

La fijación externa en los grandes traumatismos

External fixation in multiple trauma

E.J. BAIXAULI PERELLÓ, F. BAIXAULI GARCÍA Y C. MAYA SEGRELLES.

SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA. HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE DE VALENCIA.

Resumen. La fijación precoz de las fracturas del paciente politraumatizado mejora su morbilidad y mortalidad. Las peculiaridades de la fijación externa la convierten en un método de fijación especialmente indicado para estos pacientes, en especial para las fracturas de pelvis y las fracturas de fémur y tibia. En caso de conversión posterior a enclavado endomedular se aconseja realizarlo antes de las 2 semanas de evolución y en ausencia de infección de los trayectos de los clavos.

Summary. Early fracture fixation in multiple trauma patient improves his morbidity and mortality. Because of its peculiarities, external stabilization is a fixation method especially indicated for the treatment of these patients, particularly for pelvic, femoral and tibial fractures. Conversion to endomedular nailing is advisable in the first 2 weeks after injury and without pin-track infection.

Introducción. Los grandes traumatizados son pacientes con múltiples fracturas o lesiones multisistemas. Estos pacientes representan un grave problema por su alta frecuencia, la gran mortalidad y morbilidad que llevan asociadas, y por afectar fundamentalmente a pacientes jóvenes, con la repercusión social y económica que ello supone.

Se estima que en EEUU se producen más de 130.000 muertes anuales como consecuencia de traumatismos, y que los traumatismos de alta energía constituyen la primera causa de muerte en el grupo de edad entre los 18 y los 44 años. Las lesiones músculo-esqueléticas son muy frecuentes en los pacientes con lesiones múltiples. Según Risica y cols, el 78% de los pacientes con múltiples lesiones presentan una lesión ortopédica significativa (1). Esta tasa es similar a la del traumatismo craneo-encefálico, es dos veces superior que la de traumatismos torácicos mayores, y es cuatro veces superior a la tasa de lesiones abdominales significativas.

Importancia del tratamiento precoz y especializado. El tratamiento del

paciente politraumatizado debe comenzar en el mismo lugar del accidente. Es importante reconocer la magnitud de la lesión para distinguir entre la víctima politraumatizada e inestable y el paciente con traumatismo de un solo sistema o una lesión leve, que permanece estable. El proporcionar unos cuidados de alto nivel en el lugar del accidente, logra disminuir la mortalidad por trauma espinal, torácico, abdominal y pélvico (2). En Nebraska disminuyó la mortalidad por traumatismo un 24% entre 1972 y 1982, gracias a la mejora en la atención médica urgente pre-hospitalaria (3).

La creación en EEUU de hospitales especializados en el tratamiento de los pacientes traumatizados (Trauma Centers) también ha mejorado la tasa de supervivencia de estos pacientes (4). En hospitales pequeños, el manejo de estos pacientes puede sobrepasar las capacidades de un sólo cirujano ortopédico, así como las prestaciones de enfermería, instrumental u otras especialidades. Un estudio realizado en el condado de Orange, California, demostró una disminución de la mortalidad de un

Correspondencia:

Emilio Baixauli Perelló.
Servicio de Traumatología
y Cir. Ortopédica.
Hospital Universitario La Fe
Avda. Campanar, 21.
46009 Valencia.

Tabla 1.
Efectos de la estabilización ósea precoz

Estabilización hemodinámica
Disminución embolia
Disminución sangrado
Movilización precoz

50% tras poner en marcha un sistema de hospitales especializados (5,6).

Cuando el paciente politraumatizado llega al hospital se debe poner bajo el cuidado de un equipo de resucitación, del cual forma parte el traumatólogo junto a un anestesista-reanimador, un cirujano de las diferentes especialidades (torácico, cardiovascular, neurocirujano, urólogo), los ATS de Urgencias y el Laboratorio de Urgencias. La realización de las diferentes maniobras se realizarán según un plan de prioridades: mantener la vía aérea, controlar el shock de múltiples causas, manejo urgente de situaciones que afecten la salida cardíaca (taponamiento, rotura de grandes vasos), diagnosticar y tratar hemorragias intratorácicas o intraabdominales, y tomar decisiones adecuadas sobre el manejo precoz de las lesiones del sistema nervioso central y traumatismos de los miembros (4).

