

FRACTURAS ABIERTAS DIAFISIARIAS COMPLEJAS DE ANTEBRAZO POR ARMAS DE GUERRA: OSTEOSÍNTESIS POR ABORDAJE LIMITADO

*Dr. Oscar Andrés Gómez Aya, Residente de IV Ortopedia Universidad Militar Nueva Granada. **Dr. Sergio Bocanegra Navia, Médico especialista en Ortopedia y Cirugía de Mano, Departamento de Cirugía Sección Ortopedia Hospital Militar Central. **** Dr. Fabio Suárez Romero. Médico especialista en Ortopedia, Cirugía de Mano y Jefe Sección Ortopedia Departamento de Cirugía, Hospital Militar Central. Correspondencia: Hospital Militar Central, Telefax: 640 90 30 Bogotá.

Resumen

Estudio observacional descriptivo tipo serie de casos, que busca establecer la osteosíntesis por abordaje limitado como alternativa para fracturas abiertas diafisiarias complejas de antebrazo. El manejo de estas fracturas es controversial entre la fijación interna o externa.

Entre 1996 y 1999, ubicamos pacientes con fracturas abiertas por armas de guerra, intervenidos con dicha técnica. Se revisaron 22 pacientes con edad promedio de 26.8 años: 13 fracturas abiertas tipo IIIA y 9 IIIB. Conminución fracturaria promedio de: 6.34 mm. Promedio de lavados quirúrgicos: 3.7. Complicaciones: una infección superficial, una osteosíntesis insuficiente y dos pseudoartrosis. Según la escala funcional: resultados excelentes y buenos en 17, aceptables en 2, malos en 3 y consolidación ósea en 19. Este abordaje limitado evita lesionar más el lecho de fractura, favoreciendo la consolidación y disminuyendo el riesgo de infección. La recuperación funcional, ausencia de complicaciones por la técnica y limitación de uso de injertos óseos, la justifican.

Palabras clave: abordaje limitado, antebrazo, fracturas abiertas.

Introducción

Las fracturas de antebrazo constituyen un problema terapéutico difícil, aún más si se trata de una fractura abierta. Al tratarse en la mayoría de los casos de un paciente joven el compromiso de los tejidos blandos y el tipo de estabilización ósea escogida hacen de su manejo un reto para el ortopedista.

Para alcanzar resultados satisfactorios en su tratamiento se tienen en cuenta los objetivos primarios en el manejo de este tipo de fracturas: prevención de la infección, consolidación ósea y restauración de la función²⁵, pero en el antebrazo su manejo se debe hacer considerándolas como una patología intraarticular, donde una reducción lo más anatómica posible es necesaria para restaurar la biomecánica y función de la membrana interósea en el postoperatorio^{24, 7, 8, 2}. Defectos angulares de tan sólo 10 grados ocasionan pérdidas en la pronosupinación de 16 grados +/- 5.7, de igual forma los defectos rotacionales ocasionan un déficit similar al de la deformidad³⁹. Adicionalmente la biomecánica de la articulación radiocubital distal tiene relación directa con la preservación de las relaciones anatómicas adecuadas. El 82% de las fuerzas de carga compresivas soportadas a través de la muñeca están transmitidas a la articulación radiocarpal y el 18% restante en la articulación ulnocarpal cuando la varianza ulnar es neutral²⁸.

El manejo inicial de las fracturas abiertas es de vital importancia para evitar la mayor complicación que es la infección. El ortopedista debe priorizar metas como son la estabilización del foco de fractura, lavados y debridamientos seriados, la cobertura del mismo y el manejo antibiótico hasta descartar o controlar la infección. Durante esta etapa se presentan como alternativas de manejo los fijadores externos y/o la fijación interna^{7,9,25}.

Esta última controversial para algunos casos debido al riesgo conocido de infección pero a su vez aventajando a otros métodos dada la estabilidad alcanzada y la reducción del tiempo de inmovilización postoperatorio, para la pronta rehabilitación del paciente²⁵. Es aquí donde se justifica este trabajo al exponer la experiencia con una técnica de fijación interna en fracturas abiertas complejas combinada con un abordaje mínimo.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Estudio observacional descriptivo tipo serie de casos.

