

Tratamiento funcional de las fracturas

Dr. Sergio Villaverde y col.*

"El Tratamiento Funcional de las Fracturas no es una panacea y la aplicación de la técnica debe ir precedida por un conocimiento claro de sus fundamentos, indicaciones, limitaciones y contraindicaciones".

Augusto Sarmiento (1)

"El hueso es una planta con sus raíces en los tejidos blandos y cuando sus conexiones vasculares son dañadas, esto requiere no la técnica de un hombre de laboratorio, sino la paciencia y el conocimiento de un jardinero".

Guirdlestone

Se presenta la experiencia en el Tratamiento Funcional de las Fracturas de los miembros. Se establecen sus fundamentos biológicos y biomecánicos, basados en los trabajos de Augusto Sarmiento y otros autores. Se dan los lineamientos generales de su indicación y técnica. Se analizan los resultados obtenidos en 427 pacientes portadores de 466 fracturas, tratados en el Instituto de Ortopedia y Traumatología de Montevideo, entre 1982 y 1986.

El objeto de este trabajo para una revista de circulación entre el cuerpo médico nacional es exponer los lineamientos generales del Tratamiento Funcional de las Fracturas (TFF), sus fundamentos biológicos y biomecánicos, mostrando sucintamente nuestra experiencia. Hemos omitido deliberadamente la exposición de aspectos más particulares que obviamente son de interés especial de los ortopedistas. En este sentido, el grupo participa activamente en la vida científica de la Sociedad de Ortopedia y Traumatología del Uruguay.

INTRODUCCION

El objeto de todo tratamiento de una fractura es obtener: 1) la consolidación y 2) la restitución morfológica y funcional del sector afectado.

* Coordinador: Dr. Sergio Villaverde (1). Integrantes: Dres. José Caballero, Juan C. Cuculic, Juan P. Del Campo, Prudencio De Pena, Fernando García, Jorge Maquieira, Carlos Mauro, Carlos Mondino, Alberto Pan, Javier Rodríguez, Omar Silveira, Carlos Volturet (2).

(1) Coordinador-Asistente de la Clínica de Ortopedia y Traumatología, Facultad de Medicina - Universidad de la República, Montevideo - Uruguay.

(2) Ortopedistas.

PALABRAS CLAVE:

Fracturas - Terapia

La consolidación no se diferencia conceptualmente de cualquier proceso de cicatrización aunque tiene aspectos particulares. Como afirmaba el Prof. Bado (2), toda fractura tiende espontáneamente a la consolidación, pero esta reparación puede o no ir acompañada de una restitución morfológica y funcional adecuada. De ahí la noción de **consolidación viciosa** que puede dejar como secuelas acortamientos, angulaciones o rotaciones que causen no solo defectos cosméticos sino graves alteraciones funcionales.

Los pilares clásicos

Todo plan terapéutico incluye: 1) la reducción del foco fracturario; 2) la inmovilización del mismo, que supone la de un sector más o menos extenso del miembro afectado, y 3) el estímulo funcional.

El concepto de **reducción** varió con el advenimiento de los rayos X. Previo a ello el médico debía "alinear" el miembro fracturado en los tres planos del espacio y restaurar la longitud. La posibilidad de objetivar los desplazamientos llevó a la sobrevaloración de la restitución anatómica de los fragmentos como garantía de un buen resultado morfológico y funcional. Sin embargo, está demostrado que esto es obtenible con cierto grado de desplazamiento siempre que se cumpla con el criterio clínico de alineación (Fig. 1). Por otra parte, la búsqueda de una reducción anatómica determina en muchos casos la realización de maniobras o procedimientos quirúrgicos innecesarios y a veces nocivos para el proceso de consolidación.

Habitualmente la **inmovilización** del foco de fractura incluye las articulaciones proximal y distal al mismo. Este concepto largamente arraigado en el tratamiento incruento de las fracturas se basa en considerar como nocivo para la consolidación el movimiento de los fragmentos. En términos generales se puede afirmar que estos dos factores—reducción anatómica e inmovilidad del foco—constituyeron los fundamentos conceptuales del desarrollo de los métodos quirúrgicos de fijación interna de las fracturas (3). Se trata, por este medio, de evitar los períodos prolongados de inmovilización articular que deja frecuentes secuelas por rigidez o limitación de la movilidad y requiere siempre plazos más o menos prolongados de recuperación fisiológica (4).

El TFF está basado en la demostración clínica y experimental que es posible tratar un variado tipo de fracturas de los miembros tolerando cierto grado de movilidad del foco, mediante aparatos enyesados que permiten el movimiento de las articulaciones vecinas (Fig. 2).

El **estímulo funcional** está dado por la actividad muscular del sector afectado y por la carga o apoyo. Esto produce una cadena de efectos que estimulan el proceso de consolidación, que incluyen procesos

vasculares, bioquímicos y bioeléctricos como se verá más adelante.

El estímulo funcional precoz

Toda fractura pasa por una fase aguda donde es imprescindible la inmovilidad del foco. En este período se restablecen las conexiones vasculares y comienza la formación del callo óseo. La conducta espontánea de los animales, la observación sistemática en la clínica humana y numerosos trabajos experimentales avalan esta aseveración. La duración del período agudo varía entre 3 y 8 semanas según el tipo y localización de la fractura, al final del cual el foco llega a la **estabilidad intrínseca**. Esto significa la capacidad de limitar "per se" los movimientos que se producen en él por la actividad muscular o el apoyo.

El TFF preconiza la introducción del estímulo funcional inmediatamente superado el período agudo.

En nuestro medio esta conducta fue la regla de la escuela traumatológica durante muchos años, pero luego fue paulatinamente abandonada por la aseveración, nunca bien fundamentada, que debía proscribirse el apoyo hasta tanto la fractura no estuviera consolidada.

Un estudio retrospectivo de las fracturas de pierna tratadas en el Instituto de Ortopedia y Traumatología de Montevideo entre 1940 y 1983 (5) demostró que:

- 1) Hubo una prolongación progresiva de los plazos para iniciar el apoyo. En los primeros 15 años (1940-55) predominó la indicación de apoyo en las primeras 8 semanas, para hacerse infrecuente en el último período (1976-83).
- 2) La duración del tratamiento hasta la consolidación también se fue prolongando. Para el período 1940-55 la media fue de 13.5 semanas, para el de 1956-75 fue de 18.5, mientras que en el último período (1976-83) fue de 22.3 semanas.
- 3) Relacionando inicio del apoyo con tiempo de tratamiento se encontró una asociación muy estrecha entre ambas variables. Los pacientes que apoyaron antes de las 8 semanas tuvieron tendencia a consolidar antes de las 16 semanas.

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS Y BIOMECÁNICOS

El TFF reconoce tres períodos en el tratamiento de una fractura.

- 1) **Período Agudo**, del que ya se ha hecho referencia, durante el cual se debe mantener el foco en reposo. La introducción del estímulo funcional

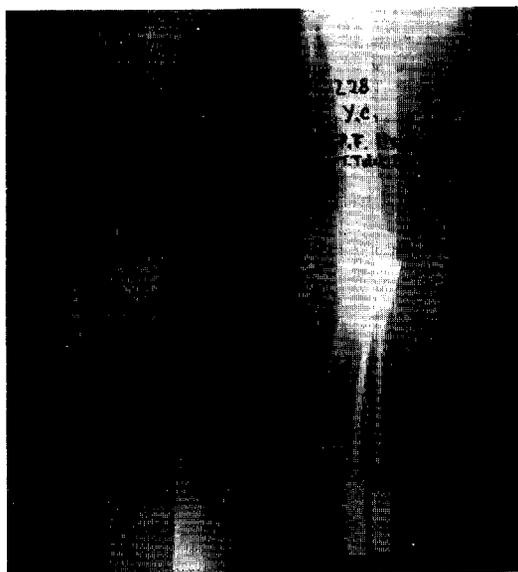
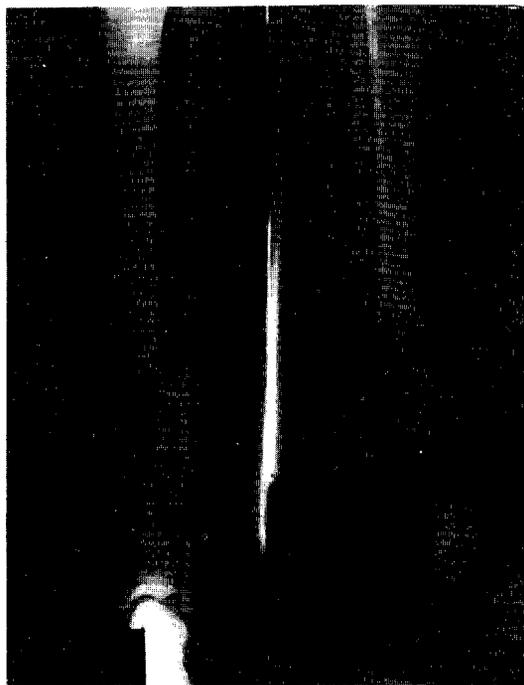


FIGURA 1

Y.C. No. 228. A) Fractura cerrada de pierna. Se realizó inmovilización con yeso cruropedio en la urgencia. A las tres semanas se pasa a yeso PTB y comienza el apoyo y la marcha. B) A las 14 semanas la fractura está consolidada. Nótese que el desplazamiento de los fragmentos no fue corregido sino que solamente se buscó la alineación clínica del miembro. C) Remodelación prácticamente completa en un control al año de finalizado el tratamiento.

mulo funcional no solo permitiendo sino estimulando al paciente a la deambulación y el movimiento.

- 3) **Período de Readaptación**, que comienza luego de consolidada la fractura y termina con la recuperación total de la morfología y la función del miembro afectado.

Fenómenos vasculares

El hueso puede considerarse como una extensa red capilar capaz de rodearse de una matriz mineralizada (6). De ahí la estrecha relación entre la vascularización y el metabolismo óseo, tanto en condiciones normales como frente a la agresión, ya sea traumática o de otra naturaleza.

durante el mismo determina la aparición del dolor, constituyendo un mecanismo de defensa contra la movilidad excesiva en el foco.

- 2) **Período Funcional**, una vez alcanzada la estabilidad intrínseca del foco se debe introducir el estí-



FIGURA 2
Tratamiento simultáneo de fractura bilateral de pierna y húmero derecho.