Estabilización precoz de las fracturas. La fijación precoz de las fracturas constituye una parte fundamental del manejo de los pacientes con grandes traumatismos. Frente a las ideas que todavía persisten en algunos anestesistas-reanimadores, la fijación de las fracturas ayuda a conseguir la estabilización hemodinámica del paciente, disminuye la embolia pulmonar, disminuye el sangrado del foco de fractura y evita la aparición de coagulopatías de consumo. La fijación de las fracturas permite la movilización precoz del paciente, con lo que se mejora la comodidad del personal que les atiende, se facilita el traslado a otro hospital si procede y se evita la posición en supino forzada que es causa de la aparición de atelectasias y retención de secreciones. Así mismo, la estabilización de la fractura en la posición de reducción adecuada, evita la aparición de deformidades y su tratamiento en fase de secuela (Tabla 1).

Diversos trabajos han demostrado que la estabilización precoz de las fracturas disminuye de forma muy significativa tanto la mortalidad como la morbilidad en estos pacientes (7,8). Meek y cols, observaron en un estudio retrospectivo en politraumatiza-

dos, que la tasa de mortalidad a los 30 días del traumatismo era del 4.5% en el grupo tratado mediante fijación precoz, frente al 28.5% que presentó el grupo tratado de forma conservadora (9). Bone y cols, estudiaron en un estudio prospectivo la influencia de la estabilización inmediata de las fracturas de la diáfisis femoral: cuando la estabilización se realizó precozmente, la tasa de complicaciones respiratorias fue del 2.2%, mientras que en el grupo cuyas fracturas se fijaron con una demora mayor de 48 horas la tasa de complicaciones respiratorias ascendió al 48% (10).

Las fracturas que se deben fijar precozmente son las fracturas de los huesos largos de las piernas (fundamentalmente las fracturas de fémur) y las fracturas de la pelvis. Persiste la controversia sobre la conveniencia de la fijación precoz de las fracturas vertebrales en estos pacientes politraumatizados. Algunos protocolos actuales las incluyen en el programa de estabilización precoz, sin embargo, la complejidad de las técnicas quirúrgicas y del equipo necesario, y la conveniencia de monitorización neurológica puede hacer aconsejable demorar su tratamiento (11).

Ventajas de la fijación externa. La fijación externa de las fracturas presenta una serie de peculiaridades que la hacen especialmente útil para la estabilización precoz de las fracturas en los pacientes con grandes traumatismos. Se trata de una técnica sencilla y versátil, generalmente mejor conocida por enfermería de urgencias que las técnicas de enclavado endomedular. Algunos dispositivos no motorizados permiten incluso la colocación del fijador externo en la misma Sala de Reanimación. La aplicación del fijador externo provoca un escaso sangrado, lo cual es importante en estos pacientes politraumatizados con grandes pérdidas hemáticas previas. La utilización del fijador externo en las fracturas abiertas permite el control y cuidado de las partes blandas. La versatilidad de los dispositivos permite la estabilización de fracturas complejas, como en el caso de fracturas intraar-

ticulares mediante la utilización de fijadores semicirculares con agujas transfixiantes o con fichas, o saltando la articulación. En algunos casos, asociando, además, osteosíntesis percutánea de algunos fragmentos. En aplastamientos de miembros inferiores la realización de montajes en puente puede constituir el único sistema de estabilización de los fragmentos óseos. En pacientes con mala calidad ósea, como pacientes afectos de osteogénesis imperfecta, o con deformidades previas, como secuelas de fracturas, la fijación externa es prácticamente el único método de fijación. En la infancia, la fijación externa es especialmente útil, puesto que permite la estabilización de las fracturas de los huesos largos, con la gran ventaja de poder respetar sus fisis de crecimiento (Tabla 2).

La fijación externa en las fracturas de pelvis.

Clásicamente se dividen las fracturas de pelvis en función de la dirección de la fuerza que provoca la disrupción pélvica, en fracturas por compresión anteroposterior, fracturas por compresión lateral y fracturas por cizallamiento vertical. Es importante conocer el mecanismo lesional de las fracturas de pelvis porque el daño vascular va a depender de la cantidad de energía y de la dirección en que se aplica dicha fuerza. Las fracturas por compresión lateral no se suelen asociar de daño vascular importante, y cuando aparece suele ser secundario a la lesión visceral abdominal o torácica. Las fracturas por compresión anteroposterior y por cizallamiento vertical suelen asociarse de mayor sangrado que las fracturas por compresión lateral.

