

Fracturas complejas del radio distal: utilización de pastillas de sulfato de calcio como sustituto óseo

ENRIQUE PEREIRA*, **, JAVIER TERÁN VEGA*, **, IGNACIO A. SERÉ*, DIEGO MIRANDA***
y GUILLERMO ARCE**

*Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas (CEMIC), Buenos Aires, Argentina,
** Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento (IADT), ***Orthopaedic & Sports Medicine Specialists,
Alexandria, Louisiana, EE.UU.

RESUMEN

Introducción: El injerto óseo autólogo de cresta ilíaca es para muchos autores la primera opción en el tratamiento de las fracturas complejas del radio distal. El sulfato de calcio en pastillas como sustituto óseo disminuye la morbilidad del procedimiento y su estructura constituiría una herramienta de gran utilidad a la hora de conseguir la reducción. Se evaluaron los resultados clínicos y radiográficos de fracturas complejas del radio distal en las cuales se utilizaron pastillas de sulfato de calcio para obtener la reducción.

Materiales y métodos: Se incluyeron 16 casos con fracturas complejas del radio distal. La edad promedio fue de 67,4 años y el seguimiento promedio, de 22,3 meses. En todos los casos se realizó reducción abierta y fijación interna con una placa bloqueada palmar agregando pastillas de sulfato de calcio por vía dorsal. La evaluación incluyó parámetros radiológicos, clínicos y tres puntajes funcionales.

Resultados: Todas las fracturas consolidaron. La incorporación del injerto ocurrió en un promedio de 35,3 días. La reducción inicial obtenida fue satisfactoria en todos los casos. El promedio de dolor fue de 0,7, la media del DASH de 8,2 y la de autoevaluación de muñeca de 6,4. Según el puntaje de Green y O'Brien modificado, cuatro casos resultaron excelentes, siete buenos y uno aceptable. Como complicaciones hubo una rotura del implante, una pérdida de la reducción y una distrofia simpática refleja.

Conclusiones: El agregado de las pastillas por vía dorsal puede ser eficaz para obtener y mantener la reducción en casos de gran conminución.

PALARAS CLAVE: Fracturas. Radio distal. Sustituto óseo. Sulfato de calcio.

COMPLEX DISTAL RADIUS FRACTURES: USE OF CALCIUM SULFATE PELLETS AS A BONE SUBSTITUTE

ABSTRACT

Background: Autogenous bone grafting remains a viable option for treating complex distal radius fractures. Calcium sulfate pellets used as bone graft substitute reduce well-known complications associated with autogenous bone graft harvesting and, more importantly, are a useful adjunct to reduction. We evaluate the radiological and clinical results of complex distal radius fractures where calcium sulfate pellets were used as an adjunct to obtain reduction.

Methods: Sixteen complex distal radius fractures were included. The average age was 67.4 years and the average follow up 22.3 months. All fractures were treated with ORIF using a volar plate and adding Ca sulfate pellets through a dorsal approach. The evaluation included radiographic and clinical parameters and 3 functional scores.

Results: All fractures healed. Complete Ca Sulfate pellets incorporation occurred in 35.3 days average. The initial reduction obtained was satisfactory in all cases. The average pain assessment was 0.7. The DASH score average was 8.2 and wrist self-assessment score was 6.4. Modified Green & O'Brien scores showed 4 excellent, 7 good and 1 fair result. As complications we registered 1

Recibido el 20-09-2006. Aceptado luego de la evaluación el 03-09-2007.
Correspondencia:

Dr. ENRIQUE PEREIRA
enriquepereira@gmail.com

implant failure, 1 loss of reduction, and 1 reflex sympathetic dystrophy.

Conclusion: The use of Ca Sulfate pellets would be effective to obtain and maintain the anatomical reduction of complex distal radius fractures.

KEY WORDS: Fractures. Distal radius. Bone substitute. Calcium sulfate.

Las fracturas desplazadas del radio distal son frecuentes¹⁵ y, en un alto porcentaje, pueden tratarse de manera eficaz mediante reducción, estabilización e inmovilización adecuada.

