

# Índice

	ditorial Ética y cirugía ortopédica	109	JAIME PAULOS A.
N	uestras Raíces	110	VÍCTOR MOUAT M.
-	Tofo gotoso como causa de limitación de extensión de rodilla	111	RAFAEL VEGA M., MIGUEL GUTIÉRREZ T., MAGALY IÑIGUEZ C. y ANTONIETA SOLAR G.
-	Trasplante meniscal: Revisión de la literatura y reporte preliminar de un caso	118	DAVID FIGUEROA P., RAFAEL CALVO R., MIGUEL ANGEL CARRASCO G., GONZALO ESPINOZA L., ALEJANDRO VAISMAN B. y MANUEL COBO E.
-	Fractura inestable de pelvis en disrafismo sacro. A propósito de un caso	127	DANIEL SCHWEITZER F., PATRICIO CIFUENTES M., MARCELO CÓRDOVA I., JAIME GONZÁLEZ F. y GERARDO FICA O.
-	Banco de huesos de Clínica Alemana: Experiencia en el manejo de 420 aloinjertos de cabeza femoral	132	RAFAEL CALVO R., DAVID FIGUEROA P., ALEX VAISMAN B., ISOLDA BUDNIK O. y MICHAEL SCHILLER R.
-	Tratamiento quirúrgico de braquimetatarsia. Elongación progresiva en un tiempo	138	CRISTIAN ORTIZ M. y EMILIO BARRA D.
-	Transporte óseo en defectos segmentarios de tibia con sistema LRS Orthofix		GONZALO ESPINOZA L., LUIS BAHAMONDE M. CLAUDIO MORAGA H. y ANTÓN ZARRAONANDÍA A.
-	Vidrios bioactivos de fosfato como sustitutivos óseos en defectos cavitarios experimentales	155	EDGARDO SANZANA S., MARÍA PAU GINEBRA M., MELBA NAVARRO T., JOSEP PLANELL E. y PATRICIO TORRES G.
Tı	estrucciones a los autores	164	



# Ética y cirugía ortopédica

La conducta humana y por lo tanto, la del médico cirujano encuentra su fundamentación en tres pilares que la rigen: la ética, la moral y la deontología. El médico como todo ser humano busca la felicidad y el buen actuar y el buen comportamiento son imperativos para conseguirla.

La ética viene a ser la moralidad de la conciencia que compete a los actos humanos y los califica en buenos o malos a condición que sean libres, voluntarios y conscientes. Nos dice lo bueno y lo malo que hacemos dentro de nuestra sociedad, la moral, el bien que hacemos de acuerdo a nuestros principios espirituales o religiosos y la deontología nos dice sobre nuestros deberes y obligaciones.

Si una señora sufre una fractura de cadera desplazada nuestro deber y obligación es darle el mejor tratamiento, seguramente operarla porque sabemos que es la mejor indicación para sacarla de su sufrimiento, haciéndolo oportunamente con los medios a nuestro alcance y con el amor que necesita esa anciana como si fuera nuestra madre o abuela.

Cuando hablamos de ética debemos referirnos al ser humano como "persona". El cirujano ortopédico se relaciona en su vida diaria profesional con sus pacientes enfermos, con sus colegas y personal de colaboración con los cuales debe mantener una conducta ética y moral. El respeto por los demás es un factor muy importane; no basta ser un cirujano muy experto y avezado sino ofrecer al paciente enfermo lo mejor, independiente de su benefico personal, profesional o económico y con el respeto que se merece esa persona que está minusválida, o sufriendo por su enfermedad.

El Colegio Médico de Chile tiene su propio Código de Ética que está al alcance de todos y del cual me referiré solamente al tema de publicidad y profesión médica. Dice el Código: sólo se pueden dar conocer datos generales, lugares y horarios de consulta. La promoción publicitaria hace asemejar el acto médico a un producto comercial siendo que es una acción que busca por sobre todo la salud de su paciente.

A modo de tarea personal día a día debemos cultivar y desarrollar valores éticos como la honestidad, respeto, veracidad, lealtad, competencia, bondad, entrega, amistad, justicia, amabilidad, generosidad y benevolencia.

Jaime Paulos A.
Past Presidente SCHOT



# **Nuestras Raíces**

## ¿Sabía Ud. qué?

Al ver hoy día las magníficas clínicas particulares que se han desarrollado en nuestro país, así como los numerosos hospitales estatales que mejoran su estructura y funcionamiento en forma moderna día a día, no podemos imaginar cuan diferente era esta situación hospitalaria hace 100 años atrás.

De esa época se debe destacar que si no hubiera existido filántropos que ayudaron en la construcción y funcionamiento de hospitales y estructuras de salud, el desarrollo de ésta habría sido mucho más lento que lo que fue.

Es importante recordar en Santiago a la familia Arriarán, descendientes de vascos, que contribuyeron al desarrollo de la pediatría con los dos hospitales más importantes de Santiago. Construyen el hospital de Matucana el que posteriormente se trasladará a donde actualmente está el Hospital Roberto del Río, asesorados por su pariente, el padre de la pediatría chilena Dr. Roberto del Río.

Otro familiar dona los terrenos donde actualmente está el hospital San Borja-Arriarán, además de \$400.000 para la construcción del viejo hospital Arriarán, el que se terminó de construir en 1919. Con esta acción se consiguió bajar la mortalidad infantil de 50 a 25% entre 1900 y 1930.

El Sr. José M. Infante dona una sala completa del hospital Salvador y su propia gestión administrativa.

En Valparaíso, el millonario Carlos Van Buren ayuda en la construcción y mantención del hospital San Juan de Dios de Valparaíso que luego tomaría su nombre.

Otros filántropos fueron doña Juana Ross de Edwards y doña Matilde Barros Luco.

No sólo existían aportes económicos sino que también de trabajo hospitalario. Eran las monjas de la Caridad, francesas, que durante muchos años fueron las encargadas de atender los enfermos ya que no existía el personal adecuado en ese tiempo.

La influencia francesa en la medicina era muy importante y todos los primeros hospitales fueron construidos de acuerdo a los modelos franceses.

Durante varios años las únicas dos ambulancias que recorrían Santiago eran francesas.

Víctor Mouat M.



# Tofo gotoso como causa de limitación de extensión de rodilla

RAFAEL VEGA M.\*, MIGUEL GUTIÉRREZ T.\*\*, MAGALY IÑIGUEZ C.\*\*\*\* y ANTONIETA SOLAR G.\*\*\*

#### **ABSTRACT**

Tophaceus gout as a cause of knee extension deficit

We describe a very inusual case of a 53 year old man with tophaceus gout involving and infiltrating the anterior cruciate ligament of the left knee, that led to increasing restriction of knee extension. Magnetic Resonance Imaging findings and differential diagnosis were analyzed before arthroscopy. Tophaceous gout could be resected arthroscopically with complete relief of symptoms and no recurrence.

Key words: Tophaceous gout, knee extension impairment, arthroscopic resection.

#### RESUMEN

Este artículo describe un caso poco usual de un tofo gotoso en un paciente de 53 años, con restricción progresiva para la extensión de la rodilla izquierda. Se analiza el estudio con Resonancia Magnética y los diferentes diagnósticos diferenciales posibles. El tratamiento consistió en una resección artroscópica del tofo, logrando recuperación de los rangos articulares.

Palabras clave: Tofo gotoso, déficit de extensión de rodilla, resección artroscópica.

Presentamos el caso de un paciente varón de 53 años, con un tofo gotoso que infiltraba la porción proximal del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla izquierda. Esta masa provocó una restricción progresiva para la extensión de la rodilla, motivo de consulta del paciente. Se hace el análisis de los diagnósticos diferencia-

les que pueden presentarse clínicamente con síntomas mecánicos similares de la rodilla y exponemos la solución por vía artroscópica de esta lesión.

No encontramos antecedentes en la bibliografía nacional ni internacional que reportaran este tipo de manifestación clínica (pérdida de

Los autores declaran no haber recibido financiamiento alguno por este trabajo.

<sup>\*</sup> Médico Traumatólogo, Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>\*\*</sup> Médico Reumatólogo, Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>\*\*\*</sup> Médico A. Patólogo, Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>\*\*\*\*</sup> Interna de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

rextensión de rodilla por una masa tofacea) ni menos la resolución quirúrgica por vía artroscópica de un tofo intercondíleo. Es por ello que junto con presentar el caso clínico, presentamos una escueta revisión de la enfermedad por hiperuricemia.

#### REPORTE DEL CASO

Paciente varón de 53 años, con antecedentes de Gota de 15 años de evolución, tratado en forma irregular con Alopurinol, AINE y colchicina durante las crisis. Además con antecedentes de hipertensión arterial crónica e insuficiencia renal en tratamiento. En los meses previos a la consulta, presentó déficit progresivo para la extensión de la rodilla izquierda, con inflamación recurrente de la misma. Se constató un déficit activo de extensión de 25° (0°-25°-100°). El estudio con radiografías simples, demostró lesiones degenerativas difusas de la articulación de la rodilla. El estudio con Resonancia Magnética (RM) reveló una masa de partes blandas en relación a la zona proximal del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla izquierda, con baja intensidad de señal en T1 y alta en T2 (Figura 1).

Dado que la Gota era clínicamente estable al momento de la RM y el estudio radiológico no evidenciaba una patología específica, se propusieron como diagnósticos diferenciales: Sinovitis vellonudular pigmentada focal, procesos neoplásicos, amiloidosis y TBC, entre otros.

Se realizó una artroscopia diagnóstica, accediendo a la rodilla por las vías convencionales anterolateral y anteromedial. Toda la superficie sinovial y cartílago articular estaba cubierta de cristales de ácido úrico, sin hallazgo de patología meniscal que orientara al déficit de extensión de la articulación. A nivel del túnel intercondíleo se encontró una masa amorfa de 4 por 3 centímetros, también impregnada de cristales de urato, adherida a la porción proximal del LCA (Figura 2).

Se tomaron muestras para biopsia del tejido sinovial y de la masa intercondílea, realizando la resección completa de esta masa con un menisectótomo y resector sinovial motorizado. El estudio anatomopatológico demostró depósitos



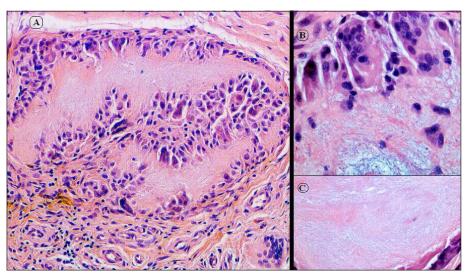
Figura 1. RMI rodilla evidenciado masa en relación al ligamento cruzado anterior.

de urato rodeados de células gigantes en la masa intercondílea, característicos de tofo gotoso (Figura 3), y al analizar con luz polarizada, se observó birrefringencia negativa.



Figura 2. Durante la artroscopia, resecando la masa tofacea.





**Figura 3.** Microfotografía de tofo fijado en formalina: A. Depósito tofáceo, constituido por un material amorfo azuloso, rodeado por una capa de histiocitos mononucleados y multinucleados y tejido colagenoso (H&E, 10 x obj); B. Detalle de las células multinucleadas y C. Material depositado (H&E, 40 x obj).

El manejo postoperatorio consistió en la utilización de analgesia por un catéter peridural, movilización pasiva continua de la rodilla y sesiones kinesicas diarias, para mantener el rango articular obtenido en pabellón. Se indicó el uso de una rodillera en extensión máxima nocturna.

Al momento del alta hospitalaria, mantenía el rango articular postoperatorio inicial: 0°-5°-110° activo y 0°-0°-110° pasivo.

# **DISCUSIÓN**

Enfrentados a un paciente con déficit de extensión de rodilla sin un mecanismo traumático aparente, debemos considerar una serie de alternativas diagnósticas que incluyen: plica infrapatelar patológica<sup>1,2</sup>, lesiones meniscales<sup>3</sup>, cuerpos libres condrales<sup>3</sup>, Sinovitis vellonodular pigmentada focal<sup>4</sup>, tumores intra articulares como: Ganglión, Lipoma, Fibromas<sup>5,6</sup>, Cyclops<sup>7,8</sup>, Tofo gotoso<sup>9-11</sup>.

La Gota es una enfermedad que resulta del depósito de cristales de urato monosódico, causado por la sobreproducción, disminución de la excreción de ácido úrico, o una combinación de ambos. Generalmente, pero no siempre, la enfermedad se asocia a una elevación de los niveles de ácido úrico en el plasma<sup>12</sup>. Las manifestaciones clínicas incluyen artritis aguda y crónica, tofos, enfermedad renal intersticial y nefrolitiasis por cálculos de urato.

Es la causa más común de artritis inflamatoria en varones menores de 40 años. La Gota es 5 a 8 veces más frecuente en hombres que en mujeres, presentándose típicamente en la edad media de la vida, y es infrecuente antes de los treinta años. La mujer raramente presenta ataques de artritis gotosa antes de la menopausia<sup>13</sup>.

La hiperuricemia es un factor de riesgo para el desarrollo de la gota, aún que la relación exacta entre hiperuricemia y Gota aguda esta aún poco clara<sup>14</sup>. A mayor concentración sérica de ácido úrico, y a mayor duración de la hiperuricemia, el riesgo de desarrollar Gota se incrementa paralelamente. La concentración elevada de ácido úrico en el plasma, puede ser el resultado de: un incremento en la producción, una disminución en la excreción renal, o una combinación de ambos mecanismos<sup>12</sup>. En el 80-90% de los casos, la hiperuricemia es debido a una excreción deficiente de ácido úrico en riñones cuyo funcionamiento es normal. En un



·10-20% de los casos restantes, el defecto reside en la sobreproducción de purinas¹5. La hiperuricemia es una causa necesaria, pero no suficiente para explicar la gota. Analizado de un modo general, alrededor de un 20% de los individuos hiperuricemicos desarrollan Gota.

#### CAUSAS DE HIPERURICEMIA

El alcohol, (sobre todo la cerveza) contiene purinas, como la guanina, que son degradadas a ácido úrico. Además el alcohol puede disminuir la excreción renal de los mismos<sup>16</sup>. Otras causas de hiperuricemia se resumen en la Tabla 1.

Existen factores locales que favorecen la precipitación de los cristales de ácido úrico: menor temperatura, trauma o daño tisular previo, disminución del Phextracelular, mayor concentración de uratos. La variación brusca de la uricemia, por elevación o descenso, muchas veces es el desencadenante de un ataque de gota, más que la hiperuricemia mantenida.

La propiedad inflamatoria de los cristales

estaría vinculada a la habilidad de ligar inmunoglobulinas, complemento y lípidos. Además, la interacción de los cristales con membranas celulares, determina la liberación de serotonina de las plaguetas, colagenasa de los fibroblastos y polimorfonucleares, y es fundamental en la fagocitosis. Este complejo se liga a receptores de múltiples células, las que activan y liberan citoquinas y otros mediadores inflamatorios. Al llegar los neutrófilos, fagocitan los cristales con ruptura de los lisosomas, que liberan radicales libres, colagenasas y araquidonatos. Los ataques finalizan por digestión de los cristales por la mieloperixodasa y alteraciones producidas por el aumento de la irrigación sanguínea y el calor<sup>13</sup>. Los cristales son recubiertos por moléculas, como las apolipoproteinas que ocultan los sitios de interacción de los cristales con las membranas celulares, impidiendo que se genere el proceso inflamatorio.

# CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

El primer ataque de gota es monoarticular en el 80-90% de los casos, aunque puede apa-

	Tabla 1. Causas de hiperuricemia <sup>20</sup>								
Clasificación de hiperuricemia									
Sobreproducción de uratos	Excreción disminuida de ácido urico	Excreción disminuida de ácido urico (continuación)							
<ul> <li>Hiperuricemia primaria idiopática</li> <li>Deficiencia de hipoxantinaguanina fosforibosiltransferasa</li> <li>Hiperactividad de la fosforibosilpirofosfato sintetasa</li> <li>Hemólisis</li> <li>Enfermedad linfoproliferativa</li> <li>Enfermedad mieloproliferativa</li> <li>Policitemia vera</li> <li>Psoriasis (severa)</li> <li>Enfermedad de Paget</li> <li>Rabdomiólisis</li> <li>Ejercicio</li> <li>Alcohol</li> </ul>	<ul> <li>Hiperuricemia primaria idiopática</li> <li>Insuficiencia renal</li> <li>Riñones poliquísticos</li> <li>Diabetes insípida</li> <li>Hipertensión</li> <li>Acidosis <ul> <li>acidosis láctica</li> <li>cetoacidosis diabética</li> </ul> </li> <li>Síndrome de Down</li> <li>Beriliosis</li> <li>Sarcoidosis</li> <li>Hiperparatiroidismo</li> <li>Hipotiroidismo</li> </ul>	<ul> <li>Ingestión de drogas</li> <li>Salicilatos</li> <li>Diuréticos</li> <li>Alcohol</li> <li>Levodopa-carbidopa</li> <li>Etambutol</li> <li>Pirazinamida</li> <li>Ácido nicotínico</li> <li>Ciclosporina</li> <li>Mecanismo Combinado</li> <li>Deficiencia de glucosa-6-fósfato deshidrogenasa</li> <li>Deficiencia de fructosa-1-fosfato aldolasa</li> </ul>							
<ul><li> Obesidad</li><li> Dieta rica en purinas</li></ul>	<ul><li> Toxemia del embarazo</li><li> Síndrome de Bartter</li></ul>	<ul><li>Alcohol</li><li>Shock</li></ul>							



recer como poliarticular en su primera manifestación en el 10-15 % de los pacientes, asociado a fiebre<sup>17</sup>.

No hay articulación exenta de sufrir gota, siendo la de las extremidades inferiores las más comprometidas<sup>18</sup>. Más del 75% de los ataques agudos de gota afectan una articulación de la extremidad inferior, y en más del 50% esta involucrada la primera metatarso falángica (podagra)<sup>19</sup>. Tarde o temprano el compromiso de esta articulación se presenta en el 90-95% de los casos<sup>19</sup>. Otras articulaciones que se suelen afectar son: tarso, tobillo, bursa prerotuliana o preaquiliana. Estas articulaciones son sitios comunes de ataques debido a una temperatura más baja y a una disminución de la solubilidad del urato monosódico en ella<sup>20</sup>.

El Tofo gotoso es el resultado de una hiperuricemia establecida importante y prolongada y se presenta al producirse el depósito de cristales de urato monosódico monohidratado, matriz de proteínas, células inflamatorias y células gigantes como reacción a cuerpo extraño, a nivel tisular<sup>9</sup>. Este depósito suele ocurrir en tendones y ligamentos, cartílago, hueso y en otros tejidos blandos, incluyendo bursas y otros espacios sinoviales en zonas para articulares a nivel subcutáneo. Los tofos crecen lentamente por aposición de nuevos cristales, siempre que los niveles de ácido úrico permanezcan elevados. Al normalizarse la uricemia, los cristales se disuelven lentamente, llegando a desaparecer<sup>20</sup>. Los tofos intra o peri articulares pueden causar una erosión gradual de la articulación, finalizando en una artritis degenerativa<sup>13,21</sup>. El único medio de establecer el diagnóstico definitivo de Gota, es la observación de los cristales de urato de sodio, obtenidos de una articulación inflamada o de tofos. La visión bajo luz polarizada certifica la característica de cristales con birrefringencia negativa. El material gredoso o como tiza, asociado con la fase crónica de la gota, consiste en depósitos de cristales, rodeados por tejido fibroso, con un ribete de histiocitos mononucleares y células gigantes. Debe hacerse notar que para preservar los cristales e identificarlos bajo luz polarizada se recomienda el uso de alcohol en vez de formalina como fijador, ya que esta última contiene agua que disuelve los cristales.

#### **TRATAMIENTO**

#### Crisis gotosa aguda

El objetivo es básicamente el tratamiento de la inflamación y el alivio sintomático.

Se utilizan preferentemente AINES, corticoides y/o colchicina.

Los antiinflamatorios no esteroidales son drogas potentes y rápidas para actuar, siendo el tratamiento de elección actualmente para frenar los ataques agudos. Deben usarse en dosis máxima los primeros días (2 a 3), y luego disminuir hasta completar una semana de tratamiento.

La utilización de corticoides intra articulares es muy efectiva en casos de monoartritis, teniendo la certeza diagnóstica de gota y descartando un proceso séptico concomitante<sup>22</sup>.

La acción fundamental de la colchicina, reside en la inhibición de la fagocitosis de los cristales por parte de los neutrófilos y reduce la movilización y adhesión de los mismos por disminución de factores quimiotácticos<sup>23</sup>.