El 70% del aporte vascular depende del sistema de la arteria nutricia pero este está dedicado fundamentalmente a la hemopoyesis. El 30% restante es aportado por el sistema músculo-perióstico y de él depende prioritariamente el metabolismo del hueso y su potencial de reparación. Cuando se produce una fractura ambos sistemas son dañados y se forma el hematoma fracturario. A partir de los músculos que rodean el foco y del periostio sano se generan brotes vasculares que invaden el hematoma desde la periferia. En estos Trueta demostró la transformación metaplásica de células endoteliales en osteoclastos y osteoblastos. Este fenómeno es muy precoz, se produce durante el período agudo, dando lugar a la formación del callo perióstico que primero se calcifica y luego se osifica desde la periferia hacia el centro. Este callo primario es el responsable de la estabilización intrínseca de la fractura. Es importante consignar que este proceso se desarrolla tolerando cierto grado de movilidad interfragmentaria.

El sistema endóstico dependiente de la arteria nutricia se repara más lentamente ya que requiere para su

restitución mayor fijez del foco, la cual se la aporta la estabilización progresiva por el callo perióstico.

Hay evidencias experimentales que demuestran que la función precoz aumenta el número de capilares y la actividad osteoblástica y osteoclástica (1). También se ha demostrado (7) que si se retarda el estímulo de la función la respuesta del sistema músculo-perióstico es menos intensa y puede aún llegar a anularse, dependiendo la consolidación exclusivamente del sistema endóstico, lo cual tiene importantes desventajas biomecánicas como se verá más adelante.

Estudiando la evolución centellográfica del callo óseo, De Pena y Gaudiano (8) demostraron que:

- 1) La captación del foco en una fractura sometido a estímulo funcional precoz es mayor que en una fractura en reposo.
- 2) La captación global del sector fracturado sometido a la carga con yeso funcional es mayor que la del miembro controlateral durante toda la evolución del tratamiento.
- 3) La captación global del sector fracturado en reposo con yeso convencional es igual y llega a ser menor que la del miembro controlateral (Figs. 3, 4 y 5).

La captación del radiofármaco (Tecnecio 99) es proporcional al grado de mineralización dinámica, por lo que estos resultados parecen confirmar el aumento de vascularización y actividad ósea por el estímulo funcional.

Fenómenos bioquímicos

El estímulo funcional precoz genera movimiento en el foco fracturario por lo que se produce la aparición de cartílago. Desde la periferia este sufre el proceso de osificación endcondral. Las tasas de fosfatasas alcalinas, hidroxiprolina, glucoproteínas y lisozimas son comparables a las del cartílago conjugal, lo que permite plantear que la intensidad de la osificación es similar (1).

Fenómenos bioeléctricos

Se han registrado dos tipos de potenciales en el hueso. 1) **Potenciales de reposo**, que se establecen entre la cara externa de la cortical (positiva) y la endostal (negativa). 2) **Potenciales de deformación** que son generados por las fuerzas que se ejercen sobre el hueso, sean de tracción o de compresión.

Black (9) estudió el patrón bioeléctrico de la consolidación en la evolución espontánea de las fracturas, describiendo tres estados.

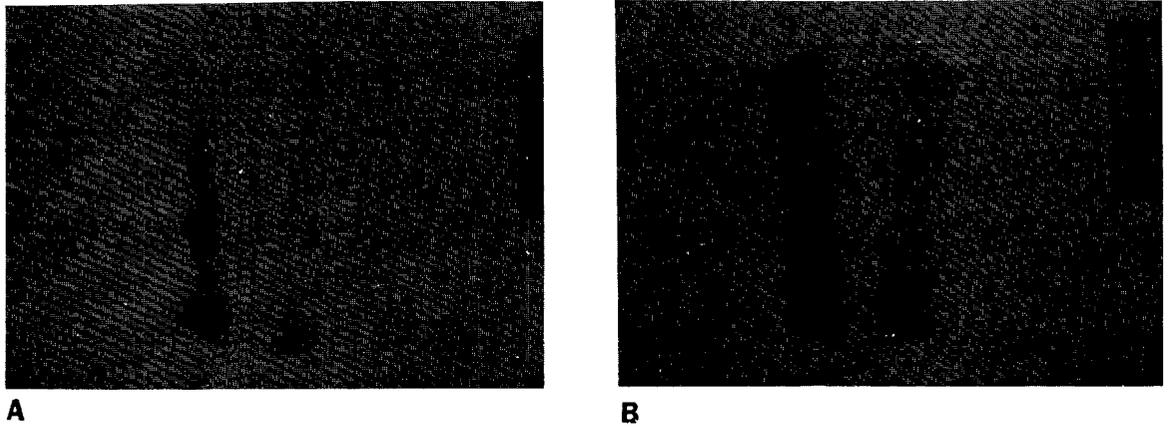


FIGURA 3

Caplación centellográfica en fractura de pierna. A) Paciente en tratamiento funcional durante el período agudo. B) Paciente en tratamiento convencional durante el período agudo. El patrón centellográfico es similar.

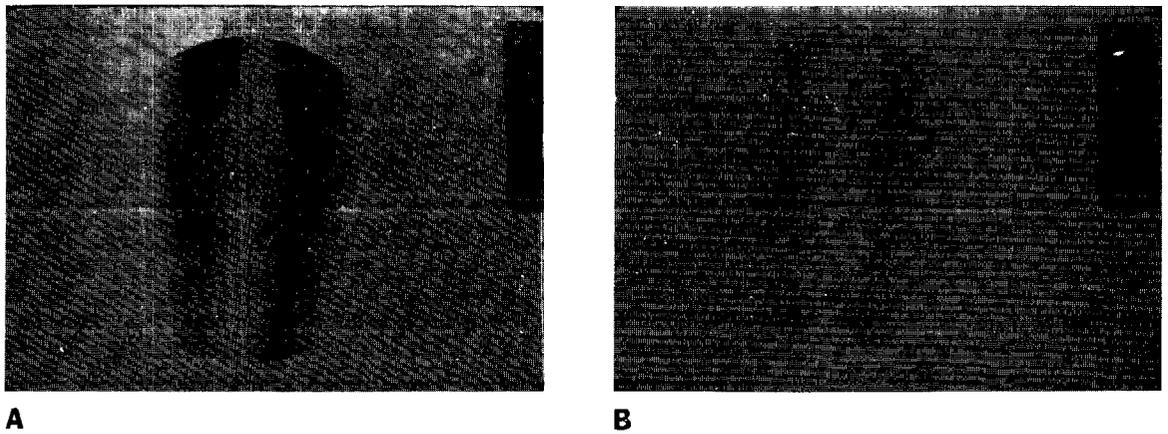


FIGURA 4

Los mismos pacientes a las 10 semanas de tratamiento. Nótese la diferencia en la intensidad de la captación.

Estadío 1. **Inflamatorio**; se registran grandes potenciales negativos de reposo en el foco de fractura. El animal de experimentación se mantiene en reposo.

Estadío 2. **Callo blando**; comienzan a disminuir los potenciales de reposo y aparecen grandes potenciales de deformación que son provocados por la reanudación progresiva del movimiento y la carga.

Estadío 3. **Callo duro**; donde disminuye el tamaño de los potenciales y se va recuperando el patrón bioeléctrico del hueso normal, coincidiendo con la consolidación y remodelación del foco fracturario.

El registro de grandes potenciales de deformación inducidos por el estímulo funcional, en una etapa de

gran actividad ósea, permite asociar los dos fenómenos. Esto se ve reforzado por la experiencia de más de una década (10) en el tratamiento de retardos de consolidación y seudoartrosis mediante estimulación eléctrica, primero con implantación de electrodos y actualmente percutánea. Estos métodos parecen reproducir lo que el estímulo funcional realiza naturalmente, generando grandes potenciales que inducen los mecanismos de reparación del hueso. Conceptualmente se puede afirmar que la función es el **marcapaso de la consolidación**.

Fenómenos biomecánicos

El mecanismo de consolidación por callo perióstico es biológicamente más económico, ya que al formar-