El problema surge cuando la conminución y la osteopenia, que en ocasiones acompañan a este tipo de fracturas, destruyen el andamiaje necesario para obtener o mantener una reducción satisfactoria.¹²

No obstante el avance y desarrollo de los sistemas de fijación para fracturas del radio distal, en los casos más complejos se requiere el relleno del defecto óseo creado luego de la reducción para restablecer la anatomía normal de esa estructura.

Se han utilizado distintas alternativas con esta finalidad; clásicamente, el cirujano ha podido optar entre el autoinjerto, el polimetilmetacrilato y el aloinjerto, cada una de ellos con sus ventajas y desventajas.^{1,2,5-8,11-14,17,20-22,24,26,27}

En los últimos años, el uso de los sustitutos óseos en cirugía traumatológica se ha extendido y podría constituir una opción más a las mencionadas, además de aportar algunas otras ventajas.

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar en forma retrospectiva los resultados clínicos y radiográficos de las fracturas complejas del radio distal en las cuales se utilizó el sulfato de calcio en pastillas como relleno del defecto metafisario.

Materiales y métodos

Entre abril de 2004 y noviembre de 2005 inclusive, se trataron en forma quirúrgica 102 fracturas de muñeca. En 86 de estos casos se realizó reducción abierta y fijación interna utilizando una placa palmar y en 16 casos, reducción cerrada y osteodesis.

En todos los casos se efectuaron radiografías simples de frente y de perfil de muñeca preoperatorias, mientras que en algunos de ellos, según el criterio del cirujano y la complejidad de la fractura, se solicitó tomografía computarizada. Las fracturas fueron clasificadas de acuerdo con el sistema de la AO/ASIF (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation*).

Se incluyeron para este trabajo las fracturas complejas (B3.3, C2 y C3 de la clasificación AO, osteopenia y/o conminución importante) cerradas, desplazadas e inestables tratadas por un mismo cirujano y en las cuales se utilizó el sulfato de calcio en pastillas (*Osteoset®*, *Wright Medical Technology, Arlington, EE.UU.*) mediante un miniabordaje dorsal y placa bloqueada palmar de ángulo fijo (*Synthes, Paoli, EE.UU.*) para la fijación, con un seguimiento mínimo de 9 meses.

Fueron excluidas las fracturas en caso de esqueleto inmaduro, denuncia por accidente laboral, expuestas o con extensión diafisaria.

De acuerdo con estos criterios, el grupo de estudio quedó conformado por 15 pacientes (16 fracturas), 13 de ellos mujeres. Según la clasificación de la AO/ASIF una fractura correspondió al tipo B3 (subtipo 3.3), seis al tipo C2 y nueve al tipo C3.

La edad promedio fue de 67,4 años (rango: 40-83 años) y el seguimiento promedio, de 22,3 meses (rango: 10 a 27 meses). En cinco casos el miembro involucrado fue el dominante (Tabla 1).

Técnica quirúrgica

El procedimiento se realizó bajo anestesia axilar (excepto en el caso de la fractura bilateral, en el que se recurrió a la anestesia general), en decúbito dorsal, con manguito hemostático y magnificación con lupas. Se empleó el abordaje volar estándar sobre el tendón del palmar mayor.¹⁹

Luego de la reducción inicial en la que se buscó obtener fundamentalmente longitud del radio y tomando como parámetro la cortical palmar, se estabilizó el fragmento distal en forma temporaria con un Kirschner desde la estiloides radial. A continuación, se colocó la placa bloqueada palmar, con un tornillo de 2,7 fijado en forma provisoria en el orificio oval más proximal y que tomó sólo la primera cortical. En ese momento se realizó un control radioscópico para evaluar el posicionamiento de la placa. A través de un abordaje dorsal de 2 cm (centrado entre el tercero y el cuarto compartimiento extensor) se identificó la fractura y se retiró el Kirschner provisoria. Utilizando un elevador perióístico romo se desimpactaron los fragmentos dorsales y se introdujeron en forma progresiva pastillas de sulfato de calcio en la cavidad resultante (Figs. 1 y 2).

Tabla 1. Conformación del grupo de pacientes evaluados

Casos	Sexo	Edad (en años)	Lado	Dominancia	Seguimiento (en meses)
16	F = 13	67,4	I = 10	D = 15	22,3
	M = 2	DE (± 13,05)	D = 6	I = 1	DE (± 4,19)

M: masculino; F: femenino; I: izquierda; D: derecha; DE: desviación estándar.

