

MONOGRAFIAS MEDICAS

ESTADO ACTUAL DE LOS INJERTOS DE HUESO

LUIS SIERRA ROJAS *

Es conveniente que periódicamente se haga una revisión concreta de los temas de interés general para poner al día conocimientos que conduzcan a una mejor aplicación de procedimientos y consecuentemente, a mejores resultados.

Con este fin, nos proponemos dar información sobre los conceptos actuales relativos a los injertos de hueso, tema antiguo sobre el cual se ha escrito mucho con grandes esperanzas e imaginación¹ llevándolo a niveles que ahora han tenido que ser rectificadas en muchas de sus partes.

Las esperanzas y el entusiasmo de hace un par de decenios culminó con la formación de los bancos de hueso, iniciados en 1945 por Lackum. En ellos se depositaban porciones óseas de procedencia diversa, conservándolas en diferentes medios ideados por distintos autores. Los bancos de hueso se iniciaron poniendo en refrigeración de -10° a -20° C., fragmentos de hueso humano tomados

* Académico numerario. Hospital Infantil de México.

de sobrantes de operaciones y posteriormente de cadáver fresco sano, suspendidos en soluciones de suero como lo recomendaba Inclán² o conservados en seco a temperaturas de congelación de -20° a -30 grados; posteriormente se conservaban en soluciones químicas donde se esterilizaba el material óseo, como el merthiolate, el parafenol, la propiolactona o en soluciones con distintos antibióticos.

Más tarde, con la idea de producir comercialmente injertos en gran cantidad, se aprovechó el osporum de Orell (hueso de res o de cadáver, lavado mecánicamente para quitarle los materiales proteicos y grasos responsables potenciales de reacciones inmunológicas) sometándolo a esterilización, con lo que se obtuvo el llamado injerto de Kiel y Boplant, que se puso en venta hace algunos años presentado en empaques sellados, pero que actualmente ha perdido parte de su popularidad.^{3, 4}

Así evolucionaron los injertos, desde los frescos del mismo individuo o de los individuos de la misma especie, hasta los conservados, de sujetos vivos o muertos, de la misma o distinta especie. De todos ellos se relatan en la bibliografía resultados satisfactorios publicados en multitud de artículos por los distintos autores que los experimentaron.^{5, 6-8}

A la fecha, con la creación de nuevas técnicas quirúrgicas, ha aumentado la demanda de resultados efectivos, lo cual ha permitido observar la evolución de los distintos tipos de injertos óseos así como los métodos de utilización y de conservación precisándose nuevos criterios que conviene conocer.

Conviene repasar la clasificación y la abundante sinonimia en uso:

Ante todo diremos que el término injerto se aplica a aquel que tenga acción osteogénica propia, e implante, al que sólo actúa como conductor de la osteogénesis sin participación de sus células en la reconstrucción ósea.

1. Injertos en que el mismo individuo es el donador y el receptor: autólogo; autoplástico; autógeno; autogénico; autoinjerto.

2. Injertos e implantes en que el donador y el receptor son de la misma especie: homólogo; homoplástico; homógeno; homogénico; homoinjerto; aloinjerto.

Dentro de este grupo se subclasifican en isogénicos (injertos de gemelos monocigotos).

Singénicos (precedentes de la misma capa endogámica).

Alogénicos (precedentes o realizado en individuos de distinto genotipo).

3. Injertos o implantes donde el receptor y el donador son de distinta especie: heterólogo; heteroplástico; heterogénico; heterógeno; heteroinjerto; xenogénico; xenoinjerto.

Injerto ideal

Se considera injerto ideal al que puede trabajar como trasplante, es decir, aquel cuyas propias células sobreviven y son capaces de aumentar con su presencia la capacidad formadora de hueso en el sitio receptor, es decir, que tenga capacidad osteogénica, osteoconductiva y osteoinductora (Urist);^{9, 10} aquel que produce hueso nuevo por sí mismo y que induce al receptor a producirlo (estimulación) y que a su vez dirige la organización del mismo (morfogénesis).

