido entre octubre de 2000 y diciembre de 2001. Se evaluaron 8 pacientes (4 mujeres y 4 varones), de 39 a 76 años (promedio 44 años), todos con fracturas cerradas y con un seguimiento máximo de 24 meses y mínimo de 12 meses.

Los pacientes fueron clasificados según Rüedi y Allgöwer:

- 2 (clase I)
- 2 (clase II)
- 3 (clase III)
- 1 metafisaria sin compromiso articular (Fig. 1A, B, C, D, E, F y G)

De acuerdo con la clasificación AO:

Zona 43	1 paciente	A3
	3	B1
	1	C1
	1	C2
	2	C3



Figura 1. A y B. Fractura metafisaria sin compromiso articular (AO 43B1). C. Moldeado de la placa sobre el hueso plástico. D. Pasaje de la placa por deslizamiento en la reducción del peroné. E. Reducción de la tibia. F. Posoperatorio inmediato. G. Mediciones radiográficas en todos sus ángulos de frente y perfil.

Las causas de accidente fueron: 4 caída desde su propia altura, 3 accidente de auto, 1 caída de una escalera.

A su ingreso los que tenían mayor conminución y desviación en el eje se trataron con tracción transcálea sobre férula de Böhler-Braun (con 2 kg aprox.) y a los que presentaban menor trauma óseo y edema, se les colocaba una valva posterior, con el miembro elevado.

La cirugía se realizó con un mínimo de 72 horas y un máximo de 10 días. Todos los pacientes fueron evaluados con radiografías simples (frente-perfil). Cuando existe una gran conminución del peroné, una radiografía contralateral ayuda a determinar su largo.⁸ La TC es útil cuando la lesión requiere un mayor análisis del compromiso articular.³⁰

Para el tratamiento se utilizaron placas de un tercio de tubo, de reconstrucción recta 3.5, placa trébol y en "T" (mínimos fragmentos) con tornillos de cortical y esponjosa; modificadas algunas de ellas en sus dos planos lo que asegura el montaje a hueso.

Las partes blandas se evaluaron detenidamente antes de decidir su abordaje por técnica MIPPO (Minimal Invasive Percutaneous Osteosynthesis); lograda la reducción, se controló bajo IDI la estabilidad en rotación interna-externa, flexión-extensión (sindesmosis y complejo ligamentario).^{3,29} No se injertó el defecto metafisario.^{1,4}

Se realizaron controles radiográficos posoperatorios secuenciales. Una vez lograda la rehabilitación articular, los pacientes fueron evaluados por movilidad, dolor, complicación, reinserción en la vida laboral y social previa al accidente, comparado con el lado sano, usando el puntaje de Mazur (*symptom and functional evaluation of the ankle*) con un valor máximo de 100 puntos.

Resultados

Todos los pacientes fueron evaluados en el posoperatorio a los 15, 30, 60, 90 y 120 días, seguidos de controles trimestrales, iniciando su rehabilitación con movimientos pasivos durante 48 a 72 horas y continuando con movimientos activos para alcanzar su máxima flexión dorsal y extensión plantar antes de autorizarles la carga parcial con muleta o andador, por las primeras 2 a 4 semanas siguientes, para luego continuar la deambulacion sin sustento.

Ninguno de ellos utiliza analgésicos en forma habitual (sólo de manera muy esporádica en la mujer más adulta).

En todos los casos el resultado de la fijación por técnica MIPPO fue estable, sin cambios en su eje o desestabilización del montaje durante la evaluación.

En las mediciones comparativas (tobillo operado-sano) se encontró un paciente con desviación mínima en varo y otro en valgo.

Caso 1:

Clasificación Rüedi-Allgöwer (III), AO (43 C3)

Acortamiento del peroné 5 mm desviación en valgo

En el ángulo lateral de la tibia distal (LDTA) 4°

Axial largo de tibia 2°

Ángulo tibiocrural 2°

Caso 2:

Clasificación Rüedi-Allgöwer (III), AO (43 C3)

Por compresión de la cara medial de la metafisis, la desviación es en varo

Ángulo tibiocrural 2°

Ángulo lateral de la tibia distal 6° (LDTA)

Axial largo de tibia 2°

Ambas desviaciones son el resultado de una reducción intraoperatoria inadecuada; en el caso 1: por falta de alargamiento del peroné; en el caso 2: por exceso de manipulación, que comprimió el lado medial. Ambos pacientes caminan sin dificultad y lograron su incorporación social y laboral sin uso de analgésicos.