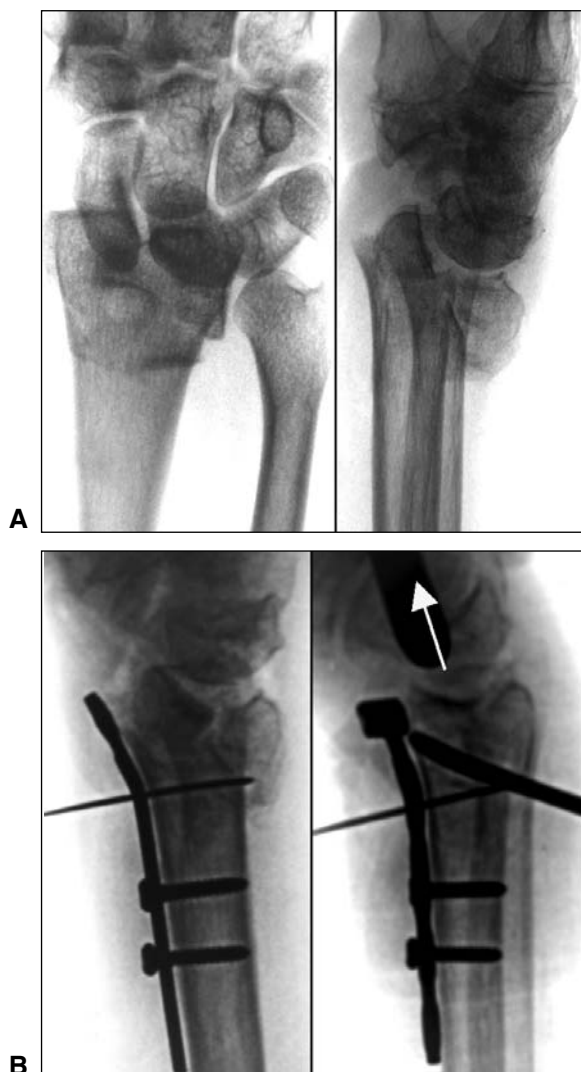


Figura 1. A. Radiografías preoperatorias de frente y de perfil de una fractura compleja del radio distal.
B. Imagen radioscópica intraoperatoria. Colocación de la placa bloqueada palmar y reducción de la fractura a través del abordaje dorsal.



Figura 2. Imagen intraoperatoria. Colocación del sustituto óseo por vía dorsal.

Se logró así la reducción indirecta de la fractura, con manipulación mínima de los fragmentos dorsales, buscando restablecer la orientación palmar de la carilla articular “empujándola” a distal y palmar con el agregado progresivo del SO y utilizando la placa a manera de fulcro.

Se realizó nuevo control radioscópico a fin de evaluar la reducción final; una vez conforme con ella, se procedió a la fijación definitiva de la fractura (Fig. 3).

En todos los casos se utilizó inmovilización posoperatoria inicial con valva de yeso braquiopalmar durante 2-3 semanas. El tiempo de inmovilización se extendió de acuerdo con la complejidad de la fractura y el diagnóstico artroscópico de las lesiones asociadas. Luego se colocó una férula termoplástica antebraquiopalmar, momento en el cual se comenzó con la terapia ocupacional.

Evaluación

Los pacientes fueron evaluados clínica y radiográficamente en el posoperatorio inmediato y luego a las 4, 12 y 24 semanas. Se realizaron radiografías simples de frente y de perfil (tangenciales a la articulación) para evaluar los siguientes parámetros radiográficos: longitud radial, inclinación radial y angulación palmar. Asimismo, se determinó el tiempo de consolidación y de la incorporación del sulfato de calcio. Los resultados funcionales fueron evaluados mediante la amplitud de movimiento (goniómetro), la fuerza del puño (dinamómetro *Jamar*®, *Sammons Preston, Inc. Bolingbrook, IL*), el dolor (escala analógica visual) y tres puntajes funcionales: DASH, Green y O'Brien modificado y autoevaluación de muñeca. En todos los casos se los comparó con el miembro opuesto (con excepción del caso bilateral).