La colchicina tiene propiedad antiinflamatoria, pero ninguna actividad analgésica. Presenta muy pocos beneficios en el tratamiento de ataques poliarticulares o de evolución prolongada<sup>24</sup>. Por este motivo hay que indicarlo lo más próximo posible al inicio del cuadro agudo. La dosis inicial es de 1 mg, seguido de 0,5 mg cada hora, vía oral, hasta el alivio de los síntomas, o la aparición de efectos adversos (síntomas gastrointestinales, principalmente diarrea)<sup>25</sup> o hasta un total de 6 comprimidos. Los brotes poliarticulares se pueden tratar con esteroides orales, como prednisona en dosis de 30 a 50 mg/día

#### Profilaxis del ataque agudo

Generalmente, se usan dosis pequeñas de un antiinflamatorio, de preferencia la colchicina<sup>24</sup>. Deben usarse siempre antes de las terapias para corregir la hiperuricemia. Si se indica colchicina, se recomienda la administración de 0,5-1 mg al día (0,5 mg día por medio en pacientes que no la toleran adecuadamente), con desaparición completa de los ataques de gota. Esta droga disminuye claramente el índice de recurrencia de los ataques agudos, tanto con uricemia normal o elevada. La colchicina no

rinfluye en los niveles de ácido úrico, ni en la precipitación de cristales de urato monosódico en las articulaciones o la formación de tofos, pero permite mantener a los pacientes libres de síntomas mientras se instauran tratamientos destinados a reducir la uricemia y disolver los cristales ya depositados<sup>26</sup>. El mismo efecto se puede obtener con pequeñas dosis diarias de AINE.

# CORRECCIÓN DE LA HIPERURICEMIA

Simultáneamente con la medicación para la hiperuricemia se deben corregir otras condiciones determinantes como la diabetes, la obesidad, el exceso de alcohol, hipertensión, uso de drogas que disminuyan su aclaramiento renal, etc.

Inhibidores de la xantin-oxidasa: El alopurinol es el medicamento más utilizado para estos fines, al disminuir la cantidad de ácido úrico formado al bloquear el paso final en la síntesis de uratos<sup>20</sup>. Una dosis de 300 mg/día de alopurinol, reduce la concentración de uratos a lo normal en el 85% de los pacientes, y en algunos, dosis menores pueden ser suficientes<sup>27</sup>.

Debe iniciarse el tratamiento en dosis bajas 50-100 mg/día, para evitar un ataque agudo, y aumentando cada cuatro semanas hasta llegar a la dosis óptima.

La hiperuricemia asintomática no es de indicación de terapia con alopurinol<sup>16</sup>.

Cuando se trata del primer ataque de Gota, en general se prefiere indicar medidas dietéticas y baja de peso, pero no iniciar tratamiento con alopurinol. Nunca debe darse alopurinol en un episodio agudo de Gota, porque lo puede agravar. Al bajar la uricemia, los cristales comienzan a disolverse, pudiendo entonces traspasar con mayor facilidad a la articulación y desencadenar la inflamación.

Las indicaciones precisas para el uso de alopurinol son<sup>16</sup>:

- 1. Gota tofacea.
- Severa sobreproducción de ácido úrico (mayor 900 mg/24 h con dieta estricta en restricción de purinas).
- 3. Crisis gotosas frecuentes, que no responden a la colchicina profiláctica.

- 4. Litiasis renal por ácido úrico recurrente (34% en hipersecretores de ácido úrico).
- 5. Litiasis renal por oxalato de calcio recurrente, sumada a hiperuricosuria.
- Prevención de nefropatía por uratos en tratamientos con citotóxicos.

#### CONCLUSIONES

- 1. Antes de iniciar tratamientos, certificar el diagnóstico y descartar infección articular.
- 2. Tratar ataque agudo con AINE o corticoides intra articulares.
- No apurarse en el uso de alopurinol ni drogas uricosúricas, nunca iniciar en ataques agudos, pero mantener la dosis si ya las recibía.
- 4. Tratar patologías de base y eliminar factores que pueden contribuir a la hiperuricemia.
- 5. Considerar la presencia de un tofo gotoso intercondíleo en la rodilla, si el paciente presenta un déficit de extensión progresivo en el tiempo.
- 6. La artroscopía, nos permite confirmar el diagnóstico, evaluar toda la articulación, realizar un aseo articular con eliminación de los depósitos de ácido úrico, mejorando rápidamente los síntomas mecánicos derivados de un tofo intra articular.

# BIBLIOGRAFÍA

- 1.- KIM S J, CHOE W S. Patological infrapatelar plica: A report of two cases and literature review. Arthroscopy 1996; 12: 236-9.
- 2.- KIM S J, KIM J Y, LEE J W. Patological infrapatellar plica. Arthroscopy 2002; 18: E25.
- OZALAY M, TANDOGAN R, AKPINAR S, CESUR N. Arthroscopic tratment of solitary benign intra-articular lesions of the knee that cause mechanical symptoms. Arthroscopy 2005; 21: 12-8.
- 4.- HAMMER D, DIENST M, KOHN D. Arthroscopic treatment of tumor-like lesions of the knee joint: localized villonodular synovitis and ganglion cyst of the anterior cruciate ligament. Arthroscopy 2001; 17: 320-3.
- MINE T, IHARA K, TAGUCHI T, TANAKA H. Snapping knee caused by intra-articular tumors. Arthroscopy 2003;19: E21.
- 6.- YEOMANS N P, ROBERTSON B, CALDER J. Torsion of an intra-articular lipoma as cause of



- pseudo locking of the knee. Arthroscopy 2003; 19: E27.
- 7.- NUCCION S, HAME S. Asymptomatic Cyclops lesion 4 years after anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 2001; 17: E8.
- MCMAHON, DETTLING J, YOCUM L, GLOUSMANR. The Cyclops lesion: acause of diminished knee extension after rupture of the anterior cruciate ligament. Arthroscopy 1999; 15: 757-61.
- MELLONI P, VALLS R, YUGUERO M, SÁEZ A. An unusual case of tophaceuos gout involving the anterior cruciate ligament. Arthroscopy 2004; 20: F26
- TALBOTT J H, CULVER G J, MIZRAJI M, CRESPO D L. Roentgenographic findings: Symposium on gout. Metabolism 1957; 6: 277-96.
- 11.- REBER P, CREVOISIER X, NOESBERGER B. Unusual localization of tophaceous gout. A report of four cases and review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg 1996; 115: 297-9.
- 12.- NUKI G. Gout. Medicine 1998; 26: 4-9.
- 13.- HALL A, BARRY P, DAWBER T. Epidemiology of gout and hiperuricemia. Am J Med 1967; 42: 27-37
- WALLACE S, ROBINSON H, MASI A. Preliminary criteria for the classification of the acute arthritis of primary gout. Arthritis Rheum 1977; 20: 895-900.
- 15.- KELLEY W, SHUMACHER H R. Cristal associated synovitis. Saunders 1993; 1291-336.
- EMMERSON B. The management of gout. N Engl J Med 1996; 334: 445-51.

- 17.- DÍAZ RUBIO M, ESPINOS D. Tratado de medicina interna 1º edición. Madrid: Panamericana, 1994.
- 18.- PORTER R. Gout: framing and fantasizing disease. Bull Hist Med 1994; 68: 1-28.
- 19.- KELLEY W. Medicina interna. 2°edición. Buenos Aires: Panamericana, 1992.
- HARRISON F. Principios de medicina interna. 13° edición. Madrid: Interamericana McGraw-Hill, 1994.
- 21.- RESNICK D, NIWAYAMA G. Gouty artritis. Resnick, Niwayama eds. Diagnosis of the bone and joit disorders. Ed 2. Philadelphia: WB Saunders 1988: 1618-71.
- 22.- GRAY R, TENENBAUM J, GOTTLIEB N. Local corticosteroid injection tratment in in rheumatic disorders. Sem Arthritis Rheum 1981; 10: 231-54.
- SPILBERG I, MANDELL B, MEHTA J. Mechanism of action of colchicine in acute urate crystal induced arthritis. J Clin Invest 1979; 64: 775-80.
- 24.- STAR V, HOCHBERG M. Prevention and management of gout. Drugs 1993; 45: 212-22.
- CARACO Y, PUTTERMAN C, RAHAMIMOV R. Acute colchicine intoxication. J Rheumatol 1992; 19: 494-5.
- 26.- WALLACE S, SINGER J, DUNCAN G. Renal function predics colchicine toxicity:guidelines for the prophylactic use of colchicine in gout. J Rheumatol 1991; 18: 264-9.
- 27.- DAY R, MINERS J, BIRKETT D. Allopurinol dosage selection: relationships between dose and plasma oxipurinol and urate concentrations and urinary urate excretion. Br J Clin Pharmacol 1988; 26: 423-8.

Correspondencia: Dr. Rafael Vega M.

E-mail: jvvega61@med.puc.cl



# Trasplante meniscal: Revisión de la literatura y reporte preliminar de un caso

DAVID FIGUEROA P., RAFAEL CALVO R., MIGUEL ANGEL CARRASCO G., GONZALO ESPINOZA L., ALEJANDRO VAISMAN B. y MANUEL COBO E.\*

#### **ABSTRACT**

Meniscal transplantation: Preliminary report of one case and rewiev of the literature

In this study, we present a clinical case with an allograft meniscal transplantation. We analize the indications, surgical technique, and post operative rehabilitation. Differents issues related to this kind of surgery as criopreservation, and preparation of the graft are discussed. We analize the results of the literature and the controversial topics.

**Key words:** meniscal, transplantation.

#### RESUMEN

Se presenta un caso clínico de trasplante meniscal con aloinjerto crioconservado. Se analiza la indicación así como la técnica utilizada y la rehabilitación indicada en este paciente. En relación al caso clínico se realiza una puesta al día sobre los distintos aspectos relacionados con este tipo de cirugía como la preservación, estudio y preparación del aloinjerto. Se analizan los resultados presentados en la literatura así como aquellos tópicos controvertidos.

Palabras clave: Trasplante meniscal.

# INTRODUCCIÓN

Por muchos años los meniscos fueron tratados como una estructura sin importancia, siendo sacrificados al primer síntoma de malfunción. Sin embargo, ya en 1885 Annandale realiza por primera vez la reparación de un menisco roto. Posteriormente King, Arnoczky y Warren, reportan que para que las roturas puedan cicatrizar deben estar en contacto con el área periférica vascularizada del menisco<sup>2,3</sup>. Por otra parte, Fairbank, en el año 1948, en su estudio sobre los cambios radiológicos después de la meniscectomía, plantea la importancia de éste en la protección del cartílago articular de la rodilla<sup>1</sup>.

Clínica Alemana de Santiago. Facultad de Medicina Clinica Alemana, Universidad del Desarrollo.

\* Kinesiólogo.

Ninguno de los autores o la Institución correspondiente han recibido financiamiento alguno por éste trabajo.



Actualmente se acepta que la meniscectomía no es un procedimiento benigno, planteandose que es mejor preservar y/o repararlo cuando es posible. Por otro lado, la meniscectomía parcial o la reparación no siempre son practicables debiendose considerar en estos casos aislados la utilización de un trasplante.

El concepto de reemplazo meniscal fue planteado por Lexer y Gebhardt, quienes realizaron en 1916 y 1933 respectivamente, artroplastía de interposición con tejido graso, como un intento de reemplazarlo<sup>4</sup>.

En la década de los 80 comenzaron los primeros estudios de laboratorio y es recién en 1984 cuando se realiza el primer trasplante meniscal (TM)<sup>27</sup>.

Hoy en día, el trasplante meniscal, es un procedimiento que aparece como una alternativa de tratamiento para un grupo muy seleccionado de pacientes que han sido meniscectomizados.

# CASO CLÍNICO

Se trata de un paciente de 15 años, deportista habitual, que jugando fútbol se lesiona la rodilla izquierda, realizándose una primera cirugía de resección meniscal externa subtotal de su rodilla izquierda el 7 de enero del 2004. Después de un periodo de rehabilitación de 2 meses, vuelve a la actividad deportiva, consultando nuevamente por dolor y derrame de rodilla izquierda en mayo del 2004. En dicha oportunidad se comprueba una lesión condral gr IV (Outerbridge) del cóndilo femoral externo en zona de carga. Se decide realizar un injerto osteocondral autógeno, mosaicoplastía el 20-Mayo-2004.

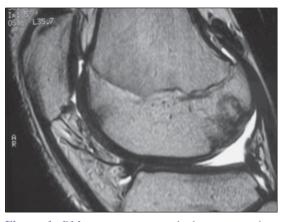
Evoluciona inicialmente bien, sin dolor, sin derrame, no obstante en septiembre del mismo año vuelve a consultar por dolor lateral y derrame persistentes con la actividad física, deportiva. La resonancia magnética de la fecha demuestra indemnidad de la mosaicoplastia con cobertura condral adecuada, ausencia meniscal externa, y derrame articular moderado (Figura 1).

Dadas las condiciones de dolor persistente, edad del paciente, antecedentes de menisectomía prácticamente total previa, se plantea un trasplante meniscal externo. Se realiza estudio pertinente, y compatibilidad del tamaño con los meniscos crioconservados disponibles en Banco de Tejidos de la Clínica Alemana (tratados con descenso gradual de temperatura y crioprotector glicerol). Para ello se utiliza estudio radiológico y de tomografía axial computada de la rodilla.

El 12 de Diciembre del 2004, se realiza el trasplante meniscal externo, con aloinjerto de menisco crioconservado, con técnica "dovetail", utilizando instrumental Arthrex®.

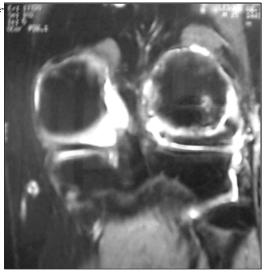
# TÉCNICA QUIRÚRGICA

Se comienza con una artroscopia convencional. Luego se prepara el lecho receptor con equipo motorizado. Es de crucial importancia la adecuada ubicación del anclaje de los cuernos anterior y posterior del aloinjerto. A veces el sitio de anclaje se puede reconocer por los remanentes de los cuernos meniscales. Puede ser colocado como injerto libre (no recomendado actualmente), con tarugos óseos en cada cuerno, o con la técnica "dovetail" usada en éste caso en que se deja un puente óseo trapezoidal que conecta los cuernos anterior y posterior que se talla en el menisco donante y en la zona del lecho receptor, produciéndose un calce exacto entre ambos.



**Figura 1.** RM que muestra resultado post-mosaico-plastía. Note la ausencia total de menisco externo.







Figuras 2 y 3. RM post trasplante meniscal externo, imágenes sagital y AP.

El menisco se suturó a la cápsula articular mediante técnica dentro-fuera y puntos de sutura reabsorvibles para cuerno anterior y posterior, apoyados en una incisión posterolateral para protejer las estructuras neurovasculares durante el procedimiento.

Se trabajo a 2 equipos, uno encargado de la preparación del aloinjerto de menisco, y otro en el tiempo articular artroscópico y abierto.

Se protege en el postoperatorio la rodilla con férula de rango controlado y descarga.

# REHABILITACIÓN

Se han propuesto diferentes esquemas de rehabilitación<sup>9,21,22</sup>. Nosotros usamos un protocolo conservador con férula articulada con limitación de la flexión mayor de 60° el primer mes, sin carga por el mismo periodo y luego carga progresiva con férula en rango 0-90° hasta la sexta semana. Posteriormente, se autoriza rango completo de movimiento.

A partir del 4° mes se autorizó realizar actividades deportivas terapéuticas, recreativas, bicicleta, natación y caminata. Trote a partir del 6° mes. Desde ésta fecha el paciente ha vuelto lentamente a su actividad deportiva

inicial (fútbol), retomando el entrenamiento, sin actividad competitiva.

Actualmente y después de 8 meses de evolución, el paciente esta asintomático, con movilidad activa 0-120°, sin derrame, y con musculatura cuadriceps e isquiotibiales adecuados. La resonancia magnética de control muestra indemnidad del injerto (Figuras 2 y 3).

Se mantiene con restricción en los deportes competitivos de contacto.

# **DISCUSIÓN**

El trasplante meniscal es una técnica quirúrgica que debe estar dentro del arsenal terapéutico del cirujano de rodilla, no obstante no es aplicable a todos los pacientes, su realización es poco habitual y probablemente esta en la correcta indicación, el éxito de su resultado. De este modo debemos elegir adecuadamente al paciente:

# INDICACIONES CLÍNICAS

I. Daño del cartílago articular: Es la indicación más común. Se plantea en pacientes que posterior a la meniscectomía total o subtotal comienzan con síntomas a nivel del compartimiento femorotibial, como dolor, edema, y síntomas mecánicos. Está contraindicado en pacientes con degeneración condral grados III y IV. Garret demostró que el trasplante es más exitoso en pacientes con cambios degenerativos moderados (Outerbridge grado 1 ó 2). La degeneración articular avanzada (Outerbridge 3 ó 4) y la incongruencia de la superficie articular llevan a un resultado menos exitoso y poco predecible. Estos hallazgos fueron confirmados por Noyes quien observó una relación estadísticamente significativa entre falla del trasplante y grado de artrosis. Rodillas con lesión de cartílago menor a grado 4, tienen un 70% de buenos resultados versus un 50% en rodillas con lesión de cartílago grado 45,6.

El candidato ideal es aquel paciente sintomático, con daño del cartílago articular inicial en la zona de carga meniscal ya sea en el platillo tibial o en el cóndilo femoral con una meniscectomía total previa.

Otra consideración es la combinación con injerto osteocondral o implantación de condrocitos. El trasplante meniscal concomitante ayudaría a proteger la reparación del cartílago al distribuir mejor la carga sobre el compartimiento. A su vez la reparación del cartílago contribuye al éxito del trasplante. Se debe realizar primero la reparación de cartílago y luego el trasplante<sup>7</sup>. En el caso presentado, se realizó primero el injerto osteocondral autógeno y a los 7 meses el trasplante meniscal, lo que parece lógico, del punto de vista de solucionar un problema a la vez con seguridad, ya que ambas técnicas tienen una posibilidad de fallo y mayor morbilidad. Al respecto la literatura no es clara proponiendo en algunos casos no más de un procedimiento concomitante a la vez<sup>29</sup>.

II. Daño del cartílago articular con mal alineamiento axial: Se puede realizar un trasplante meniscal luego de una osteotomía de realineamiento. Esta asociación retardaría la aparición de artrosis y la recurrencia de los síntomas. Camerón y Saha realizaron 41 trasplantes asociados a osteotomía de realineamiento. En 35 rodillas (85%), observaron buenos y excelentes resultados clínicos, con un promedio de seguimiento de 31 meses<sup>8</sup>.

III. Inestabilidad ligamentosa: La mayoría de los trasplantes meniscales reportados se han realizado junto con reconstrucción de LCA. Diferentes estudios biomecánicos demuestran que el menisco medial es un restrictor secundario de la translación anterior de la tibia en las rodillas con lesión del LCA, por esta razón el trasplante meniscal simultáneo ayuda a proteger el LCA. Esto está avalado por estudios en cadáveres que muestran un significativo aumento de las fuerzas sobre el LCA en rodillas con déficit del menisco medial, comparado con rodillas con meniscos intactos. Garret reportó una mejoría significativa en el KT1.000 de paciente en que se había realizado reconstrucción de LCA concomitante con un trasplante meniscal medial, comparativamente con pacientes en que sólo se realizó una reconstrucción de LCA. Shelbourne demostró mayor laxitud en el KT1.000 en pacientes con reconstrucción de LCA que tenían además una meniscectomía medial<sup>9,10</sup>.

IV. Indicación temprana de trasplante: El trasplante meniscal estaría indicado precozmente en pacientes con resección de un menisco discoideo sintomático, una rotura en asa de balde irreparable que envuelve gran parte del menisco lateral o una rotura radial en que la perdida de la capacidad de transmisión de cargas es equivalente a una meniscectomía total lateral. Sólo se debe realizar en pacientes sintomáticos o al aparecer los primeros cambios degenerativos, antes de que se desarrolle un daño significativo del cartílago. Actualmente, el examen que puede mostrar más precozmente estos cambios es la RM. En el futuro, el análisis del líquido sinovial (productos de degradación de los proteoglicanos y actividad metaloproteinasas) podrá entregar información realmente precoz sobre la aparición de cambios degenerativos del cartílago. Esta información será de utilidad para determinar el momento oportuno para realizar el trasplante meniscal<sup>30</sup>.

#### CONTRAINDICACIONES

La contraindicación más frecuente es la presencia de patología condral significativa y cambios degenerativos avanzados. Por otro plado, la inestabilidad no corregida o irreparable, también contraindica el procedimiento. Otra contraindicación incluye a aquellos pacientes con mal alineamiento no corregido o incorregible. Al respecto, Noyes sugiere no realizar el procedimiento en aquellos pacientes con genu varo con un eje mecánico que pasa medial al 40% del platillo tibial, y con un genu valgo con eje mecánico que pasa lateral al 60% del platillo tibial.

El sobrepeso, la edad (para algunos mayor de 45 años), y una historia de infecciones previas, son contraindicaciones relativas<sup>31</sup>.

#### EVALUACIÓN DEL PACIENTE

Examen físico buscando dolor, edema en la interlinea articular, crépitos, inestabilidad o mal alineamiento.

Tele radiografía de extremidades inferiores para objetivar los ejes. Radiografías laterales en flexión para evaluar las zonas de carga de los cóndilos femorales y de la tibia.

La RM permitirá evaluar el remanente meniscal y lesiones condrales.

#### PROCESAMIENTO DEL INJERTO

Los Bancos de tejido, difieren del procesamiento de los injertos. Las 4 alternativas principales que hoy se usan son: injerto liofilizado, crioconservado y fresco.