Un paciente refiere mayor incomodidad para subir escaleras y al correr rápidamente; clasificación (43 B1-I), radiografía sin incongruencia articular (como dato, durante su seguimiento el paciente perdió la asistencia social, por 7 meses no fue controlado adecuadamente en su rehabilitación), la radiografía de perfil en máxima flexión dorsal presenta una diferencia de 10° con el lado sano (30°-20°) y en extensión máxima 20° (60°-80°).

La mujer de 76 años camina con bastón fuera de su domicilio sólo por seguridad (presentaba deformidad previa a la cirugía en la extremidad de los dedos de ambos pies, hallux valgus y segundo dedo en martillo superpuesto).

La consolidación se logró entre las 10-12 semanas, no hubo pseudoartrosis ni retardo de consolidación; tampoco infección superficial ni profunda por dehiscencia de la herida (Tabla 1).

Una vez incorporados a la vida habitual previa al accidente (laboral-social) todos los pacientes fueron evaluados en la marcha clínica, con nuevos controles radiográficos en distintas angulaciones en forma comparativa (tobillo quirúrgico y sano)^{5,8,17,20,22} (Tabla 2).

Frente:	Ángulo crural (8°-12°) LDTA: 89° (86°-92°), ángulo lateral de la tibia distal Axial largo: vista posterior de tibia-calcáneo en axial, en condiciones normales el eje trazado por la diáfisis de la tibia es paralelo al eje trazado en el calcáneo
Perfil:	Neutro Máxima flexión dorsal (20°-30°) Máxima extensión plantar (40°-50°) ADTA: 80° (78°-82°) ángulo anterior de la tibia distal

Puntaje de Mazur en el tobillo (*symptom and functional evaluation of the ankle*) con resultado de 84-100, para un máximo de 100 puntos. La valoración fue de 92-100 excelente, 87-92 bueno, 65-92 regular y menos de 65 pobre.^{16,28} El resultado de este grupo es de 7 pacientes 95 a 100 puntos (87,5% excelente) 1 paciente 84 puntos

Tabla 1. Datos generales

Casos	Calificación		Osteosíntesis						Consolidación		
	AO	Rüedi-Allgöwer y Gotzen	Tibia	Peroné	Transindi	Injerto	Acartamiento peroné	Deformidad		Mecanismo de accidente	
1	43C3	III	2-3	P. trebol T. interfragmentario T. esponjosos Incomp. compl. c/ arandela	P. reconstrucción 3,5	Sí	No	Sí 5 mm	Valgo	Auto	12 meses
2	43C3	III	2	P. trebol T. esp. incomp. c/ arandela	P. reconstrucción 3,5 clavijas	-	No	No	Varo	Altura	12 meses
3	43A3	-	2	P. reconstrucción recta moldeada T. interfragmentario	P. reconstrucción	-	No	No	-	Altura	10 meses
4	43C1	I	1	P. reconstrucción recta moldeada T. interfragmentario	-	-	No	No	-	Escalera	10 meses
5	43B1	I	1	T. esponjosa incomp c/s arandela	P. 1/3 tubo T. interfrag.	-	No	No	-	Altura	12 meses
6	43C2	III	1	P. reconstrucción recta (moldeada) T. interfrag. c/ arandela	P. reconstrucción 3,5 T. interfrag.	-	No	No	-	Altura	10 meses
7	43C2	II	1	P. 1/3 tubo T. esponjosa c/ arandela 3.5	P. reconstrucción 3,5	-	No	No	-	Auto	10 meses
8	43B1	II	0	T. esponjosa P. reconstrucción	P. reconstrucción 3,5	-	No	No	-	Auto	12 meses

Tabla 2. Medición radiográfica comparativa en todas sus variantes (frente y perfil)

Pacientes	Perfil normal		Flexión dorsal 20-30		Perfil				Frente					
	Normal	Op.	Normal	Op.	Ext. plantar 40-50		Perfil ADTA (78-82) 80°		Frente LDTA (86-92) 89°		F. tibia crural 8-12°		Frente axial largo	
					Normal	Op.	Normal	Op.	Normal	Op.	Normal	Op.	Normal	Op.
1	100	100	28	28	68	68	84	82	88	84	12	10	Normal	Op.
2	95	95	30	20	55	55	84	84	86	80	10	12	//	2°
3	90	95	20	20	70	70	86	86	86	86	12	12	//	2°
4	90	90	35	30	55	65	82	82	90	90	10	10	//	//
5	90	90	20	18	55	56	84	84	88	88	10	10	//	//
6	90	90	30	30	60	60	86	88	88	88	10	10	//	//
7	90	90	30	20	60	80	80	80	92	92	10	10	//	//
8	90	90	30	27	60	65	80	80	90	90	10	10	//	//

(12,5% bueno). Dada la baja incidencia del trauma, es difícil reunir un grupo mayor que permita evaluar más detalladamente el número de complicaciones y poner en evidencia resultados insatisfactorios. Aun así, el estado clínico y la reducción articular obtenida son muy favorables en comparación con otras técnicas (Tabla 3).