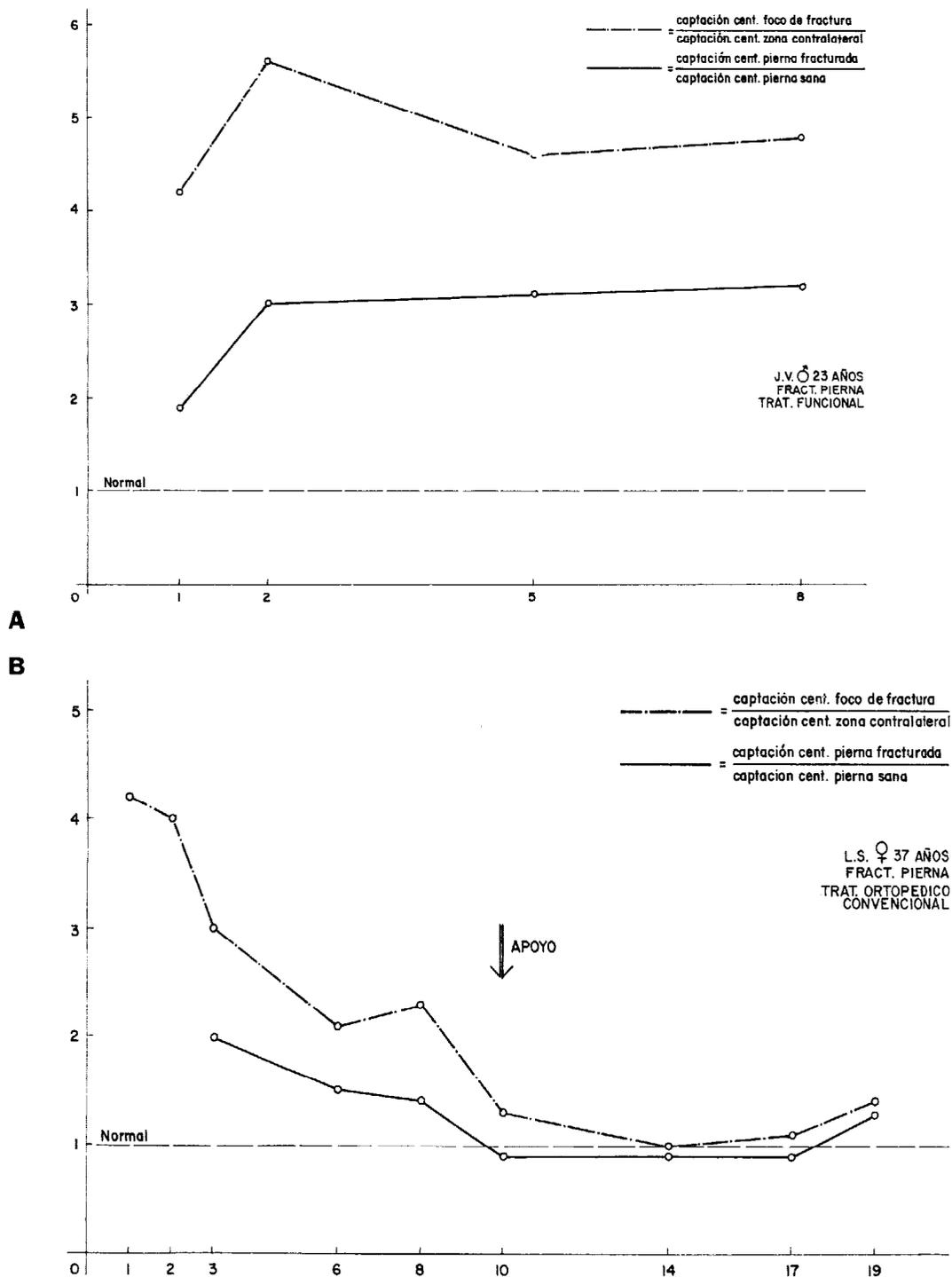


FIGURA 5

Evolución centellográfica de la consolidación. A) Paciente en tratamiento funcional. B) Paciente en tratamiento convencional. La línea punteada muestra la relación entre la captación del foco y la misma zona de la pierna controlateral. La línea continua muestra la relación entre la captación global de la pierna fracturada y la pierna controlateral. En A se evidencia que la captación del foco es entre 4 y 5 veces mayor y la de la pierna fracturada entre 2 y 3 veces mayor durante toda la evolución. En B se evidencia un descenso de la captación. Nótese que a las 10 semanas la captación de la pierna fracturada llega a ser menor que la de la pierna sana (De Pena y Gaudio)(8).

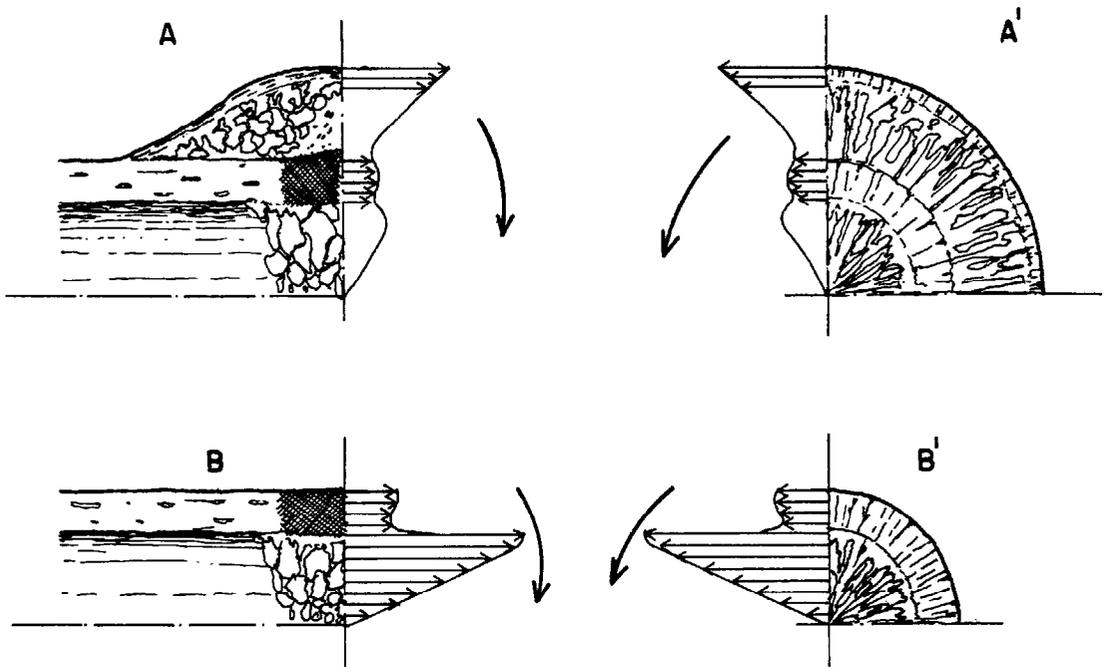


FIGURA 6

Esquemas de cortes longitudinal y transversal del callo de fractura. Las flechas representan las tensiones que se generan por un momento de fuerza en flexión (A y B) o en torsión (A' y B'). Nótese que las tensiones mayores se generan en la periferia, coincidiendo con la zona osificada del callo perióstico (A y A'). En el esquema inferior (B y B'), que representa la consolidación endóstica, el mismo momento de fuerza genera tensiones más grandes, dado que la zona osificada está más cerca del eje neutro.
(Modificado de Sarmiento - Latta)(1)

se el hueso en la periferia aumenta el diámetro de la sección, con lo que una capa más fina es capaz de resistir las sollicitaciones que generan las fuerzas aplicadas (Fig. 6).

La diáfisis del hueso es aproximadamente un cilindro hueco, siendo el callo un cilindro de mayor diámetro, también hueco. La tensión (σ) que se genera por la aplicación de una fuerza descentrada depende del momento de fuerza (M) y del módulo resistente (W) según la fórmula:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

El módulo resistente (W) es una propiedad geométrica de la sección, depende de su forma y para el caso del cilindro hueco responde a:

$$W = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right)$$

Siendo las sollicitaciones a que está sometido el hueso las mismas en ambos casos, y suponiendo que es el mismo material, M y no varían. Entonces deberá permanecer constante el módulo resistente W.

Un ejemplo teórico aclara este concepto: Un hueso

de 30 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la cortical que se fractura, si consolida por un callo perióstico de 60 mm de diámetro, el espesor de hueso requerido será de 0,8 mm. Si por el contrario, consolida por callo endóstico, el diámetro (macizo) será de 27,8 mm (Fig. 7).

Sistematización del estudio radiológico y su relación con los períodos de tratamiento funcional (Figs. 8 y 9)

Estadio 1: Gap o vacío fracturario	} P. Agudo
Estadio 2: Nubecilla blanca entre fragmentos	
Estadio 3: Puente óseo en un plano radiológico	} Estabilidad Intrínseca
Estadio 4: Puente óseo en dos planos	
Estadio 5: Callo óseo maduro Remodelación	} P. Funcional
	} P. Readaptación

BIOMECANICA DEL YESO FUNCIONAL CONFORMADO

El objetivo del yeso conformado es controlar la movilidad en el foco de fractura sometido a los momen-

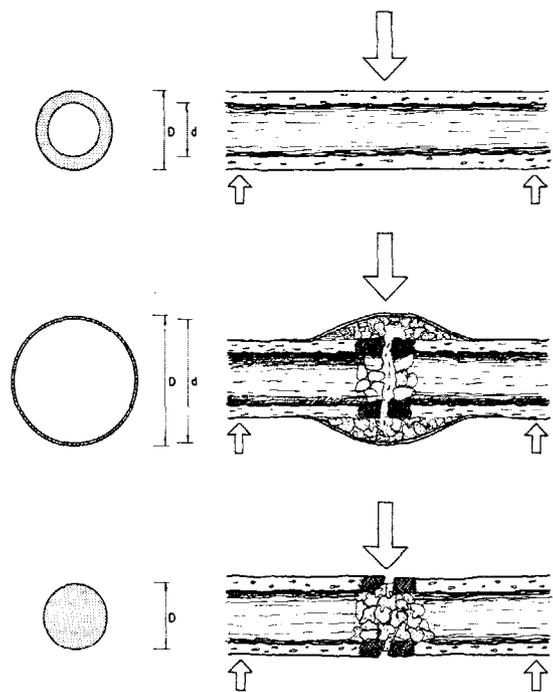


FIGURA 7

Cortes esquemáticos longitudinal y transversal del hueso normal sometido a un momento de flexión y las equivalencias para la consolidación perióstica y endóstica, donde se observan los distintos espesores requeridos para el mismo momento de fuerza.

(Modificado de Sarmiento - Latta)(1)

tos de fuerza que generan la actividad muscular, la función articular, el apoyo y la deambulación. Los movimientos pueden ser en el eje o axiales, en flexión, en rotación o en cizallamiento.

Según Sarmiento, las partes blandas son capaces de por sí de limitar el movimiento axial pero no los demás. El movimiento axial es elástico, cuando se carga el peso los fragmentos se acercan y al descargar vuelven a la posición inicial. En cambio, los movimientos en flexión o rotatorios pueden dar lugar a una deformación creciente.

En fracturas de pierna Lippert y Hirsch (11) midieron 4 mm de pistonaje y 2 grados de angulación durante la marcha con yeso cruropedio. Con yeso funcional PTB el pistonaje fue de 2 mm y 2 grados de angulación. Estos parámetros son perfectamente compatibles con la consolidación, pero si aumentan los movimientos de flexión o rotación (estos no han sido medidos) se inhiben los mecanismos de osteogénesis (12), pudiéndose establecer una pseudoartrosis hipertrófica por movilidad incontrolada.

La absorción de fuerzas

Hasta la racionalización del TFF por Sarmiento en la década del 60, la estabilización externa de una fractura por un aparato enyesado era atribuido a condiciones estáticas, el reposo obligado del sector enyesado y la inmovilización articular. El yeso funcional y la inmovilización articular generan un sistema dinámico mediante el cual las partes blandas y el yeso absorben parte de los momentos de fuerza que normalmente son absorbidos por el eje esquelético. El yeso funcional actúa como un exo-esqueleto.

Suponiendo que un sector de miembro fracturado es un cilindro con dos ejes sólidos rodeados por un medio fluido-viscoso y de paredes elásticas, al rodearlo por un encamisado rígido se cumplen las distribuciones de fuerza que se analizan en la Fig. 10. En la práctica el hueso está rodeado de masas musculares y otros tejidos de elasticidad diferente que ofrecen distintas resistencias a la deformación. La confección de un yeso funcional trata de igualar las presiones, para lo cual se deberá comprimir (aumentando la presión) las zonas que ofrecen menos resistencia. Un ejemplo típico es la compresión de la masa de los gemelos y el espacio interóseo en la pierna.

Como concepto general el yeso funcional produce una deformación sistematizada (conformación) del sector afectado. No es un modelado del miembro, como los aparatos de yeso tradicionales.