El injerto liofilizado es tratado en un medio al vacío con remoción del agua. Las ventajas incluyen un tiempo de almacenamiento indefinido y conservación a temperatura ambiente. Las desventajas incluyen el hecho de que no es posible predeterminar con exactitud su tamaño al rehidratarlo, es difícil de manipular, mayor costo y en estudios experimentales ha resultado completamente reabsorbido<sup>31</sup>.

**Injertos frescos:** Requieren realizar el trasplante al momento del procuramiento, pudiendo conservarse hasta 7 días a 4 grados Celsius. Esto genera dificultades técnicas en relación a la concordancia entre el tamaño del aloinjerto con el que necesita el receptor. Además, aumenta el riesgo de transmisión de enfermeda-

des en relación a los aloinjertos procesados y mayor respuesta inmune. Tiene la ventaja teórica de contar con células viables<sup>30</sup>.

**Injertos criopreservados:** El tratamiento con descenso gradual de temperatura, uso de crioprotectores como el glicerol o el dimetil sulfoxido logran preservar, por lo menos parcialmente, la integridad de la membrana celular y la viabilidad de los condrocitos. Sin embargo, la cantidad de células viables disminuye con el tiempo de almacenaje. No han demostrado ser superiores a los aloinjertos frescos<sup>31</sup>. Pero ofrecen una ventaja en relación a su disponibilidad.

Frescos congelados: Si bien son acelulares, actualmente son los recomendados por distintos autores. Fabbriciani et al comparó aloinjertos frescos congelados con criopreservados, no encontrando diferencias en cuanto a la integración.

Jackson et al, realizó tipificación de ADN después del trasplante en cabras, encontrando que, a las 4 semanas, el ADN era completamente reemplazado por el del huésped. Estos hallazgos fueron confirmados por DeBeer, quien encontró en menisco humano criopreservado que al año después del trasplante, el 95% de las células del donante habían sido reemplazado por células del huésped. Debido a estos hallazgos es que se considera cuestionable la necesidad de mantener la viabilidad celular del aloinierto.

Actualmente, el injerto recomendado es el fresco, congelado no irradiado<sup>11,12</sup>.

# MEDICIÓN DEL INJERTO

Es crítica para la buena función mecánica del injerto. Mediante medición en radiografía simple o en la RMI se puede determinar el tamaño adecuado del aloinjerto. No habría mayor diferencia entre los dos métodos. No se sabe con certeza cual es el grado de discordancia aceptable entre el receptor y el injerto, pero se acepta que no debe ser mayor de 5%. En el estudio de Pollard se demuestra adecuada relación entre el tamaño de los platillos tibiales y los meniscos<sup>13</sup>.



# REACCIÓN INMUNOLÓGICA

Los meniscos son considerados inmunológicamente privilegiados, debido a que las células se encuentran embebidas en una densa matriz no accesible a las células inmunoreactivas<sup>14</sup>. Varios estudios establecen que no existiría respuesta inmune en los trasplantes meniscales o al menos esta sería menor<sup>15-17</sup>. Sin embargo, existen reportes aislados en la literatura de respuesta inmune aguda<sup>18</sup>.

Rodeo et al<sup>19</sup> encontró un pequeño número de células inmunológicamente activas (linfocitos B y células citotóxicas T) en la mayoría de los TM realizados en humanos. La presencia de estas células sugeriría una moderada respuesta inmune que podría modular la integración del injerto y su revascularización.

La importancia clínica de la respuesta inmune en el TM no está bien establecida en la actualidad, pero en general no se evidencia falla del injerto o reacción inmune.

## TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES

El uso de aloinjerto meniscal crea un riesgo de transmisión de enfermedades. Actualmente se estima que el riesgo de transmisión de VIH por aloinjerto congelado de tejido conectivo es de 1 en 8 millones<sup>20</sup>.

Se puede utilizar radiación gamma para esterilizar el menisco, pero se ha demostrado que dosis superiores a 2,5 mrad producen cambios significativos en las propiedades mecánicas del injerto.

El óxido de etileno se ha dejado de usar por producir sinovitis.

La esterilización química con soluciones bactericidas-virucidas destruye las células viables del aloinjerto. Sin embargo, no esta clara la importancia de contar con células viables. Jacson et al¹² demostró que a las 4 semanas el ADN celular ha sido completamente reemplazado por ADN del huésped.

## **RESULTADOS**

Es difícil interpretar los resultados, por la variabilidad y numerosos factores que inciden en ellos. Algunas limitaciones son: La mayoría de los pacientes son sometidos además a procedimientos simultáneos como reconstrucción de LCA, series pequeñas, seguimiento limitado, distintas técnicas de procesamiento del alo injerto, distinta técnica quirúrgica, distintos criterios de selección de los pacientes, diferentes grados de artrosis, métodos de evaluación no uniforme. Por todas estas razones es difícil obtener conclusiones definitivas de los reportes en la literatura.

Garret<sup>5</sup>, ha demostrado que la evaluación clínica por si sola no es suficiente para determinar el real estado del menisco. Para la evaluación objetiva se ha utilizado resonancia magnética y reevaluación artroscópica.

Wirth et al<sup>23</sup> muestra resultados con un seguimiento mínimo de 14 años. Observó que los pacientes en que se utilizó injerto fresco congelado tuvieron mejor resultado que aquellos en que se utilizó injerto liofilizado. En ambos grupos existió algún deterioro del score de Lysholm durante el seguimiento.

Garret realizo 6 TM aislados y 37 asociados a reconstrucción de LCA u osteotomía de tibia. Realizó reevaluación artroscópica en 28 pacientes a los 2 años de seguimiento, encontrando en 20 de ellos encogimiento no significativo y un menisco bien cicatrizado a la periferia.

Carter<sup>24</sup>, evaluó 38 de 46 TM con artroscopia, con un tiempo de seguimiento de 24 a 73 meses, encontrando 4 casos con fenómeno de encogimiento y 4 fallas. Treinta y dos pacientes tuvieron alivio de los síntomas.

Goble et al<sup>25</sup> realizó 47 TM criopreservados en 45 pacientes. Diecisiete de 18 pacientes a los 2 años presentan alivio significativo del dolor y mejoría de la función. Diez de 13 pacientes sometidos a reevaluación artroscópica presentan un menisco bien integrado y viable. Biopsias realizadas en 8 casos presentan un promedio de 80% de tejido meniscal viable.

Noyes et al<sup>7</sup> evaluó 96 TM con aloinjerto fresco congelado irradiado en 82 pacientes. Veintinueve meniscos fallaron a los 2 años de seguimiento y fueron removidos. La RM y/o artroscopía realizada en los 96 casos mostró 22% integrados, 34% parcialmente integrado, y 44% con falla.

Van Arkel y de Boer<sup>26</sup> presentan 25 TM, con un seguimiento mínimo de 2 años en 23

pacientes, con injerto criopreservado. En 12 pacientes se realizó artroscopía posterior. Cinco pacientes presentaban desinserción parcial, 3 fueron removidos.

Cameron<sup>8</sup> reporta 21 trasplantes aislados con buenos resultados en 19, pero la mayoría no tienen evaluación objetiva. Del Pizzo reporta 19 aloinjertos criopreservados con un mínimo de 2 años de seguimiento, con inspección artroscópica en 19 de ellos, demostrando 1 rotura. El dolor mejoró en todos los pacientes, retornando a su nivel previo de actividad.

Rodeo<sup>27</sup> publica 33 pacientes, con un seguimiento mínimo de 2 años, 18 de ellos tenían degeneración condral al momento del TM. A todos se les realizó evaluación artroscópica, RMI o ambos. Ocho buenos resultados, 14 moderados, 4 pobres y 7 fallas. Sin cambios significativos en el grado de degeneración condral durante el periodo de seguimiento. De las 7 fallas, 6 fueron del menisco lateral. Todos los casos con falla tenían degeneración condral grado IV. Sólo 3 de los meniscos que fallaron fueron trasplantados con tarugos óseos.

Verdonk et al<sup>28</sup> publica en el año 2005 los resultados de 100 trasplantes meniscales. Realizó 39 TM mediales y 61 de menisco lateral, con un promedio de seguimiento de 7,2 años. Se analizaron los resultados mediante parámetros clínicos, definiéndose la falla como dolor moderado ocasional o dolor persistente o pobre función. Encontró falla en 28% de 39 TM mediales y en 16% de 61 TM laterales. Concluye que el TM pude disminuir en forma significativa el dolor y mejorar la función. El análisis de sobrevida muestra que el efecto beneficioso permanece en el 70% de los pacientes a los 10 años. Considera además la necesidad de realizar un estudio comparativo con un grupo control.

# MECANISMOS DE LA FALLA MENISCAL

El principal factor involucrado en la falla parece ser la presencia de degeneración avanzada del cartílago. La presencia de remodelación ósea del compartimiento femorotibial, con aplanamiento del cóndilo femoral, también se asocia con degeneración del menisco<sup>7,27,28,30</sup>.

La degeneración ocurre habitualmente en el cuerno posterior, en donde el estrés del menisco es mayor. El tamaño adecuado es crítico para un buen resultado. Un menor tamaño expone el menisco a cargas excesivas, y un tamaño mayor produce extrusión del menisco, con imposibilidad de transmitir adecuadamente las cargas.

También existen factores biológicos. Estudios histológicos demuestran una importante remodelación estructural de la matriz, asociado con el proceso de revascularización y repoblación celular. Esta remodelación debilita el tejido y predispone a roturas.

No parece existir reacción inmune, aunque se ha encontrado evidencia microscópica de una reacción inmunológica. Esta respuesta inmune subclínica puede contribuir, en algún grado al encogimiento del injerto y a persistencia de derrame<sup>19</sup>.

#### **COMPLICACIONES**

Son relativamente raras. Se describen infecciones y hematomas que han requerido evacuación<sup>30</sup>.

Noyes et al<sup>7</sup>, muestra que 29 de 96 meniscos debieron ser removidos antes de los 2 años. Cameron y Saha<sup>8</sup> muestran que la complicación más frecuente fue la rotura del cuerno posterior del menisco medial, que ocurrió en 6 de 67 pacientes. Verdonk<sup>28</sup> reporta manipulación bajo anestesia en 3 de 51 pacientes sometidos a TM asociado a osteotomía valguizante.

#### **CONCLUSIONES**

En resumen, el menisco resulta crítico para la adecuada función articular de la rodilla, y los esfuerzos quirúrgicos han evolucionado en los últimos años hacia la preservación meniscal y el reemplazo. El trasplante meniscal emerge como una alternativa de tratamiento para un grupo seleccionado de pacientes. Existe mejoría del dolor, edema y función de la rodilla en la mayoría de los casos, sin embargo, no se dispone de resultados a largo plazo que determinen su real eficacia clínica.



La indicación adecuada, rehabilitación y retorno a actividades deportivas, son temas que permanecen en controversia, y en los cuales no existe consenso en la literatura analizada.

Los resultados son malos en pacientes con degeneración condral avanzada, por lo que no debe realizarse en estos pacientes. El desafió actual consiste en detectar precozmente la aparición del daño articular. En el futuro, técnicas de imágenes o análisis del líquido sinovial, podrán entregar información sobre el daño articular precoz y por otro lado, un mejor entendimiento de la biología del trasplante, en especial con relación al proceso de migración celular durante la repoblación celular, el fenotipo resultante de esa población y el efecto de la respuesta inmune sobre el trasplante, mejorarán el resultado final de éste procedimiento.

# BILBLIOGRAFÍA

- FAIRBANKS T J. Knee joint changes after meniscectomy. J Bone Joint Surg Br 1948; 30: 664-70.
- ANNANDALE T. An operation for displaced semilunar cartilage. 1885. Clin Orthop 1990; 260: 3-5.
- ARNOCZKY S P, WARREN R F. Microvasculature of the human meniscus. Am J Sports Med 1982; 10: 90-5.
- 4.- GEBHARDT K. Der Bandschaden des Kniegelenkes. Leipzig, Barth, 1933.
- GARRETT J C. Meniscal trasplantation: A review of 43 cases with 2- to 7-year follow-up. Sports Med Arthrosc Rev 1993; 1: 164-7.
- 6.- NOYES F R, BARBER-WESTIN S D, BUTLER D L, WILKINS R M. The role of allografts in repair and reconstruction of the knee joint ligaments and menisci. Instr Course Lect 1998; 47: 379-96.
- 7.- NOYES F R, BARBER WESTIN B S. Meniscal trasplantation in Symptomatic Patients Less Than Fifty Years Old. JBJS 2004; 86 A: 7: 1392-404.
- 8.- CAMERON J C, SAHA S. Meniscal allograft trasplantation for unicompartmental arthritis of the knee. Clin Orthop 1997; 337: 164-71.
- GARRETT J C. Meniscal trasplantation. In: Aichroth P C, Canon W D, Patel D V, eds. Knee surgery: Current practice. NewYork: Raven, 1992; 95-103.
- 10.- SHELBOURNE K D, GRAY T. Results of anterior cruciate ligament reconstruction based on meniscus and articular cartilage status at the time of surgery. Five- to fifteen-year evaluations. Am J Sports Med 2000; 28: 446-52.
- 11.- FABBRICIANI C, LUCANIA L, MILANO G,

- SCHIAVONE PANNI A, EVANGELISTI M. Meniscal allografts: Cryopreservation vs deep-frozen technique. An experimental study in goats. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1997; 5: 124-34.
- 12.- JACKSON D W, WHELAN J, SIMON T M. Cell survival after trasplantation of fresh meniscal allograft. DNA probe analysis in a goat model. Am J Sports Med 1993; 21: 540-50.
- 13.- POLLARD M E, KANG Q, BERG E E. Radiographic sizing for meniscal trasplantation. Arthroscopy 1995; 11: 684-7.
- 14.- ZUKOR D J, CAMERON J C, BROOKS P J, et al. The fate of human meniscal allografts. In: Ewing J W, ed. Articular cartilage and knee joint function. New York: Raven 1990; 147-52.
- 15.- ARNOCZKY S P, MILACHOWSKI K A. Meniscal allografts: Where do we stand? In: Ewing J W, ed. Articular cartilage and knee joint function: Basic science and arthroscopy. New York: Raven, 1990; 129-36.
- 16.- DE BOER H H, KOUDSTAAL J. The fate of meniscus cartilage after trasplantation of cryopreserved nontissue-antigen-matched allograft: A case report. Clin Orthop 1991; 266: 145-51.
- 17.- ELVES M W. A study of the trasplantation antigens on chondrocytes from articular cartilage. J Bone Joint Surg Br 1974;
- HAMLET W, LIU S H, YANG R. Destruction of a cryopreserved meniscal allograft: A case for acute rejection. Arthroscopy 1997; 13: 517-21.
- 19.- RODEO S A, SENEVIRATNE A, SUZUKI K, FELKER K, WICKIEWICZ T L, WARREN R F. Histological analysis of human meniscal allografts. A preliminary report. J Bone Joint Surg Am 2000; 82: 1071-1082.
- BUCK B E, RESNICK L, SHAH S M, MALININ T I. Human immunodeficiency virus cultured from bone. Implications for trasplantation. Clin Orthop 1990; 251: 249-53.
- 21.- MILACHOWSKI K A, WEISMEIER K, WIRTH C J. Homologous meniscal trasplantation: Experimental and clinical results. Int Orthop 1989; 13: 1-11.
- VELTRI W. Wickiewicz: current status of allograft meniscal trasplantation. Clin Orthop 1994; 303: 44-55.
- 23.- WIRTH C J, PETERS G, MILACHOWSKI K A, WEISMEIER K G, KOHN D. Long-term results of meniscal allograft trasplantation. Am J Sports Med 2002; 30: 174-81.
- 24.- CARTER T R. Meniscal allograft trasplantation. Sports Med Arthrosc Rev 1999; 7: 51-62.
- GOBLE E M, KOHN D, VERDONK R, KANE S M. Meniscal substitutes-human experience. Scand J Med Sci Sports 1999; 9: 146-57.
- 26.- VAN ARKEL E R A, DE BOER H H. Human meniscal trasplantation: Preliminary results at 2 to 5-year follow-up. J Bone Joint Surg Br 1995; 77: 589-95.
- 27.- RODEO S A. Meniscal allografts, where do we stand? Am J Sports Med 2001; 29: 246-61.

#### D. FIGUEROA P. et al.

- 28.- VERDONKP C, DEMURIE A, ALMQVIST K F, VEYS E M, VERBRUGGEN G, VERDONK R. Trasplantation of viable meniscal allograft. Suvirvorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. J Bone Joint Surg Am 2005; 87 (4): 715-24.
- 29.- SGAGLIONE NA, et al. Update in advanced surgical techniques in the treatment of traumatic focal articular cartilage lesions in the knee. The journal of arthroscopy and related research 2002; 18 (2): 9-32.
- RIJK P. Meniscal allograft trasplantation-part I: Background, results, graft selection and preservation, and surgical considerations The journal of arthtroscopy and related research 2004; 20 (7): 728-43.
- 31.- WIKIEWICZ J, SCHAFFER B. Meniscal Surgery 2002, Update. Indications, techniques for resection, reparation, regeneration and replacement. The journal of arthtroscopy and related research 2002; 18 (9): 14-25.

Correspondencia:

Dr. David Figueroa P.

Apoquindo 3990 Oficina 401, Las Condes, Santiago.

E-mail: dfigueroa@alemana.cl Fono: 2070402, 2101033

Fax: 2070407



# Fractura inestable de pelvis en disrafismo sacro. A propósito de un caso

DANIEL SCHWEITZER F.\*, PATRICIO CIFUENTES M.\*\*, MARCELO CÓRDOVA I.\*, JAIME GONZÁLEZ F.\* y GERARDO FICA O.\*

# **ABSTRACT**

Unstable pelvic fracture in sacral dysraphism. Case report

Congenital abnormalities of the sacrum are unusual and asymptomatic. These type of lesions are normally diagnosed due to radiological findings. We present a case of a patient with an unstable pelvic fracture in the context of a sacral dysraphism.

Key words: sacral dysraphism, pelvic fracture.

#### RESUMEN

Las alteraciones congénitas del sacro son generalmente poco frecuentes y asintomáticas. Este tipo de lesiones se diagnostican habitualmente como un hallazgo radiológico. Se describe el caso de un paciente que presentó una fractura inestable de pelvis en el contexto de un disrafismo sacro.

Palabras clave: disrafismo sacro, fractura pelvis.

#### INTRODUCCIÓN

Los pacientes que presentan una anormalidad congénita del sacro son un grupo heterogéneo que va desde individuos virtualmente normales con lesiones diagnosticadas como hallazgos imagenológicos, hasta pacientes severamente afectados que requieren el manejo por diversos especialistas.

Existe una baja incidencia de asociación entre estas anormalidades y fracturas inestables de pelvis. Lo anterior lleva que el manejo de pacientes con fracturas pelvianas, que además presentan malformaciones sacras, sea todo un desafío para el equipo médico tratante, ya que agregado a la escasa experiencia en este tipo de pacientes, está el hecho de que las malformaciones se asocian a alteración de la anatomía de las raíces del plexo lumbosacro, el cual puede resultar dañado tanto en el accidente como en la cirugía, motivo por el cual el enfoque quirúrgico de estos pacientes difiere del manejo del resto de pacientes con fractura inestable de pelvis.

Ninguno de los autores o la Institución correspondiente han recibido financiamiento alguno por éste trabajo.

<sup>\*</sup> Traumatólogo Hospital del Trabajador de Santiago.

<sup>\*\*</sup> Becado Traumatología, Universidad de Los Andes, Hospital del Trabajador de Santiago.



Nuestro objetivo es mostrar un caso clínico de un paciente con una fractura inestable de pelvis dentro del contexto de un disrafismo oculto del sacro.

## CASO CLÍNICO

Paciente de 28 años, sin antecedentes mórbidos de importancia. En agosto de 2004 sufre caída en parapente en Iquique, donde recibe la primera atención, diagnosticándose una fractura inestable de sacro con compromiso neurológico del plexo lumbosacro.

Es trasladado al Hospital del Trabajador de Santiago el 1° de Septiembre de 2004. Al examen de ingreso destacaba: paciente hemodinámicamente estable, con dolor a la compresión bicrestal y a la movilización de ambas caderas. Presenta compromiso motor y sensitivo de la extremidad inferior derecha (M4 de L3 y M3 de L4, L5 y S1; hipoestesia de L5 y S1), además de disfunción vesical (paciente ingresa al hospital con sonda vesical).

La radiografía de ingreso muestra una fractura conminuta desplazada del ala sacra derecha foraminal, con un rasgo que se dirige hacia región central del sacro donde se observa un grosero disrafismo desde S2 hasta coxis. En la hemipelvis izquierda se observa una luxación sacroilíaca con un desplazamiento mayor de 1 cm, destacando la ausencia de lesión del arco anterior de la pelvis (Figura 1).

La Tomografia Axial Computada (TAC) de pelvis confirma la lesión, destacando la gran conminución y desplazamiento de la fractura del ala sacra derecha. En la reconstrucción 3D se puede apreciar más claramente la imagen del disrafismo (Figura 2).