Lo dicho implica básicamente dos cosas: primero, que no haya reacción de rechazo, es decir, que no se desencadene reacción inmunológica (antígeno-anticuerpo) que como sabemos implica el aislamiento del injerto por una capa de tejido de granulación más o menos fibrosa, para ulteriormente ser eliminado como cuerpo extraño. Segundo, que las células del donador permanezcan vivas y aptas para reproducirse, es decir, para producir hueso.

Se debe añadir que en la reparación ósea no sólo cuenta el injerto sino también el terreno del receptor, que puede ser ideal o no para recibir a la parte donada. El receptor contribuye fundamentalmente al éxito debido al importante papel de la función celular de sus tejidos, tal y como la establece Basset¹⁰ cuando opina: "de la acción celular depende la unión del injerto con el huésped y de ella dependen el aumento de la masa ósea o el rechazo". El lecho receptor es importante porque es quien da la vascularización al injerto, efecto clave y necesario para su asimilación. La interacción entre el lecho y el injerto puede realizarse en distintos grados; el ideal es la sobrevivencia de ambos tejidos, pero aunque no sobreviva el tejido donado, el resultado real puede ser satisfactorio si se logra que el tejido procedente del lecho sustituya totalmente al del injerto (*creeping substitution*), situación muy común y que hace que los autores llamen al injerto implante, ya que no trabaja como un trasplante.

Pero no es sólo la conjunción de los dos factores descritos de lo que depende el éxito, sino también coadyuva importante la maniobra técnica, es decir, la actuación del cirujano, la cual debe llenar los siguientes requisitos:

Preparación y manejo cuidadoso del injerto y de los tejidos del lecho.

No dejar expuestos al aire por tiempo prolongado los injertos o implantes, sino cubrirlos con gasas húmedas.

Retirarlos del calor de las lámparas de la sala de operaciones.

No ponerlos en contacto con agentes químicos de esterilización como los que se usan para el instrumental cortante.

No ponerlos en contacto con agentes biológicos nocivos como son ciertos antibióticos, la bacitracina, la neomicina y otros.

No dejar espacios muertos ni tejido necrótico entre receptor e injerto.

Cortar los injertos en trozos de grosor no mayor de 5 mm. no importando la longitud, con el objeto de mejorar la invasión por parte del receptor.

Mantener una buena inmovilización postoperatoria.

Evitar que se produzcan fuerzas de cizallamiento.

Favorecer las fuerzas de compresión.

No usar tejido procedente de donadores viejos o enfermos ni tejidos en malas condiciones.

Preparar lechos limpios y con buena vascularización.

Recordar en fin, que el éxito de un injerto o implante, depende finalmente de condiciones nutricionales y electromecánicas, una vez eliminados los fenómenos de rechazo de orden inmunológico.

De aquí la dificultad de hacer valorizaciones adecuadas de los resultados, y la razón de tantas opiniones a veces equívocas o contradictorias.

Autoinjertos. Para la producción de hueso por el injerto mismo, se necesita que el injerto contenga células vivas. Esto

a la fecha sólo se logra en los autoinjertos frescos y especialmente, los de hueso esponjoso. También tienen esta propiedad los homoinjertos frescos del grupo isogénico ya descrito. En el autoinjerto cortical difícilmente sobreviven las células propias.

Las células del autoinjerto de tejido esponjoso pueden aún sobrevivir, en conservación, por unos días, cuando se las coloca en soluciones tipo, como la de suero humano al 10 por ciento en solución de Ringer a temperatura menor de tres grados centígrados.¹⁰

Como es bien sabido, los autoinjertos se obtienen o bien del área quirúrgica misma, en el lecho operatorio, o de zonas a distancia como el ala externa del iliaco en su porción anterosuperior, la cara anterointerna de la tibia y el tercio superior del peroné.

Es conveniente recordar que la zona donadora puede crear problemas. En el iliaco la toma en personas adultas ha producido ruptura del anillo pélvico y fenómenos artrósicos tal como los describió Coventry.¹¹ La toma hecha en tibia y peroné obliga a inmovilizaciones prolongadas, habiendo riesgo de infección y de fracturas, sobre todo en niños.