El apoyo en tres puntos

En el miembro inferior el apoyo genera momentos de fuerza que tienden a crear deformidades en flexión a vértice externo. Para controlar la movilidad en flexión, tanto en fémur como en tibia, se debe proveer un sistema de apoyo en tres puntos: dos en los extremos de los brazos de palanca (internos) y uno en el vértice del ángulo (externo)(Fig. 11).

En el sector de pierna es sencillo por la vecindad de la tibia a los planos superficiales, pero en el muslo, dado la gran masa muscular, la conformación es más dificultosa. El control de la movilidad en flexión para las fracturas del tercio medio y superior de la diáfisis femoral actualmente lo realizamos mediante enclavado endomedular elástico a cielo cerrado. La descripción de la técnica e indicaciones escapa al alcance de este trabajo. Baste señalar que responde a los mismos principios del TFF, permitiendo una movilidad elástica del foco de fractura que favorece los mecanismos de consolidación.

LOS DISTINTOS TIPOS DE YESOS CONFORMADOS

Los yesos conformados deben ajustarse firmemente al plano de la piel, tratando que no se genere un es-

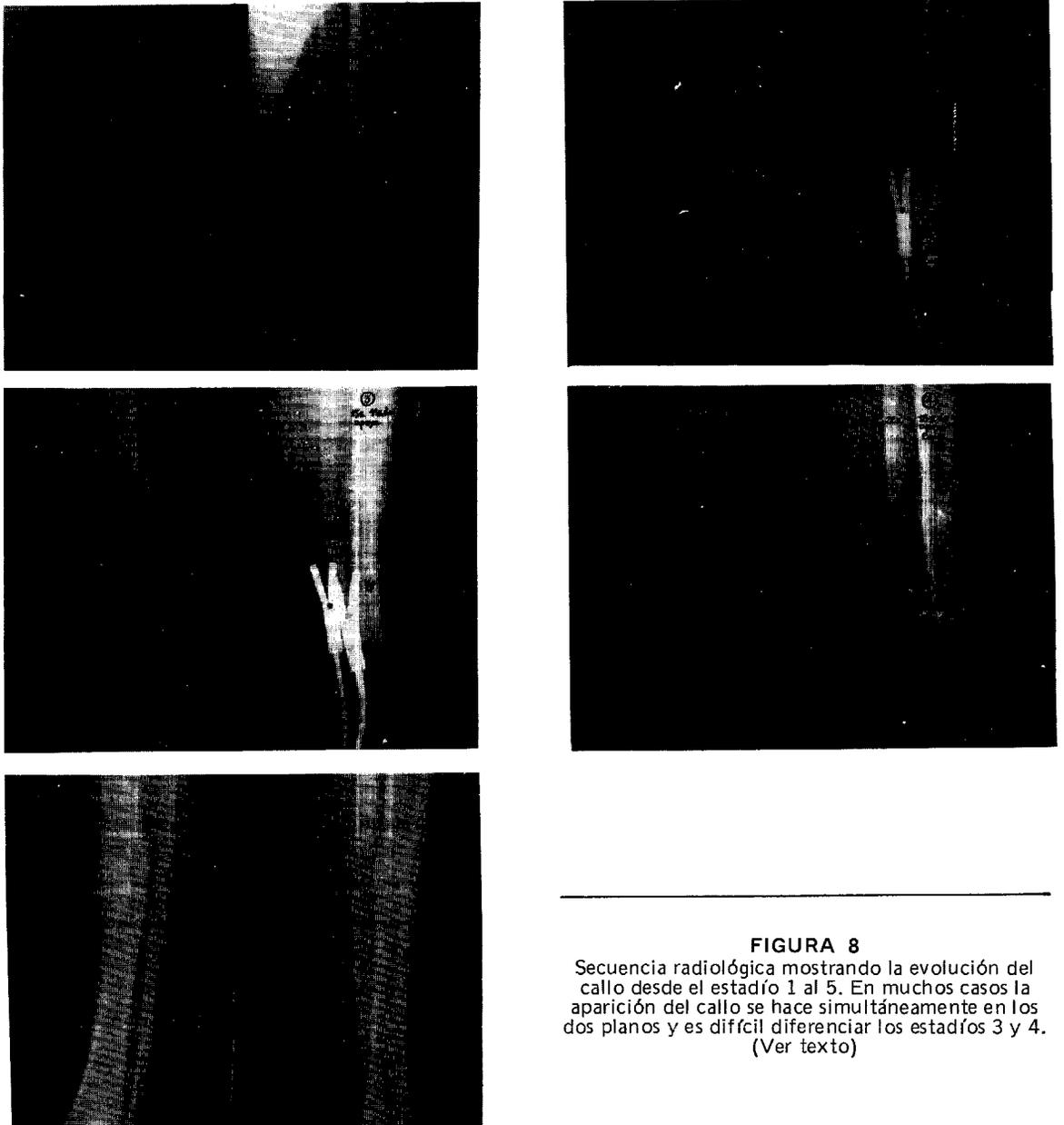


FIGURA 8
 Secuencia radiológica mostrando la evolución del callo desde el estadio 1 al 5. En muchos casos la aparición del callo se hace simultáneamente en los dos planos y es difícil diferenciar los estadios 3 y 4. (Ver texto)

pacio de deslizamiento entre esta y el aparato de yeso. Se utiliza malla tubular elástica sobre la cual se aponen las vendas de yeso. El uso de algodón laminado o polifom se reserva a la protección de las eminencias óseas cercanas a las articulaciones. Una vez pasadas las vendas de yeso se debe proceder a la conformación, para lo cual se deben mantener firmemente las compresiones hasta el fraguado. Su confección requiere siempre el concurso del ortopedista asistido por uno o dos ayudantes. Los distintos tipos, según la topografía de la fractura, fueron descritos y aplicados por Sarmiento, basado en los encajes protésicos para amputados.

En miembro inferior

P.T.B. (Patelar Tendon Bearing) (Ver Fig. 2). Se utiliza en las fracturas de pierna en cualquier topografía. Está basado en los encajes protésicos de contacto total para amputados de pierna. Mantuvo su nombre original porque se supuso que la descarga se hacía en el tendón rotuliano, aunque posteriormente el mismo Sarmiento demostró que en realidad la descarga se hace a través de las partes blandas por contacto total con el encaje. En la confección se incluye la rodilla hasta el tercio inferior de muslo para conformar ambos cóndilos femorales. Luego al re-

ACTIVIDAD ELECTRICA EN EL FOCO

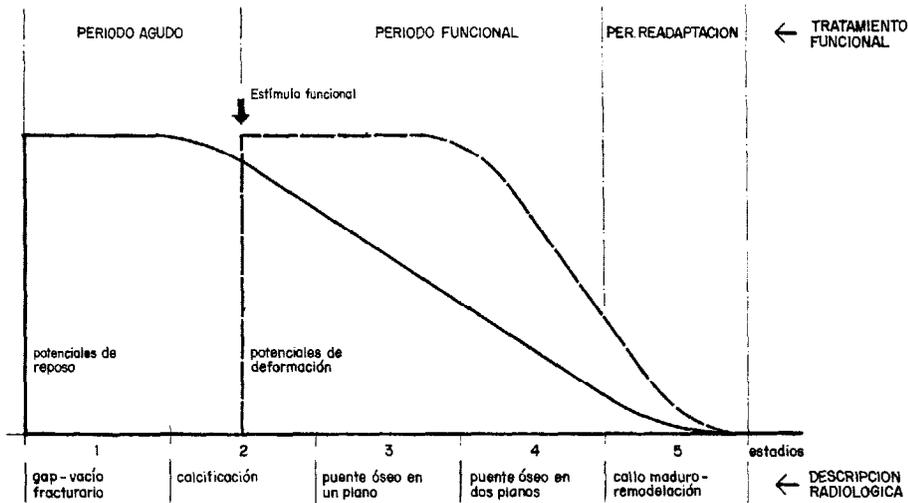


FIGURA 9

Correlación entre los períodos del TFF, la actividad eléctrica del foco y la evolución radiológica. La línea de base corresponde a la actividad eléctrica normal. El período agudo coincide con el aumento de los potenciales de reposo y el período funcional con el incremento de los potenciales de deformación.

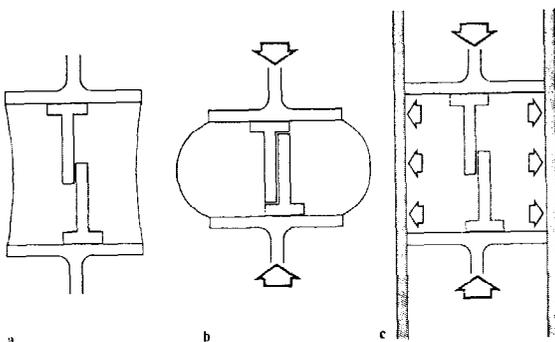


FIGURA 10

a) Representación esquemática de un eje esquelético fracturado rodeado de un medio visco-elástico. b) Al aplicarse una carga, se produce un colapso del sistema, al mantenerse el volumen constante a expensas de una deformación de las paredes. c) Si las paredes se hacen rígidas, (caso de aplicarse un encamisado de yeso p. ej.) se evita la deformación y el colapso, al ser neutralizadas las fuerzas por la superficie rígida. (Tomado por Sarmiento - Latta)(1)

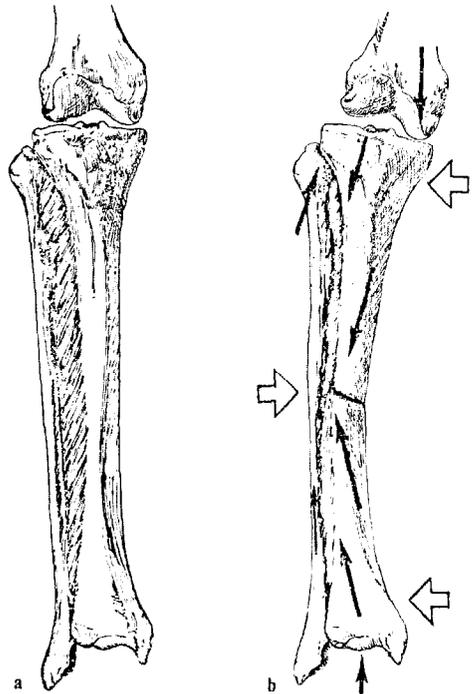


FIGURA 11

Esquema mostrando los tres puntos de conformación en pierna, para controlar la tendencia a la deformación angular en varo. (Modificado por Sarmiento - Latta)(1)



FIGURA 12
Cazoleta de plástico unida al yeso por sus vástagos laterales.

cortar quedarán dos aletas laterales que ajustan en los cóndilos, liberando la rodilla para la flexo-extensión pero controlando los movimientos de rotación de la pierna. Se debe conformar aplanando la masa de los gemelos y el espacio interóseo en la cara anterior. Se realiza además la compresión del platillo tibial interno y cara interna del pilón proximal al maléolo interno. Para completar el apoyo en tres puntos se comprime la cara externa a nivel del foco de fractura. El sector distal deja libre el cuello de pie pero se une a una talonera de plástico (cazoleta) incluyendo en el yeso sus dos vástagos laterales. De esta manera queda libre esta articulación para la flexo-extensión pero se controlan los movimientos rotacionales (Fig. 12).