El diagnóstico de ingreso fue:

- 1. Fractura inestable de pelvis tipo C3 de la AO con compromiso neurológico (plexo lumbosacro derecho).
- 2. Disrafismo sacro.

El 3 de Septiembre de 2004 se somete al paciente a cirugía para realizar la reducción y estabilización de la fractura. Debido a la presencia de la malformación del sacro y a la

eventual alteración del recorrido de las raíces del plexo lumbosacro se decide realizar la reducción abierta con visión directa del foco de fractura y de la región sacroilíaca posterior bilateral de la pelvis. Se efectúa osteosíntesis con doble placa de reconstrucción para estabili-





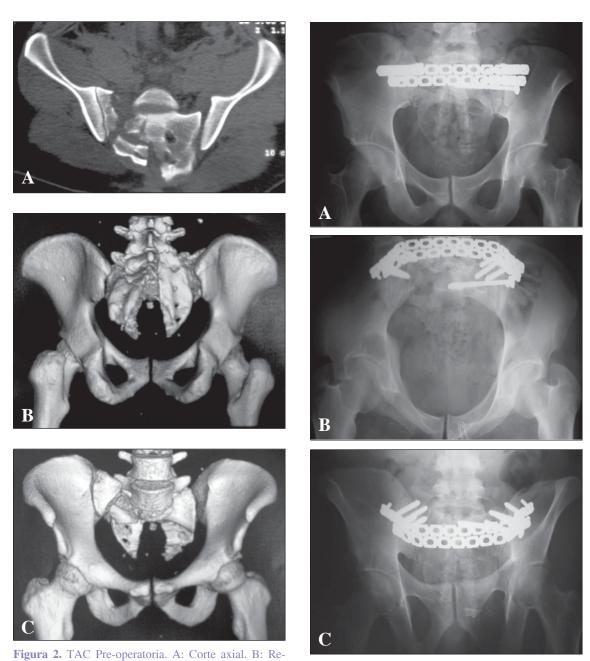


**Figura 1.** Radiografías de ingreso. A: Pelvis AP. B: Pelvis inlet. C: Pelvis oulet.

zar la fractura del ala sacra derecha y un tornillo sacroilíaco compresivo a izquierda para estabilizar la luxación sacroilíaca de ese lado.

En la radiografía postoperatoria (Figura 3) podemos observar una reducción anatómica de la luxación sacroilíaca izquierda con el tornillo

sacroilíaco bien posicionado, lo cual puede ratificarse en la TAC postoperatoria (Figura 4). A nivel del ala sacra derecha se puede observar una reducción satisfactoria, a pesar de observarse un importante defecto óseo secundario a la conminución fracturaria (Figura 4).



construcción 3D (vista posterior). C: Reconstrucción 3D (vista anterior).

Figura 3. Radiografías postoperatorias. A: Pelvis anteroposterior. B: Pelvis inlet. C: Pelvis oulet.



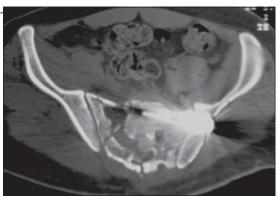


Figura 4. TAC Post-operatorio.

Al cuarto día postoperatorio el paciente comienza con signos de infección de la herida operatoria, tanto clínicos como de laboratorio (elevación de VHS y PCR) que se manejó con aseos quirúrgicos<sup>2</sup> y antibióticos endovenosos con buena respuesta clínica y normalización progresiva de los parámetros de laboratorio.

Respecto a la evolución del compromiso neurológico, el paciente comienza con una lenta pero progresiva recuperación tanto a nivel de la extremidad inferior derecha, permaneciendo con un compromiso vesical parcial. El status neurológico actual es un compromiso vesical que requiere de auto sondeos intermitentes y una paresia (M4) del tríceps sural que le impide deambular en punta de pies. El paciente está realizando actividades de su vida diaria y laboral sin inconvenientes, con molestias a la movilización en rangos extremos.

# DISCUSIÓN

Las malformaciones sacras son lesiones congénitas poco frecuentes (1/3.000-5.000 por habitante). Tienen un amplio espectro de presentación clínica, desde lesiones que se manifiestan en el nacimiento, dentro del contexto de un meningocele, con serias repercusiones en el desarrollo neurológico de las extremidades inferiores y sistema urinario, requiriendo el manejo por un equipo multidisciplinario desde su nacimiento; hasta pacientes asintomáticos que se pesquisa la lesión en un estudio imagenológico

por otro motivo, como es el caso del paciente que presentamos.

Stanley, en 1979, clasificó las Malformaciones Sacras en 3 categorías; siendo agregado un subgrupo por Treble en 1988. Las cuatro categorías son las siguientes:

- Tipo Ia: Término abrupto del sacro sobre no más de un segmento y con la columna sobre el sacro normal.
- Tipo Ib: Apariencia sacra igual que en Ia, pero con anormalidades congénitas de la columna torácica o lumbar.
- Tipo II: Elementos vertebrales terminales están malformados (Ej.: Hemivértebras, vértebras en mariposa, espina bífida anterior).
- Tipo III: Espina bífida que compromete el sacro.

Según esta clasificación, el paciente de nuestro reporte presenta una malformación sacra tipo III, que en la serie de Treble es el tipo menos frecuente (12%).

Respecto a la lesión traumática pelviana del paciente presentado destaca el hecho de que no se observa lesión del arco anterior de la pelvis, esto podría ser atribuido probablemente a una disipación de la energía lesional a través del disrafismo sacro.

Existe escasa experiencia en el manejo de pacientes en que se asocian los disrafismos sacros a una fractura inestable de pelvis. De hecho en nuestro hospital, siendo un centro de referencia de pacientes con trauma de pelvis, este es el primer caso que encontramos una malformación de este tipo.

El objetivo principal del tratamiento definitivo de las fracturas inestables pelvianas es la reducción satisfactoria del anillo y una fijación estable que permita una movilización precoz, disminuya las complicaciones y mejore los resultados clínicos finales, por lo que en el paciente hemodinámicamente estable se debe intentar una fijación definitiva.

Estudios biomecánicos han demostrado que la fijación del complejo posterior con un tornillo sacroilíaco es equivalente en estabilidad al compararlo con los otros métodos de fijación como placas, barras sacroilíacas y bandas de tensión. En los casos de fractura a través del sacro, se usan tornillos de rosca completa, para no reali-



zar compresión y disminuir las posibilidades de daño neurológico, en las fracturas con compromiso de la articulación sacroilíaca se usan tornillos con rosca de 32 mm y así lograr una compresión. Dependiendo del grado de inestabilidad de la fractura y del tamaño del pedículo de S1, se valora la necesidad de un segundo tornillo. Dentro de las ventajas se encuentran la disminución de infecciones, problemas de herida operatoria, sangramiento y utilización de una sola posición del paciente en pabellón (decúbito supino). En cuanto a las contraindicaciones de las técnicas percutáneas, se encuentran la obesidad mórbida, alteraciones anatómicas del sacro, medios de contraste vesicales que imposibilitan adecuada visualización y cuando no se consigue una reducción cerrada aceptable.

En el caso que presentamos se eligió un abordaje posterior con visualización directa de la fractura y de toda la región sacroilíaca bilateral, debido a que un paciente con una disrafia sacra puede tener una alteración en el recorrido de las raíces del plexo lumbosacro asociada, por lo que una estabilización percutánea no esta exenta de lesiones neurológicas iatrogénicas.

La única complicación que tuvimos fue una infección de la herida operatoria, la cual tuvo buena respuesta al manejo con antibióticos y aseos quirúrgicos.

En el momento de ingreso, el paciente presentaba compromiso del plexo lumbosacro con disfunción vesical y compromiso sensitivo-motor de la extremidad inferior derecha, lo cual se observa en el 8% de los pacientes con fractura inestable de pelvis; no existen datos en la literatura si este compromiso es mayor en pacientes con disrafismo oculto del sacro. La evolución neurológica de nuestro paciente ha sido satisfactoria, con una recuperación casi completa de la función de la extremidad inferior derecha y parcial de la disfunción vesical.

Todo lo anterior nos lleva a pensar que el manejo quirúrgico (reducción y estabilización) de esta rarísima asociación debe realizarse con métodos abiertos.

# **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- BAREI D P, BELLABARBA C, et al. Percutaneous management of instable pelvis ring disruptions. Injury 2001; 32 Suppl 1: SA33-44.
- FICA G, CÓRDOVA M, SCHWEITZER D, GUZMÁN L. Tratamiento de las fracturas inestables de la pelvis. Rev Chilena Ortop y Traum 2000; 41: 237-44.
- KREGOR P J, ROUTT M L. Unstable pelvic ring disruptions in unstable patients. Injury 1999; 30 Suppl 2: B19-28.
- 4.- SCHWEITZER D. Osteosíntesis sacro ilíaca percutánea en fracturas inestables de pelvis. Rev Chilena Ortop y Traum 2000; 41: 229-36.
- 5.- TILE M. The management of instable injuries of the pelvis ring. J Bone Joint Surg Br 1999; 81 (6): 941-3.
- 6.- TREBLE N J, OWEN R, RICKWOOD A M. Classification of Congenital Abnormalities of the Sacrum. Patterns of Associated Dysfunctions. Acta Orthop Scand 1988; 59 (4): 412-16.

Correspondencia: Dr. Daniel Schweitzer F. Hospital del Trabajador de Santiago Ramón Carnicer 185 Providencia - Santiago

Tel: 685 3228



# Banco de huesos de Clínica Alemana: Experiencia en el manejo de 420 aloinjertos de cabeza femoral

RAFAEL CALVO R.\*, DAVID FIGUEROA P.\*, ALEX VAISMAN B.\*, ISOLDA BUDNIK O.\*\* y MICHAEL SCHILLER R.\*\*

#### **ABSTRACT**

Clinica Alemana's bone bank: Management of 420 allograft femoral heads

Bone defects are common and difficult to manage in Orthopaedic surgery. Among different resources available for the repair of these defects, bone tissue, either autologous or allogenic, is still considered the best material. A decrease in the rate of transmitted infectious diseases, due to improved screening techniques, along with the abscense of complications related to bone harvesting, has promoted the massive use of allografts in Orthopaedic surgery. The correct processing and storage of these allografts in a bone tissue bank is critical for their safe usage in elective and emergency surgery. The purpose of this study is to show the experience in the management of femoral head allografts regarding their screening for transmittable diseases, processing, storing, and the surgical use of the grafts in our Bone Tissue Bank at Clinica Alemana de Santiago.

Key words: Bone allograft, Bone Tissue Bank, Femoral Head.

#### RESUMEN

Los defectos óseos en cirugía ortopédica representan un problema cada vez más frecuente y de difícil enfrentamiento. Dentro de los recursos disponibles para reparar estos defectos, el tejido óseo, ya sea autólogo o alógeno, sigue siendo el material de elección. Una disminución en la transmisión de enfermedades infecciosas, gracias a mejores métodos de detección, asociado a la ausencia de morbilidad en zona dadora, han propulsado el uso cada vez más masivo de los aloinjertos óseos. El adecuado procesamiento y almacenamiento de estos injertos en un banco de huesos es crucial para su uso seguro tanto en cirugías electivas como de urgencia. El objetivo de este trabajo es presentar la experiencia del Banco de Huesos de Clínica Alemana de Santiago en el uso de aloinjertos de cabeza femoral, tanto desde el punto de vista del estudio de las piezas, como de su procesamiento y utilización en distintas cirugías.

Palabras clave: Aloinjerto óseo, banco de huesos y tejidos, cabeza femoral.

Financiamiento: no existió.

<sup>\*</sup> Unidad de Traumatología Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo.

<sup>\*\*</sup> Alumno de Medicina Universidad de Los Andes.



# INTRODUCCIÓN

La presencia de defectos óseos en cirugía ortopédica representa un problema cada vez más frecuente y de difícil enfrentamiento<sup>1,2,3</sup>. La utilización de injertos óseos es una de las técnicas más utilizados para el manejo de dichos defectos, principalmente como hueso corticoesponjoso estructurado en resecciones tumorales amplias<sup>2,4-7</sup> o como hueso esponjoso tras curetaje de cavidades quísticas tumorales benignas, recambios protésicos, fusiones vertebrales extensas, traumatismos, etc8-10. El poder almacenar y disponer de injerto óseo abundante ha sido una aspiración antigua en Ortopedia y Traumatología<sup>11-13</sup>. En 1999, solamente en los Estados Unidos se utilizaron alrededor de 750.000 aloinjertos en distintos procedimientos quirúrgicos<sup>14</sup>.

El hueso autólogo (obtenido del propio paciente) ha sido el "material" clásicamente empleado como injerto para el relleno de los defectos óseos. Diversas publicaciones han demostrado que es el mejor recurso biológico para la reparación y reconstrucción del sistema esquelético<sup>10,15,16</sup>. Sin embargo, las desventajas relacionadas con la morbilidad de la zona dadora tales como el riesgo de infección, sangramiento, anestesia y tiempo operatorio prolongado, dolor postoperatorio, la cantidad de tejido óseo limitado y la necesidad de sacrificar estructuras normales de cualquier parte del organismo, limitan su aplicación 8,14,17. Esto ha llevado a procurar otras alternativas como el uso de coral, hidroxiapatita, metales porosos y de injerto óseo obtenido desde otro paciente (aloinjerto) ya sea fresco o conservado por congelación, liofilización u otros medios<sup>15,16</sup>.

Los aloinjertos han sido ampliamente estudiados y se sabe que tienen una menor capacidad osteoinductiva y osteoconductiva que el injerto autólogo, con tiempos mayores para su incorporación en el hueso receptor<sup>15</sup>. Sin embargo, su mayor desventaja es el riesgo de transmisión de enfermedades que conlleva el transplante de tejido óseo desde un paciente a otro<sup>14,18</sup>. Afortunadamente, el desarrollo de mejores técnicas de detección y de preservación de tejidos, asociado a un mejor conocimiento de los procesos biológicos y patológicos que invo-

lucran los aloinjertos, ha reducido esta complicación<sup>14</sup> (Se estima que actualmente, el contagio de VIH a través de este tipo de injertos es menor que 1 en 1 millón<sup>17</sup>).

A pesar de estas desventajas, los aloinjertos siguen siendo la mejor solución costo-efectiva para los pacientes con defectos no reparables con autoinjerto<sup>16</sup>.

El objetivo de este trabajo es presentar la experiencia del Banco de Huesos de Clínica Alemana de Santiago en el uso de aloinjertos de cabeza femoral, tanto desde el punto de vista del estudio de las piezas, procesamiento y utilización en distintas cirugías.

# MATERIAL Y MÉTODO

Estudio retrospectivo, realizado entre Abril de 1994 y Agosto del 2004 en el Banco de Huesos de Clínica Alemana de Santiago.

Durante este período se extrajeron un total de 464 piezas (cabezas femorales, aloinjertos óseos masivos, injertos osteocondrales, tendones y meniscos). De éstos, 420 cabezas femorales fueron almacenadas en nuestro Banco de Tejidos.

Basados en las guías publicadas por la Asociación Americana de Bancos de Tejidos, y del Banco de Tejidos de la Universidad de Navarra en España, se estableció un protocolo de procuración, estudio y utilización de aloinjertos. Todos los médicos de la Unidad de Traumatología participaron y tuvieron conocimiento de estos protocolos, al igual que las enfermeras de pabellón, Banco de Sangre y Laboratorio.

En el caso de aloinjertos de un donante cadáver, ya sea dentro como fuera de la clínica, la obtención de éstos estuvo relacionada con la donación conjunta de otros órganos, por lo que se siguieron las normas de la comisión de trasplantes, establecidas para este tipo de procuración.

Se elaboró un consentimiento informado y una ficha con los datos de cada donante y receptor, consignándose las patologías específicas y el resultado de los exámenes practicados a cada uno de ellos.

Luego de extraerse con técnica estéril, las cabezas femorales resecadas fueron debridadas

v se tomaron cultivos para gérmenes aerobios y anaerobios. Algunas cabezas fueron fragmentadas en 2 y 4 piezas al momento de su extracción, dependiendo de los requerimientos del Servicio, principalmente para su utilización en el relleno de defectos óseo pequeños. En estos casos, las piezas fueron pesadas para tener un parámetro de la cantidad de tejido óseo disponible.

Posteriormente, las muestras fueron colocadas en forma independiente, en un recipiente plástico hermético y éste a su vez fue puesto dentro de 2 bolsas plásticas estériles debidamente rotuladas, almacenándose en el Congelador del Banco de Tejidos a –80°C. Un tiempo mínimo (3 semanas) fue aprovechado para la obtención de los resultados analíticos del donante (cultivos de la pieza y exámenes del donante: antígeno australiano, grupo y Rh, serología virus hepatitis, CMV, HIV, Chagas y VDRL).

Para identificar las muestras se utilizó un sistema de etiquetas: rojas para piezas en estudio y verdes para aloinjertos aptos para su utilización, previo visado del encargado del Banco de Huesos y Tejidos.

La mayoría de las cabezas femorales se utilizaron en cirugía de revisión protésica, relleno de cavidades y fracturas con defectos óseos. En todos los casos se siguió el mismo protocolo: solicitud al Banco de Huesos previo a la cirugía, descongelación y lavado con sueros tibios previo a la preparación del injerto, sin uso de antibióticos. Al momento de la cirugía se tomó un nuevo cultivo de la cabeza femoral a modo de control del Banco de Huesos.

En los casos en que se requirió de injerto morselizado, se utilizó un molinillo Tracer<sup>TM</sup>® para moler la cabeza femoral. Cuando se requirió de injerto estructurado, simplemente se talló el injerto con sierra motorizada.

En todos los casos se mantuvo un seguimiento del receptor por parte de su médico tratante, informando al encargado del Banco de Tejidos a cerca de cualquier alteración en la evolución postoperatoria del paciente. Del mismo modo, en el caso de cualquier hallazgo en los exámenes practicados al aloinjerto, éste se notificó al médico tratante del paciente donante.

#### **RESULTADOS**

De un total de 464 piezas extraídas se estudiaron 420 cabezas femorales (90.5%). De éstas, 327 fueron utilizadas en Clínica Alemana (en una pieza o fragmentadas), 26 fueron donadas a distintos centros del país y 67 fueron desechadas por distintas causas (Tabla 1).

La edad promedio de los donantes fue de 65,4 años (12 - 90 años). Ciento noventa y seis donantes hombres y 216 mujeres (total 412).

La edad promedio de los receptores fue de 67 años. El paciente receptor más joven fue de 6 años (Quiste óseo) y el mayor, de 93 años en fractura de cadera. La mayoría de los pacientes receptores (30%) se encontró entre los 68 y 75 años de edad.

En relación a sexo de los receptores, un 62% de mujeres y 38% de hombres.

Dentro de los 23 casos con antígenos virales hepáticos positivos se encontraron: 16 con virus hepatitis B, 5 con virus hepatitis A y 2 con virus hepatitis C.

En las 16 cabezas con cultivos positivos, los agentes aislados fueron: Estafilococo epidermidis en 8 casos, Bacilos gram (-) en 2, Estafilococo coagulasa (-) en 2 casos, 1 cultivo positivo para Escherichia coli, 1 para Klebsiella oxytoca + Enterococo faecalis, Estafilococo warneri en 1 caso y Estreptococo mutans en 1 pieza.

Durante los 2 primeros años de funcionamiento de nuestro banco de huesos, se dese-

Tabla 1. Frecuencia de cabezas femorales desechadas del Banco de Huesos y sus causas

Causa de Desecho	Número de Cabezas Desechadas
Pruebas hepáticas positivas	23
Cultivos positivos	16
Batería de estudio incompleta	11
Sífilis	5
Chagas	5
Citomegalovirus	6
Cáncer	1
Total	67



Tabla 2. Número y porcentaje de cabezas femorales utilizadas según tipo de cirugía

Tipo de cirugía	Nº de cabezas	%
Revisión de artroplastía		
de cadera	115	35,2
Fracturas	92	28,1
Tumores benignos	30	9,2
Artroplastía de cadera en		
displasia	28	8,6
Osteotomías	24	7,3
Artrodesis de columna	20	6,1
Revisión de artroplastía de		
rodilla	7	2,1
Otros	11	3,4
Total	327	100,0

charon 11 cabezas en las cuales no se completó el estudio de rigor. Los exámenes que faltaron corresponden: en 5 casos, a todos los exámenes, en 3 casos faltaron los cultivos bacterianos y en 3, los marcadores virales.

Las 327 cabezas femorales en nuestro banco fueron utilizadas de la siguiente manera (Resumen en Tabla 2):

- 115 cabezas (35,2%) fueron utilizadas en recambios protésicos de cadera (1 - 5 cabezas por procedimiento), principalmente para el relleno de defectos óseos a nivel del cotilo. De éstas, 98 se utilizaron como injerto fragmentado, 15 como injerto mixto, estructurado y fragmentado, y 2 como aloinjerto estructurado.

Cabe destacar que en revisión de artroplastía de cadera es donde se utilizó el mayor número de cabezas femorales en un solo paciente (5 cabezas femorales).