El sangrado asociado a las fracturas de pelvis procede en un 90 % del foco de fractura y de los plexos venosos de baja presión del espacio retroperitoneal (12,13). Se estima que el espacio retroperitoneal puede llegar a almacenar 4 litros de sangre.

La fijación externa permite controlar el sangrado en las fracturas de pelvis por medio de tres mecanismos. En primer lugar, y más importante, porque al restablecer la morfología de la pelvis se recuperan

los límites y el volumen del espacio retroperitoneal, lo que permitirá un efecto taponamiento de los plexos venosos de baja presión (14,15); en segundo lugar, estabiliza el foco de fractura, disminuyendo el sangrado de las superficies fracturarias; y en tercer lugar, consigue que los vasos rotos coagulados mantengan sus tenues coágulos, a pesar de la movilización del paciente, bien para la realización de nuevos tests diagnósticos, para la fijación de otras fracturas, o para permitir la movilización temprana del paciente: el paciente se puede sentar o colocar de un lado y otro en la cama, reduciendo el riesgo de complicaciones respiratorias y facilitando los cuidados de enfermería (16-20).

Los factores de mal pronóstico en las fracturas de pelvis que se asocian con una mayor mortalidad son: la hipotensión en el momento del ingreso, la lesión de partes blandas y cuando se trata de fracturas abiertas. Mucha y cols, observaron que los pacientes con fracturas de pelvis e hipotensión arterial en el momento del ingreso presentaron una mortalidad del 42 %, mientras que en los pacientes sin hipotensión la tasa de mortalidad fue del 3.4 % (21). Se han diseñado dispositivos de fijación externa para fracturas de pelvis que por su sencillez permiten la rápida estabilización de estas fracturas de mal pronóstico, como el fijador de Ganz o el montaje de Simonian (16,18,22,23). La colocación de estos fijadores no impide la realización, si fueran necesarias, de otras técnicas quirúrgicas, como la laparotomía. En estos casos de mal pronóstico, la muerte suele deberse a lesiones asociadas, pero la hemorragia pélvica también contribuye a la alta mortalidad que presentan (12).

En las fracturas inestables por cizallamiento vertical, la fijación externa no pretende reducir sino estabilizar la fractura, lo que se ha de interpretar como una maniobra que puede salvar la vida del paciente al disminuir el sangrado en el foco de fractura, y que permite la movilización y traslado del paciente para que le realicen otras pruebas diagnósticas o tratamientos (18,20,24-27).

Tabla 2.

Ventaja de la Fijación Externa

Técnica sencilla
Técnica versátil
Escaso sangrado
Control partes blandas
Respeto de las fisis

La no-estabilización de las fracturas de pelvis en los pacientes con grandes traumatismos, especialmente las fracturas por compresión anteroposterior y las de cizallamiento vertical, puede conllevar efectos adversos para el paciente. Las maniobras de resucitación basadas en el reemplazo de fluidos y restauración de la presión sanguínea provocan una disminución del perfil de coagulación, por lo que el sangrado será más severo. Además, cuando se movilice al paciente, se pueden soltar los tenues coágulos formados, sobre todo a nivel de la cara anterior de las articulaciones sacroiliacas, aumentando así la hemorragia.

La fijación externa en la infancia. Los dispositivos de fijación externa son especialmente útiles para el tratamiento de los politraumatizados en edad infantil pues permiten respetar las fisis de crecimiento. Para evitar el posible daño térmico de la fisis y minimizar el riesgo de infección del cartílago de crecimiento, se aconseja que al menos haya una separación de 2 cm entre la última ficha y la fisis de crecimiento. Pero es importante no caer en la tentación de fijar todas las fracturas de los huesos largos en la infancia, y sí limitar su uso a pacientes con grandes traumatismos. El reposo en cama durante varias semanas no es tan perjudicial en la infancia como en adultos. En la mayoría de los casos el mejor tratamiento sigue siendo la tracción e inmovilización con yeso. En los niños con grandes traumatismos, se aconseja mantener la fijación externa de forma temporal, hasta que las condiciones del paciente o de las partes blandas permitan el paso a la inmovilización con yeso.