Para las fracturas del tercio proximal preferimos articular la rodilla con una articulación mecánica y continuar el yeso en el muslo conformando el sector supracondíleo. Designamos a este yeso P.T.B. articulado, que ha demostrado dar una mejor estabilidad a las fracturas de este sector.

Q.T.B. (Quadrylateral Thigh Bearing) (Fig. 13). Basa-

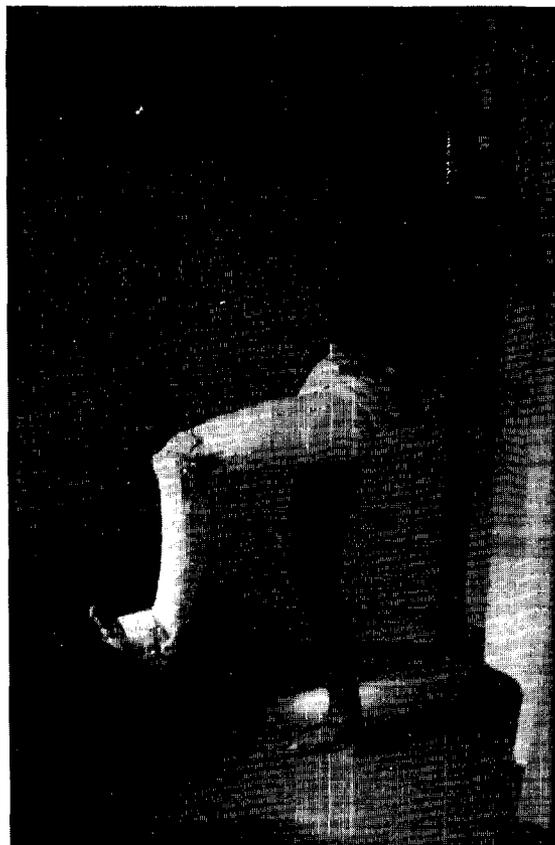


FIGURA 13
Paciente portador de una fractura de fémur funcionalizado con yeso QT.B. Nótase la amplia movilidad de rodilla y cuello de pié.

do en las prótesis para amputados de muslo, se utiliza para las fracturas de fémur. Se debe conformar transformando la natural forma cilíndrica de la mitad superior del muslo en el cubo, cuya cara anterior es el aplanamiento del triángulo de Scarpa, la cara interna es la masa de los adductores, la cara posterior el aplanamiento de los isquiotibiales y su cara externa la del vaso externo. Se conforman los cóndilos femorales y se completa el enyesado de la pierna similar al P.T.B. Se libera la rodilla colocando una articulación mecánica que une los dos sectores de yeso, solidarizándolos, y se coloca una cazoleta plástica en el pie. Actualmente su indicación la reservamos a las fracturas del tercio inferior y preferimos estabilizar el resto mediante enclavado elástico, el cual va seguido en el período funcional por una muslera, eliminándose el yeso en el sector de la pierna (Fig. 14).

En miembro superior

Brazal. Utilizado para las fracturas del húmero. Se aplanan toda la cara axilar y la cara externa distal a la masa del deltoides. Se debe realizar el conformado

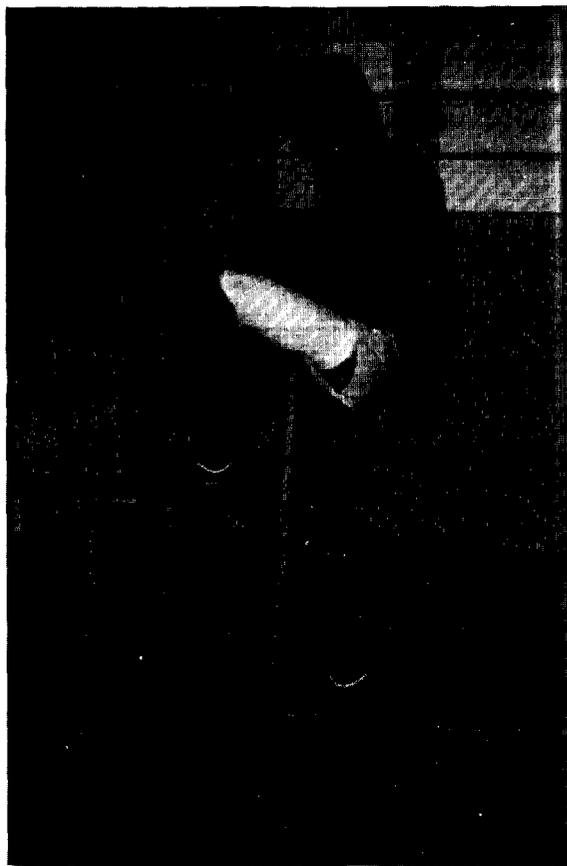


FIGURA 14

Paciente portador de fractura de fémur, estabilizada con enclavijado endomedular elástico y funcionalizado con muslera

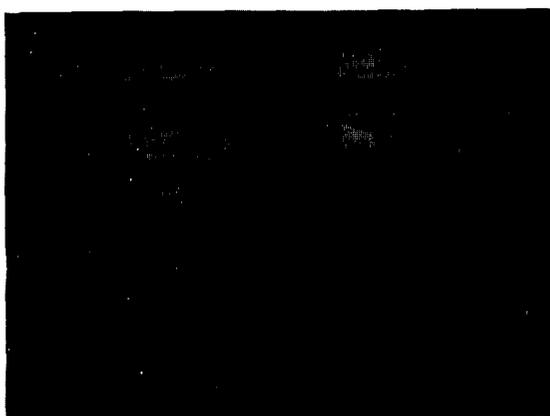


FIGURA 15

Paciente portadora de fractura de húmero funcionalizada con un brazal.

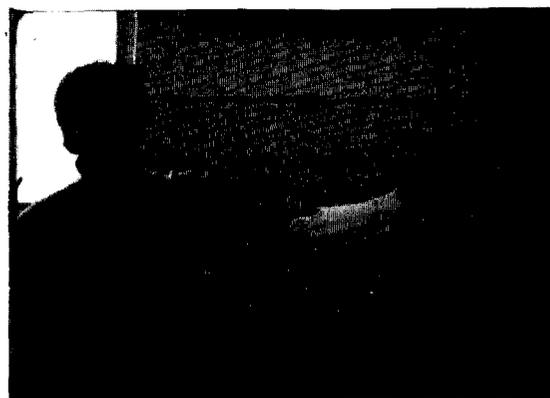


FIGURA 16

Paciente portador de una fractura de antebrazo estabilizado con enclavijado endomedular y funcionalizado con Munster. Nótese la flexoextensión de codo y el movimiento de mano y puño.

del hombro y del sector supracondíleo del codo, lo que limitará la abducción y las rotaciones (Fig. 15). En fracturas distales, cercanas al codo, se limita la extensión mediante una aleta posterior que llega al tercio superior del antebrazo.

Munster. Toma su nombre del encaje protésico para amputaciones del antebrazo. Se debe realizar con el antebrazo en supinación, aplanándose la cara palmar y conformando el espacio interóseo en el dorso. Se lleva el yeso hasta el tercio distal del brazo para conformar los cóndilos humerales, recortando luego en la cara anterior para liberar la flexo-extensión del codo pero limitando la pronosupinación. Una vez que la fractura está en vías de consolidación puede liberarse totalmente el codo y permitir la pronosupinación mediante un Brazalette (Fig. 16).

En la actualidad, salvo excepciones, preferimos la estabilización mediante enclavijado endomedular elástico tanto para las fracturas del húmero como del antebrazo.

CASUISTICA

Desde 1982 a la fecha hemos registrado en la Policlínica de Tratamiento Funcional de las Fracturas del Instituto de Ortopedia y Traumatología 502 pacientes, de los cuales el 40% proviene del Interior. Esta presentación resume el tratamiento de 427 pacientes con un total de 466 fracturas.

En las distintas topografías hemos tratado fracturas que recibieron TFF inicial y otras que llegaron luego del fracaso de otros métodos (13). En estos casos el TFF es aleatorio, no constituye una indicación formal, pero su inocuidad, su baja tasa de complicaciones y el mejoramiento de la calidad del hueso aportado por la función, ya señalado por Sarmiento, nos animó a su realización.

Una vez confeccionado el yeso funcional el paciente se controla a la semana y luego mensualmente realizándose el examen clínico y radiológico. Retirado el yeso, el período de readaptación se controla al mes y luego a los tres meses, donde se registra el alta definitiva.

CUADRO I
Fracturas de los Miembros Inferiores. IOT 1982/86

TOPOGRAFIA	FRESCAS	EVOLUCIONADAS	TOTAL
Pierna (Cerradas)	207	69*	276
Pierna (Expuesta)	55		55
Pierna (Stress)	3		3
Platillos tibiales	3		3
Cuello de Pie	58		58
Diáfisis fémur	11	14	25
Condíleas fémur	7	5	12
Total			432

* Incluyen cerradas y expuestas

CUADRO II
Fracturas de los Miembros Superiores. IOT 1982/86

TOPOGRAFIA	FRESCAS	EVOLUCIONADAS	TOTAL
Húmero	7	3	10
Codo	7	1	8
Antebrazo	10	4	14
Puño	2		2
Total			34

Fracturas cerradas de pierna

De las 207 fracturas tratadas el 83% correspondió al sexo masculino y el 17% al sexo femenino.