- 92 cabezas (28,1%) fueron utilizadas en fracturas: fracturas de platillos tibiales en 21 casos, fracturas de cadera en 20, fractura de fémur en 19, fracturas de muñeca en 14 y otras fracturas en 18 casos (1-2 cabezas por procedimiento).
- 30 cabezas (9,2%) se utilizaron para relleno de cavidades en tumores benignos: quiste óseo simple en 12 casos, displasia fibrosa en 3,

quiste aneurismático en 4 ocasiones y otras lesiones en 11 (1 cabeza por procedimiento).

- 28 cabezas (8,6%) se utilizaron en artroplastías primarias de caderas displásicas (1-2 cabezas por procedimiento).
- 24 cabezas femorales (7,3%) se utilizaron en osteotomías (1-2 cabezas por procedimiento): 12 en osteotomías pelvianas y 11 en osteotomías de rodilla.
- 20 cabezas (6,1%) fueron utilizadas en artrodesis de columna (1-2 cabezas por procedimiento): 12 en escoliosis y 8 en artrodesis lumbar.
- 7 cabezas (2,1%) se utilizaron en revisión de artroplastía de rodilla (1-2 cabezas por procedimiento).
- 11 cabezas (3,4%) se destinaron para otras cirugías ortopédicas.

72 cabezas femorales (22%) fueron utilizadas en cirugías de urgencia o cirugía no programada para el aloinjerto. El resto (78%) se utilizó en cirugías programadas.

El año que se utilizaron más cabezas femorales fue el 2002 (74 cabezas) y menos en 1994 (5 cabezas).

#### DISCUSIÓN

Este Banco fue creado en el año 1994, utilizando inicialmente como medio de conservación un congelador de -40 °C, instalado en las dependencias del banco de sangre. Posteriormente, en Noviembre de 1995, se instaló en el pabellón central un congelador Forma-Scientific®, modelo 8525, de -80 °C con lo que se facilitó el uso y la conservación prolongada de los aloinjertos. Además se cuenta con un dispositivo que permite un descenso gradual de temperatura, ubicado en el laboratorio central de la Clínica, el cual se utiliza para crioconservar cartílago articular y tejidos blandos.

Inicialmente sólo se almacenaron cabezas femorales obtenidas de cirugías de reemplazo articular, pero posteriormente se amplió su uso a aloinjertos masivos y partes blandas, como tendones patelares, tibiales posteriores, aquilianos, meniscos y otros.

Dentro de la curva de funcionamiento de un



experiencia, se requirieron de 2 años para optimizar la utilización de las piezas extraídas. Es así como, la pérdida de 11 cabezas femorales por falta de un estudio completo ocurrió sólo durante el inicio del funcionamiento del banco, correspondiendo a un 2,6% del total de cabezas en estudio.

De las cabezas desechadas por otras causas, destaca la presencia de un 5,5% de serología positiva para hepatitis, principalmente por virus B (70%), lo cual sobrepasa ampliamente las estimaciones de 0,3 a 0,6% que se han realizado en diversos estudios epidemiológicos en nuestro país<sup>19,20</sup>. Este es un echo de suma importancia ya que pone en evidencia la falta de una historia clínica y de un estudio adecuado para este tipo de donante y por otra parte, refleja un riesgo agregado de transmisión para el cirujano. Esto ha determinado en nuestro grupo, realizar una serología completa para todo paciente que va a ser sometido a una prótesis total de cadera.

Las 16 cabezas descartadas por cultivos bacterianos positivos (3,8%) representan un porcentaje de contaminación mucho menor que el descrito en la literatura internacional (hasta un 53% de contaminación), lo cual refuerza la calidad de nuestros estándares en la obtención, procesamiento y almacenamiento de los injertos<sup>21,22</sup>.

Respecto de donaciones a otros centros, estas correspondieron a 26 cabezas femorales (6,2%). Cabe recordar que el intercambio de aloinjertos es un procedimiento relativamente frecuente, no bien protocolizado en nuestro país, y que depende de los estándares y de la voluntad de cada banco, lo cual a nuestro juicio, lo convierte en una práctica un tanto riesgosa. Sin embargo, comprendemos que la necesidad de aloinjertos, un bien escaso, muchas veces nos obliga a su "intercambio". Esto debe evaluarse para cada caso particular y debiera legislarse respecto a este tema.

El disponer de un banco de tejidos del aparato locomotor representa un esfuerzo de un grupo de trabajo ya que el punto más débil, por sobre la procuración, es la organización y administración del mismo. Para nuestro grupo, la presencia de este banco nos ha permitido en-

frentar patología de mayor complejidad, debiendo ampliarlo incluso a tejidos blandos. Esto nos da una ventaja comparativa respecto de otros centros que no cuentan con este tipo de recursos.

Si bien los bancos de huesos y tejidos funcionan desde la década de los 50 en nuestro país<sup>11,23-27</sup>, aún no se ha logrado consolidar un manejo global de este tipo de recurso en nuestro medio.

Nos parece importante destacar que una forma de optimizar este recurso fue la fragmentación en 2 ó 4 partes de la cabeza femoral, para aquellas cirugías que requerían menor cantidad de injerto (fracturas de muñeca, quistes óseos pequeños, etc), ya que en varios casos se desperdició el resto del aloinjerto. Es recomendable determinar la cantidad de tejido óseo de cada fragmento, pesando las muestras, ya que las piezas habitualmente son de distinto tamaño, hecho que no es apreciable una vez almacenadas

Nuestra principal indicación fue en cirugía de cadera, especialmente en revisiones de artroplastías (35,2%). Creemos que el disponer de este tipo de injerto nos ha permitido resolver patología cada vez más compleja de esta articulación.

Setenta y dos cabezas femorales (22%) se utilizaron en forma no electiva. En estos casos no fue posible programar la utilización del aloinjerto y éste fue solicitado en el intraoperatorio. Esto presenta una problemática en relación a la disponibilidad del aloinjerto y el planteamiento que debe tenerse frente el enfermo respecto del uso de éste, discusión que aún no ha sido resuelta a nivel mundial.

En resumen, podemos decir que los injertos óseos en nuestro centro se utilizan en la más variada gama de pacientes, sin importar el sexo o la edad, y que su disponibilidad ha sido un importante aporte para la práctica quirúrgica, lo cual se ve reflejado en su uso masivo en las más diversas patologías.

## BIBLIOGRAFÍA

 IMAMALIYEV A S. The preparation, preservation and transplantation of articular bone ends. In Recent Advances in Orthopedics, pp. 209-263. Edited by



- A. G. Apley. London, Churchill, 1969.
- 2.- OTTOLENGHI C E. Massive osteoarticular bone grafts trasplant of the whole femur. J Bone Joint Surg 1966; 48-B: 646-59.
- 3.- VOLKOV M. Allotransplantation of joints. J Bone Joint Surg 1970; 52-B (1): 49-53.
- 4.- BAHAMONDE M L. Complicaciones de aloinjertos masivos. Rev Chilena Ortop y Traum 1999; 40 (3): 186-92.
- PARRISH F F. Treatment of bone tumor by total excision and replacement with massive autologous and homologous grafts. J Bone Joint Surg 1966; 48-A: 968-90.
- 6.- TORO F, BAAR A, CALVO R. Cirugía reconstructiva en tumores del extremo proximal del húmero. Rev Chilena Ortop y Traum 1999; 40 (3): 171-8.
- 7.- WILSON P, LANCE E. Surgical reconstruction of the skeleton following segmental resection for bone tumors. J Bone Joint Surg 1965; 47-A: 1629-56.
- 8.- CALVO R. Banco de Huesos. Uso en artrodesis vertebrales. Rev Chilena Ortop y Traum 1993; 34 (4): 234-46.
- FRIEDLAENDER G E. Immune response to osteochondral allografts. Biology, banking and clinical applications. Allografts Boston, Little Brown, 1983.
- SCHWEITZER D, SOTELO P, ZAMUDIO E. Banco de tejidos músculo-esquelético. Diez años de experiencia. Rev Chilena Ortop y Traum 1999; 40 (3): 125-30.
- CALVO R. Banco de Huesos en Chile. Revisión Histórica. Rev Chilena Ortop y Traum 2003; 44: 142-246.
- 12.- LEXER E. Jt. Transplantations and arthroplasty. Sur Gynec Obstet 1925; 40: 782-809.
- 13.- MCEWEN W. Observation concerning trasplantation of bone. Illustrated by a case of inter-human osseous transplantation, where by over two-thirds of the shaft of the humerus was restored. Proc Roy Soc London 1881; 32: 232-47.
- 14.- BARBOUR S. A. The safe and effective use of Allograft tissue-an Update. Am J Sports Med, 2003; Vol. 31, No. 5: 791-797.
- 15.- GAZDAG A, LANE J, GLASER D, FORSTER R. Alternatives to Autogenous Bone Graft. J Am Acad Orthop Surg 1995; 3: 1-8.

- 16.- MANKIN T I. Cadaver bone allografts-bone banks in orthopedics, principles and their application, edited by S. L. Turck. Ed. 3, pp. 70-75 Philadelphia J. B. Lippincott 1977.
- 17.- VANGSNESS Jr T, GARCÍA I, MILLS R, KAINER M A, ROBERTS M, MOORE T. Allograft Transplantation in the Knee: Tissue Regulation, Procurement, Processing, and Sterilization. Am J Sports Med 2003; 31 (3): 474-81.
- 18.- TORRES C, ELGUETA A, GUILOFF L. Banco de Huesos: Inconvenientes en la selección de aloinjertos. Rev Chilena Ortop y Traum 1991; 32 (2): 109-16.
- 19.- MUÑOZ G, VELASCO M, THIERS V, HURTA-DO C, BRAHM J, LARRONDO-LILLO M, GUGLIELMETTI A, SMOK G, BRECHOT C, LAMAS E. Prevalence and genotypes of hepatitis C virus in blood donors and in patients with chronic liver disease and hepatocarcinoma in a Chilean population. Rev Méd Chile 1998; 126 (9): 1035-42.
- 20.- SILVEIRA T R, DA FONSECA J C, RIVERA L, FAY O H, TAPIA R, SANTOS J I, URDENETA E, COSTA CLEMENS S.A. Hepatitis B seroprevalence in Latin America. Pan Am J Public Health 1999; 6 (6): 378-383.
- 21.- DEIJKERS R L M, BLOEM R M, PETIT P L C, BRAND R, VEHMEYER S B W, VEEN M R. Contamination of Bone Allografts. Analysis of Incidence and Predisposing Factors. J Bone Joint Surg [Br] 1997; 79-B: 161-6.
- 22.- PÉREZ A. El Banco de Huesos del Hospital del Trabajador. Rev Chilena Ortop y Traum 1993; 34 (1): 37-43.
- 23.- ACHURRA M. Homoinjerto óseo conservado en Merthiolate. Rev Chilena Ortop y Traum 1960-1961; 8 (1,2,3): 19-25.
- 24.- FORTUNE J. Sustituciones óseas. Rev Chilena Ortop y Traum 1963; 2 (1,2): 67-71.
- 25.- NARVÁEZ S. Banco de Huesos. Rev Chilena Ortop y Traum 1953; 1 (1): 17-21.
- 26.- NARVÁEZ S. Tratamiento quirúrgico de la osteomielitis crónica por canalización y relleno de la cavidad residual con injertos óseos conservados en Banco de Huesos. Rev Chilena Ortop y Traum 1953; 1 (2): 100-2.
- 27.- URRUTIA C, TOLEDO L. Substitución ósea. Rev Chilena Ortop y Traum 1959; 7 (1,2,3): 57-65.

Correspondencia:

Dr. Rafael Calvo R.

Dirección: Vitacura 5951, Unidad de Traumatología.

Fono: 2101033 - Fax: 2101033.



# Tratamiento quirúrgico de braquimetatarsia. Elongación progresiva en un tiempo

CRISTIAN ORTIZ M.\* y EMILIO BARRA D.\*\*

#### **ABSTRACT**

Surgical treatment of brachymetatarsia. Progressive distraction in one surgical time

Brachymetatarsia is an uncommon problem that is more frequent in women and generally asymptomatic. The gold standard surgical procedure is bone distraction with external fixation. An alternative technique has been recently described with progressive distraction in one surgical time. With this last technique we evaluated the results of 6 patients with a minimum follow up of 10 months, including AOFAS pre and post operative score of 78 and 95 respectively, complete subjective satisfaction (Johnson score) in 5 and minor reserves in one patient. Complications were mild in just two patients. The return to daily activities was in 9 weeks. Conclusion: one time distraction technique for brachymetatarsia gives good functional and static results.

Key words: Brachymetatarsia, surgical treatment.

#### RESUMEN

Braquimetatarsia es una patología poco común, generalmente asintomática, más frecuente en mujeres. El gold standard quirúrgico es elongación progresiva con fijador externo. Recientemente se ha descrito una técnica alternativa, elongación en un tiempo progresiva. Con esta última técnica, evaluamos los resultados de 6 pacientes con 10 meses de seguimiento: AOFAS pre y post-operatorio de 78 y 95 puntos respectivamente; evaluación de satisfacción subjetiva (Johnson), con satisfacción completa en 5 y reservas menores en 1 paciente. Las complicaciones fueron menores en 2 pacientes. El regreso a las actividades de la vida diaria fue a las 9 semanas. Conclusión: el alargamiento en un tiempo para la braquimetatarsia es una técnica con buenos resultados estéticos y funcionales.

**Palabras clave:** Braquimetatarsia, tratamiento quirúrgico.

<sup>\*</sup> Instructor Asociado. Departamento de Ortopedia y Traumatología. Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>\*\*</sup> Residente de Ortopedia y Traumatología. Departamento de Ortopedia y Traumatología. Pontificia Universidad Católica de Chile.



# INTRODUCCIÓN

El término Braquimetatarsia se utiliza cuando el extremo distal de un metatarsiano se encuentra 5 o más milímetros proximal al arco parabólico distal<sup>1</sup>. Es una condición rara, de causa congénita o adquirida<sup>2</sup> (Figura 1).

La mayoría de los pacientes con braquimetatarsia son asintomáticos y sin alteraciones funcionales, particularmente cuando el acortamiento es menor o igual a 1 cm. El principal motivo de consulta es estético (Figura 2).

El enfrentamiento del paciente se basa en la anamnesis y examen físico integral del paciente, apoyado por estudios de imagen, fundamentalmente referida a radiografías del pie en tres proyecciones.

Las opciones de tratamiento para braquimetatarsia sintomática incluyen medidas conservadoras o quirúrgicas. Las primeras consideran manipulaciones de los ortejos, taping o férulas, que no han mostrado ser beneficiosas<sup>2</sup>. También se utilizan plantillas con barras de apoyo retrocapitales o modificaciones del calzado<sup>3</sup>.



Figura 1.

Las principales indicaciones para el tratamiento quirúrgico son; estética, metatarsalgia, keratosis plantar intratable y deformidad tipo cock-up<sup>2,4</sup>. Las alternativas quirúrgicas incluyen; amputación, liberación de partes blandas, sindactilia, acortamiento del metatarsiano adyacente y alargamiento metatarsiano en un tiempo o en forma gradual<sup>2</sup>.

En la actualidad, el tratamiento quirúrgico está centrado fundamentalmente en el alargamiento del metatarsiano, el cual, puede ser llevado a cabo, por medio de alargamiento en un tiempo o en forma gradual<sup>2,4-11</sup>.

Se prefiere efectuar alargamiento en un tiempo cuando la longitud a alcanzar es menor de 15 mm. Por el contrario, los casos que requieren alargar más de 15 mm o existe más de un metatarsiano afectado, tiene indicación el alargamiento por callotaxis sola o combinada con acortamiento del metatarsiano adyacente<sup>5,7-9</sup>.



Figura 2.



En la actualidad, el tratamiento quirúrgico de braquimetatarsia tiene como gold standard el alargamiento metatarsiano gradual a través de un fijador externo. La técnica de alargamiento agudo, más recientemente descrita, ha sido mejor evaluada por los pacientes, pero carece de grandes casuísticas.

En el equipo de tobillo y pie, del Hospital de la Pontificia Universidad Católica de Chile, realizamos la técnica de alargamiento en un tiempo.

# **OBJETIVO**

Evaluar los resultados clínicos del tratamiento quirúrgico de braquimetatarsia con alargamiento en un tiempo.

#### MATERIAL Y PACIENTES

Estudio descriptivo retrospectivo de 6 pacientes con braquimetatarsia operados en el Hospital Clínico PUC, entre enero 2003 y abril 2004. Todos de sexo femenino, de 16 a 34 años de edad (mediana de 18 años) y seguimiento



Figura 3.

promedio de 10 meses (2 a 17 meses). Se analizaron las variables; número de metatarsianos, motivo de consulta, técnica quirúrgica, complicaciones, evaluación funcional (AOFAS), subjetiva (K. Johnson), regreso actividad laboral y deportiva.

Se trataron todos los casos con braquimetatarsia menor de 1,5 cm. La técnica consiste en alargamiento gradual en un tiempo, por medio de un distractor de lámina o mini distractor DFS.

Realizamos un abordaje dorsal longitudinal sobre el metatarsiano afectado (Figura 3). Instalan shantz de 3 mm perpendiculares al eje del metatarsiano. Acopla y fija la barra distractora, paralelo al resto de los metatarsianos. Con sierra oscilante a baja velocidad e irrigación con suero fisiológico frío, se practica osteotomía transversal entre los shantz centrales. Inicia distracción de 7 a 8 mm en un tiempo (Figura 4). Fijación de articulación MTF con aguja de kirschner axial 1,2. Reinicia distracción progresiva de aproximadamente 2 mm por cada 3 minutos, por periodo de 20 a 30 minutos. Paralelamente, se obtiene y prepara el autoinjerto estructurado tricortical de cresta iliaca. Obtenido la longitud deseada, se interpone el injerto óseo, fijándolo con una placa tercio de caña. Retiro del minidistractor. Irrigación con suero fisiológico. Cierre celular y piel. Libera isquemia y comprueba perfusión distal.

Inmovilización con bota removible. Descarga total por 6 semanas y luego parcial por 6 a 8 semanas.



Figura 4.



#### RESULTADOS

De los 6 pacientes, 9 pies estaban afectados, braquimetatasia única en 1 y múltiple en 5 pacientes, con 10 metatarsianos en total. Comprometió al 4° metatarsiano en 9/10 y al 3° en 1/10 casos.

El motivo de consulta fue estético en 6/6 y dolor moderado en 2/6. Se realizó alargamiento en un tiempo con distractor de lámina en 6/10 y mini distractor 4/10 metatarsianos. Se utilizó injerto óseo estructurado, de los cuales, 9 fueron autólogos y 1 aloinjerto. La fijación definitiva se realizó con aguja Kirschner más placa.

El alargamiento alcanzado fue en promedio de 16 mm (14 - 19 mm). Figuras 5, 6 y 7.

Todos presentaron rigidez metatarso falángica postoperatoria de al menos 50%, pero asintomática. Las complicaciones fueron de tipo local. Un caso de isquemia transitoria del pulpejo del 4° ortejo y 1 infección superficial controlada con antibióticos orales. En el seguimiento, la evaluación funcional por el Score AOFAS

pre y post-operatorio fue en promedio 78 y 95 puntos respectivamente (Tabla 1), mientras que la evaluación de satisfacción subjetiva de Jonson, mostró satisfacción completa en 5 y con reservas menores en 1 paciente. El regreso a las actividades de la vida diaria fue a las 9 semanas y deportiva a las 16 semanas.

## DISCUSIÓN

Se debe diferenciar Braquimetatarsia de Braquimetapodia. Este último concepto está reservado para metatarsianos cortos asociados a múltiples anormalidades<sup>1,12</sup>.

Es difícil determinar la incidencia real, debido a que habitualmente son asintomáticos. Urano y Kobayashi<sup>13</sup>, publicaron una incidencia de 0,022% en la población sana japonesa infantil. Mah<sup>15</sup>, informó una incidencia de 0,05%. La relación hombre mujer es de 1:25<sup>13,14</sup>, y bilateralidad de 72%<sup>13</sup>. El cuarto metatarsiano es el más frecuentemente afectado<sup>10</sup>.

Las causas son diversas, se dividen en ad-



Figura 5.



Figura 6.



Tabla 1. Escala AOFAS (The American Orthopaedic Foot and Ankle Society)

		Caso Pre	1 Post	Caso Pre	2 Post	Caso Pre	3 Post	Caso Pre	4 Post	Caso Pre	5 Post	Caso Pre	6 Post
Dolor	40 ptos	30	30	30	40	30	40	30	40	30	40	40	40
Función	45 ptos	40	42	38	45	37	42	39	42	37	42	37	45
Alineamiento	15 ptos	8	15	8	8	8	15	8	15	8	15	8	15
		78	87	76	93	75	97	77	97	75	97	85	100
Preoperatorio AOFAS 78						eratorio 95							



Figura 7.

quiridas y congénitas. Las primeras, generalmente unilaterales, debidas a trauma, artritis por cristales, artritis reumatoidea juvenil, infecciosa o tumoral<sup>5</sup>.

Braquimetatarsia congénita, se debe al cierre prematuro de la fisis<sup>10</sup>, puede ser un hallazgo aislado o en el menor de los casos contar con historia familiar de braquimetatarsia. Habitualmente bilaterales. Se asocia en un 10% a 14% a braquimetacarpia<sup>6,13</sup> y un 10% presenta otro metatarsiano acortado<sup>2</sup>.