Resultados

Todas las fracturas consolidaron; la incorporación del injerto ocurrió en un promedio de 35,3 días (rango: 26 a 53 días), con formación de trabéculas óseas transversales al trazo fracturario en un tiempo promedio de 72,9 días (rango: 45 a 162 días).

La amplitud de movimiento en el último control evaluado en 12 pacientes permitió un promedio de extensión de la muñeca de 68° (rango: 36° a 95°) y de flexión de 62,5° (rango: 38° a 76°). La media de pronación fue de 90,7° (rango: 90° a 95°) y la de supinación de 95° (rango: 85° a 100°). La fuerza de puño final obtuvo un valor promedio de recuperación del 88,5% (rango: 52,1% a 135,6%) respecto de la muñeca sana. En dos pacientes (casos 9 y 13) no se pudieron realizar las pruebas funcionales (no concurrieron a la evaluación), pero sí las mediciones radiográficas. La dinamometría comparativa no se pudo efectuar en el caso de fractura bilateral (Tabla 2).

El promedio de dolor en 14 casos evaluados fue de 0,7 (rango: 0 a 2). La media del DASH (evaluado en 13 pacientes) fue de 8,2 y el de autoevaluación de muñeca (13 pacientes), de 6,4. Según el puntaje de Green y O'Brien modificado cuatro casos resultaron excelentes, siete buenos y uno aceptable. El paciente que sufrió fractura bila-

teral no fue incluido en esta última evaluación (Tabla 3). En el caso 16 no se realizaron las pruebas funcionales, ya que el estado neurológico del paciente no lo permitía; en los casos 9 y 13 los pacientes no concurrieron para la realización de estas pruebas.

Un paciente (caso 16) sufrió la rotura del implante (rama transversal de la placa) por una caída, por lo cual debió ser reoperado. En otro caso (caso 15) se produjo la pérdida de la reducción a las tres semanas de la cirugía, con la presencia de los pernos de bloqueo intraarticulares. Se sugirió a la paciente el retiro del implante pero, como estaba asintomática, decidió no someterse a una nueva cirugía. Hubo un caso de distrofia simpática refleja (caso 7) que respondió satisfactoriamente al tratamiento. No hubo casos de dolor radiocubital inferior ni de extravasación del SO (intraarticular o extraarticular).

Los valores promedio de las mediciones radiográficas preoperatorias evaluados en la totalidad de los pacientes fueron los siguientes: longitud radial de 2,8 mm (rango: -4 a 9 mm); inclinación radial: 13° (rango: -10° a 24°); angulación dorsal: 28,6° (rango: 8° hasta 50°). Los valores promedio de las mediciones radiográficas en el posoperatorio inmediato fueron: longitud radial de 11,87 mm (rango: 3 a 19 mm); inclinación radial: 21,8° (rango: 16° a 30°); angulación palmar: 8,1° (rango: 1° de desviación hacia el dorso hasta 15° de desviación hacia la palma). Los valores promedio de las mediciones radiográficas en la evaluación final (seguimiento promedio de 22,3 meses) fueron: longitud radial de 10,1 mm (rango: -3 a 15 mm); inclinación radial: 21,4° (rango: 0° a 28°); angulación palmar: 5,6° hacia palmar (rango 10° de desviación hacia dorsal hasta 20° de desviación hacia palmar) (Tabla 4). Del análisis de la prueba de la *t* de Student pareada, se concluye que la pérdida sufrida en las mediciones radiográficas no es estadísticamente significativa.

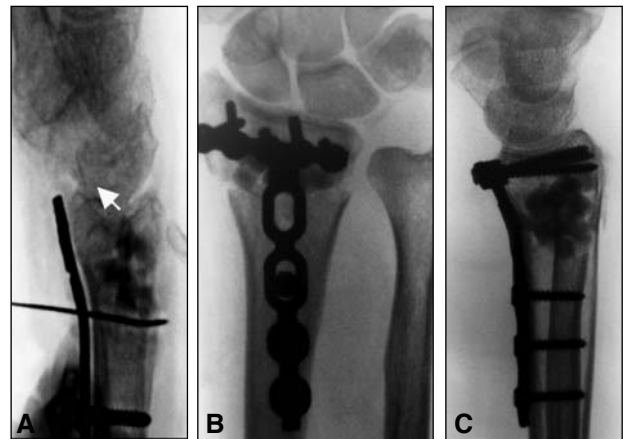


Figura 3. A. Imagen radioscópica que muestra la reducción conseguida con las pastillas de sulfato de calcio. B. Resultado final de frente. C. Resultado final de perfil.