Población y muestra

Se incluyeron los pacientes con fracturas abiertas de antebrazo secundarios a heridas por armas de fuego de alta velocidad, atendidos en el Hospital Militar Central de Bogotá desde enero de 1996 hasta diciembre de 1999.

Criterios de inclusión

- Fracturas abiertas grado IIIA y IIIB según la clasificación de Gustilo.
- Pacientes intervenidos con la técnica de abordaje limitado.
- Pacientes heridos por proyectil de arma de fuego de alta velocidad.
- Reporte negativo del cultivo de la herida, a las 48 horas de tomada la muestra.
- Esquema antibiótico endovenoso al inicio del tratamiento con cefazolina 2 gm iniciales y 1 gm cada 6 hs. más gentamicina 80 mg cada 8 hs.

Criterios de exclusión

- Fracturas abiertas manejadas previamente en otra institución.
- Fracturas abiertas manejadas con fijación externa de manera definitiva.
- Fracturas abiertas grado IIIC.
- Pacientes a quienes se les hubieran colocado injertos óseos en su primera intervención.
- Pacientes quienes no cumplieron un adecuado seguimiento, criterios de inclusión o datos incompletos.

Técnica quirúrgica

- Planeamiento prequirúrgico para determinar la longitud de placa a utilizar, longitud de la conminución, grado de acortamiento radial o cubital con compromiso de varianza ulnar. De acuerdo al sitio de la lesión escogencia y planeamiento del abordaje quirúrgico (figura 1).

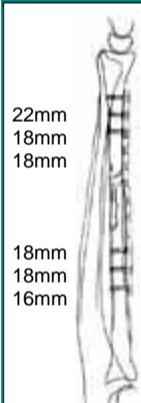
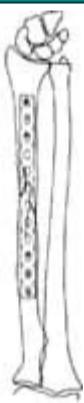
	LP	*Abordaje limitado distal y proximal tipo Henry (BR-FCR) piel TCS, fascia.
	29	o-- *Elevación pañostio
18mm	HC	#11319790 *Deslizamiento placa LC-DCP 3.5 mm de distal a proximal subfascial.
18mm	DX: Fx AB 6 III D RADIO DER	*Fijación proximal provisional. Se reduce distalmente con clera de reducción.
	PROCEDIMIENTO:	*Verificación de paso-suspensión.
	*Ostesíntesis de radio por abordaje limitado.	*Control radiográfico para evaluar varianza ulnar.
	MATERIAL:	*Fijación definitiva con tornillos de cortical de 3.5 mm dejando 6 corticales proximales y 6 distales Hemostasia.
18mm	Placa LC-DCP 3.8 mm x 12 orificios	*Control radiológico definitivo.
18mm	Tornillos cortical 3.5 mm	*Cierre de heridas por planos. Cierre primario tardio de heridas.
16mm	PASOS:	*Ferula pinza de azúcar.
	*BAG. DS, asepsia-antiseptia campos estériles.	
	*Torniquete neumático.	
		

Figura 1

- Asepsia y antisepsia, paciente en decúbito supino, antibiótico profiláctico 2 gm de cefazolina, mesa de mano, campos quirúrgicos estériles. Lavado y debridamiento de heridas.
- Demarcación con azul de metileno del abordaje, ya sea dorsal (Thompson) o volar (Henry), proximal y distal al foco de fractura, expresión venosa y torniquete neumático a 250 mm, incisión de piel y tejido celular subcutáneo con longitud aproximada de 4 cm para cada una (figura 2).



Figura 2

- Disección local hasta el periostio, proximal y distal al foco de fractura, utilizando planos internerviosos delimitados en el caso de abordaje volar radial por el paso entre el braquiorradialis y flexor carpirradialis, en el dorsal por el extensor *digitorum comunis* y extensor *carpirradialis brevis*, y para el abordaje cubital entre el flexor y extensor carpi ulnaris.
- Paso o deslizamiento de placa de osteosíntesis subfacial (figura 3).