Esta condición a sido identificada en los siguientes síndromes; síndrome de Apert, Braquidactilia tipo E, Mano hendida, síndrome de Taybi, síndrome de Pfeiffer, síndrome de Turner y síndrome de Down. Asociada a muchas endocrinopatías; seudohipoparatiroidismo, osteodistrofia hereditaria de Albright. Las displasias asociadas son; displasia diastrófica, displasia epifisiaria múltiple, miositis osificante, acondrogénesis, acondroplasia, acrodisostosis,

displasia acromesomélica y condrodisplasia metafisiaria. También ha sido reconocido con cierta frecuencia en los siguientes síndromes; síndrome de Carpenter, síndrome de Lange, síndrome de Greve, síndrome de Mohr, síndrome de sinostosis múltiple, síndrome de orofacial digital, síndrome de Poland y síndrome de X entre otros².

El principal motivo de consulta es estético. En culturas de países como Japón, donde habitualmente no se utiliza calzado dentro del hogar, cobra mayor valor la apariencia cosmética del pie.

El examen físico debe incluir extremidades superiores y columna vertebral. Teniendo presente la asociación de braquimetatarsia con síndromes. Más dirigidamente se evalúa el patrón de marcha, trofismo-tono muscular y el pie propiamente tal. Destacando la presencia de keratosis, que puede indicar lesiones de transferencia, metatarsalgia o rigidez. Presencia de deformidad tipo Cock-up, eritema o callosidades dorsales de los ortejos. Es importante evaluar la flexibilidad del pie para descartar contracturas, espasticidad o coalisiones tarsianas².

La radiografías del pie en proyecciones antero-posterior (AP), lateral y oblicua, son utilizadas para determinar la presencia de subluxaciones, luxaciones, cambios degenerativos, presencia de fisis abierta o algún tipo de anormalidad ósea². En la proyección AP¹ se trazan los arcos parabólicos a las cabezas de los metatarsianos y extremos de los ortejos, para cuantificar la cantidad de acortamiento y número de metatarsianos afectados. Harris¹6, en



un estudio retrospectivo determinó que un acortamiento de hasta 4 ó 5 mm es normal.

En la evaluación del paciente varios factores deben ser considerados; número de rayos afectados, cantidad de alargamiento necesario, método de alargamiento, posibilidad de asociar el acortamiento del metatarsiano adyacente, origen del injerto óseo, opciones para fijación interna o externa, retracción de partes blandas y tensión de la piel<sup>5</sup>.

Las indicaciones de tratamiento quirúrgico son principalmente; estética, metatarsalgia, keratosis plantar intratable y deformidad tipo cock-up<sup>2,4</sup>. Las alternativas quirúrgicas incluyen; amputación, liberación de partes blandas, sindactilia, acortamiento del metatarsiano adyacente y alargamiento metatarsiano en un tiempo o en forma gradual<sup>2</sup>.

Históricamente se han planteado diversas alternativas quirúrgicas. Los procedimientos de liberación de partes blandas (capsulotomía, tenotomías) con o sin sindactilización han presentado recurrencia y mala satisfacción del paciente<sup>2</sup>. La amputación del rayo acortado puede ser útil en pacientes con pie ancho. La amputación de la articulación metatarso falángica (MTF) debe ser evitada debido al riesgo de arrastrar al ortejo adyacente dentro del espacio generado, causando subluxación secundaria de la MTF<sup>17</sup>. El acortamiento del metatarsiano adyacente puede resultar en un pie corto, con dificultades para calzar, sin embargo, varios autores han recomendado la combinación de algún grado de acortamiento asociado a alargamiento5.

En la actualidad, el tratamiento quirúrgico está centrado fundamentalmente en el alargamiento del metatarsiano, el cual, puede ser llevado a cabo, por medio de alargamiento en un tiempo o en forma gradual<sup>2-11</sup>.

Las partes blandas tales como tendones, músculos, cápsulas articulares, ligamentos, fascia y piel poseen propiedades viscoelásticas tiempo dependientes. Creep y relajación por estrés, son dos importanetes características viscoelásticas. La primera, está referida al incremento de la deformación en el tiempo bajo una carga constante. La relajación por estrés, denota una disminución del estrés de los tejidos en el tiempo bajo una deformación constante, debido al

realineamiento y elongación de los tejidos<sup>10</sup>.

Para el alargamiento gradual se han usado varios tipos de instrumentos. La mayoría con pocos casos reportados. Skirving<sup>18</sup>, utilizó el fijador externo mini Hoffman. Steedman<sup>19</sup>, agregó al uso de fijador externo la interposición de injerto óseo, fijándolo con aguja de kirschner. Masuda<sup>20</sup>, efectuó alargamientos graduales con fijador externo semicircular tipo Ilizarov, eliminando la necesidad de injerto óseo y la morbilidad del sitio dador, sin embargo, resultaba difícil el seguimiento radiográfico, debido a la gran cantidad de elementos metálicos. Este tipo de fijadores permitió corregir deformidades en flexión, extensión, varo y valgo. Levine<sup>4</sup>, comenzó la utilización de fijadores monolaterales, empleando los principios de Ilizarov, resultando mucho menos aparatoso que el fijador semicircular. Magnan<sup>21</sup>, recomendó utilizar una aguja de kirschner para estabilizar las falanges, favoreciendo la elongación de las partes blandas. Se ha reportado un índice de consolidación de 50 a 82 días por centímetro alargado<sup>4,20,21</sup>. Upton<sup>25</sup>, reportó un alargamiento de 36 mm sin compromiso neurovascular. En la actualidad, se utilizan fijadores DFS o mini alargadores EBI, entre otros<sup>2</sup>.

Muchos han recomendado el alargamiento en un tiempo con o sin injerto óseo. En 1969 Mcglamry<sup>22</sup>, fue el primero en utilizar injerto óseo de calcáneo. Otras fuentes de autoinjerto óseo son<sup>2</sup>; metatarsiano adyacente, falange adyacente, tibia y cresta iliaca. Page<sup>23</sup>, interpuso material sintético. En 1978 Kaplan<sup>24</sup>, alargó el primer metatarsiano con autoinjerto tomado del metatarsiano adyacente, acortando así al segundo metatarsiano, utilizando alambre como método de fijación. Baek y Cheng<sup>6</sup>, alargaron en forma aguda un metatarsiano menor por 20 a 30 minutos, por medio de un separador de lámina óseo, más injerto óseo bicortical de cresta iliaca y fijación con aguja de kirschner. Encontraron que los primeros 7 a 8 milímetros se obtenían fácilmente en un tiempo, luego 1,5 mm por cada clic del separador, con una pausa de 3 minutos. Insertaron una aguja de kirschner en las falanges en forma retrógrada y posteriormente anterógrada hacia la cabeza del metatarsiano. Logrando obtener 5 a 21 mm de alargamiento (11% a 65%), sin requerir plastias en Z de tendones extensores o plastias de la piel,



Tabla 2. Diferencias entre Callotaxis y Elongación progresiva en un tiempo

	Callotaxis	Elongación progresiva en un tiempo
Uso de fijador externo	Si	No
Tiempo de consolidación	15 semanas – 4 1/2 meses	12 semanas
Índice de consolidación	2,7 meses / cm	1,5 meses / cm
Tiempo de descarga	1ª día	6 – 8 semanas
Longitud final	15 – 23 mm	11 – 21 mm
Rigidez articulación MTF	11,1%	13,3%
Riesgo infección	Herida e inserción shantz	Herida
Riesgo lesión neurovasculares	No	Si

además de no reportar problemas neurovasculares<sup>6,10</sup>.

Las desventajas del alargamiento gradual por callotaxis incluyen; mayor tiempo requerido para obtener unión sólida (15 semanas a 4,5 meses *versus* 12 semanas); mayor índice de consolidación (2,7 meses/cm *versus* 1,5 meses/cm); la posibilidad de no unión e infección de los pin. Mientras que, el alargamiento en un tiempo, puede producir morbilidad del sitio dador; problemas neurovasculares con escasos casos publicados, principalmente de isquemia transitoria, que guarda relación con alargamientos excesivos; mayor periodo de descarga (6-8,4 sem versus primer día postoperado); y menor longitud final (11-21 mm, 13,6 mm promedio *versus* 15-23 mm)<sup>7,10</sup> Tabla 2.

La principal complicación es la rigidez MTF, definida como disminución de más del 50% del ROM, presente en el 13,3% y 11,1% de los alargamientos en un tiempo y por callotaxis respectivamente<sup>2,7</sup>. Otras complicaciones descritas son; subluxación MTF, deformidad angular de metatarsiano mayor 5°, hiperpigmentación de la piel, metatarsalgia (sobre alargamiento), fractura por estrés (injerto óseo o hueso neoformado), hiperestesia e isquemia<sup>2,7,9,10</sup>.

Actualmente, existe consenso en intentar realizar algún tipo de alargamiento después de la edad de fusión de la epífisis del metatarsiano, la cual usualmente ocurre entre los 14 y 21 años. Por otro lado, la laxitud de los tejidos disminuye a mayor edad, por esta razón se prefiere alargar antes de los 21

años de edad<sup>9</sup>.

Se prefiere efectuar alargamiento en un tiempo cuando la longitud a alcanzar es menor de 15 mm. Por el contrario, los casos que requieren alargar más de 15 mm o existe más de un metatarsiano afectado, tiene indicación el alargamiento por callotaxis sola o combinada a acortamiento del metatarsiano adyacente<sup>5,7,8,9</sup>.

En general, se debe evitar alargar más del 40% de la longitud original del metatarsiano, debido a la alta probabilidad de complicaciones tales como subluxación y rigidez articular<sup>8,9</sup>. Magnan<sup>21</sup>, reportó serias complicaciones en MTF cuando el alargamiento excedió de 50%.

En nuestro Hospital, con la pequeña casuística presentada observamos que todos los pacientes consultaron fundamentalmente por motivos estéticos. Logrando un alargamiento promedio de 16 mm, destacando la presencia de rigidez en todos lo casos, pero asintomática. Y dos casos de complicaciones menores. Sin embargo, la evaluación funcional y de satisfacción de los pacientes fue excelente.

# **CONCLUSIÓN**

El alargamiento progresivo en un tiempo es una técnica segura y reproducible con esta indicación (< 15 mm de alargamiento), con buenos resultados estéticos y funcionales, y con buena satisfacción para el paciente a pesar de las complicaciones menores observadas.



#### **BIBLIOGRAFÍA**

- BARTOLOMEI F J. Surgical correction of brachymetatarsia. J Am Podiatr Med Assoc 1990; 80: 76-82.
- 2.- DAVIDSON R. Metatarsal lengthening. Foot Ankle Clin 2001; 6 (3): 499-518.
- 3.- MUZZO J J, MUELLER R A. Diaphyseal lengthening for brachymetatarsia. J Foot Surg 1987; 22: 104-7.
- 4.- LEVINE S E, DAVIDSON R S, DORMANS J P. Distraction osteogenesis for congenitally short lesser metatarsals. Foot Ankle Int 1995; 16: 196-200.
- 5.- KIM H, LEE S, YOO C, SUH J. The management of brachymetatarsia. J Bone Joint Surg Br 2003; 85-B: 683-90.
- 6.- BAEK G, CHUNG M. The treatment of congenital brachymetatarsia by one stage lengthening. J Bone Joint Surg Br 1998; 80: 1040-44.
- 7.- CHOI H, CHUN M S, BAEK G H, CHO T J, CHUN Y. Metatarsal lengthening in congenital brachymetatarsia: one stage lengthening versus lengthening by callotasis. J Pediatr Orthop 1999; 19 (5): 660.
- 8.- MASADA K, FUJITA S, FUJI T, OHNO H. Complications following metatarsal lengthening by callus distraction for brachymetatarsia. J Pediatr Orthop 1999; 19 (3): 394-7.
- CHANG-WUG O, RAJAN S, HAE-RYONG S, KYUNG-HOI K, HEE-SOO K, BYUNG-CHUL P. Complications of distraction osteogenesis in short fourth metatarsals. J Pediatr Orthop 2003; 23: 484-7.
- GOO H B, MOON S C. The treatment of congenital brachymetatarsia by one stage lengthening. J Bone Joint Surg Br 1998: 80; 1040-4.
- 11.- SONG H R, OH C W, KYUNG, KIM S J, GUILLE J T, LEE S M, KIM P T. Fourth brachymetatarsia treated with distraction osteogenesis. Foot Ankle Int 2003; 24 (9): 706-11.
- 12.- HOSOKAWA K, SUSUKI T. Treatment of multi-

- plebrachymetatarsia: a case report. Br J Palst Surg 1987; 40: 423-6.
- 13.- URANO Y, KOBAYASHI A. Bone lengthening for shortness of the fourth toe. J Bone Joint Surg Am 1978; 60: 91-3.
- HANDELMAN R, PERLMAN M, COLEMAN W. Brachymetatarsia: A review of the literature and case report. J Am Podiatr Med Assoc 1986; 76: 413-6.
- 15.- MAH K, BEEGLE T, FALKNOR D. A correction for short fourth metatrsal. J Am Podiatr Med Assoc 1983; 73; 196-200.
- 16.- HARRIS R I, BEATH T. The short first metatarsal: Its incidence and clinical significance. J Bone Joint Surg Am 1949; 31: 553-4.
- FERNÁNDEZ L, YUBERO J, USABIAGA J. Congenital brachymetatarsia: Three cases. Foot Ankle Int 1993; 14: 529-33.
- 18.- SKIRVING A P, NEWMAN J H. Elongation of the first metatarsal. J Pediatr Orthop 1983; 3: 508-10.
- 19.- STEEDMAN J T, PETERSON H A. Brachymetatarsia of the first metatarsal treated by surgical legthening. J Pediatr Orthop 1992; 12: 780-5.
- 20.- MASUDA T, MATCH N, NAKAJIMA T. Treatment of brachymetatarsia using a semicircular lengthener. Acta Orthop Scand 1995; 66: 43-6.
- 21.- MAGNAN B, BRAGANTINI A, REGIS D. Metatarsal lengthening by callotasis during growth phase. J Bone Joint Surg Br 1995; 77: 602-7.
- 22.- MCGLAMRY E D, COOPER C T. Brachymetatarsia: a surgical treatment. J Am Podiatry Assoc 1969; 59: 259-64.
- 23.- PAGE J C, DOCKERY G L, VANCE C E. Brachymetatarsia with brachymesodactyly. J Foot Surg 1983; 22: 104-7.
- 24.- KAPLAN E G, KAPLAN G S. Metatarsal lengthening by use of autogenous bone graft and internal wire compression fixation. J Foot Surg 1978; 17: 60-6.
- 25.- UPTON J, KHOURI R, RAMOS D. Distraction lengthening for the congenitaily short metatarsal: A case report. Foot Ankle Int 1989; 10: 184-7.

Correspondencia:

Dr. Emilio Barra Dinamarca

Fono: 098870319

Secretaría de Traumatología. Fono: 3543467 – 3546846

Fax: 3546847



# Transporte óseo en defectos segmentarios de tibia con sistema LRS Orthofix

GONZALO ESPINOZA L.\*.\*\*, LUIS BAHAMONDE M.\*.\*\*, CLAUDIO MORAGA H.\*\* y ANTÓN ZARRAONANDÍA A.\*\*\*

#### **ABSTRACT**

Limb reconstruction system orthofix bone transport treatment for tibial defects

The purpose of this study was to evaluate the results and complications of LRS (Limb Reconstruction System) Orthofix for bone transport, in the treatment of tibial bone defects. Ten patients with bone defects due to trauma and infection were treated between July 1997 and July 2004. In all cases, bone union was achieved without residual infection.

**Key words:** Bone transport, LRS Orthofix.

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio es evaluar los resultados y complicaciones del transporte óseo, en el tratamiento de defectos segmentarios de tibia, usando el sistema de fijación externa LRS (Sistema de Reconstrucción de Miembros) Orthofix. Fueron tratados diez pacientes con defecto segmentario de tibia, en cinco de ellos secundario a infección y en cinco por trauma, entre Julio 1997 y Julio 2004. Todos los pacientes consolidaron sin signos de infección.

Palabras clave: Transporte óseo, LRS Orthofix.

# INTRODUCCIÓN

Los defectos óseos de tibia generalmente son el resultado de un trauma de alta energía o desbridamiento de una osteomielitis<sup>1</sup>. Se asocian a ellos lesiones importantes de partes blandas, que alteran el resultado funcional más allá de la pérdida ósea<sup>2</sup>.

Por lo tanto, en la evaluación del tratamiento

de un defecto óseo debe considerarse como objetivo no sólo la consolidación ósea sino también el resultado funcional.

Históricamente los defectos óseos de tibia, han sido tratados con técnicas como Papineau, injerto óseo de peroné libre o vascularizado, uso de autoinjerto óseo esponjoso, osteosíntesis con clavo, placa o fijadores externos.

Estas técnicas implican un largo periodo de

Los autores declaran que el presente trabajo, no recibió financiamiento de ningún tipo para su realización.

<sup>\*</sup> Servicio Traumatología, Hospital Mutual de Seguridad Santiago.

<sup>\*\*</sup> Departamento de Ortopedia y Traumatología.Clínica Alemana Santiago.

<sup>\*\*\*</sup> Interno de Medicina, Universidad de Los Andes.



tratamiento, y se asocian con un alto porcentaje de complicaciones, como no unión, acortamiento, deformidad e infección<sup>3</sup>.

El método de osteogénesis por distracción introducido por Ilizarov, revolucionó el tratamiento de los defectos óseos<sup>4,5</sup>. Derivaciones de este método incluyen el uso de sistemas de fijación externa monolateral, como el Sistema de Reconstrucción de Miembros (LRS) de Orthofix, el cual es motivo de este estudio.

# MATERIAL Y MÉTODOS

Entre Julio de 1997 y Julio de 2004, fueron tratados diez pacientes con defecto óseo segmentario de tibia, usando la técnica de transporte óseo con el sistema LRS de Orthofix (Figura 1).

La pérdida ósea de tibia fue secundaria a remoción de hueso necrótico infectado en cuatro pacientes, dos de los cuales correspondian a pseudoartrosis infectada y dos osteomielitis en el curso de tratamiento de fracturas expuestas III B de Gustilo y Anderson, y en seis pacientes por pérdida ósea traumática.

Todos los pacientes son hombres, con un promedio de edad de 39 años (rango 23-58) (Figura 2).

Las lesiones se produjeron en todos los casos como secuelas de accidentes laborales.

Al momento de iniciar el transporte óseo, el defecto promedio a transportar era 6,1 cm (rango 3,5 cm-12 cm). Cinco pacientes presentaban una pérdida importante de partes blandas que requirieron de cobertura, previo al inició del transporte óseo. En tres de ellos se efectuó colgajo microquirúrgico (dos *gracilis* y un *latissimus dorsis*), los dos restantes fueron tratados con colgajos cruzados (Figura 3) (Tabla 1).

En ocho pacientes se efectuó transporte óseo a un solo nivel: siete de proximal a distal y uno de distal a proximal. En un paciente se efectuó transporte a dos niveles y en un paciente se realizó compresión inicial en el foco, seguido de distracción.

Los resultados se dividieron según la pauta de evaluación de Paley en óseos y funcionales<sup>1</sup> (Tablas 2, 3, 4 y 5).

En los casos que presentaban osteomielitis, el hueso necrótico o infectado y las partes



Figura 1a. Defecto óseo postraumático.



**Figura 1b.** Transporte óseo con LRS y aporte de injerto óseo en sitio de contacto.



**Figura 1c.** Transporte óseo finalizado y consolidado.





Figura 2a. Defecto óseo postraumático más fragmento intermedio necrótico e infectado.



**Figura 2b.** Resección del fragmento intermedio y aporte de perlas de gentamicina.



Figura 2c. Transporte óseo con LRS.



**Figura 2d.** Transporte óseo finalizado y consolidado.



Figura 3a. Colgajo microquirúrgico libre de Gracilis cubierto con injerto dermoepidermico.

blandas comprometidas, fueron resecadas previo a la instalación del LRS Orthofix (Figura 4).

El proceso de distracción se inició al décimo dia post corticotomía, con una progresión de un mm diario, a un ritmo de 0,25 mm cada 6 horas.

En todos los casos se aportó injerto óseo, al lograr contacto con el extremo óseo receptor.