Homoinjertos. Estos, más bien llamados implantes, son tomados asépticamente del sobrante de operaciones o de cadáver fresco de individuos sanos; generalmente no se usan frescos, sino conservados. Los implantes frescos solamente son aceptables cuando se trata del tipo de los ingénicos pues los demás producen reacciones de tipo inmunológico con las consecuencias ya descritas.

La conservación o almacenamiento en cualquiera de los medios tiene la ventaja

de eliminar en mayor o menor grado sustancias antigénicas al desnaturalizar las proteínas propias del donador. Esto se logra casi totalmente con la conservación en congelación a menos 72° C. por unos días y luego a menos 21° C. (punto eutéctico del hueso). Si la conservación se hace sólo por refrigeración a temperatura de menos 20°, entonces se obtiene una degradación importante pero no en su totalidad.

El material que se va a conservar en congelación o refrigeración necesita ser estéril; para esto, se debe recolectar en condiciones de asepsia y hacer controles bacteriológicos como lo recomiendan muchos autores. Los resultados de esta técnica han sido satisfactorios en general.^{12, 14, 20-22}

Los métodos de conservación o almacenamiento en soluciones químicas antisépticas o en soluciones de antibióticos, pero principalmente las primeras, como son las soluciones de merthiolate, de parafenol, de propiolactona, y otras, no presentan condiciones óptimas como la congelación; sin embargo, se han publicado, y esta es también nuestra experiencia,¹³ resultados con éxito como se ve en el cuadro 2, y que nos obliga a pensar que su utilización tiene todavía lugar dentro de esta cirugía.

Los homoinjertos preparados por ebullición, esterilización al autoclave, desproteinización masiva por criodesecación y liofilización no han sido mejor aceptados que los preparados en las soluciones antes mencionadas, por lo que han perdido prestigio actualmente.

Heteroinjertos. En la actualidad el entusiasmo que en otra época se puso en la posibilidad de industrializar los heteroinjertos preparados a partir de hueso de res

o de ternera principalmente, ha quedado en suspenso. El "ospurum" criodisecado o liofilizado, como los injertos de Kiel y de Boplant,^{4, 15} han resultado poco eficaces por la gran frecuencia de intolerancia, y su uso ha disminuido considerablemente.

Sin embargo, nosotros utilizamos con éxito el injerto heterólogo de res, esterilizado en autoclave y conservado en alcohol, como material inerte de sostén en cierto tipo de intervenciones.¹⁶

En los Estados Unidos de América en la actualidad se usan injertos autógenos frescos en más del 82 por ciento de los casos que requieren este tipo de material y son tomados de preferencia del lecho del área quirúrgica asociándolo a veces al injerto, tomado a distancia de las áreas que ya hemos mencionado. El doctor Winter del hospital para niños Guillette, de Minnesota³ ha alcanzado una frecuencia de solamente uno por ciento de pseudoartrosis en artrodesis realizadas en casos de escoliosis idiopática del adolescente.

Esa institución utiliza excepcionalmente hueso de banco lo mismo que el congelado seco. En los Estados Unidos de América no consideran actualmente satisfactorios los otros métodos de conservación,

como son las soluciones antisépticas químicas o soluciones con antibióticos. Hay una tendencia generalizada a desechar los injertos heterólogos preparados comercialmente como los de Kiel y Boplant.^{10, 15} Piensan que la esterilización por rayos catódicos o por rayos gamma, puede ser útil pero es técnica y económicamente costosa.

En vista de la técnica complicada y los altos costos que esto implica, han establecido en los Estados Unidos de América dos grandes bancos nacionales de tejidos donde preparan hueso homólogo congelado seco, además de otros tejidos. Estos bancos son el de Tejidos de la Universidad de Miami, en Florida, y el Banco Naval de Tejidos de Bethesda, capaces de surtir al país y reducir los costos.¹⁵

En México tiende a reflejarse la misma opinión. El entusiasmo por los bancos de hueso homólogo de cadáver ha disminuido desde la fundación del primer banco, que fue el del Hospital Infantil de México (Velasco Zimbrón y Sierra Rojas), que dio su primer informe en el año de 1948,¹⁴ banco que actualmente sólo persiste conservando hueso homólogo sobrante de operaciones en soluciones antisépticas y refrigeración para su uso interno. El

Cuadro 1 Global por entidades patológicas

Diagnóstico	No. casos	Buenos	%	Malos	%	Infectados	%
Pseudoartrosis y pérdida de sustancia ósea	335	290	86.6	45	13.4	24	7.16
Artropatías	590	564	95.6	26	4.4	16	2.7
Fracturas recientes	181	169	93.4	12	6.6	8	4.4
Diversos	393	363	92.4	30	7.6	23	5.8
Total	1 499	1 386	92.5	113	7.5	71 (*)	4.7

(*) 14 casos infectados eran previos al injerto.