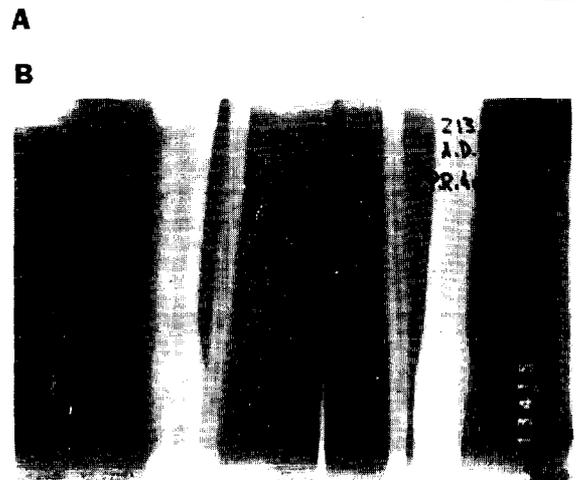
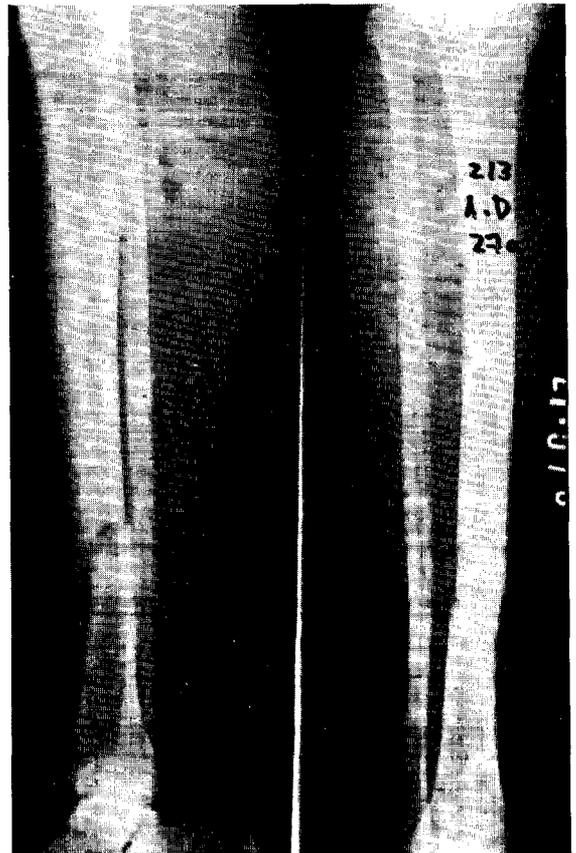


FIGURA 17
Fractura oblicuo-transversa de tercio inferior de pierna al ingreso y a los 4 meses de retirado el yeso funcional.

Situación laboral. El 60% de los pacientes no estaba asegurado y necesitaba reintegrarse precozmente a sus tareas. De ellos el 93% dependía del apoyo y la deambulacion para su trabajo. El 50% se reintegró antes de las 5 semanas de tratamiento funcional y el 75% estuvo reintegrado antes de las 6 semanas.

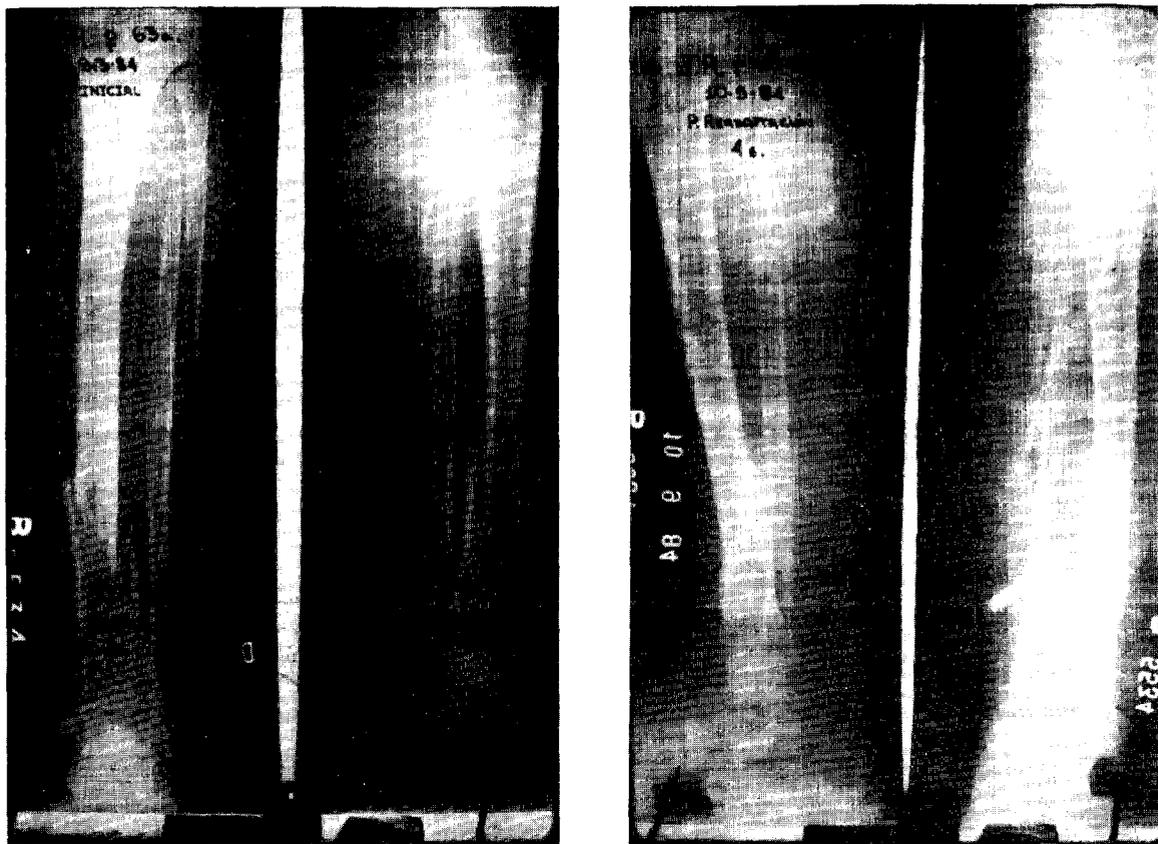


FIGURA 18

Fractura espiroidea de tercio inferior de pierna al ingreso y a las 4 semanas de retirado el yeso funcional. Función completa. Este es un tipo de fractura clásicamente considerada de difícil tratamiento.

Resultados. Se clasifican en excelentes, buenos y malos según un protocolo que incluye: consolidación, angulaciones, acortamiento, atrofia muscular, marcha, movilidad articular, dolor y estado de partes blandas.

El 50% de los pacientes tuvo un período agudo igual o menor a 3 semanas y el 90% igual o menor a 6 semanas. La media de período funcional fue de 11,5 semanas. La duración se asoció a la reducción, siendo algo inferior en las fracturas bien reducidas. No hubo diferencias por topografía ni por asociación o no de fractura del peroné (Figs. 17 y 18).

El tiempo total de tratamiento hasta el retiro del yeso tuvo una media de 15.5 semanas.

Los resultados fueron entre excelentes y buenos en el 98% de los casos. Hubo 5 malos resultados: 3 por angulación del foco de más de 10 grados y 2 por pseudoartrosis.

Se destaca la baja incidencia de pseudoartrosis, lo cual es coincidente con las series de otros autores (12). Se logró llevar el reintegro laboral a plazos que se consideran, en principio, muy adecuados. La rehabilitación funcional del paciente se logra en todos los casos durante el tratamiento. Otro aspecto importante es la baja frecuencia de complicaciones.

Fracturas de pierna evolucionadas

De los 69 casos tratados el 68% fueron pacientes del sexo masculino y 32% femenino. El 48% se trataba de retardos de consolidación en fracturas cerradas tratadas por el método ortopédico tradicional; el 14% era pseudoartrosis hipertrófica en fracturas cerradas y 38% era pseudoartrosis infectada en fracturas expuestas.

El 43,5% era retardo de consolidación con evoluciones entre 3 y 6 meses. El 45% llevaba evoluciones

entre 6 y 12 meses, y el 11,5% restante más de un año, siendo el máximo 13 años.

En 12 pacientes se perdió seguimiento.

Reintegro laboral. De los 57 pacientes seguidos 44 (77%) no estaba asegurado. A las 12 semanas de tratamiento funcional estaba trabajando el 50% y el 90% lo hizo antes de las 24 semanas.

Resultados. Se obtuvo la consolidación en 49 pacientes (86%). Ocho casos (14%) fueron derivados a otro tratamiento. En 5 casos se realizó enclavijado endomedular elástico seguido de yeso funcional con buen resultado.

Fracturas expuestas de pierna

Se trata de lesiones graves, generalmente provocadas por traumatismos de alta energía (accidentes de tránsito o laborales) frecuentemente asociadas a otras lesiones (politraumatizados).

En el Instituto de Ortopedia y Traumatología ingresan promedialmente 100 fracturas expuestas por año, de las cuales más del 50% son de pierna (14).

La gravedad inicial, la multiplicidad de factores que concurren a la determinación de complicaciones y el tiempo prolongado que requiere su tratamiento, ha hecho de esta patología uno de los temas más controvertidos y dinámicos de la especialidad.

Actualmente en nuestro medio el tratamiento inicial de las fracturas expuestas (Grados 2 y 3) de pierna incluye:

- 1) Lavado y debridamiento quirúrgico de urgencia.
- 2) Estabilización con fijadores externos.
- 3) Antibioticoterapia inmediata al ingreso.

La fijación externa se realiza con fijadores tubulares AO en montaje biplanar no transfixiante (15), que ha demostrado una gran versatilidad para adaptarse a los distintos tipos de fractura que se presentan en la práctica.

La fijación externa ha significado:

- 1) Mayor comodidad para el paciente que puede movilizarse activamente en la cama.
- 2) Mejores condiciones de traslado para exámenes complementarios o eventual tratamiento de lesiones asociadas.
- 3) Mejor manejo de las partes blandas.
- 4) Abatimiento de las tasas de infección secundaria.

Sin embargo, no está exento de complicaciones, que sobrevienen casi siempre por el uso prolongado:

- 1) Lisis peri-clavo y aflojamiento.

- 2) Osteitis en el trayecto de los clavos.
- 3) Retardo de consolidación.

Estos inconvenientes han llevado a distintos autores (10, 12,16) a plantear el retiro precoz del fijador, una vez resueltos los problemas de cobertura cutánea, sustituyéndolo por otro tipo de estabilización de la fractura hasta su consolidación.

Otro aspecto importante es el costo. Para un centro que maneja semanalmente 2 o 3 fracturas que requieren fijación externa, si se pretende mantener el fijador durante toda la evolución, se necesita un volumen de instrumental considerable.

En este sentido, un método que reduzca el tiempo de uso por paciente y permita su reciclaje más rápido es altamente conveniente.