Discusión

Las fracturas de pilón tibial son poco frecuentes y su incidencia es del 1% del total del trauma. Es necesaria una evaluación correcta de la lesión ósea. Se utilizaron distintas clasificaciones, la más frecuente de las cuales es la de Rüedi-Allgöwer, pero no contempla la fractura metafisaria y resulta insuficiente en la descripción de la lesión del peroné y del complejo ligamentario. La clasificación AO, en cambio, no evalúa la lesión de peroné; por lo que es difícil adoptar una de ellas si se desea ser minucioso en los detalles técnicos.^{8,14,23,27,31}

Todos los autores coinciden en evaluar al paciente con radiografías simples en el momento del ingreso. Cuando el compromiso es articular y de gran conminución, la tomografía computarizada ha permitido una mejor evaluación del grado de impactación y de la necesidad de utilizar injerto óseo en la zona afectada.^{1,4,9,11,18,20,30}

Es preciso evaluar la lesión de las partes blandas descrita por Tscherne-Gotzen. Helfer, Sanders y cols. refieren que el mejor momento para realizar la cirugía es in-

mediatamente luego del trauma, cuando la inflamación está representada por el hematoma de fractura; después de 8 a 12 horas hay un edema importante, por lo que la cirugía debe diferirse por 7 a 10 días. Esto permite un cierre no tenso y disminuye los riesgos de infección.⁸

La tracción y el yeso conducen por lo general a resultados pobres con mala alineación e irregularidad de la superficie articular, con dificultad en la marcha, sujeta a un dolor de distinta intensidad, por lo que se aconseja una reducción quirúrgica.^{8,17,23,31}

Durante la década de 1950-1960 el grupo AO/ASIF destacó la importancia de una reducción anatómica y estable; comenzando por reconstruir el largo del peroné, se puede reducir mejor la superficie articular de tibia usando como referencia el tubérculo de Chaput; injerto óseo en el defecto metafisario y estabilización con placa anterior.⁸

Rüedi y Allgöwer en 1968/69 informan una serie de 84 pacientes fijados con los principios AO/ASIF con 74% de excelentes resultados a los cuatro años y una segunda evaluación a los nueve años que comunicó mejores resultados funcionales.²⁰

Con respecto al uso de torniquete hay diversas opiniones: Chang-Wug Oh y cols., en una serie percutánea de 21 pacientes no lo usaron;¹⁵ en cambio Helfet y cols. en síntesis mínimamente invasivas, sí.⁹ En tratamientos combinados, síntesis interna con fijador híbrido, Paul Tornetta usa menos de una hora,^{6,31} mientras que Donald Wiss en una serie de 60 paciente refiere su uso en tiem-

Tabla 3. Puntaje de Mazur en tobillo (*symptom and functional evaluation of the ankle*)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Dolor (0-50)	50	50	50	50	50	50	50	50
Distancia (0-8)	8	8	2	8	8	8	8	8
Soporte (0-8)	8	8	6	8	8	8	8	8
Correr (0-5)	5	3	0	5	0	5	3	5
Levantar pie (0-5)	5	5	3	5	5	5	5	5
Subir (0-3)	3	2	3	3	3	3	3	3
Escalera (1-3)	3	3	2	3	3	3	3	3
Marcha claudicante (0-8)	8	8	8	8	8	8	8	8
Edema (0-3)	3	3	3	3	3	3	2	3
Flexión plantar (0-2)	2	2	2	2	2	2	2	2
Flexión dorsal (3-5)	5	5	5	5	5	5	4	5
	100	97	84	100	95	100	96	100

pos diferentes, de acuerdo con el nivel de complejidad de la fractura (tipo I-65', tipo II-88', tipo III-98') mencionando que las fracturas cerradas con mayor incidencia de dehiscencia de herida era cuando el lazo se utilizaba 116'; no así, cuando el tiempo era de 86'.²⁸ En esta serie no se utilizó en ningún caso lazo hemostático; tampoco se dejó drenaje aspirativo por el escaso sangrado.