Figura 3

- Fijación de un extremo de la placa con tornillo y el contrario con pinzas reductoras, uso de distractor óseo para recuperación de longitud si es necesario, evaluar y alcanzar con esta fijación provisional una pronosupinación completas, de lo contrario reacomodar nuevamente la placa.
- Control radiográfico de alineación, altura de radio y varianza ulnar.
- Fijación con tornillos hasta completar mínimo seis corticales proximales y distales (figura 4).



Figura 4

- Liberación del torniquete, hemostasia, lavado del área quirúrgica, cierre de las heridas quirúrgicas, y cierre primario tardío de lesiones si es posible (figura 5).



Figura 5

- Control radiográfico definitivo.

Recolección de información

1. Historias clínicas: se revisaron 22 con las variables consignadas en el formato de recolección (figura 6).

Formato de recolección de datos

Caso _____ n°: _____
 Nombres _____ y _____ apellidos: _____
 Edad: _____ Historia clínica: _____ Tel.: _____

Dominancia: _____ Fecha de trauma: _____
 Extremidad comprometida: _____
 Causa de la lesión: _____
 Descripción de las heridas: _____
 Diagnóstico inicial: _____
 Radiografías iniciales: _____
 Conminución: _____ cm Variancia ulnar: _____ mm
 Manejo inicial: _____
 Reporte de cultivo a las 48 h: _____
 Lavados quirúrgicos previos n°: _____
 Colocación de fijación externa: Sí: _____ No: _____ Tipo: _____
 Lesión neurológica asociada: _____
 Fecha de la cirugía: _____ Tiempo lesión inicial: _____
 Tipo de abordaje quirúrgico: _____
 Volar: _____ Dorsal: _____ Cubital: _____ No convencional: _____
 Material de osteosíntesis utilizado: _____
 DCP 3.5 mm: _____ LC-DCP 3.5 mm: _____ Reconstrucción 3.5 mm: _____
 Complicaciones: _____
 Transoperatorias: _____ Posoperatorias: _____
 Rx POP: _____
 Cobertura cutánea adicional: _____
 Cirugías adicionales: _____
 Seguimiento POP: _____
 Evolución: 1 mes _____ 3 meses _____ 6 meses _____ 9 meses _____ 12 y + _____
 Herida: _____
 Dolor: _____
 Pronación: _____
 Supinación: _____
 Lesión nerviosa: _____
 Consolidación: _____

Figura 6

2. Examen clínico: entrevistas personales y examen físico al mes de postoperatorio y cada tres meses, teniendo en cuenta las variables necesarias para la clasificación funcional de Grace y Eversmann (figura 7).

Evalúa parámetros de consolidación ósea y de movilidad basados en la pronosupinación cuantificada con el codo a 90 grados de flexión, fijando como valores normales la pronación de 80 grados y la supinación de 90 grados.

Resultado	Unión	Movilidad
Excelente	Sí	90% y más
Bueno	Sí	80 a 89%
Aceptable	Sí	60 a 79%
Inaceptable	No	< 60%

Figura 7. Clasificación funcional de Grace y Eversmann

3. Examen radiológico: evaluación antes, durante y en el postoperatorio, proyección AP y lateral, verificando alineación, varianza ulnar milimétricamente y signos de consolidación.

Resultados

Se revisaron 22 pacientes, un total de 25 fracturas, con compromiso del miembro dominante en 11. Fractura de radio en 10, cúbito en 9 y de ambos huesos en 3.

Edad promedio al momento de la lesión de 26,8 años, con límite superior de 57 años e inferior de 21 años. Etiología en todos por proyectil de arma de fuego de alta velocidad. El seguimiento promedio fue de 28.6 meses, con un mínimo de 3 y máximo de 49 meses.