Discusión

El uso de injerto óseo en cirugía ortopédica y traumática ha aumentado en forma considerable en los últimos años. En los Estados Unidos se realizan unas 500.000 cirugías por año que requieren algún tipo de injerto.^{9,11}

El injerto autólogo, con sus propiedades osteogénicas, osteoconductoras y osteoinductivas, es considerado por muchos autores la alternativa de elección^{13,24} y distintos trabajos han demostrado mejores resultados anatómicos y funcionales luego de su utilización.^{1,14,21,22} Sin embargo, el uso de este injerto aumenta la morbilidad del procedimiento y su obtención no está exenta de complicaciones (dolor posoperatorio, hemorragia, infección, fractura del sitio dador, lesión nerviosa y vascular).^{8,27} La obtención de injerto de cresta ilíaca presenta una tasa de complicaciones mayores del 8% (lesión visceral, fractura del ilíaca).

Tabla 2. Valores de la evaluación clínica final

	Amplitud de movimiento (en grados)				Fuerza del puño (%)
	Flexión	Extensión	Pronación	Supinación	
Promedio	62,5	68	90,7	95	88,5
DE	12,3	13,4	1,8	4,3	26,6
Rango	38 a 76	36 a 95	90 a 95	85 a 100	52,1 a 135,6

Tabla 3. Valores de los puntajes en la evaluación final

	Dolor (EAV)	Puntajes funcionales		
		DASH	Autoevaluación de muñeca	Green y O'Brien
Promedio	0,7	8,2	6,4	Aceptable: 1 caso
DE	0,8	15,9	10,7	Bueno: 7 casos
Rango	0 a 2	0 a 55,8	0 a 37,5	Excelente: 4 casos

Tabla 4. Mediciones radiográficas preoperatorias, en el posoperatorio inmediato y en la evaluación final

	Mediciones radiográficas								
	Preoperatorio			Posoperatorio inmediato			Evaluación final		
	Longitud radial (en mm)	Inclinación radial	Angulación palmar	Longitud radial (en mm)	Inclinación radial	Angulación palmar	Longitud radial (en mm)	Inclinación radial	Angulación palmar
		(en grados)			(en grados)			(en grados)	
Promedio	2,81	13	-28,68	11,87	21,81	8,18	10,13	21,4	5,6
DE	3,86	3,33	13,25	4,03	3,37	4,10	4,06	6,52	6,11
Rango	-4 a 9	-10 a 24	-50 a -8	3 a 19	16 a 30	-1 a 15	-3 a 15	0 a 28	-10 a 20

co, hernia) y menores del 20,6% (hematoma, dolor, disestesias).²⁷ Por otra parte, su utilización supone un incremento en el costo del tratamiento, ya que la cirugía es más prolongada y debe realizarse muchas veces con anestesia general e internando al paciente.^{3,10,16}

El uso del polimetilmetacrilato (PMMA) o cemento óseo se ha difundido desde su descripción en los años 1960; su indicación en las fracturas del radio distal con defectos metafisarios fue propuesta por Schmalholz²⁰ a fines de la década de los ochenta. Como se trata de un material inerte, sin propiedades biológicas ni capacidad de incorporación, y frente a la eventual interferencia de la reacción exotérmica en el proceso de consolidación, esta técnica no ha tenido demasiada difusión.

Los aloinjertos representan otra alternativa válida, aunque la posible transmisión de enfermedades infecciosas y la pérdida de las propiedades osteoinductoras y estructurales que sufren en el proceso de esterilización los hacen menos atractivos.