Roy Sanders, M. Sirkin y cols., en un estudio (1991-1996) de 226 pacientes protocolizaron el tratamiento: ingreso en la sala de cirugía, colocación del manguito hemostático (350 ml de presión), reducción abierta y fijación interna de columna lateral (peroné asociado con ligamentos), liberación del manguito para estabilizar con fijador externo hasta los 7-14 días; cuando mejoran las partes blandas, resolución definitiva el extremo distal de la tibia.²⁵

Gregory Konrath y cols. en un estudio (1990-1994) presentaron 20 pacientes con fractura inestable de tibia con extensión articular tratadas con clavo intramedular de poco diámetro (15 cerradas y 5 abiertas) y tornillos interfragmentarios perpendiculares al trazo de fractura a distal. Resultados: retardo de consolidación en los casos de fractura expuesta, antecurvatura de 15° proximal por error de inserción del clavo; artrosis de tobillo, 1 caso a los 25 meses y 1 caso de fractura expuesta, con secuela en su dorsiflexión por el desarrollo de un síndrome compartimental.¹²

No hemos tenido complicaciones como las descritas por los distintos autores, como dehiscencia de la herida, infección profunda como se viera en tratamientos de amplios abordajes o superficiales en los tratamientos con fijador externo.

El tratamiento mínimamente invasivo se realizó siguiendo los criterios de Rüedi-Allgöwer, para la restauración del largo del peroné como la estabilización de la tibia distal, a través de una maniobra de reducción indirecta y ligamentotaxis. El resultado fue una reducción satisfactoria y movimientos articulares tempranos, que permitieron en todos los casos recuperar el arco de flexión y extensión comparados con la articulación contralateral.

Después de evaluar detalladamente las partes blandas, el tratamiento por técnica MIPPO se realizó siguiendo los criterios de Rüedi-Allgöwer para restaurar el largo del peroné y estabilizar la tibia distal, a través de maniobras de reducción indirecta y ligamentotaxis.

El montaje obtenido fue estable, aun en los casos de mayor conminución articular y menor densidad ósea. En ningún caso se realizó bota corta de yeso, sí se utilizó valva por unos días para mejorar el edema posoperatorio.

No tuvimos incongruencia articular que desarrollara en forma prematura artrosis, aunque el seguimiento no es suficiente para descartar su presencia.

No fue necesario utilizar lazo hemostático ni hemosuctor por tratarse de un sangrado mínimo. No hubo complicación en el cierre de las heridas ni bordes desvitalizados por tejido tenso, por lo que podemos afirmar que con esta técnica hay menor agresión a las partes blandas.

Una menor desperiostización y desvitalización de los pequeños fragmentos óseos sin pérdida del hematoma fracturario favorece los mecanismos de consolidación, al no abordar el foco de fractura.

No se informaron en ningún caso infecciones superficiales o profundas.

La reducción y la fijación estable permiten un posoperatorio con menor uso de analgésicos dado que disminuye notablemente el dolor.

El menor edema permite una movilización temprana y logra mayor flexoextensión en forma comparativa, antes de la deambulación y carga progresiva.

Los tiempos de consolidación guardan relación con el patrón de fractura, no se observa retardo en la formación de callo óseo o pseudoartrosis que demore la carga después de las 10 a 12 semanas con sustento y continuar con carga total al mes, aproximadamente.

A lo largo del tiempo, los cirujanos han optado por diversos tratamientos considerando detalladamente las lesiones óseas y blandas en cada caso. Es posible realizar por técnica MIPPO, una fractura tan compleja del extremo distal de tibia, con menor incidencia de complicaciones y con resultados muy satisfactorios.

Referencias bibliográficas

1. **Ambrose CG, Kiezbak GM, Sabonghy EP, et al.** Biomechanical testing of cadaveric specimens: importance of bone mineral density assessment. *Foot Ankle Int*;23(9):850-855;2002.
2. **Babis GC, Vayanos ED, Papaioannou N, et al.** Results of surgical treatment of tibial plafond fractures. *Clin Orthop*;(341):99-105;1997.
3. **Boden SD, Labropoulos PA, McCowin P, et al.** Mechanical considerations for the syndesmosis screw. A cadaver study. *J Bone Joint Surg Am*;71(10):1548-1555;1989.
4. **Claes L, Heitemeyer U, Krischak G, et al.** Fixation technique influences osteogenesis of comminuted fractures. *Clin Orthop*;(365):221-229;1999.
5. **Collinge C, Sanders R, DiPasquale T.** Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop*;(375):69-77;2000.