Fracturas abiertas clasificadas como tipo IIIA en 13 y IIIB en 9. La conminución del foco de fractura fue en promedio de 6.34 cm (figura 8). La lesión de nervio periférico estuvo presente en 18 de 22 pacientes, discriminados así: lesión de nervio radial en 3, mediano en 10 y cubital en 12. Al final del seguimiento el nervio radial se recuperó espontáneamente en los 3 casos, el nervio mediano se recuperó en 6 de los 10 y el nervio cubital en 5 de los 12 casos.



Figura 8. Distribución según conminución foco de fractura.

Manejo inicial con férula en 15 y en 7 fijador externo. El promedio de lavados quirúrgicos necesarios fue de 3,7 (figura 9).

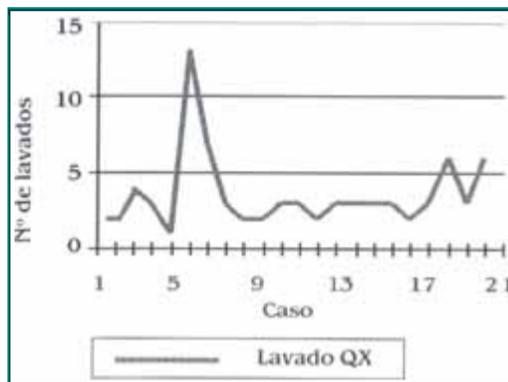


Figura 9. Distribución por lavados quirúrgicos previos.

El abordaje para las fracturas de radio fue volar en 8, dorsal en 5. Para fracturas de cúbito fue medial en los 12. Se utilizó placa LC-DCP de 3.5 mm en 20, DCP de 3.5 mm en 2 y de reconstrucción recta de 3.5 mm en 3 (figura 10). La varianza ulnar al final de cirugía fue de 0 mm en 14, de +- 1 mm en 7 y de -3 mm en 1. La cobertura cutánea con cierre primario tardío al momento de la osteosíntesis en 17 y posterior a la misma en 2, injertos de espesor parcial en 2 y cierre por segunda intención en 1.

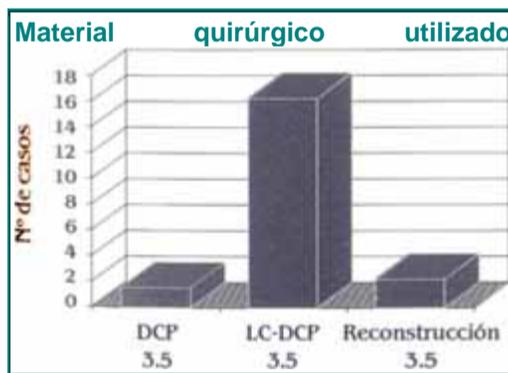
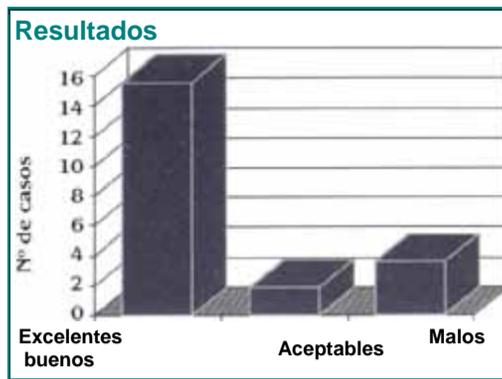


Figura 10. Distribución por instrumentos utilizado.

Complicaciones en el postoperatorio: una infección superficial, una osteosíntesis insuficiente, un retardo en la consolidación y dos pseudoartrosis.

No se presentó lesión neurológica en ningún caso como consecuencia del abordaje o del deslizamiento de la placa.

Se obtuvieron según la escala funcional de antebrazo aplicada por Grace y Eversmann: resultados excelentes y buenos en 16 de 22, aceptables en 2, malos en 4 y consolidación ósea en 19. Los resultados malos fueron 1 retardo en la consolidación y 2 pseudoartrosis (figura 11).



El caso de la infección superficial se solucionó con administración oral de ciprofloxacina, se aisló pseudomona en el cultivo de la lesión y la cicatrización fue adecuada.