En los pacientes con traumatismo craneo-encefálico asociado la fijación externa evita la movilidad del foco de fractura, lo que tiene un efecto adicional beneficioso como es el de evitar que aumente la presión intracraneal. Así mismo, en estos pacientes está aumentada la velocidad de consolidación de las fracturas, por lo que las reducciones conseguidas con la fijación externa deben ser precisas desde el principio. Máxime cuando el potencial de recupera-

ción de los niños con traumatismo craneo-encefálico es excelente: de los niños que están en coma más de 48 horas, más del 90% presentan una recuperación neurológica excelente.

Indicaciones de la fijación externa en los grandes traumatismos.

Las características de la fijación externa la convierten en un método de fijación especialmente indicado para el tratamiento de los grandes traumatizados. En las fracturas de pelvis está indicada especialmente en las fracturas provocadas por un mecanismo de compresión anteroposterior o de cizallamiento vertical porque permite controlar la hemorragia asociada. En las fracturas luxaciones centrales de cadera, la realización de un montaje que fije la diáfisis femoral y la pelvis permite conseguir la reducción de la cabeza femoral y autorizar la movilización precoz del paciente.

En las fracturas diafisarias con pérdida de un segmento óseo, la fijación externa permite alinear los fragmentos remanentes. Este montaje puede convertirse en el sistema definitivo de tratamiento de la fractura si se le añade un dispositivo de transporte óseo. Es importante al realizar la corticotomía preservar al máximo el periostio y las partes blandas circundantes. Kojimoto y cols, demostraron en un modelo animal que la conservación de la circulación endostal no es tan importante como previamente se consideraba (28). Para acelerar el proceso de transporte se pueden realizar transportes bipolares tras osteotomía a ambos lados de la pérdida ósea. Para casos de grave pérdida ósea y de partes blandas se han diseñado procedimientos de "alargamiento por contacto". Se procede al acortamiento agudo del miembro, para proceder después de alargar por distracción de una osteotomía realizada a distancia (29). Esta técnica es eficaz para acortamientos menores de 3 cm, pero en alargamientos mayores puede llegar a comprometer la circulación de la pierna.

En las fracturas abiertas sin gran afectación de partes blandas, diversos trabajos han mostrado mejores resultados tras la estabilización mediante enclavado endomedular com-

parando con la fijación externa, incluso como tratamiento de entrada en pacientes politraumatizados (30). Existe controversia sobre el método de fijación más idóneo para las fracturas con gran afectación de partes blandas (fracturas III B de Gustilo). En las fracturas abiertas grado III C, el pronóstico viene marcado fundamentalmente por el grado de lesión vascular y por el tiempo de demora en su tratamiento. La fijación externa parece ser el mejor método para estabilizar estas fracturas. La realización primero de la estabilización ósea o de la reparación vascular dependerá del tiempo de evolución de la lesión vascular (mayor o menor de 6 horas) y del tipo de fractura: si la estabilización ósea se realiza antes de la reparación vascular, se puede realizar un montaje con el fijador externo que no entorpezca la posterior reparación vascular, y si por el contrario se realiza antes la reparación vascular, la fijación externa se constituye en el método ideal de fijación porque su colocación no traumatiza ni somete a tensión a la reparación vascular realizada.

Las fracturas severas intraarticulares, especialmente de la región de la rodilla y las del pilón tibial, suelen estar provocadas por mecanismos de alta energía, por lo que se asocian usualmente de lesión de las partes blandas circundantes. En general, se considera que el tratamiento de estas fracturas debe consistir en la reducción de los fragmentos para restaurar la superficie articular. Pero al tratarse de fracturas complejas, suele ser aconsejable diferir su reconstrucción a sesiones quirúrgicas programadas. En los pacientes politraumatizados, inestables hemodinámicamente, la fijación externa puede servir como método de estabilización temporal de estas fracturas. Las fichas se deben colocar lo más distantes posibles del área que será incindida en el futuro cuando se realice la fijación interna, para evitar riesgos de infección. En algunos casos, estos montajes pueden servir como tratamiento definitivo de la fractura, aislados o asociados a técnicas poco invasivas de fijación interna (agujas de Kirschner o tornillos canulados percutáneos) (31). En el caso de fracturas del pilón tibial, se han diseñado fijadores externos articulados que permiten una

movilidad controlada de la articulación del tobillo (32,33). Sin embargo, estudios recientes ponen en cuestión la capacidad de estos fijadores para proporcionar movilidad sin comprometer la reducción de los fragmentos (34).