6. **French B, Tornetta PIII.** Hybrid external fixation of tibial pilon fractures. *Foot Ankle Clin*;5(4):853-871;2000.
7. **Gaudinez RF, Mallik AR, Szporn M, et al.** Hybrid external fixation in tibial plafond fractures. *Clin Orthop*;(329):223-232;1996.
8. **Helfet DL, Koval K, Pappas J, et al.** Intraarticular "pilon" fracture of the tibia. *Clin Orthop*;(298):221-228;1994.
9. **Helfet DL, Sorkin A.** Minimally invasive plate osteosynthesis of distal tibial fractures. *Tech Orthop*;14(3):191-200;1999.
10. **Kellam JF, Waddell JP.** Fractures of the distal tibial metaphysis with intra-articular extension the distal tibial explosion fracture. *J Trauma*;19(8):593-601;1979.
11. **Khoury A, Liebergall M, London E, et al.** Percutaneous plating of distal tibia fractures. *Foot Ankle Int*;23(9):818-824;2002.
12. **Konrath G, Moed BR, Watson JT, et al.** Intramedullary nailing of unstable diaphyseal fractures of the tibia with distal intraarticular involvement. *J Trauma*;11(3):200-205;1997.
13. **Marsh JL.** External fixation is the treatment of choice for fractures of the tibial plafond. *J Orthop Trauma*;13(8):583-585;1999.
14. **Martin JS, Marsh JL, Bonar SK, et al.** Assessment of the AO/ASIF fracture classification for the distal tibia. *J Orthop Trauma*;11(7):477-483;1997.
15. **Oh CW, Kyung HS, Park IH, et al.** Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis. *Clin Orthop*;(408):286-291;2003.
16. **Olerud C, Molander H.** Bi- and trimalleolar ankle fractures operated with nonrigid internal fixation. *Clin Orthop*;(206):253-260;1986.
17. **Paley D.** *Principles of deformity correction.* Berlin: Spriger-Verlag; 2002.
18. **Pugh KJ, Wolinsky PR, McAndrew MP, et al.** Tibial pilon fractures: a comparison of treatment methods. *J Trauma*;47(5):937-941;1999.
19. **Raikin S, Froimson MI.** Combined limited internal fixation with circular frame external fixation of intra-articular tibial fractures. *Orthopedics*;22(11):1019-1025;1999.
20. **Ruedi TP, Allgöwer M.** The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia. *Clin Orthop*;(138):105-110;1979.
21. **Ruedi TP, Sommer C, Lentenegger A.** New techniques in indirect reduction of long bone fractures. *Clin Orthop*;(347):27-34;1998.
22. **Ryf C, Weymann A.** *Range of motion. AO Neutral - 0 Method.* New York: AO Neutral 0 Method; 1999.
23. **Sancineto C, Rubel I, Vásquez Ferro G.** Fracturas del pilón tibial: análisis de los factores determinantes de la degeneración articular. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*;64(4):296-303;1999.
24. **Sands A, Grujic L, Byck DC, et al.** Clinical and functional outcomes of internal fixation of displaced pilon fractures. *Clin Orthop*;(347):131-137;1998.
25. **Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, et al.** A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*;13(2):78-84;1999.
26. **Skoog A, Söderqvist A, Tomkvrist H, et al.** One-year outcome after tibial shaft fractures: results of a prospective fracture registry. *J Orthop Trauma*;15(3):210-215;2001.
27. **Swiontkowski MF, Sands AK, Agel J, et al.** Interobserver variation in the AO/OTA fracture classification system for pilon fractures: is there a problem? *J Orthop Trauma*;11(7):467-470;1997.
28. **Teeny SM, Wiss DA.** Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop*;(292):108-117;1993.
29. **Thompson MC, Gesink DS.** Biomechanical comparison of syndesmosis fixation with 3.5 and 4.5 mm stainless steel screws. *Foot Ankle Int*;21(9):736-741;2000.
30. **Tornetta PIII, Gorup J.** Axial computed tomography of pilon fractures. *Clin Orthop*;(323):273-276;1996.
31. **Tornetta PIII, Weiner L, Bergman M, et al.** Pilon fractures: treatment with combined internal and external fixation. *J Orthop Trauma*;7(6):489-496;1993.
32. **Williams TM, Marsh JL, Nepola JV, et al.** External fixation of tibial plafond fractures: is routine plating of the fibula necessary? *J Orthop Trauma*;12(1):16-20;1998.