Así, el Grupo de TFF diseñó un protocolo (17) que incluye:

- 1) Retiro precoz del fijador una vez resuelta la cobertura cutánea o la demostración de la incorporación del injerto de esponjosa en aquellos casos donde la pérdida de sustancia ósea lo hizo necesario
- 2) Continuación del tratamiento con yeso PTB o PTB articulado, según la topografía.

De julio de 1984 a setiembre de 1985 se trataron 36 pacientes con este protocolo, habiéndose perdido el seguimiento en 5. Los resultados consignados por Del Campo (18) mostraron:

- 1) 29 pacientes completaron su tratamiento, uno continuaba en evolución y otro estableció una pseudoartrosis.
- 2) 10 pacientes requirieron injerto de esponjosa.
- 3) 19 pacientes fueron funcionalizados promedialmente a las 14 semanas; los que recibieron injerto de esponjosa lo fueron a las 19 semanas.
- 4) Comparado con otros métodos, se abatió el tiempo paciente-fijador en 2 meses (14 semanas vs. 22 semanas).
- 5) 12 pacientes que necesitaban reintegrarse a sus tareas pudieron hacerlo inmediatamente iniciado el tratamiento funcional.
- 6) Se logró la consolidación en 29 pacientes en un tiempo promedio de 30 semanas. Once pacientes consolidaron un defecto por angulación pero dentro de límites compatibles con una buena función. El acortamiento máximo fue de 1,5 cm.
- 7) Se registró limitación de la movilidad de rodilla en 3 pacientes y en 8 limitación de cuello de pie y/o subastragalina (Fig. 19).



A

B

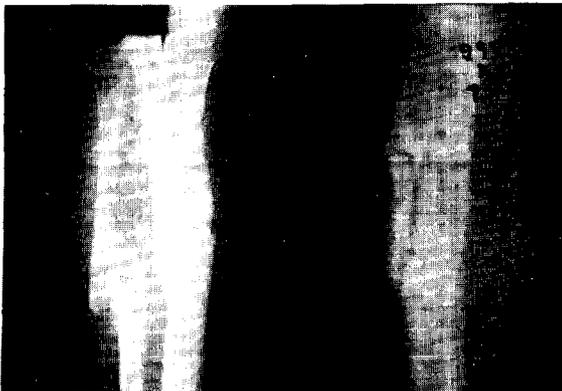


FIGURA 19

Fractura multifragmentaria expuesta de pierna al ingreso y a las 6 semanas de retirado el yeso funcional. Callo en proceso de remodelación.

Fracturas de cuello de pie

En nuestro medio el tratamiento habitual de estas fracturas es incruento, realizándose maniobra manual de reducción e inmovilización con bota de yeso. Si

bien los resultados alejados son buenos (19), se ha constatado períodos prolongados de limitación funcional por dolor, rigidez articular (sobre todo subastragalina) y edema distal persistente, configurando lo que se conoce como "enfermedad fracturaria".

Con el objetivo de reducir estos fenómenos adversos se estableció un protocolo de tratamiento funcional, siguiendo las directivas de Fernández Esteve (12), que incluye:

- 1) Reducción manual de acuerdo a la clasificación de Laugue y Hansen que destaca el factor rotacional en la producción de estas fracturas y sus desplazamientos. Esto nos permitió mejorar la calidad de las reducciones obtenidas.
- 2) Inmovilización con bota de yeso en el período agudo (3 semanas).
- 3) Funcionalización con Polaina Funcional Conformada (PFC). A diferencia del PTB, se deja totalmente libre la rodilla, llegando al borde proximal a la tuberosidad anterior de la tibia.

La revisión realizada por Pan y Voituret (20) mostró:

- 1) El 86% de los pacientes no tenía seguro de enfermedad y necesitaba reintegrarse a sus tareas. Tres de cada cuatro requerían apoyo y deambulaban en su trabajo.
- 2) El 50% de los pacientes estuvo reintegrado a su labor habitual a las 4 semanas del accidente, el 90% a las 6 semanas.
- 3) La duración del tratamiento tuvo una media de 9 semanas.
- 4) Los resultados obtenidos se evaluaron al finalizar el período funcional y retirarse el yeso y al mes del período de readaptación. Se clasifican en excelentes, buenos y malos, de acuerdo con la evaluación clínica de movilidad articular, dolor, edema y marcha. Al fin del período funcional el 18% eran buenos y el 82% excelentes. El control al mes mostró que se mantuvo el 82% de excelentes, 9% de buenos, 5% de malos (dolor y cojera), habiéndose perdido seguimiento en 4%.

Fracturas de fémur

En nuestro medio el tratamiento de elección en las fracturas diafisarias de fémur es el enclavado de Kunster, preferentemente realizado a cielo cerrado con intensificador de imágenes. Las indicaciones del método funcional han sido de excepción, de ahí la exigüidad de la casuística, cuyos resultados exponemos.

Hemos tratado en total 37 fracturas, correspondien-



A
B



FIGURA 20

Fractura supracondílea multifragmentaria de fémur al ingreso y a los 3 meses de retirado el funcional.

do 25 de ellas a la diáfisis femoral y 12 al sector distal (condíleo y supracondíleo). En cada uno de estos grupos, a su vez, tratamos fracturas recientes y evolucionadas. De estas últimas (19 casos) solo referimos que eran 16 retardos de consolidación y 3 pseudoartrosis infectadas. Se trataron con yeso QTB, lográndose la consolidación en plazos variables de 14 a



A
B

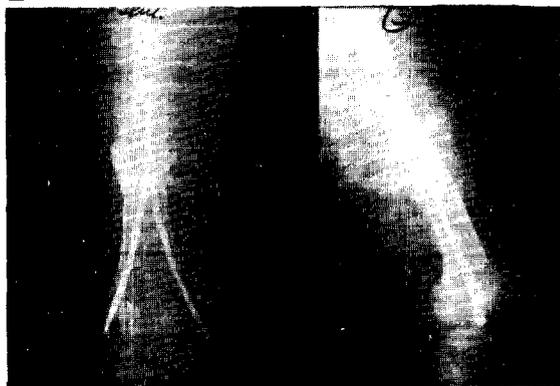


FIGURA 21

Fractura diafisaria de fémur al ingreso. Se realizó enclavijado endomedular elástico y luego muslera a las 4 semanas. A derecha radiografía al final del período funcional (7 semanas).

22 semanas, con una media de 19,5. Un caso consolidó viciosamente (varo de 12° y recurvatum de 38°) por lo que fue posteriormente intervenido, realizándose enclavijado de Kunstcher.

Las fracturas recientes fueron 18; correspondiendo 11 a la diáfisis femoral y 7 a la región supracondílea (Fig. 20). Las primeras fueron sistemáticamente estabilizadas con enclavijado endomedular elástico: 5 con Kunstcher de calibre fino sin alesado, 6 con clavos de Ender en arco secante (Fig. 21) y luego funcionalizados con muslera entre 4 y 6 semanas de la intervención. Las fracturas del tercio distal fueron traccionadas hasta su estabilización, siguiendo la funcionalización con QTB.

El tiempo medio de tratamiento fue de 14 semanas (de 9 a 19). Se logró la consolidación en 17 casos, uno evolucionó a la pseudoartrosis. Se trataba de una fractura supracondílea en una paciente añosa que toleró mal el tratamiento funcional.

La movilidad de rodilla al finalizar el tratamiento fue completa en 6 casos, de más de 90° de flexión

en 4, menor de 90° en 3, un caso tenía una rigidez previa y en 3 casos no se consiguió.

Fracturas del miembro superior

En total se trataron 34 fracturas (Cuadro II).

Antebrazo. La preservación del movimiento de pronosupinación exige una reducción cuidadosa de las fracturas del antebrazo. Su tratamiento incruento en el adulto ha sido prácticamente abandonado y constituye hoy, en nuestro medio, la principal indicación de fijación interna con placas atornilladas en fracturas diafisarias. Si bien se habían realizado enclavijos endomedulares en el pasado, la técnica cayó en desuso cuando comenzó el desarrollo de la osteosíntesis rígida.

Nosotros consideramos que es una buena técnica, por ser quirúrgicamente menos agresiva y proveer una reducción y estabilización suficiente para la consolidación y la recuperación morfológica y funcional.

Se estableció un protocolo (21) que incluye:

- 1) Enclavijado endomedular, preferentemente a cielo cerrado.
- 2) Inmovilización con yeso braquipalmar en el período agudo (3 a 4 semanas).
- 3) Funcionalización con yeso tipo Munster o Brazalete según estado radiológico.

Los resultados evaluados en los 10 pacientes tratados muestran:

- 1) En 9 casos se aplicó el protocolo completo y todas consolidaron. En 8 la función articular fue completa y uno quedó con una limitación de 10° en la pronosupinación.
- 2) Un caso no se enclavijó y evolucionó a una pseudoartrosis tolerada de radio con cúbito consolidado, lo que consideramos un mal resultado (Figs. 22, 23 y 24).

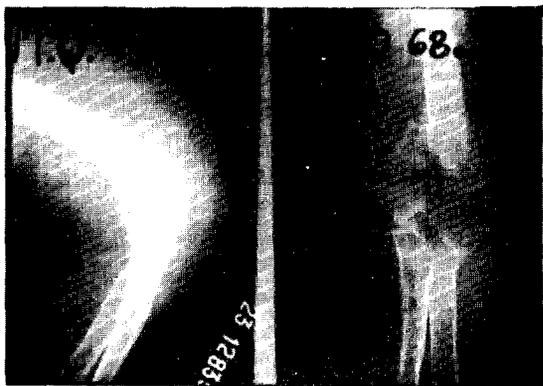
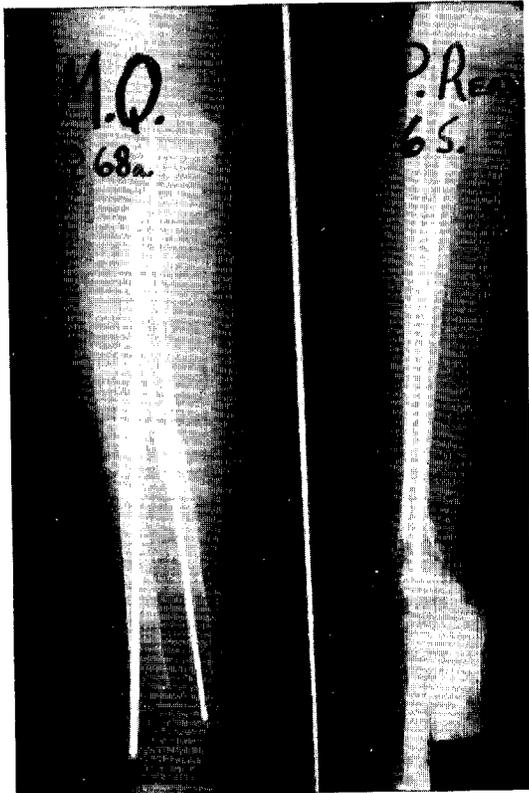


FIGURA 22

Paciente de 68 años. Fractura de antebrazo derecho y supraintercondílea multifragmentaria de codo izquierdo. Radiografías al ingreso. Se realizó enclavijado endomedular en antebrazo y tracción al ceñit por 15 días en codo.