La complicación intraoperatoria consistió en la falta de disponibilidad de placas DCP suficientemente largas para el defecto óseo a fijar, problema secundario a la falta de planeamiento prequirúrgico. No se logró corregir adecuadamente la varianza ulnar quedando un cúbito corto, $\nu U = -3$ mm.

De los problemas en la consolidación el caso 13 se definió como retardo en la consolidación y se trató satisfactoriamente con injertos óseos de cresta ilíaca.

En otros dos casos se presentó pseudoartrosis, casos 6 y 22. Cada uno de ellos presentaba defectos óseos segmentarios por lo que se supone hubiese sido necesario en ellos haber realizado injertos óseos tempranamente.

El caso 6 se consideró especial por su manejo previo con fijador externo, el cual se colocó de manera inadecuada, no se corrigió y dejó una sinostosis radiocubital proximal la cual dificultó aún más el manejo posterior. Actualmente se encuentra con el radio consolidado y el cúbito en transporte óseo.

El caso 22 fue fijado con una placa de reconstrucción recta de 3.5 mm, la cual no soportó las fuerzas de sollicitancia a que fue sometida, se observó su doblamiento sin pérdida de la fijación proximal y distal. En la revisión de la osteosíntesis se utilizó una placa LC-DCP e injertos óseos. Se enfatiza nuevamente en la presencia de un defecto óseo segmentario.

Caso clínico

Paciente de 29 años, sexo masculino quien sufrió herida por proyectil de arma de fuego de alta velocidad, fractura abierta diafisiaria de radio derecho, grado IIIA. Examen neurológico de ingreso normal. Se manejó inicialmente con lavados quirúrgicos, férula posterior de yeso y al cumplir criterios de inclusión osteosíntesis por abordaje limitado volar. Evaluación radiográfica en el preoperatorio y postoperatorio. Adecuada movilidad, consolidación presente y resultado excelente según escala funcional (figuras 12A- 12B- 12C- 12D- 12E- 12F- 12G- 12H).



Fig. 12A



Fig. 12B



Fig. 12C



Fig. 12D



Fig. 12E



Fig. 12F



Fig. 12G



Fig. 12H

Discusión

Aunque la fijación interna con placa es usada comúnmente en el tratamiento de fracturas diafisarias de antebrazo, cuando se trata de fracturas abiertas la fijación interna por lo común es tardía hasta la curación de los tejidos blandos, la razón para ello es disminuir el riesgo de infección y la consecuente no unión^{2, 25, 15, 11, 14, 19}.

Estudios previos que habían incluido fracturas abiertas y cerradas del antebrazo tratadas con fijación interna tardía contenían sólo un pequeño número de pacientes con fracturas abiertas, donde los resultados además no se presentaron separadamente y tampoco se relacionaron con la extensión de daño de tejidos blandos^{2, 3, 11, 19}. Posteriormente Elstrom hace referencia a 6 pacientes con heridas por armas de fuego de baja velocidad, con compromiso de un solo hueso y manejados con fijación interna tardía e injertos óseos sin complicaciones de consolidación o infección pero sin hacer evaluación funcional alguna¹⁴. Anderson en una serie de 244 pacientes comentó 28 de ellos como fracturas abiertas de antebrazo y recomendó finalmente retrasar la fijación interna sin clasificarlas por severidad o sin discutir los resultados funcionales separadamente de las fracturas cerradas².

Le sigue Moed con su estudio de sólo fracturas abiertas de antebrazo, clasificadas de I a III según Gustilo, donde realiza una fijación interna temprana luego de lavado quirúrgico. Reportando en 87% de sus pacientes resultados satisfactorios, teniendo en cuenta el compromiso de tejidos blandos, el manejo inicial de la herida, el tiempo transcurrido entre la lesión y la cirugía, la rutina de antibióticos y el método de estabilización disponible. Además de un tiempo de seguimiento suficiente para considerar consolidación, función e índice de infección. Su principal indicador pronóstico es la lesión de tejidos blandos. Igualmente reconoce las fallas del tratamiento como errores en la técnica quirúrgica donde en 3 de 4 no se colocaron injertos óseos teniendo la indicación para ellos. Concluye que una fijación temprana con un cuidadoso manejo de las heridas, injertos óseos según la indicación pueden proveer resultados funcionales superiores a los obtenidos con otros regímenes sin un incremento de la infección o perjuicio de la consolidación ósea¹.