Cuadro 2 Resultados según la conservación empleada

	No. casos	Buenos	%	Malos	%	Infectados	%
Congelados (-10° a -20° C.)	1 104	1 032	93.47	72	6.52	47	4.25
Merthiolatados	71	62	87.32	9	12.67	4	5.63
Parafenolados	204	176	86.27	28	13.72	7	3.43
Congelados más parafenol	120	115	95.83	5	4.16	5	4.16
Total	1 499	1 385	92.39	114	7.6	63	4.2

Banco del Hospital Infantil sirvió de base a la organización del único banco que actualmente parece estar funcionando y que es el del Hospital Central Militar fundado formalmente por el doctor Estrada Sánchez y el que esto escribe, en el año de 1949;¹⁶ desde entonces ha surtido abundante material a distintas instituciones, en la misma forma que lo hizo el del Hospital Infantil en otra época, y ha publicado en varias ocasiones los resultados obtenidos de su amplia experiencia.^{13, 17, 18} Los cuadros 1, 2 y 3 sintetizan esos resultados, que son satisfactorios y similares a los de otros autores.^{6-8, 20, 22, 24}

Es verdad que en nuestros casos muchas intervenciones fueron realizadas en condiciones óptimas por tratarse de problemas de niños o jóvenes donde las condiciones del receptor son ideales para la buena evolución de los injertos. En otros casos los implantes fueron sometidos a

prueba con éxito como se ve en los colocados en "puente" (fig. 1 y 2).

Actualmente el Banco de Hueso del Hospital Central Militar continúa proporcionando implantes homogéneos de cadáver, tomados asépticamente y conservados en refrigeración a -10° a -20° C. y otros conservados en soluciones antisépticas de merthiolate o parafenol, estos últimos muy útiles por la facilidad de su transporte (fig. 3).

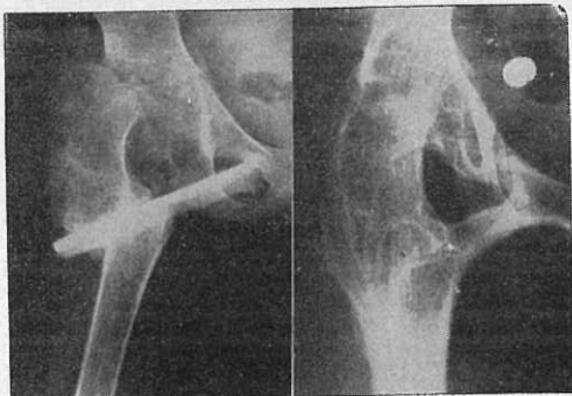
Se puede concluir que los injertos o los implantes tienen menos margen de seguridad y de eficiencia que los autoinjertos, pero bien manejados pueden encontrarse resultados útiles en proporciones importantes, sobre todo cuando se selecciona adecuadamente al paciente y el problema clínico donde se van a utilizar.

En nuestra opinión los injertos autógenos frescos son indudablemente los más seguros y bien tolerados, de preferencia

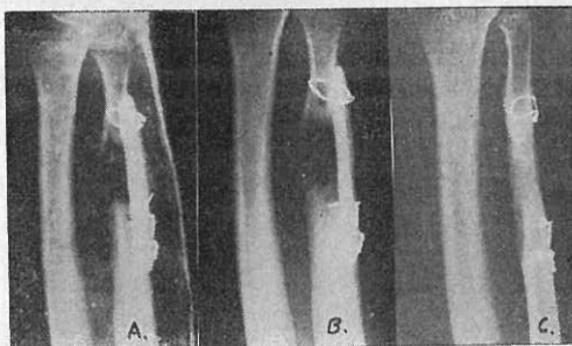
Cuadro 3 Resultados en injertos en puente