Los sustitutos óseos (SO) son materiales sintéticos o naturales que se caracterizan por tener propiedades osteoconductoras y que sirven como estructuras sobre las cuales crece el hueso del huésped y lo sustituye. Algunos SO pueden tener propiedades osteoinductoras por sí mismos o por la acción de otras sustancias añadidas.²⁴ La utilización de SO podría aportar algunas de las ventajas del autoinjerto sin los riesgos que supone su obtención.¹²

El sulfato de calcio es el compuesto inorgánico a partir del cual se fabrica el yeso. Dreesman⁵ fue el primero en describir su utilización en 1892 y durante más de un siglo se han publicado trabajos utilizándolo como relleno de cavidades óseas, con resultados muy variables.¹¹ Se caracteriza por ocupar un espacio en el hueso y evitar la invasión de tejidos blandos en su interior. Si bien el mecanismo de acción no se conoce por completo, estudios in vitro han demostrado que los osteoblastos se adhieren al sulfato de calcio y los osteoclastos lo absorben, lo que explica su propiedad osteoconductoras.¹⁸ Su rápida reabsorción permite el crecimiento vascular y la consolidación ósea fisiológica y, por la misma razón, no puede prescindirse del uso de algún tipo de fijación en los casos de

fracturas. El sulfato de calcio se comercializa en forma de cemento (inyectable) o de pastillas (cilindros de 3 a 4,8 mm de diámetro) y está aprobado por la FDA (*Food and Drug Administration*) desde 1996.

No existen publicaciones que evalúen el uso del sulfato de calcio, específicamente, en las fracturas de radio distal. Kelly¹¹ describe muy buenos resultados con las pastillas en diferentes patologías ortopédicas (tumores, defectos óseos periprotésicos, artrodesis y trauma). Cunningham⁴ y Turner²⁵ estudiaron los beneficios del sulfato de calcio asociado con autoinjerto en las artrodesis vertebrales y concluyeron que era de gran utilidad.

El fosfato de calcio en su forma inyectable para las fracturas de radio distal ha sido evaluado por diferentes autores (Cassidy,² Obert¹⁷ y Tyllianakis²⁶) con muy buenos resultados. Pero, al igual que en el caso del PMMA, existe la posibilidad de extravasación del SO, tanto al espacio intraarticular como extraarticular. Cassidy, en su serie, observó extravasación extraósea en 112 e intraarticular en 4 de los 161 pacientes tratados con sulfato de calcio inyectable. En las primeras la reabsorción fue completa; en las extravasaciones intraarticulares fue parcial, pero no se asoció con signos radiográficos de artrosis al final del seguimiento.

En conclusión, el presente trabajo muestra la posibilidad de utilizar las pastillas de SO no sólo como "relleno" del defecto óseo, sino como un instrumento para obtener la reducción de la fractura, evitar el manipuleo de los fragmentos dorsales y usar la placa bloqueada como fulcro.¹⁹ En nuestra serie no hubo casos de extravasación; pensamos que se debe a la utilización de SO en forma de pastillas, que son fácilmente visibles bajo el intensificador de imágenes, y a la posibilidad de retirar las colocadas en posición incorrecta.

El número reducido de pacientes, la evaluación realizada por uno de los autores y la falta de grupo control constituyen debilidades claras de este trabajo y que se deben considerar. Al mismo tiempo, pensamos que el sulfato de calcio presenta algunas desventajas respecto de otras alternativas, como la necesidad de fijación interna y su alto costo.

Sin embargo, y de acuerdo con el análisis de este grupo de pacientes, creemos que el uso de las pastillas de sulfato de calcio como SO en el tratamiento de fracturas complejas del radio distal puede ser eficaz, evita las complicacio-

nes propias de la obtención del injerto autógeno y disminuye la morbilidad del acto quirúrgico. A su vez, este tipo de SO brinda al cirujano la posibilidad de obtener y mantener una reducción apropiada en casos de gran conminución.

No se recibió ni se recibirá ningún tipo de beneficios de empresas relacionadas directa o indirectamente con el tema en estudio.