En los aplastamientos de miembros, especialmente del miembro inferior, la fijación externa es prácticamente el único método de estabilización precoz, mediante montajes en puente. Cuando el estado general del paciente se recupere se podrán planificar las intervenciones de reconstrucción.

El tratamiento de elección de las fracturas de la diáfisis del fémur y de la tibia lo constituye el enclavado endomedular (4). La utilización del enclavado intramedular fresado en pacientes politraumatizados no se asocia de aumento de las complicaciones respiratorias (35-36). Manning y cols, han demostrado clínica y experimentalmente, que el fresado del fémur fracturado no provoca un aumento de la liberación de émbolos grasos (37). Por otra parte, para Pape y cols, el enclavado endomedular en pacientes con traumatismos torácicos, aumenta el riesgo de complicaciones respiratorias, tanto con el enclavado fresado como con el no-fresado (38,39). La fijación externa, sin embargo, tiene también un papel importante en el tratamiento de estas fracturas. En pacientes con grandes traumatismos en los que se considere el enclavado endomedular un método perjudicial por la pérdida sanguínea potencial, duración de la intervención o falta de infraestructura adecuada, la fijación externa se convierte en una alternativa eficaz para el manejo de estos pacientes.

En la infancia, la fijación externa es el método más idóneo para fijar las fracturas de pelvis y las fracturas de la diáfisis del fémur y de la tibia en los pacientes politraumatizados, especialmente en los casos en que se asocia un traumatismo cráneo-encefálico (Tabla 3).

Conversión de la fijación externa a intramedular. Existe controversia sobre la conversión de la fijación externa en enclavado endomedular en el tratamiento de las

Tabla 3.

Indicaciones de la Fijación Externa en politraumatizados

Frs. de pelvis
 Frs. con pérdida ósea
 Frs. abiertas
 Frs. severas intraarticulares
 Aplastamiento de miembros
 Frs. diafisarias fémur y tibia
 Frs. en la infancia

fracturas de la diáfisis del fémur y tibia. Los primeros artículos señalaban tasas de infección muy altas. Estudios recientes informan que la conversión es un procedimiento seguro si se realiza antes de las 2 semanas de evolución (40). También parece tener influencia la presencia o no de infección de las fichas del fijador externo. En las series de McGraw y Lim, y de Maurer y cols, la tasa de infección ascendió al 25 % si se realizaba la conversión a enclavado endomedular en presencia de infección de alguna ficha (41,42). Si el estado general del paciente no permite la conversión a enclavado endomedular antes de las 2 semanas, o hay signos de infección de las fichas, es mejor mantener el fijador externo (43-45).

Está también en discusión en caso de conversión a enclavado endomedular, qué tipo de enclavado es más adecuado. Riemer y Butterfield realizaron un estudio retrospectivo, y la tasa de infección fue mayor con los enclavados intramedulares fresados (7 de 16) que tras el enclavado no fresado (1 de 16) (46). De todas formas, no existen estudios concluyentes al respecto.

Para intentar reducir el riesgo de infección con la conversión a enclavado intrame-

dular, se han diseñado fijadores externos que no llegan a afectar el canal medular. Son rápidos de colocar y permiten además la colocación de un clavo intramedular sin tener que retirarlo antes (47).

Conclusiones. Los grandes traumatizados representan un grave problema para las sociedades desarrolladas. El tratamiento precoz de estos pacientes logra disminuir su morbilidad y mortalidad. La fijación precoz de las fracturas de estos pacientes, especialmente las fracturas de pelvis, fémur y tibia, es fundamental para lograr la estabilización de los pacientes politraumatizados. Las peculiaridades de la fijación externa la convierten en un método de fijación especialmente indicado en el tratamiento de estos pacientes con grandes traumatismos. En caso de conversión posterior a enclavado endomedular, se recomienda realizarlo antes de las 2 semanas de evolución y en ausencia de infección de las fichas. El desarrollo de nuevos dispositivos de fijación externa con los que se acelera la consolidación ósea puede aconsejar en un futuro su elección como tratamiento definitivo de estas fracturas. ■■■■■