Intervención	No. casos	Buenos	%	Malos	%	Infectados	%
Osteoplastias por pérdida de sustancia	14	12	85.7	2	14.2	2	14.2
Elongación ósea	11	8	72.7	3	27.2	1	9.0
Coxoartrosis de Brittain	40	35	87.5	5	12.5	1	2.5
Artrodesis mínima Malvares-Grice	13	13	100	0	0	0	0
Total	78	68	87.1	10	12.8	4	5.1

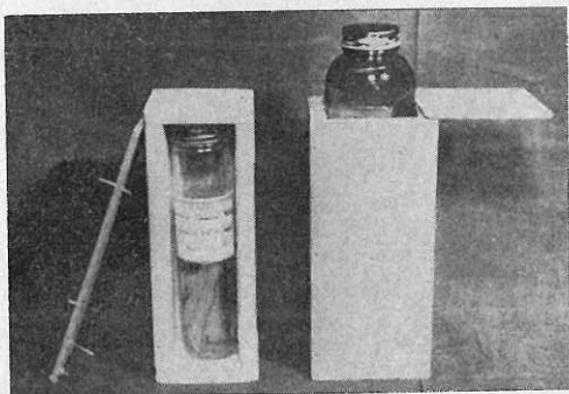
1 A. Artrodesis isquiofemoral (en puente) por TB en un niño de 12 años. B. Obsérvese la reorganización del homoinjerto de cadáver conservado en refrigeración pasados tres años.

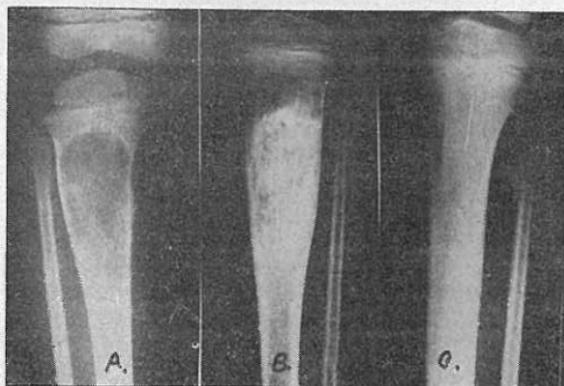


2 A., B. y C. Pérdida de sustancia por proyectil de arma de fuego tratada con implante (en puente) homogéneo de cadáver conservado en merthiolate. (Evolución: 3 años 3 meses.)



3 Tipo de envases para envíos con implantes homogéneos conservados en sal de paraformol.





4 A., B. y C. Quiste óseo en niño de 8 años operado haciendo legrado y relleno con hueso homogéneo refrigerado. (Evolución a los 4 años 7 meses.)

deben tomarse de la zona quirúrgica; si no son suficientes deben completarse con tomas a distancia, de preferencia de hueso iliaco en su parte anterior y superior y utilizando la tabla externa. Los tomados de tibia y peroné, sobre todo en niños, dan problemas porque se les tiene que suspender la marcha y mantener en reposo prolongado hasta que se reconstituya el hueso retirado.

Los implantes óseos tomados de cadáver fresco y los conservados en medios químicos, son todavía de gran utilidad, no sólo cuando se usan en niños o en procesos patológicos donde no se les pide soportar cargas o tensiones, como son el relleno de cavidades quísticas o tumorales, sino también en condiciones más serias como las pérdidas de sustancias y la sustitución de porciones epifisarias^{22, 21} (fig. 4).

Por otra parte los injertos conservados en medios químicos son fáciles de esterilizar y preparar, son económicos y su transporte o traslado se hace muy fácil por que se conservan en envases sellados.