Tabla 1. Transporte óseo en defectos segmentarios de tibia

n° paciente	Edad	Diagnóstico	Defecto óseo	Tiempo de transporte	Cobertura de partes blandas
1	45	Fractura expuesta III B	9 cm	4 meses	Colgajo microquirúrgico gracilis
2	31	Fractura expuesta IIIB	12 cm	12 meses	Colgajo microquirúrgico dorsal ancho
3	58	Fractura expuesta IIIB	3,5 cm	2 meses	Colgajo cruzado
4	51	Fractura expuesta IIIB	6 cm	3 meses	No
5	23	Fractura expuesta IIIB	5 cm	2 meses	Colgajo cruzado
6	37	Pseudoartrosis infectada	6 cm	3 meses	No
7	30	Fractura expuesta IIIB	3 cm	3 meses	Colgajo microquirúrgico gracilis
8	30	Pseudoartrosis infectada	6 cm	4 meses	No
9	52	Fractura expuesta IIIC	4 cm	3 meses	No
10	35	Fractura expuesta IIIB	5 cm	3 meses	No

Tabla 2. Criterios de resultados óseos

- 1. Unión
- 2. Infección
- 3. Deformidad
- 4. Diferencia de longitud de extremidades inferiores
- 5. Superficie de contacto entre extremo distraído y hueso recipiente

#### Tabla 3. Criterios de resultados funcionales

- 1. Dolor
- 2. Necesidad de muletas para caminar
- 3. Disminución de la función de la articulación del tobillo o subastragalina
- 4. Deformidad o contractura del pie, rodilla o tobillo

Tabla 4. Resultados óseos					
Excelente	Bueno	Regular	Malo		
<ul> <li>Sin infección</li> <li>Deformidad 5° o menos</li> <li>Diferencia de longitud menos 2,5 cm</li> <li>Tiempo corto inmo- vilización (6 semanas)</li> </ul>	- Unión sin infección y falta de un criterio anterior	- Unión sin infección y faltan dos criterios anteriores	- No unión o persistencia de infección		

Tabla 5. Resultados funcionales						
Excelente	Bueno	Regular	Malo			
<ul> <li>Sin dolor</li> <li>No requiere muletas</li> <li>No hay equino ni varo del pie, rodilla o tobillo</li> <li>Pérdida no mayor de 20° en movilidad tibioastragalina</li> <li>Puede hacer actividad de vida diaria sin dificultad</li> </ul>	<ul> <li>Sin dolor</li> <li>Actividad de vida diaria con mínima dificultad</li> <li>Falla algún otro criterio</li> </ul>	<ul> <li>Sin dolor</li> <li>Actividad de vida diaria con mínima dificultad</li> <li>Fallan otros dos criterios</li> </ul>	<ul> <li>Dolor</li> <li>Limitación de vida diaria</li> <li>Fallan tres criterios</li> </ul>			





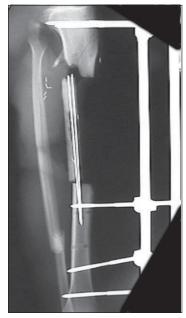


Figura 4b. Cobertura de partes blandas con colgajo microquirúrgico de *Latissimus dorsis* más interposición de cemento con gentamicina.

Figura 4a. Defecto óseo postraumático de 12 cm.

El control de la consolidación ósea fue radiológico, cada quince días durante la fase de distracción y cada treinta días durante la fase de consolidación.

Una vez retirado el tutor externo se protegió la extremidad con inmovilización con yeso por un periodo de cuatro a seis semanas.

#### RESULTADOS

El promedio de tiempo de transporte óseo en nuestros pacientes fue de 4,9 meses, con un rango de 2-12 meses, y el promedio de tiempo de fijación externa por centímetro de distracción (índice de fijación externa) fue de 2,7 semanas (rango 1,7-5,3 semanas por cm de distracción).

Todos los pacientes lograron la consolidación ósea. No se presentaron casos de infección profunda al final del tratamiento.

La diferencia de longitud entre ambas extremidades inferiores al finalizar el transporte óseo fue de 1,1 cm en promedio (Rango 0-3 cm). Tres pacientes presentaron deformidad angular de la tibia: valgo en dos pacientes (8° y 6°), y varo en un paciente (5°).

# Resultados óseos:

Seis pacientes tuvieron resultados excelentes, dos buenos, dos regulares.

En los pacientes que presentaron buenos resultados, uno de ellos requirió de tiempo prolongado de inmovilización después del retiro del tutor, y el otro paciente resultó con 6° de valgo.

En los dos pacientes con resultados regulares, uno de ellos tuvo discrepancia de longitud de 3 cm y tiempo prolongado de inmovilización post retiro de tutor. El otro paciente resultó con valgo de 8° y tiempo prolongado de inmovilización post retiro de tutor. No hubo malos resultados (Tabla 6).

#### **Resultados funcionales:**

Cuatro pacientes tuvieron resultados excelentes, cinco pacientes con resultados buenos y un paciente con resultado regular. Este último presentó equino del pie, pérdida importante de la movilidad tibioastragalina y subastragalina, y retardo de consolidación a nivel de sitio de contacto óseo. Este es el paciente que requirió de transporte mayor a 9 cm y el único efectuado de distal a proximal (Tabla 7).



Tabla	6
Resultados óseos	N° Pacientes
Excelente	6
Bueno	2
Regular	2
Malo	0

N° Pacientes
4
5
1
0

# **Complicaciones:**

Dividimos las complicaciones en las siguientes categorías: Mayores con secuela, Mayores sin secuela y complicaciones Menores.

Complicación mayor con secuela: Un paciente que resultó con equino varo y rigidez articular del pie.

Complicación mayor sin secuela: Tres pacientes que requirieron procedimientos quirúrgicos adicionales para lograr la consolidación ósea. Un paciente presentó una fractura en el sitio de contacto óseo, seis meses después de retirar el tutor externo, efectuándose osteosíntesis con placa más aporte de injerto óseo, logrando finalmente la consolidación completa. Otro paciente sufrió retardo de consolidación en sitio de contacto óseo que requirió de osteosíntesis con placa a los seis meses de retirado el tutor externo. Un año después presentó fractura de la placa de osteosíntesis a nivel del sitio de contacto óseo por no union de la zona. Se efectuó el recambio por una placa más larga insertada por abordaje posterior en la tibia y aporte de injerto óseo de peroné libre contralateral logrando la consolidación completa (Figura 5).

El otro paciente tuvo una infección importante de las agujas del LRS, que obligó a su retiro, consolidando precozmente la zona de transporte efectuada de proximal a distal. Se efectuó una nueva corticotomía en la zona distal para completar el transporte de distal a proximal, logrando finalmente la consolidación.

Dentro de las complicaciones menores, cabe destacar la infección de las agujas del tutor, que requirieron cambio de algunas de ellas en dos pacientes, y la invaginación de la piel hacia el sitio de contacto óseo, que se resolvió espontáneamente durante el transporte en dos pacientes.



**Figura 5a.** Retardo de consolidación. Osteosíntesis con placa, abordaje posterior de pierna más injerto óseo de peroné libre contralateral.

#### DISCUSIÓN

Las fracturas expuestas de tibia generalmente son originadas por trauma de alta energía, asociado con daño variable de partes blandas. Suelen ser necesarias múltiples procedimientos quirúrgicos para reparar el defecto de cobertura y lograr la consolidación ósea. Durante el tratamiento puede ocurrir infección, deformidad ósea, malalineamiento y acortamiento de la extremidad. La pérdida de partes blandas y el defecto óseo, son el factor determinante de las complicaciones mencionadas.



Como parte de una estrategia de manejo de estas lesiones complejas, hemos utilizado en casos seleccionados el sistema de reconstrucción de miembros (LRS). Hay numerosos reportes en la literatura en relación al uso de sistemas de transporte óseo.

Dagher<sup>6</sup> utilizó el método de Ilizarov para transporte óseo en nueve pacientes (cuatro de ellos por infección previa), consolidando todos sin infección. El defecto inicial era 6,3 cm promedio, logrando finalmente menos de 1 cm de diferencia con la extremidad contralateral.

Nagger<sup>7</sup> trató diez pacientes con un defecto óseo promedio inicial de 6,7 cm, todos ellos infectados previamente. Seis tuvieron retardo de consolidación y tres de ellos requirieron aporte de injerto óseo.



**Figura 6a.** Fractura expuesta III B de pierna con déficit de cobertura de partes blandas.



**Figura 6b.** Compresión del sitio de fractura e instalación del LRS.

En un reporte de Marsh<sup>8</sup>, se concluye que en general el transporte óseo produce menos déficit angular y diferencia de longitud que el uso de injerto óseo masivo y tutor externo.

Paley¹ obtuvo un 53% de retardo de consolidación en el sitio de contacto óseo en 19 pacientes con defectos óseos. Todos ellos requirieron aporte de injerto óseo.

El prolongado tiempo de tratamiento es una dificultad importante que implica un potencial de complicaciones significativo. Por esto, se han planteado diferentes alternativas que pueden reducir el tiempo de tratamiento como:

- 1. Aporte de injerto óseo en forma precoz en el sitio de contacto óseo<sup>9</sup>.
- Acortamiento agudo y alargamiento gradual. Saleh<sup>10</sup> reportó un tiempo promedio de tratamiento de 16 meses para un grupo de pacientes tratados con transporte óseo y 9,8 meses para el grupo tratado con compresión distracción (Figura 6).
- 3. Transporte sobre clavo endomedular<sup>11</sup>.
- 4. Transporte a doble foco.



**Figura 6c.** Compresión distracción gradual con LRS.



En nuestro grupo de estudio, que consistió en 10 pacientes, el IFE (índice de fijación externa) fue 2,7 semanas/cm. Los resultados óseos obtenidos 60% excelentes y 20% buenos, y resultados funcionales 30% excelentes y 40% buenos, se comparan favorablemente con otras series.

Sólo un paciente tuvo una complicación mayor con secuela; (equino varo y rigidez articular del pie) que no le impiden finalmente la marcha con calzado compensatorio de acuerdo al seguimiento final.

El 20% (2 de 10) de retardo de consolidación en el sitio de contacto óseo, hace probablemente aconsejable el uso de injerto óseo al momento de lograr contacto óseo<sup>9</sup>.

Es habitual que en este tipo de procedimientos (transporte óseo), sea necesario efectuar algún tipo de cirugía asociada para lograr un buen resultado final.

En nuestros pacientes, a pesar que todos consolidaron sin infección, fueron necesarios en tres de ellos procedimientos quirúrgicos adicionales para lograr la consolidación ósea, como se hace notar en las complicaciones mayores sin secuela.

#### **CONCLUSIONES**

Desde la introducción en 1997 en nuestro hospital del sistema LRS, hemos tratado 10 pacientes hasta su resolución definitiva.

De acuerdo con nuestra experiencia, el procedimiento se ha considerado seguro (nuestros pacientes consolidaron todos sin infección), menos voluminoso y complejo que el sistema de Ilizarov.

Nuestros resultados se comparan favorablemente con otros reportados en la literatura.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- PALEY D, MAAR DC. Ilizarov bone treatment for tibial defects. J Orthop Trauma 2000; 14: 76-85.
- 2.- GIANNIKAS KA, MAGANARIS CN, KARSKI MT, TWIGG P, WILKES RA, BUCKLEY JG. Functional outcome following bone transport reconstruction of distal tibial defect. J Bone Joint Surg Am 2005; 87: 145-52.

- 3.- ARONSON J. Current concepts review. Limb-lengthening skeletal reconstruction and bone transport with the Ilizarov method. J Bone Joint Surg 1997; 79: 1243-58.
- 4.- PALEY D, CATAGNI MA, ARGNAMI F, VI-LLA A, BENEDETTI GB, CATTANEO R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. Clin Orthop Relat Res 1989; 241: 146-65.
- CATTANEO R, CATAGNI MA, JOHNSON EE. The treatment of infected non-union and segmented defects of the tibia by the metod of Ilizarov. Clin Orthop 1992; 280: 143-52.
- 6.- DAGHER F, ROUKOZ S. Compound tibial fractures with bone loss treated by the Ilizarov technique. J Bone Joint Surg Br 1991; 73: 316-21.
- 7.- NAGGAR L, CHEVALEY F, BLANC CH. J Trauma 1993; 34: 390-3.
- 8.- MARSH JL, PROKUSKY L, BIERMANN JS. Chronic infected tibial nonunions with bone loss. Clin Orthop Relat Res 1994; 301: 139-46.
- 9.- GREEN SA. Skeletal defects. A comparison of bone grafting and bone transport for segmental skeletal defects. Clin Orthop Relat Res 1994; 301: 111-7.
- 10.- SALEH M, REES A. Bifocal surgery for deformity and bone loss after lower-limb fractures. Comparison of bone-transport and compression-distraction methods. J Bone Joint Surg Br 1995; 77: 429-34.
- RASCHKE MJ, MANN JW, OEDEKOVEN G, CLAUDI BF. Segmental transport after unreamed intramedullary nailing. Clin Orthop Relat Res 1992; 282: 233-40.
- LERNER A, FODOR L, STEIN H, SOUDRY M, PELED IJ, ULLMANN Y. Extreme bone lenghthening using distraction osteogenesis after trauma. J Orthop Trauma 2005; 19: 423-7.
- 13.- DE PABLOS J, BARRIOS C, ALFARO C, CAÑADELL J. Large experimental segmental bone defects treated by bone transportation with monolateral external distractors. Clin Orthop Relat Res 1994; 298: 259-65.
- 14.- CIERNY G, ZORN KE. Segmental tibial defects. Clin Orthop Relat Res 1994; 301: 118-23.
- 15.- BOBROFF GD, GOLD S, ZINAR D. Ten year experience with the use of Ilizarov bone transport for tibial defects. Bull Hosp Jt Dis. 2003; 61: 101-7.
- 16.- MAHALUXMIVALA J, NADARAJ R, ALLEN PW, HILL RA. Ilizarov external fixator: acute shortening and lengthing versus bone transport in the management of tibial non-unions. Injury 2005; 36: 662-8.
- 17.- NOONAN KJ, LEYES M, FORRIOL F, CANADELL J. Distraction osteogenesis of the lower extremity with use of monolateral external fixation. A study of two hundred and sixty-one femora and tibiae. J Bone Joint Surg Am 1998; 80: 793-806.
- 18.- DONNAN LT, SALEH M, RIGBY AS. Acute

#### G. ESPINOZA L. et al.



correction of lower limb deformity and simultaneous lengthening with monolateral fixator. J Bone Joint Surg Br 2003; 85: 254-60.

19.- WU CC, CHEN WJ. Tibial lengthening: technique for speedy lengthening by external fixation and secondary internal fixation. J Trauma 2003; 54: 1159-65.

Correspondencia: Dr. Gonzalo Espinoza Lavín Alameda 4848 Santiago, Chile Fono 56(2)6775288 Fax 56(2)8172976 E-mail gfjespin@entelchile.net



# Vidrios bioactivos de fosfato como sustitutivos óseos en defectos cavitarios experimentales

EDGARDO SANZANA S.\*, MARÍA PAU GINEBRA M.\*\*, MELBA NAVARRO T.\*\*, JOSEP PLANELL E.\*\* y PATRICIO TORRES G.\*

#### **ABSTRACT**

Bioactive phosphate glasses as a bone substitutes in experimental cavitary defects

Introduction: Bioactive phosphate glasses are biomaterials that possess interesting biological properties that can be potentially employed as a bone substitutes. Material and method: A prospective, comparative and randomized experimental study was performed. A bone cavitary defect of 6 mm. of diameter was practiced in the right distal femoral methaphyses of 36 New Zealand white rabbits. The animals were divided in 3 groups of 12 rabbits that received as implants phosphate glass of  $P_2O_5$ -CaO-Na<sub>2</sub>O system (G0), phosphate glass of  $P_2O_5$ -CaO-Na<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> system (G5) and autologous bone (Control group). Results: The radiological and histological studies demonstrated a correct osseointegration and substitution of the bioactive phosphate glasses by new bone in all the animals. The histomorphometric study showed that the bone neoformation in the glasses was comparable to that obtained for the autologous bone after 12 weeks of implantation. In spite of the solubility difference of the studied glasses, there were no significant differences in the resorption of the glasses (P < 0.05). Conclusion: Bioactive phosphate glasses are osteoconductive, biocompatible and biodegradable materials that behave as a bone substitutes in the cavitary defects in the experimentation animal.

**Key words:** Bioactive phosphate glasses, bone grafts, bone substitutes.

# **RESUMEN**

Introducción: Los vidrios bioactivos de fosfato son biomateriales que poseen propiedades biológicas de interés para ser empleados como potenciales sustitutivos óseos. Material y Método: Se realizó un estudio experimental prospectivo, comparativo y controlado, practicando defectos cavitarios de 6 mm de diámetro en la metáfisis distal del fémur derecho de 36 conejos albinos de la raza Nueva Zelanda. Los animales fueron divididos en 3 grupos de 12

Los autores agradecen al Gobierno Español y a la Universidad de Concepción, por financiar este trabajo experimental por medio de los proyectos CICYT MAT 2002-04297 y DIUC 202.081.025-1,0, respectivamente.

<sup>\*</sup> Laboratorio de Cirugía Experimental. Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad de Concepción. Campus Universitario s/n. 4070106 Concepción. Chile.

<sup>\*\*</sup> Centre de Recerca en Enginyeria Biomèdica. Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metallúrgica. Universitat Politècnica de Catalunya. Diagonal 647. 08028 Barcelona. España.

windividuos que recibieron como implantes, vidrio de fosfato del sistema  $P_2O_5$ -CaO-Na $_2$ O (G0), vidrio de fosfato del sistema  $P_2O_5$ -CaO-Na $_2$ O-TiO $_2$  (G5) y autoinjerto óseo (Grupo Control). **Resultados:** Los estudios radiológico e histológico mostraron una correcta osteointegración y sustitución de los implantes por hueso neoformado en todos los animales. El estudio histomorfométrico reveló que la neoformación ósea conseguida con los vidrios a las 12 semanas es equivalente a la lograda con el autoinjerto óseo. Pese a la distinta solubilidad de los vidrios estudiados, no se determinó diferencias significativas en su reabsorción (P < 0.05). **Conclusión:** Los vidrios bioactivos de fosfato son materiales osteoconductivos, biocompatibles y biodegradables que se comportan como sustitutivos óseos en los defectos cavitarios en el animal de experimentación.

Palabras clave: Vidrios bioactivos de fosfato, injertos óseos, sustitutivos óseos.

#### INTRODUCCIÓN

Los autoinjertos y aloinjertos óseos se han empleado ampliamente en cirugía ortopédica y traumatología como osteosustitutivos, lo que ha permitido resolver, habitualmente, variadas soluciones de continuidad que pueden comprometer al hueso. Sin embargo, ambos tipos de injertos óseos presentan reconocidas limitaciones, que han llevado a numerosos grupos de investigadores a trabajar en el desarrollo de diversos biomateriales que pueden ser utilizados como sustitutivos óseos <sup>1-7</sup>.

Un sustitutivo óseo ideal debería poseer una correcta biocompatibilidad, detentar propiedades mecánicas cercanas a las del tejido óseo y presentar una capacidad de biodegradación que le permita ser reemplazado gradualmente por hueso neoformado.

Los vidrios bioactivos son materiales cerámicos que ostentan la capacidad de enlazar iónicamente con algunos tejidos, entre ellos el hueso, intercambiando iones o grupos moleculares con el medio fisiológico donde son implantados. Los principales representantes de este grupo son los vidrios de base silicio y los de base fosfato.

Los vidrios de base silicio fueron desarrollados por Hench y cols. en la década de los 70 y su estudio proporcionó la primera evidencia efectiva del establecimiento del enlace directo entre un biomaterial y el tejido óseo. Sin embargo, a pesar que estos materiales promueven una rápida neoformación ósea, contienen dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) como constituyente, el que es escasamente absorbido, despertando dudas respecto a sus efectos *in vivo* en el largo plazo<sup>8,9</sup>. El desarrollo de los vidrios de fosfato para aplicaciones biomédicas comienza a principio de los años 80, gracias a los estudios de Burnie y Gilchrist, quienes analizaron una serie de materiales con contenidos variables de pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) entre 35 y 60% molar como formador de red y distintas proporciones de óxido de calcio (CaO) y óxido disódico (Na<sub>2</sub>O) como modificadores de red. Así, obtuvieron vidrios con un amplio rango de propiedades bioactivas y velocidades de disolución variables entre días y meses<sup>10</sup>.

Los vidrios bioactivos de base fosfato poseen una composición química similar a la de la fase mineral del hueso, lo que les transforma en excelentes candidatos para ser utilizados en el relleno de defectos óseos cavitarios, como sistemas liberadores de diferentes fármacos, como refuerzos biodegradables de materiales compuestos que pueden ser empleados como dispositivos de fijación ósea o como armazones para la ingeniería de tejidos<sup>11,12</sup>.

Los vidrios de fosfato ofrecen la posibilidad de ajustar su velocidad de degradación a la dinámica de la remodelación ósea, controlando su solubilidad mediante la modificación de su formulación. De esta manera, mientras los vidrios del sistema P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O son muy solubles, la incorporación de óxidos metálicos como el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) en la red del material mejora su estabilidad química. Así, la posibilidad de modificar la solubilidad de los vidrios bioactivos de fosfato de calcio representa una interesante ventaja respecto de otros biomateriales cerámicos empleados en aplicaciones ortopédicas. Los estudios *in vitro* han descartado la potencial citotoxicidad de los vi-



drios de fosfato, sin embargo, el comportamiento *in vivo* de estos biomateriales es poco conocida<sup>13,14</sup>.

Este estudio experimental evalúa la potencial condición como sustitutivos óseos de 2 vidrios de fosfato de los sistemas 44.5P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-44.5CaO-(11-X) Na<sub>2</sub>O-XTiO<sub>2</sub> (X = 0 o 5), empleando como animal de experimentación al conejo albino de la raza Nueva Zelanda.