Considerando las fracturas abiertas de antebrazo como eventos intraarticulares, donde la posibilidad de manejo con fijación externa o interna es controversial, se puede delimitar su escogencia al criterio médico del ortopedista de acuerdo al compromiso de tejidos blandos, pérdida ósea, grado de contaminación e idoneidad del manejo inicial.

No es preciso negar una u otra técnica quirúrgica como en el caso de las heridas por armas de fuego pues teniendo presente los conceptos básicos se llegará a la escogencia indicada. Si llegado el caso se debe colocar un fijador externo, debe lograr mantener la longitud y relaciones articulares, igualmente al momento de controlarse la lesión de tejidos blandos, puede beneficiarse de un manejo con fijación interna.

La osteosíntesis por abordaje limitado para fracturas abiertas no está descrita previamente, el concepto de evitar lesionar aún más el foco de fractura podría justificar los hallazgos de consolidación ósea en lesiones con marcada conminución, igualmente la ausencia de infección profunda en los casos reportados.

Al sumar los conceptos de osteosíntesis indirecta y reducción anatómica inculcados por Ruedi y Sommer⁴¹ a los beneficios descritos por el abordaje limitado con fijación interna en heridas por armas de fuego, se puede considerar esta técnica como una nueva alternativa a tener en cuenta tanto en estos eventos como en otros tipos de fracturas donde la conminución es tal que no se pueda lograr una reducción anatómica directa.

Recomendaciones

1. La restauración anatómica de las fracturas de antebrazo es primordial para la recuperación funcional del paciente.
2. Se recomienda como alternativa de tratamiento para fracturas abiertas de antebrazo grado IIIA y IIIB la osteosíntesis con fijación interna utilizando la técnica por abordaje limitado que evita lesionar aún más la vascularidad del foco de fractura favoreciendo la consolidación ósea y disminuyendo el riesgo de infección.
3. La recuperación funcional temprana al igual que limitar el uso de injertos óseos, hacen de esta técnica una opción viable.
4. Para fracturas con defectos segmentarios se recomienda el uso de injertos óseos en fases tempranas de acuerdo al compromiso de los tejidos blandos.
5. Del manejo inicial certero y agresivo de una fractura abierta depende en gran medida la posibilidad de tener un lecho limpio para la aplicación de esta técnica.
6. Es necesario un adecuado planeamiento prequirúrgico teniendo en cuenta las vías posibles de abordaje, grado de conminución, pérdida de la relación radiocubital distal, presencia o no de defectos óseos segmentarios, material de osteosíntesis a utilizar y la cobertura cutánea, para mejorar el pronóstico del paciente y facilitar al cirujano un procedimiento sin complicaciones.
7. El material de osteosíntesis ideal para este tipo de lesiones es la placa LC-DCP de 3.5 mm, que por sus características de bajo contacto y moldeabilidad se ajusta a los requerimientos citados, pero en ocasiones es de considerar la longitud máxima de las placas como limitante.
8. La placa de reconstrucción de 3.5 mm es muy débil para la sollicitancia a que se ve sometido este material de osteosíntesis.
9. Limitar el uso del fijador externo a pacientes con severo compromiso de tejidos blandos o aquéllos en que la posibilidad de osteosíntesis interna sea contraindicada o diferida a largo plazo por diferentes circunstancias (infección, compromiso general del paciente, etc).

abstract

The treatment of diaphyseal open fractures of the forearm follows internal or external fixation. However, the effectivity of both approaches remains controversial. The aim of this descriptive study was to assess the osteosynthesis by limited approach (internal fixation) as treatment of this type of fractures.