Bibliografía

1. Riska E, Von Bonsdorff H, Hakkinen S, Jaroma H, Kiviluoto O, Paavilainen T. Primary operative fixation of long bone fractures in patients with multiple injuries. *J Trauma* 1977; 17:111-21.
2. Hervé C, Gaillard M, Huguenard P. Early medical care and mortality in polytrauma. *J Trauma* 1987; 27:1279-85.
3. Ornato J, Craren E, Nelsonk N, Kimball K. Impact of improved emergency medical services and emergency trauma care on reduction in mortality from trauma. *J Trauma* 1985;25:575-9.
4. Swiontkowski MF. The multiply injured patient with musculoskeletal injuries. En: Rockwood CA Jr, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD, editores. Philadelphia: Lippincott; 1996, pp.121-57.
5. West JG, Cales RH, Gazzinga AB. Impact of regionalization: The Orange County experience. *Arch Surg* 1983; 118:740-4.
6. West JG, Trunkey DD, Lim RC. Systems of Trauma Care: a study of two counties. *Arch Surg* 1979; 114:455-60.
7. Johnson KD, Cadambi A, Seibert GB, y cols. Incidence of adult respiratory distress syndrome in patients with multiple musculoskeletal injuries: effect of early operative stabilization of fracture. *J Trauma* 1985; 24:375-84.
8. Goris RJ, Giambriere JS, Von Niekerk JL, Schotts FJ, Booy LH. Early osteosynthesis and prophylactic mechanical ventilation in the multi-trauma patient. *J Trauma* 1982; 22:895-903.
9. Meek RN, Vivoda EE, Pirani S. Comparison of mortality of patients with multiple injuries according to type of fracture treatment: a retrospective age- and injury-matched series. *Injury* 1986; 17:2-4.
10. Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures: a prospective randomized study. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A:336-40.