Húmero y codo. En nuestro medio las fracturas de diáfisis humeral no han merecido un tratamiento bien sistematizado en la última década. Abandonada la inmovilización clásica con yeso tóraco-braquial, se pasó al uso del yeso braqui-antebraquial colgante (22), pero sus resultados no han sido evaluados.

Hemos tratado 10 fracturas de húmero, 7 recientes y 3 evolucionadas. Las primeras fueron funcionalizadas con brazal, promedialmente a las 6 semanas de período agudo. Se obtuvo la consolidación en 5 casos. Uno evolucionó a la pseudoartrosis y otro consolidó con un callo muy débil, refracturándose en un



A
C

B

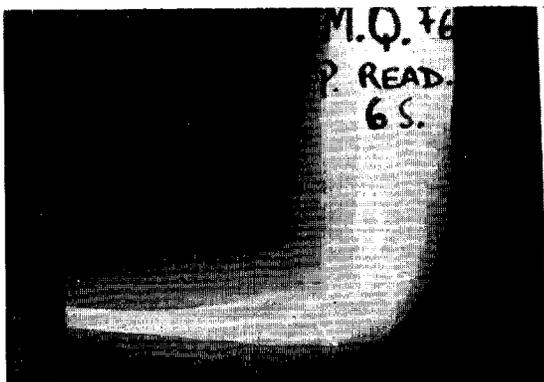


FIGURA 23
Radiografías a las 6 semanas de finalizado el tratamiento con yesos funcionales.

nuevo traumatismo antes de la semana de haberse retirado el brazalet (Fig. 25).

Estos resultados no nos han conformedo y actualmente indicamos el enclavado endomedular con clavos de Rush, como método de estabilización.

Las fracturas de codo del adulto son de tratamiento quirúrgico, debiéndose reducir y fijar por osteosíntesis rígida. Sin embargo, esta técnica no está exenta de complicaciones y, además, no siempre se ha con-

tado con el material adecuado. En 1974, se describió la estabilización por osteosíntesis mínima seguida de tracción al cenit (23) con buenos resultados. Por otra parte hay fracturas que por su gran conminución contraindican el tratamiento quirúrgico, optándose por mantenerlas en tracción hasta su estabilización. Hemos promovido el tratamiento funcional como complemento de la osteosíntesis mínima o la tracción, funcionalizando las fracturas a las 4 semanas con un brazalet que permita la flexoextensión del codo.

Tratamos 8 pacientes en total, habiéndose logrado la consolidación con función completa en 5 casos y con una limitación de la extensión de 30° en 3 casos (uno de ellos era una fractura expuesta evolucionada).

CONSIDERACIONES FINALES

1) Hemos mostrado nuestra experiencia en el tratamiento funcional de las fracturas de distintos sectores esqueléticos de los miembros. Nuestra serie de fracturas de pierna y cuello de pie nos permite afirmar la bondad del método y plantearlo como una alternativa válida frente al tratamiento clásico y a los modernos tratamientos quirúrgicos. Por otra parte, es coincidente con la atención creciente que el TFF está teniendo a nivel mundial, siendo cada vez mayor el número de artículos publicados en las revistas especializadas.

2) Requiere escaso instrumental pero una gran dedicación del médico tratante. Ya Sarmiento destacaba su importancia en la reducción de los costos asistenciales, corroborado por estudios comparativos en España (Seguridad de Zaragoza) donde es de uso corriente.

3) Destacamos la rehabilitación precoz del paciente, que logra reintegrarse a su actividad habitual generalmente antes de la consolidación de su fractura.

Uno de los estímulos más importantes a nuestra actividad ha sido el agradecimiento de muchos trabajadores eventuales, zafrales o independientes, que pudieron reiniciar sus tareas precozmente.

4) Los modernos estudios sobre la consolidación ósea, iniciados por Trueta (6) y Charnley (24), entre otros, actualizados por Sarmiento, han dado origen a una corriente más "biológica" y menos "mecánica" en el tratamiento de las fracturas. Es cada vez mayor la convicción que la estabilización de las fracturas diafisarias debe ser elástica y no rígida. Todo hace pensar que el futuro de la especialidad se encamina en ese sentido.

Correspondencia:

Dr. Sergio Villaverde
Instituto de Ortopedia y Traumatología
Las Heras 2085
Montevideo - Uruguay



A



C



B

FIGURA 24

La misma paciente mostrando la funcionalidad de ambos miembros superiores. Discreta limitación de la supinación a derecha y de la flexión de codo a izquierda.



FIGURA 25

Fractura multifragmentaria expuesta de húmero por perdigonada a las 2 semanas de tracción al cent. Se funcionalizó con brazal a las 4 semanas del accidente. Completó su tratamiento en 8 semanas más. A derecha la radiografía a los 3 meses de retirado el yeso funcional.

Résumé

On présente l'expérience au traitement fonctionnel des fractures des membres. Ses fondements biologiques et biomécaniques y sont établis; ils sont basés sur les travaux de Augusto Sarmiento et d'autres auteurs. On donne aussi les traits généraux de son indication et de sa technique. On analyse les résultats obtenus chez 427 patients ayant 466 fractures, traités à l'Institut d'Orthopédie et Traumatologie de Montevideo entre 1982 et 1986.

Summary

A report is made of the functional treatment of limb fractures. Due Consideration is given to their biological and biomechanical underlying features on the basis of the work of Augusto Sarmiento and other authors. The general outline of indications and technique is set out. A survey is carried out of results obtained in 427 patients with 466 fractures treated at the Institute of Orthopedics and Trauma of Montevideo between 1982 and 1986.

Bibliografía

1. **SARMIENTO-LATTA**: Tratamiento funcional incruento de las fracturas. Buenos Aires: Panamericana; 1982.
2. **BADO, J**: La pseudoartrosis. Montevideo, Facultad de Medicina, 1941. Tesis de agregación.
3. **KOBERLE, G**: Fisiopatología de Pseudoartrose. Rev. Bras. Ortop., 1980; 15(1): 1.
4. **ESCRIBA ROCA, I et al**: Seudoartrosis Flotante. Estudio Experimental. Rev. Ortop. Traum., 1981; 25 1B (2): 205-214.
5. **VILLAVARDE, S y col**: El Tratamiento Funcional de las fracturas. Montevideo, Curso Semestral de Postgrado. Instituto de Ortopedia y Traumatología, 1984.
6. **TRUETA, J**: La estructura del cuerpo humano. Barcelona: Labor, 1975.
7. **POLACK, SR**: Bioelectrical Properties of Bone. Endogenous Electrical Signals. Orthop. Clin. North Am., 1984; 15: 3-14.
8. **DE PENA, P; GAUDIANO, J y col**: Estudio de la evolución del callo óseo por centellografía comparada. Montevideo, Curso Semestral de Postgrados. Instituto de Ortopedia y Traumatología, 1984.
9. **BLACK, J**: Tissue Response to Exogenous Electromagnetic Signals. Orthop. Clin. North Am., 1984; 15: 15.
10. **CONNOLLY, JF**: Electrical Treatment of Nonunions. Orthop. Clin. North Am., 1984; 15: 89.
11. **LIPPERT, FG; HIRSCH, C**: The three-dimensional measurement of tibial fracture motion by photogrammetry. Clin. Orthop., 1974; 105: 130.
12. **FERNANDEZ ESTEVE, F**: Tratamiento Biológico de las fracturas. Valencia: Editorial Graphic-3, 1980.
13. **OTAÑO SAHORES, A**: Seudoartrosis. In: Congreso Argentino de Ortopedia y Traumatología, 19o., Mar del Plata, diciembre 1982.
14. **MAURO, L; DEL CAMPO, JP; FAVARO, R y col**: Revisión de 114 fracturas expuestas de pierna desde 1981 hasta 1985. Montevideo, Curso de Perfeccionamiento de Postgrados. Instituto de Ortopedia y Traumatología 1985.
15. **FERNANDEZ, A; MASLIAH, R**: Fijación Externa de pierna: Montajes unilaterales biplanares. Montevideo, junio 1984.
16. **GUSTILO, RB et al**: Management of the Open Fractures. Buenos Aires: Panamericana, 1981: 1-207.
17. **DEL CAMPO, JP; VILLAVARDE, S**: El Yeso Funcional en las fracturas expuestas de pierna. Congreso de Ortopedia y Traumatología del Cono Sur, 6o., Montevideo, 1985.
18. **DEL CAMPO, JP**: Tratamiento con Yeso Funcional de las fracturas expuestas de pierna. Montevideo, Facultad de Medicina, 1986. Monografía de Postgrado.
19. **PARAVIS, C**: Revisión alejada del tratamiento de las fracturas del cuello de pie. Montevideo, Facultad de Medicina, 1983. Monografía de Postgrado.
20. **PAN, A y VOITURET, C**: Evaluación de las fracturas de cuello de pie en tratamiento funcional agosto 1982 a mayo 1984. Montevideo, Facultad de Medicina, 1984. Trabajo de 2o. año de Postgrado.
21. **DE PENA, P y SILVEIRA, O**: Tratamiento funcional de las fracturas del miembro superior. Montevideo, Curso Semestral de Postgrado. Instituto de Ortopedia y Traumatología, 1984.
22. **MASLIAH, R y col**: Tratamiento de las fracturas de húmero. Montevideo, Universidad de la República, 1979.
23. **ARTIGAS, J y MAQUIERA, C**: Fracturas supraintercondilneas del codo. Osteosíntesis mínima seguido de tracción al cenit. Congreso SLAOT, 5o., Buenos Aires, 1974.
24. **CHARNLEY, J**: El tratamiento incruento de las fracturas. 3a. ed. Buenos Aires: Panamericana, 1976.