### MATERIAL Y MÉTODO

El presente trabajo se realizaó en el Laboratorio de Cirugía Experimental del Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Concepción, Chile y el Centre de Recerca en Enginyeria Biomèdica del Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metallúrgica de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. Se utilizaron 2 formulaciones de vidrios de fosfato con las siguientes composiciones molares: 44.5P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-44.5CaO-11Na<sub>2</sub>O (Vidrio G0) y 44.5P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-44.5CaO-6Na<sub>2</sub>O-5TiO<sub>2</sub> (Vidrio G5), los que fueron elaborados empleando como reactivos básicos NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NaCO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> y CaCO<sub>3</sub>. Los materiales vítreos resultantes fueron molidos y cribados hasta obtener partículas de 150 a 297 µm, las que se esterilizaron con óxido de etileno previo a su implantación quirúrgica. Tabla 1.

Como animales de experimentación se emplearon 36 conejos machos albinos de la raza Nueva Zelanda, con una edad entre 4 y 6 meses y un peso entre 3.000 y 4.000 gramos. Los animales fueron distribuidos en 3 grupos de 12 individuos, cada uno, que recibieron como implantes, vidrio G0, vidrio G5 y autoinjerto óseo (Grupo Contro l= Co).

Los conejos fueron anestesiados por medio de la inyección subcutánea de hidrocloruro de ketamina, clorhidrato de Xilazina y maleato de azepromazina. Enseguida, bajo condiciones quirúrgicas estériles se crearon defectos óseos cavitarios de 6 mm de diámetro en la metáfisis femoral distal de los animales, los que fueron llenados con la mezcla de las partículas de los vidrios de fosfato en estudio y la sangre del conejo. El autoinjerto óseo se obtuvo del cóndilo femoral medial contralateral.

Cada uno de los 3 grupos de estudio fue dividido en 2 subgrupos de 6 animales, los que fueron eutanasiados, aleatoriamente, a las 4 y 12 semanas. Luego se resecó el fémur implantado para ser sometido a un estudio radiológico. Figura 1. Enseguida, cada espécimen fue preparado con técnica para hueso no descalcificado realizando los procedimientos consecutivos de fijación, deshidratación, deslipidación, infiltración e inclusión en resina de glicolmetacrilato. Posteriormente, se obtuvo secciones de 5 um de espesor que fueron teñidas con la técnica de Tricrómico de Goldner que permite visualizar el osteoide de color verde y el hueso calcificado de color rojo. Seguidamente, se realizó el estudio histológico y el análisis histomorfométrico.

Las mediciones histomorfométricas se efectuaron empleando un microscopio de luz (Zeiss® Axioplan 2) con una cámara digital incorporada (Nikon® DXM 1200) y el programa informático de análisis de imágenes Image Pro-Plus® 4.5. De esta manera, se utilizó un protocolo estandarizado de mediciones para todas las muestras histológicas valorando el Área de Implante (AI), el Área Trabecular Total (ATT), la Profundidad de Crecimiento del hueso neoformado (PC), la Superficie Porcentual de neoformación ósea (Sp) y el Porcentaje de Reabsorción del vidrio (Pr).

Tabla 1. Propiedades físico-químicas de los vidrios G0 y G5 (valores ± SD)					
Propiedades	G0	G5			
Temperatura de transición vítrea Tg [°C]	350,0	532,9			
Dureza de Vickers HV [Kg/mm²]	$357,3 \pm 8,24$	$431,1 \pm 7,8$			
Módulo de Young E [GPa]	$59,86 \pm 2,32$	$071,1 \pm 1,7$			
Solubilidad en agua destilada [g/(cm²·h)]	$1,77.10-5 \pm 4,32.10-6$	$3,13.10-6 \pm 1,38.10-7$			

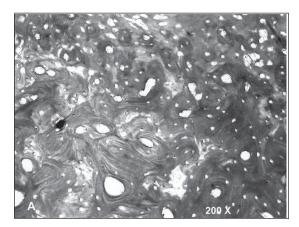




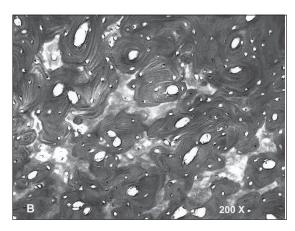
**Figura 1A.** Imagen macroscópica de un fémur implantado con vidrio G0 a las 4 semanas.



**Figura 1B.** Imagen radiológica del vidrio G0 a las 4 semanas.



**Figura 2A.** Hueso neoformado en defecto implantado con vidrio G0 a las 12 semanas.



**Figura 2B.** Neoformación ósea en defecto implantado con vidrio G5 a las 12 semanas.

# RESULTADOS

El estudio del comportamiento *in vivo* de los vidrios de fosfato demostró la ausencia de fenómenos de toxicidad y respuesta inflamatoria local o general, presentando una correcta biocompatibilidad. El estudio histológico mostró a las 4 semanas una abundante angiogénesis entre las partículas vítreas en las diferentes muestras valoradas. Después de las 12 semanas, se determinó una importante neoformación ósea centrípeta entre los conglomerados vítreos con la constitución de numerosas osteonas para ambos vidrios implantados. De esta forma, el hueso neoformado fue colonizando el defecto desde la periferia, rodeando y envolviendo las partículas vítreas, mientras los materiales em-

pleados presentaban una biodegradación progresiva. Figura 2.

Las mediciones histomorfométricas realizadas a las 4 semanas mostraron ligeras diferencias entre los vidrios y el grupo control, de tal manera que los biomateriales presentaron una menor Área Trabecular Total (ATT) y un más bajo porcentaje de Superficie Porcentual de neoformación ósea (Sp). Sin embargo, no se determinó ninguna diferencia estadísticamente significativa entre ambos materiales vítreos. Luego de 12 semanas de implantación no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa (p < 0,05) entre la neoformación ósea promovida por los vidrios de fosfato y la generada por el autoinjerto óseo, de tal forma que los tres implantes presentaron una Superficie



Tabla 2. Parámetros histomorfométricos del vidrio G0, vidrio G5 y del autoinjerto óseo (Co) obtenidos a las 4 y 12 semanas de implantación (valores ± SD)

Grupo	Semanas	AI [mm²]	ATT [mm <sup>2</sup> ]	PC [mm]	Sp [%]	Pr [%]
Co	4	$28,96 \pm 0,74$	$8,75 \pm 1,46$	$1,088 \pm 0,283$	$30,08 \pm 06,0$	
Co	12	$29,01 \pm 0,74$	$10,56 \pm 5,05$	$1,467 \pm 0,446$	$36,15 \pm 16,4$	_
G0	4	$29,24 \pm 1,11$	$5,15 \pm 1,40$	$0,805 \pm 0,261$	$17,51 \pm 04,1$	$25,6 \pm 7,4$
G0	12	$29,11 \pm 0,79$	$9,03 \pm 2,37$	$1,171 \pm 0,351$	$30,91 \pm 07,5$	$39,3 \pm 8,7$
G5	4	$29,29 \pm 0,97$	$6,02 \pm 1,68$	$0,843 \pm 0,304$	$20,42 \pm 05,1$	$27,2 \pm 5,9$
G5	12	$29,18 \pm 0,91$	$9,61 \pm 3,14$	$1,234 \pm 0,363$	$32,69 \pm 09,7$	$41,1 \pm 8,2$

Porcentual de neoformación ósea (Sp) equivalente. En relación con la Profundidad de Crecimiento del hueso neoformado (PC), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) tanto a las 4 como a las 12 semanas entre los resultados obtenidos para los dos vidrios y el grupo control. Al comparar los resultados obtenidos para los dos periodos de implantación, se determinó un incremento del valor de todos los parámetros estudiados entre las 4 y las 12 semanas para toda la serie estudiada.

Los resultados correspondientes al Porcentaje de Reabsorción del vidrio (Pr) demostraron la presencia de una degradación gradual de los vidrios de fosfato en relación al tiempo. Sin embargo, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa (p < 0,05) entre ambos vidrios en los correspondientes periodos de implantación. Tabla 2.

#### DISCUSIÓN

La formulación como vidrios de las cerámicas de fosfatos de calcio ha conseguido disponer de un nuevo grupo de biomateriales con destacables características bioactivas, a las que se suman unas propiedades mecánicas más cercanas a las del hueso, que permanecen inalteradas durante su disolución, bioabsorción y degradación. La unión de los vidrios bioactivos al hueso se establece por medio de una capa de hidroxicarbonatoapatita formada en la superficie de éstos cuando entran en contacto con los fluidos biológicos<sup>8,10,15</sup>.

Los vidrios de fosfato son químicamente parecidos a la fase mineral del hueso, por lo que recientemente han sido motivo de interés para determinar sus potenciales aplicaciones biomédicas, especialmente en los ámbitos de la sustitución ósea. Estos materiales corresponden a cadenas fosfatadas capaces de enlazar con variados compuestos e intercambiar iones o grupos moleculares con el medio fisiológico donde son implantados, por lo que pueden llegar a osteointegrarse por medio de una unión química<sup>10</sup>.

Las propiedades mecánicas de los vidrios de base fosfato, tanto su resistencia a la flexión como su módulo de elasticidad, en general, no varían con el tiempo que demoran en disolverse. Esto se debe a que la disolución del vidrio se desarrolla con la formación de una capa de reacción hidratada en la superficie del material desde la cual el proceso se va extendiendo uniformemente. Por lo tanto, el interior del material vítreo no es afectado por la disolución, lo que explica porqué las propiedades se mantienen en el tiempo. Por otra parte, cabe destacar que los valores del módulo de elasticidad de los vidrios de fosfato se encuentran en alrededor de 50 GPa, relativamente cercanos a los valores reportados para el hueso<sup>16,17</sup>.

Los primeros estudios relacionados con las propiedades biológicas de los vidrios de fosfato fueron publicados por Burnie y cols. en 1981, evaluando su biocompatibilidad *in vitro* donde se muestran carentes de toxicidad e *in vivo* donde generan reacciones adversas mínimas. Debido a que la atención sobre los vidrios de base fosfato como potenciales sustitutivos óseos

es relativamente reciente, la mayoría de los trabajos han valorado sus propiedades físico-químicas, existiendo escasas referencias relativas a su comportamiento biológico<sup>10</sup>.

En 1998, Clément y cols estudian 5 composiciones de vidrios de fosfato del sistema P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O, valorando la influencia de su composición química en sus propiedades mecánicas. Determinan que el módulo de Young de los vidrios se incrementa con el mayor contenido de CaO, la tenacidad a la fractura aumenta cuando es mayor la proporción de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y la solubilidad vítrea se incrementa acorde con el aumento del contenido de Na<sub>2</sub>O<sup>16</sup>.

En 1998, Uo y cols preparan 25 composiciones diferentes de vidrios de fosfato del sistema P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O, evaluando sus propiedades físico-químicas. Concluyen que la solubilidad disminuye al incrementar el contenido de CaO y al disminuir el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y que la citotoxicidad sigue esta misma relación. Además, los vidrios libres de CaO tienen una velocidad de disolución muy elevada<sup>18</sup>.

En 1998, Cartmell y cols estudian la hemocompatibilidad de 8 composiciones de vidrios del sistema P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O variando el contenido de CaO y Na<sub>2</sub>O para controlar su liberación, encontrando que ninguna de ellas promueve la adhesión plaquetaria, por lo que consideran que estos materiales pueden tener utilidad como vehículos liberadores de fármacos<sup>19</sup>.

En 1999, Clément y cols evalúan la tenacidad a la fractura de un vidrio de fosfato del sistema P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O, con un contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 44,5% molar, de CaO de 44,5% y de Na<sub>2</sub>O de 11,0%, obteniendo valores totalmente compatibles con el enlace del material al hueso<sup>17</sup>.

En 2000, Franks y cols estudian la solubilidad *in vitro* de 7 composiciones de vidrios de fosfato del sistema P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O, determinando que el contenido de CaO de los vidrios tiene una relación inversa exponencial con la solubilidad y, además, refieren que estos materiales son bioactivos dado que generan la formación de brushita precipitada que es un precursor de las apatitas<sup>11</sup>.

En 2000, Clement y cols describen la durabilidad química y las propiedades mecánicas de los vidrios de fosfato del sistema P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-

Na<sub>2</sub>O al incorporarles Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> y ZnO. Señalan que la adición de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub> disminuye considerablemente la solubilidad de estos biomateriales, en cambio, cuando se les incorpora ZnO ésta se incrementa. El TiO<sub>2</sub> se presenta como más efectivo para disminuir la solubilidad de los vidrios lo que le que les confiere estabilidad en el largo plazo<sup>13</sup>.

En 2002, Navarro y cols analizan tres formulaciones de vidrios de fosfato del sistema  $P_2O_5$ -CaO-Na $_2$ O-TiO $_2$  que comparan con un vidrio libre de TiO $_2$ , encontrando que la incorporación de TiO $_2$  disminuye significativamente la solubilidad del material vítreo. Concluyen que el refuerzo con TiO $_2$  mejora la estabilidad y propiedades mecánicas de los vidrios de fosfato transformándolos en buenos candidatos para aplicaciones biomédicas $^{20}$ .

En 2002, Gil-Albarova y cols realizan la implantación subcutánea de láminas de vidrio G0 y un material compuesto por éste y un copolímero de PLA, en conejos, para valorar su tolerancia tisular y los efectos sobre sus propiedades mecánicas. Describen que ambos materiales son biocompatibles, pues carecen de toxicidad local o general, y que conservan sus propiedades mecánicas durante el tiempo de disolución<sup>21</sup>.

En 2003, Navarro y cols. estudian in vitro la solubilidad y biocompatibilidad del vidrio G0 y el vidrio G5, evaluando en discos de los materiales y sus extractos la perdida de peso en fluido corporal simulado y la toxicidad, adhesión y proliferación celular utilizando un modelo de cultivo de fibroblastos de piel humana. Demuestran que el vidrio G0 es 6 veces más soluble que el vidrio G5 y estos mayores niveles de solubilidad son responsables de la generación de una ligera citotoxicidad. Considerando lo anterior, esperábamos encontrar diferencias en el Porcentaje de Reabsorción (Pr) y en la biocompatibilidad de ambos vidrios. Sin embargo, los resultados obtenidos en nuestro estudio in vivo han permitido determinar que la biodegradación de ambos materiales es equivalente, sin diferencias estadísticamente significativas, tanto a las 4 como a las 12 semanas. Además, ambos vidrios de fosfatos se han mostrado biocompatibles. Estos resultados revelan la dificultad para extrapolar los hallazgos deter-

minados *in vitro*, al comportamiento que los materiales demuestran *in vivo*. Estas aparentes discrepancias en los resultados pueden explicarse porque *in vivo* los cambios químicos son tamponados por el ambiente fisiológico y la circulación continua de los fluidos corporales, que atenúan y equilibran las condiciones locales<sup>14,22</sup>.

#### **CONCLUSIONES**

- Los vidrios de fosfato de los sistemas P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O (vidrio G0) y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> (vidrio G5) enlazan directamente con el tejido óseo al ser implantados en defectos cavitarios femorales en el animal de experimentación.
- Los vidrios de base fosfato se comportan como materiales osteoconductores y son progresivamente degradados y sustituidos por tejido óseo neoformado.
- La tasa global de neoformación ósea promovida por los vidrios de fosfato transcurridas 12 semanas desde la implantación, es equivalente a la generada por el autoinjerto óseo esponjoso fresco en el animal de experimentación.
- La tasa de reabsorción in vivo del vidrio G0 y el vidrio G5 es similar a las 12 semanas de implantación, sin diferencias estadísticamente significativas.
- Los vidrios de fosfato son biomateriales osteoconductivos, biocompatibles y biodegradables que se comportan como sustitutivos óseos en la reparación de los defectos cavitarios experimentales, por lo que representan una alternativa de interés para futuras aplicaciones biomédicas, en particular para la osteosustitución.

# **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- BANWART J C, ASHER M A, HASSANEIN R S. Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. Statistical evaluation. Spine 1995; 20: 1055-60.
- ARRINGTON E D, SMITH W J, CHAMBERS H G, BUCKNELL A L, DAVINO N A. Complications of iliac crest bone graft harvesting. Clin Orthop 1996; 329: 300-9.

- GOULET J A, SENUNAS L E, DESILVA G L, GREENFIELD M L. Autogenous iliac crest bone graft. Complications and functional assesment. Clin Orthop 1997; 339: 76-81.
- LORD C F, GEBHARDT M C, TOMFORD W W, MANKIN H J. Infection in bone allografts. J Bone Joint Surg 1988; 70 A: 369-76.
- BERREY B H, LORD C F, GEBHARD M C, MANKIN H J. Fractures in allografts. Frequency, treatment and end-results. J Bone Joint Surg 1990; 72 A: 825-39.
- 6.- RODER W, MULLER H, MULLER W, MERZ H. HIV infection in human bone. J Bone Joint Surg 1992; 74 B: 179-80.
- SEGUR J M, SUSO S, GARCÍA S, COMBALÍA A, RAMÓN R. Bone allograft contamination in multiorgan and tissue donors. Arch Orthop Trauma Surg 1998; 118: 156-8.
- HENCH L L, SPLINTER R J, ALLEN W C, GREENLEE JR T K. Bonding mechanism at the interface of the ceramic prosthetic materials. J Biomed Mater Res 1971; 2: 117-41.
- NAGASE M, ABE Y, CHIGIRA M, UDAGAWA F. Toxicity of silica-containing calcium phosphate glasses demostrated in mice. Biomaterials 1992; 13: 172-5.
- BURNIE J, GILCHRIST T, DUFF S R I, DRAKE C F, HARDING NGL, MALCOLM A J. Controlled release glasses (C.R.G.) for biomedical uses. Biomaterials 1981; 2: 244-6.
- FRANKS K, ABRAHAMS I, KNOWLES J C. Development of soluble glasses for biomedical use. Part I: In vitro solubility measurement. J Mater Sci Mater Med 2000; 11: 609-14.
- SALIH V, FRANKS K, JAMES M, HASTINGS G W, KNOWLES J C, OLSEN I. Development of soluble glasses for biomedical use. Part II: The biological response of human osteoblast cell lines to phosphatebased soluble glasses. J Mater Sci Mater Med 2000; 11: 615-20.
- 13.- CLÉMENT J, ÁVILA G, NAVARRO M, MARTÍNEZ S, GINEBRA M P, PLANELL J A. Chemical durability and mechanical properties of calcium phosphate glasses with the addition of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> and ZnO. Bioceramics 2000; 13: 621-4.
- 14.- NAVARRO M, GINEBRA M P, PLANELL J A. Cellular response to calcium phosphate glasses with controlled solubility. J Biomed Mater Res 2003; 67 A: 1009-15.
- 15.- HENCH L L, PASCHALL H A. Histochemical responses at a biomaterial's interface. J Biomed Mater Res 1974; 8: 49-64.
- 16.- CLÉMENT J, EKEBERG L, MARTÍNEZ S, GI-NEBRA M P, GIL F J, PLANELL J A. Influence of the chemical composition on the mechanical properties and in vitro solubility of phosphate glasses in the system P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O. Bioceramics 1998; 11: 141-4.
- 17.- CLÉMENT J, TORRES P, GIL F J, PLANELL J A,



- TERRADAS R, MARTÍNEZ S. Evaluation by Vickers indentation of fracture toughness of a phosphate biodegradable glass. J Mater Sci Mater Med 1999; 10: 437-41.
- 18.- UO M, MIZUNO M, KUBOKI Y, MAKISHIMA A, WATARI F: Properties and citotoxicity of water soluble Na<sub>2</sub>O-CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> glasses. Biomaterials 1998; 19: 2277-84.
- CARTMELL S H, DOHERTY P J, RHODES N P, HUNT J A, HEALY D M, GILCHRIST T. Haemocompatibility of controled release glass. J Mater Sci Mater Med 1998; 9: 1-7.
- 20.- NAVARRO M, CLÉMENT J, GINEBRA M P, MARTÍNEZ S, ÁVILA G, PLANELL J A.

- Improvement of the stability and mechanical properties of resorbable phosphate glasses by the addition of TiO<sub>2</sub>. Bioceramics 2002; 14: 275-8.
- 21.- GIL-ALBAROVA J, MONTÓN I, CLÉMENT J, CASTIELLA T, ESTEVA F, PLANELL J A, HERRERA A. Desarrollo experimental de nuevos materiales biodegradables para la reparación ósea. Implantación subcutánea en conejos. Mapfre Medicina 2002; 13: 252-7.
- 22.- NAVARRO M, GINEBRA M P, CLÉMENT J, MARTÍNEZ S, ÁVILA G, PLANELL J A. Physicochemical degradation of titania-stabilized soluble phosphate glasses for medical applications. J Am Ceram Soc 2003; 86: 1345-52.

Correspondencia:
Edgardo Sanzana Salamanca
Laboratorio de Cirugía Experimental
Departamento de Cirugía
Facultad de Medicina, Universidad de Concepción
Fax: +56 - 41 - 795133

E-mail: esanzana@udec.cl