11. **Russell TA.** Principios generales del tratamiento de las fracturas. En: Crenshaw AH, Daugherty K, Curro C, editores. Campbell, Cirugía ortopédica. Panamericana: Buenos Aires, pp.679-736.
12. **Wolinski PR.** Assessment and management of pelvic fracture in the hemodynamically unstable patient. *Orthop Clin North Am* 1997; 28:321-9.
13. **Huittiene VM, Slati P.** Postmortem angiography and dissection of the hypogastric artery in pelvic fractures. *Surgery* 1973;73:454-62.
14. **Looser KG, Cromble HD Jr.** Pelvic fractures: An anatomic guide to severity of injury. *Am J Surg* 1976; 132:639-42.
15. **McAvoy JM, Cook JH.** A treatment plan for rapid assessment of the patient with massive blood loss and pelvic fracture. *Arch Surg* 1978; 113:986-90.
16. **Buckle R, Browner BD, Morandi M.** Emergency reduction for pelvic ring disruptions and control of associated hemorrhage using the pelvic stabilizer. *Tech Orthop* 1995; 9:258-66.
17. **Edeiken-Monroe SS, Browner BD, Jackson H.** The role of standard roentgenograms in the evaluation of instability of pelvic ring disruption. *Clin Orthop* 1989; 240:63-76.
18. **Ganz R, Krushell RJ, Jakob RP.** The antishock pelvic clamp. *Clin Orthop* 1991; 267:71-8.
19. **Ghanayem AJ, Wilber JH, Lieberman JM y cols.** The effect of laparotomy and external fixator stabilization on pelvic volume in an unstable pelvic injury. *J Trauma* 1995; 38:396-401.
20. **Sanders R, DiPasquale T.** External fixation of the pelvis: Application of the resuscitation frame. *Tech Orthop* 1990; 14:60-4.
21. **Mucha P Jr, Farnell MB.** Analysis of pelvic fracture management. *J Trauma* 1984; 24:379-86.
22. **Agnew SG.** Hemodynamically unstable pelvic fractures. *Orthop Clin North Am* 1994; 25:715-21.
23. **Pohlemann T, Bosch U, Gansslen A, y cols.** The Hannover experience in management of pelvic fractures. *Clin Orthop* 1994; 305:69-80.
24. **Failing MS, McGanity PLJ.** Currents concepts review: Unstable fractures of the pelvic ring. *J Bone Joint Surg* 1992; 74A:781-91.
25. **Kellam Jf.** The role of external fixation in pelvic disruptions. *Clin Orthop* 1989; 241:66-82.
26. **Riener BL, Butterfield SI, Diamond DL, y cols.** Acute mortality associated with injuries to the pelvic ring: The role of early mobilization and external fixation. *J Trauma* 1993; 35:671-7.
27. **Simonian PT, Routt MLC, Harrington RM, y cols.** Anterior versus posterior provisional fixation in the unstable pelvis. *Clin Orthop* 1995; 310:245-51.
28. **Kojimoto H, Yasui N, Goto y cols.** Bone lengthening in rabbits by callus distraction. The role of the periosteum and endosteum. *J Bone Joint Surg* 1988; 70B:543-9.
29. **Marsh JL, Prokuski L, Biermann JS.** Chronic infected tibial nonunions with bone loss. Conventional techniques versus bone transport. *Clin Orthop* 1994; 301:139-46.
30. **Lhowe DW, Hansen ST.** Immediate nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:812-20.
31. **Nepola JV.** External fixation. En: Rockwood CA Jr, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD, editores. Philadelphia: Lippincott; 1996, pp.229-59.
32. **Bonar SK, Marsh JL.** Unilateral external fixation for severe pilon fractures. *Foot Ankle* 1993; 14:57-64.
33. **Saleh M, Shannhan MD, Fern ED.** Intraarticular fractures of the distal tibia. Surgical management by limited internal fixation and articulated distraction. *Injury* 1993; 24:37-40.
34. **Fitzpatrick DC, Marsh JL, Brown TD.** Articulated external fixation of pilon fractures. The effects on ankle joint kinematics. *J Orthop Trauma* 1995; 9:76-82.
35. **Pelias ME, Townsend MC, Flancbaum L.** Long bone fractures predispose to pulmonary dysfunction in blunt chest trauma despite early operative fixation. *Surgery* 1992; 111:576-9.
36. **Chan KM, Tham KT, Chim HS, Chow TN, Leung PC.** Post-traumatic fat embolism. Its clinical and subclinical presentations. *J Trauma* 1984; 24:45-9.
37. **Manning JB, Bach AW, Herman CM, Carrico CJ.** Fat release after femur nailing in the dog. *J Trauma* 1983; 23:322-6.
38. **Pape HC, Ragel G, Dwenger A, Sturm JA, Tschernhe H.** Influence of thoracic trauma and primary femoral intramedullary nailing on the incidence of ADRS in multiple trauma patients. *Injury* 1993; 24(suppl 3):82-103.
39. **Pape HC, Dwenger A, Ragel G y cols.** Pulmonary damage after intramedullary femoral nailing in traumatized sheep. Is there an affect from different nailing techniques? *J Trauma* 1992;33:574-81.
40. **Blachut PA, Meek RN, O'Brien PJ.** External fixation and delayed intramedullary nailing of open fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A:729-35.
41. **McGraw JM, Lim EV.** Treatment of open tibial-shaft fractures. External fixation and secondary intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:900-11.
42. **Maurer DJ, Markow RL, Gustilo RB.** Infection after intramedullary nailing of severe open tibial fractures initially treated with external fixation. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A:835-8.
43. **Barquet A, Massafiero J, Dubra A, Nin F.** Ipsilateral open fracture of the femur and tibia treated using the dynamic ASIF-BM tubular external fixator: case reports. *J Trauma* 1991;31:1312-5.
44. **Broos PL, Miserez MJ, Rommens PM.** The monofixator in the primary stabilization of the femoral shaft fracture in the multiply-injured patients. *Injury* 1992; 23:525-8.
45. **Gottschalk FA, Graham AJ, Morein G.** The management of severity comminuted fracture of the femoral shaft using the external fixator. *Injury* 1985; 16:377-81.
46. **Riener BL, Butterfield SL.** Comparison of reamed and nonreamed solid core nailing of the tibial diaphysis after external fixation: a preliminary report. *J Orthop Trauma* 1993; 7:279-85.
47. **Remiger AR, Magerl F.** The pinless external fixator. Relevance of experimental results in clinical applications. *Injury* 1994; 25 (suppl 3):15-29.