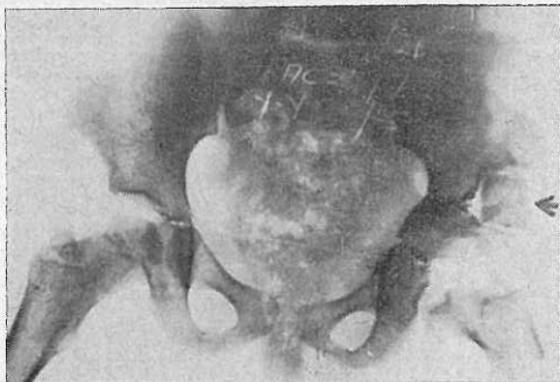
Aun los heteroinjertos, actualmente, casi desechados, tienen utilidad como ma-

terial inerte de sostén como se puede ver en la figura 5, en que se ha realizado una osteotomía iliaca colocando el injerto interpuesto en la zona de corte para sostener el techo acetabular abatido y rellenando los lados de la separación alrededor del injerto heterólogo con hueso autógeno, que completa y cumple con la osificación adecuada, y se logra el objetivo buscado.

Se antoja en este momento preguntarse: ¿cuál es el futuro de los injertos de hueso, considerando las líneas de investigación que actualmente están en proceso?

Excluyendo el uso de los inmunosupresores para control de las reacciones de rechazo de los tejidos por su toxicidad y fenómenos colaterales que desencadenan, las investigaciones actuales parece que se dirigen en dos sentidos fundamentales; por un lado en forma lenta pero progresiva se avanza en el desarrollo de la inmunogenética y de la histocompatibilidad, donde ya se han dosificado grupos antigénicos en las células sanguíneas con lo que se pretende establecer una compatibilidad selectiva entre donadores y receptores que promete en el futuro resolver problemas fundamentales.

5 Heteroimplante de res preparado por ebullición y conservado en alcohol, sirviendo de sostén en una osteotomía iliaca (ver flecha).



Por otro lado varios investigadores siguen buscando como ideal alcanzable, la posibilidad de contar con cantidades comerciales de homoinjertos (aloimplantes) químicamente procesados, haciendo que se desprendan de su material proteico capaz de producir reacción antigénica y dejando sólo aquel que pueda contribuir a hacerlos osteoinductivos y osteoconductivos, por lo tanto morfogénicos, aunque no tengan capacidad osteogénica propia. El doctor Urist en la Universidad de California, trabajando con esta idea ha preparado aloimplantes autodigeridos, químicamente esterilizados, que se pondrán a disposición de bancos para su distribución. El trabajo está todavía en proceso de experimentación pero los esfuerzos realizados hasta la fecha son muy encomiables. En etapa experimental se encuentra también el trabajo de Galante y col. quienes observaron que una malla de fibras de titanio puede ser invadida por vasos osteogénicos, formándose hueso sobre ella.²⁵

En resumen podemos decir que hasta el momento actual y desde el punto de vista

práctico se pueden establecer los siguientes puntos:

1. El único injerto con capacidad osteogénica, osteoconductiva, osteoinductiva es el autógeno fresco, especialmente el hueso esponjoso que debe preferirse siempre que sea posible.

2. Le sigue en utilidad el homoinjerto (aloinjerto) vivo o de cadáver tomado en congelación a -78°C . con lo que desaparece casi totalmente la reacción de rechazo.

3. Los implantes de hueso homogéneo conservados en refrigeración a temperaturas de -10° a -20°C ., y los conservados en medios químicos o biológicos, continúan siendo efectivos y prácticos y hay indudablemente un lugar para su utilización en ausencia o asociados a los otros tipos, especialmente en niños y en ciertos casos de patología como son el relleno de cavidades, refuerzo de osteosíntesis, pérdidas de sustancia y hasta sustitución de porciones epifisarias.²⁰⁻²²

4. El implante heterógeno (xenogénico), procesado y comercializado hasta la fecha, no ha dado resultados satisfacto-

rios. Sin embargo, en circunstancias especiales el conservado en antisépticos, previa ebullición, puede ser útil usado como material inerte de sostén.

Es probable que en un futuro próximo se logre que este implante pueda llegar a ser el material óptimo.

5. Finalmente creemos que todos los tipos de injertos o implantes tienen utilidad. El éxito depende en gran parte de su correcta selección y manejo, apoyado en un cuidadoso estudio de cada caso en particular, y tomando en cuenta las condiciones clínicas, técnicas y socioeconómicas que lo rodean.