Between 1996 and 1999, 22 patients with open diaphyseal forearm fractures caused by gunshot and treated with this technique were analyzed. The mean age was 26.8 years. There were 13 patients with type IIIA and 9 patients with type IIIB fractures. The mean of conminution was 6.34 mm. Additionally, the mean of surgical rinses was 3.7. The complications were: superficial infections¹, insufficient osteosynthesis¹ and pseudoarthrosis². According to a functional scale the outcomes were: excellent-good¹⁷, acceptable² and bad³. Within parenthesis are the number of patients. On the other hand, there were nineteen successful bone consolidations.

The observed relative success of the limited approach, with 17 excellent-good cases and 19 bone consolidations, can be explained by the avoiding of unnecessary manipulation of the fractured area which promotes consolidation and reduces infection risk. Moreover, the acceptable functional recovery, the absence of complications due to the technique and the restrained use of bone grafts make this technique highly performable.

Bibliografía

1. **Anderson, Meyer**, *Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna* J. Bone Joint Surg 57: 1975; 287-297.
2. **Anderson, Sisk, Tooms and Park**, *Compression plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna* J. Bone and Joint Surg., vol. 57-A: 1975; 287-297.
3. **Burwell, Charnley**, *Treatment of forearm fractures in adults with particular reference to plate fixation* J. Bone and Joint Surg., vol. 46-B (3): 1964; 404-425.
4. **Caudle and Stern**, *Severe open fractures of the tibia* J. Bone and Joint Surg., vol. 69-A: 1987; 801-807.