Bibliografía

1. **Axelrod TS, McMurtry RY.** Open reduction and internal fixation of comminuted, intraarticular fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]*. 1990;15(1):1-11.
2. **Cassidy C, Jupiter JB, Cohen M, et al.** Norian SRS cement compared with conventional fixation in distal radial fractures. A randomized study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A(11):2127-37.
3. **Chan VW, Peng PW, Kaszas Z, et al.** A comparative study of general anesthesia, intravenous regional anesthesia, and axillary block for outpatient hand surgery: clinical outcome and cost analysis. *Anesth Analg*. 2001;93(5):1181-4.
4. **Cunningham BW, Oda I, Seftor JC.** An investigational study of calcium sulfate for posterolateral spinal arthrodesis: An in vivo animal model. *Proc North Am Spine Soc*. 1998;13:216-218.
5. **Dreesman H.** Ueber Knochenplombierung. *Beitr Klin Chir*. 1892;9:804-10.
6. **Finkemeier CG.** Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(3):454-64.
7. **Forriol F.** Los sustitutos óseos y sus posibilidades actuales. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2005;70(1):82-93.
8. **Fowler BL, Dall BE, Rowe DE.** Complications associated with harvesting autogenous iliac bone graft. *Am J Orthop*. 1995;24(12):895-903.
9. **Greenwald AS, Boden SD, Goldberg VM, Khan Y, Laurencin CT, Rosier RN.** Bone-graft substitutes: facts, fictions, and applications. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A Suppl 2 Pt 2:98-103.
10. **Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, et al.** A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology*. 2004;101(1):127-32.
11. **Kelly CM, Wilkins RM, Gitelis S, Hartjen C, Watson JT, Kim PT.** The use of a surgical grade calcium sulfate as a bone graft substitute: results of a multicenter trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(382):42-50.
12. **Ladd AL, Pliam NB.** Use of bone-graft substitutes in distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 1999;7(5):279-90.
13. **LeGeros RZ.** Properties of osteoconductive biomaterials: calcium phosphates. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(395):81-98.
14. **Leung KS, Shen WY, Leung PC, Kinninmonth AW, Chang JC, Chan GP.** Ligamentotaxis and bone grafting for comminuted fractures of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br*. 1989;71(5):838-42.
15. **Nana AD, Joshi A, Lichtman DM.** Plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;13(3):159-71.
16. **Nielsen KC, Steele SM.** Management of outpatient orthopedic surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2001;14(6):611-6.
17. **Obert L, Leclerc G, Lepage D, Forterre O, Tropet Y, Garbuio P.** [Fractures of the distal radius treated by osteosynthesis and injectable bone substitute: a prospective study of 39 patients]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2004;90(7):613-20.
18. **Pecora G, Andreana S, Margarone JE, 3rd, Covani U, Sottosanti JS.** Bone regeneration with a calcium sulfate barrier. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997;84(4):424-9.
19. **Pereira E, Seré I, Miranda M, Arce G, Rodríguez Castells F.** Osteosíntesis con placa bloqueada palmar de ángulo fijo en fracturas de radio distal. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2007;72(1):24-31.
20. **Schmalholz A.** External skeletal fixation versus cement fixation in the treatment of redislocated Colles' fracture. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;(254):236-41.
21. **Segalman KA, Clark GL.** Un-united fractures of the distal radius: a report of 12 cases. *J Hand Surg [Am]*. 1998;23(5):914-9.
22. **Seitz WH, Jr., Froimson AI, Leb R, Shapiro JD.** Augmented external fixation of unstable distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]*. 1991;16(6):1010-6.
23. **Simic PM, Weiland AJ.** Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decades. *Instr Course Lect*. 2003;52:185-95.
24. **Szpalski M, Gunzburg R.** Applications of calcium phosphate-based cancellous bone void fillers in trauma surgery. *Orthopedics*. 2002;25(5 Suppl):s601-9.
25. **Turner TM, Urban TM, Andersson GBJ.** Spinal fusion using synthetic bone graft calcium sulfate compared to autogenous bone in a canine model. *Trans Soc Biomater*. 1999;22:90.
26. **Tyllianakis ME, Panagopoulos A, Giannikas D, Megas P, Lambiris E.** Graft-supplemented, augmented external fixation in the treatment of intra-articular distal radial fractures. *Orthopedics*. 2006;29(2):139-44.
27. **Younger EM, Chapman MW.** Morbidity at bone graft donor sites. *J Orthop Trauma*. 1989;3(3):192-5.