REFERENCIAS

1. Brann, B. M.: *Symposium on bone grafting material*. Raithby, Lawrence & Co. Ltd. Leicester, Inglaterra. 1966, p. 30.
2. Inclán, A.: *The use of preserved bone grafting in orthopaedic surgery*. J. Bone Joint Surg. 26, enero 1942.
3. Winter, R. B.: *Comunicación personal*. Agosto 1975.
4. Pieron, A. P.; Bigelow, D. y Hamonic, M.: *Bone grafting with hoplast*. J. Bone Joint Surg. 50:364, 1968.
5. Calvé, J.: *De l'emploi du tissu spongieux bétérogene en chirurgie osseuse*. Bull. Memoire Soc. Chir. Paris. 61:1170, 1935.
6. Smith, A. de F.: *Use of homologous bone grafts in cases of osteogenesis imperfecta*. Arch. Surg. 34:687, 1937.
7. Bush, L. F.: *The use of homogenous bone grafts*. J. Bone Joint Surg. 29:626, 1947.
8. Reynolds, F. S.: *Clinical evolution of the meriolated bone*. J. Bone Joint Surg. 31: 787, 1949.
9. Urist, R. M. y Hernández, A.: *Excitation transfer in bone*. Arch. Surg. 109:586, 1974.
10. Basset, C. A.: *Clinical implications of cell function in bone grafting*. Clin. Orthop. 87, septiembre 1972.
11. Coventry, M. B. y Tapper, E. M.: *Pelvic instability. Consequence of removing iliac bone for grafting*. J. Bone Joint Surg. 54:83, 1972.
12. Sierra-Rojas, L. y Aguilar-Casas, M.: *Artrodesis izquiosfemorales en niños*. Gaceta de Ost. y Traumat. Clínica Primavera, tomo 16, jul-dic. 1961.
13. Sierra-Rojas, L.; Sierra-Rojas, O.; Aguilar-Casas, M. y Reyes-Avila, H.: *Los injertos óseos en México*. En: *Memorias del centenario de la Academia Nacional de Medicina*. Vol. I, México, 1964, p. 411.
14. Velasco-Zimbrón, A. y Sierra-Rojas, L.: *Banco de Hueso del Hospital Infantil de la ciudad de México*. (Informe preliminar.) Bol. Med. Hosp. Inf. 5:490, 1948.
15. Bassett, C. A.: *Comunicación personal*. Octubre 1975.
16. Sierra-Rojas, L. y Fernández, H. E.: *Osteotomía supracotiloidea*. Bol. Med. Hosp. Inf. 12:595, 1955.
17. Sierra-Rojas, L. y Estrada-Sánchez, F.: *Banco de Hueso del H. Central Militar*. Bol. Sanidad Militar. 11: , 1949.
18. Sierra-Rojas, L.; Estrada-Sánchez, F. y Sierra-Rojas, O.: *Resultados obtenidos con el uso de hueso homólogo en casos de pseudoartrosis y pérdidas de sustancia ósea*. Rev. Hosp. Central Militar. 111:199, 1955.
19. Langer, F.; Czitrom, A.; Pritzker, K. P. y Gross, A. E.: *The immunogenicity of fresh and frozen allogenic bone*. J. Bone Joint Surg. 57:216, 1975.
20. Trevor, P.; John, D. L. y Fixen, J. A.: *Acetabuloplasty in the treatment of congenital dislocations of the hip*. J. Bone Joint Surg. 57:167, 1975.
21. Volkov, M.: *Allotransplantation of joints*. J. Bone Joint Surg. 52:49, 1970.
22. Parrish, F. F.: *Allograft replacement of all or part of end of long bone following excision of tumor*. J. Bone Joint Surg. 55:1, 1973.
23. Wilson, P. D.: *Experience with the use of refrigerated homogeneous bone*. J. Bone Joint Surg. 33:301, 1951.
24. Galante, J.; Rostoker, W.; Lueck, R. y Ray, D. R.: *Sintered fiber metal composites as a basis for attachment of implants to bone*. J. Bone Joint Surg. 53:101, 1971.