5. **Cierny, Byrd and Jones**, *Primary versus delayed soft tissue coverage for severe open tibial fractures. A comparison of results* Clin. Orthop., vol. 178: 1983; 54-63.
6. **Cooney, Smith**, *External fixation of the upper extremity* Instr. Course Lect vol. 36: 1987; 455-469.
7. **Chapman, Gordon, Zissimos**, *Compression-plate fixation of acute fractures of the diaphyses of the radio and ulna* J. Bone and Joint Surg., vol. 71-A,(2): 1989; 159-169.
8. **Chapman, Mahoney**, *The role of early internal fixation in the management of open fractures* Clin. Orthop. vol. 138: 1979; 120-131.
9. **Chapman MW**, "Open fractures". In Rockwood Jr CA, Green DP, Bucholz RW (eds): *Rockwood and Green's Fractures in adults*. New York, JB Lippincott, 1991; 223-265.
10. **Dellinger, Caplan, Weaver and cols.**, *Duration of preventive antibiotic administration for open extremity fractures* Arch. Surg, vol. 123: 1988; 333-339.
11. **Dodge, Cady**, *Treatment of fractures of the radius and ulna with compression plates. A retrospective study of one hundred and ten fractures in seventy eighth patients* J. Bone and Joint Surg., vol. 54-A: 1972; 1167-1176.
12. **Duncan, Geisler, Freeland y cols.**, *Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm* J. Orthop Trauma, 6: 1992; 25-31.
13. **Edwards, Robertson, Browner y cols.**, *The use of the external fixation in the upper extremity* Orthop. Trans vol. 6: 1982; 403-404.
14. **Elstrom, Pankovich and Egwele**, *Extra-articular low-velocity gunshot fractures of the radius and ulna* J. Bone and Joint Surg., vol. 60-A: 1978; 335-341.
15. **Grace and Eversmann**, *Forearm fractures. Treatment by Rigid fixation with early motion* J. Bone and Joint Surg., vol. 62-A: 1980; 433-438.
16. **Gustilo and Anderson**, *Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five of open long bones fractures.* J. Bone and Joint Surg., vol. 58-A: 1976; 453-458.
17. **Gustilo, Gruninger and Davis**, *Classification of type III open fractures relative to treatment and results* Orthopedics, vol. 10: 1987; 1781-1788.
18. **Gustilo, Merkow, Templeman**, *The management of open fractures.* J. Bone and Joint Surg., vol. 72-A, (2): 1990; 299-304.
19. **Hicks**, *Fractures of the forearm treated by rigid fixation.* J. Bone and Joint Surg., vol. 43-B(4): 680-688, 1961.
20. **Hotchkiss, Kai-Nam, Sowa, Basta and Weiland**, *An anatomic and mechanical study of the interosseous membrane of the forearm: Pathomechanics of proximal migration of the radius* Hand Surgery; 14A: 1989; 256-261.
21. **Jones**, *Immediate internal fixation of high-energy open forearm fractures* J. Trauma 24: 1984; 742-746.
22. **Jones**, *Immediate internal fixation of high-energy open forearm fractures* J Orthop Trauma 5: 1991; 272-279.
23. **Kellman, Jupiter**, *Diaphyseal fractures of the forearm: Skeletal trauma*, Philadelphia, 1992; 1109-1122.
24. **Lawrence, Hoerprich, Huston, Benson, Riggins**: *Quantitative Microbiology of Traumatic Orthopedic Wounds* J. Clin. Microbiol., vol. 8: 1978; 673-675.
25. **Moed, Kellamm, Foster**, *Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm* J. Bone and Joint Surg., vol. 68-A, (7): 1986; 1008-1016.
26. **Moroni, Caja, Sabato**, *Composite Bone Grafting and plate fixation for treatment of the forearm with segmental bone loss: A report of eight cases* J Orthop Trauma 9: 1995; 419-426.
27. **Osterman, Seligson, Henry**, *Local antibiotic therapy for severe open fractures* J. Bone and Joint Surgery vol. 77: 1995; 93-97.
28. **Palmer, Werner**, *Biomechanics of the distal radioulnar joint* Clin Orthop. 187: 1984; 26-35.
29. **Patzakis, Harvey and Ivler**, *The role of antibiotics in the management of open fractures* J. Bone and Joint Surg., vol. 56-A: 1974; 532-541.
30. **Patzakis, Wilkins and Moore**, *Considerations in reducing the infection rate in open tibial fractures* Clin. Orthop. 178: 1983; 36-41.
31. **Rosenstein, Wilson and Funderburk**, *The use of bacitracin irrigation to prevent infection in postoperative skeletal wounds* J. Bone and Joint Surg., vol. 71-A: 1989; 427-430.
32. **Salibian, Anzel, Salyer**, *Transfer of vascularized grafts of iliac bone to the extremities* J. Bone and Joint Surg., vol. 69: 1987; 1319-1327.
33. **Shea, Fernández, Casillas**, *Fixation methods in contaminated wounds and massive crush injuries of the forearm* Hands Clinics, vol. 13, (4): 1997; 737-743.
34. **Simpson y Jupiter**, *Complex fracture patterns of the upper extremity* Clin. Orthop. 318: 1995; 43-53.
35. **Sisk DT**, "Fractures of the upper extremity and shoulder girdle". In *Crenshaw: Campbell's Operative Orthopaedics*, 1987; 1557-2118.
36. **Smith**, *Internal fixation in the treatment of fractures of the shafts of the radius and ulna in adults. The value of delayed operation in the prevention of no-union* J. Bone and Joint Surg., vol. 41-B (1): 1959; 122-131.
37. **Smith, Cooney**, *External fixation of high energy upper extremity injuries* J. Orthop Trauma, vol. 4: 1990; 7-18.
38. **Swanson, de Groot Swanson, Goran-Hagert**, *Rehabilitation of the hand: surgery and therapy*, ed. 4, St. Louis: Mosby, 1995; 617-670.
39. **Tarr, Garfinkel, Sarmiento**, J. Bone and Joint Surg. vol. 66-A (1): 1984; 65-70.
40. **Weiland, Robinson, Futrell**, *External stabilization of a replanted upper extremity: Case report* J. Trauma, 16: 1976; 239-241.
41. **W. Ruedi, Sommer, Leutenegger**, *New Techniques in Indirect Reduction of Long Bone Fractures*, C.O.R.R., 347, 1998; 27-34.