

A. CARRANZA BENCANO

Departamento de Traumatología y Cirugía
Ortopédica.
Hospital Universitario Virgen del Rocío.
Facultad de Medicina de Sevilla.

Tratamiento no protésico de las lesiones del cartílago articular

Non-prosthetic treatment of articular cartilage injuries

Resumen

Las alteraciones del cartílago articular constituyen un gran reto planteado a la Cirugía Ortopédica actual, por el aumento de traumatismos articulares y ante el incremento del porvenir de vida de la población con el consiguiente envejecimiento del aparato locomotor y el desarrollo de artrosis degenerativas. Los éxitos de las prótesis articulares quedan ensombrecidos por su porvenir incierto en largos períodos de seguimiento. Por ello, en este artículo se revisa la situación actual de los métodos quirúrgicos conservadores como alternativa a la sustitución protésica.

Palabras clave: Cartílago. Articulación. Artrosis.

Summary

Disorders of the articular cartilage are a major challenge for orthopedic surgery because of the increase in the number of articular injuries and prolonged life expectancy of the population, which leads to aging of the locomotor system and the development of degenerative arthroses. The success of articular prostheses is overshadowed by their uncertain future in long-term follow-up. A review is made of the current situation of conservative surgical methods as an alternative to prosthetic substitution.

Key words: Cartilage. Articulation. Arthrosis.

El objetivo del tratamiento quirúrgico de las lesiones del cartílago articular es la disminución o eliminación del dolor y la mejora de la función, y actualmente la sustitución protésica consigue ampliamente estos objetivos, pero los éxitos de las prótesis de cadera y rodilla quedan ensombrecidos por su porvenir incierto en largos períodos de seguimiento^{21, 22, 32, 35, 49, 60, 75, 95, 134, 155, 166, 182, 183, 191}, aunque la mejora en los diseños de los implantes y el desarrollo de mejores técnicas quirúrgicas disminuya la razón de complicaciones y fracasos del reemplazamiento articular^{106, 113, 118}. Por ello, los procedimientos quirúrgicos no protésicos que disminuyen el dolor, mejoran la función y enlentecen la progresión de la degeneración articular, tienen grandes ventajas, especialmente en pacientes jóvenes con un alto nivel de actividad^{24, 25}.

Estos procedimientos de preservación o restauración del cartílago articular incluyen liberación muscular, osteotomías, afeitado del cartílago articular, perforaciones del hueso subcondral, resección artro-

plástica y el uso de injertos de tejidos blandos o injertos osteocondrales²⁴.

Actualmente han comenzado a desarrollarse procedimientos experimentales en el tratamiento de las lesiones del cartílago articular, incluyendo la implantación de factores de crecimiento, condrocitos aislados, células mesenquimales, matriz sintética o combinación de estos agentes²⁴, y aunque el valor de estas investigaciones no está bien demostrado, ellas son muy prometedoras.

En esta revisión bibliográfica estudiaremos estos métodos de tratamiento quirúrgico conservador y también consideraremos el aspecto prometedor de los métodos experimentales.

Liberación muscular

La liberación muscular y la osteotomía son las dos operaciones usadas en el tratamiento de las articulaciones artrósicas para decrecer o redistribuir las fuerzas actuantes sobre la articulación, con el objetivo disminuir la sintomatología y estimular la formación de una nueva superficie articular^{1, 17, 24, 31, 40-42, 64, 72, 105, 119, 140, 141, 171, 176, 192, 203}. La

Correspondencia:

A. CARRANZA BENCANO. C/. Sta. Clara, 16 - 1º D. Tel.: (95) 437 59 82. 41002 Sevilla.

sección de los músculos contracturados que actúan a través de una articulación, disminuye las fuerzas sobre la misma y la osteotomía realinea las superficies articulares redistribuyendo estática y dinámicamente las fuerzas aplicadas sobre ellas.

Los estudios clínicos dedicados a estudiar el efecto de la liberación muscular son limitados. Radin y cols.¹⁶⁰ evaluaron 53 pacientes con coxartrosis tratados con liberación muscular y encontraron que más del 91% habían disminuido el dolor, 72% habían mejorado la función y 83% habían mejorado la marcha. En todos ellos, la cadera era congruente y sin evidencia radiográfica de incremento localizado de la densidad del hueso subcondral, que pudiera indicar concentraciones de stress. Pero un grupo adicional de 18 pacientes que no observaban estos criterios, pero que también habían sido sometidos a liberación muscular, no habían conseguido ningún beneficio con este procedimiento, un año después de la intervención. Otros investigadores han demostrado un incremento en el espacio articular radiográficamente después de la liberación muscular en pacientes con alteraciones degenerativas de la cadera^{119, 176}.

Aunque estos estudios sugieren que los síntomas pueden disminuir después de la liberación muscular, pocos autores usan este procedimiento, y no cabe duda que cuando se realiza una extensa liberación muscular puede decrecer la fuerza y hacer que el resultado de un reemplazamiento protésico subsiguiente pueda ser poco satisfactorio.

Osteotomía

La osteotomía al igual que la liberación muscular ha demostrado que disminuye el dolor y que incrementa radiográficamente el espacio articular^{1, 17, 24, 31, 40-43, 64, 72, 79, 91, 100, 105, 130, 141, 142, 171, 176, 192, 203}. El mecanismo de liberación de los síntomas no parece claro, pero se atribuye al descenso de las presiones en las regiones de la superficie articular que tienen más avanzada la degeneración del cartílago, a la disminución de la presión intraósea⁵ o a la formación de nuevo cartílago sobre la superficie articular. Igualmente, la causa del incremento del espacio articular es desconocida y puede ser debido a la alteración de las relaciones entre las superficies articulares o la formación de nuevo cartílago articular en superficie.

Weisl²⁰³ en una serie de 757 osteotomías realizadas en el tratamiento de artrosis de cadera, observó incremento del espacio articular inmediatamente después del procedimiento en 204 caderas, presumiblemente por la alteración de la relación entre las superficies articulares. Adicionalmente en 200 caderas el espacio articular se incrementó durante los primeros 9 meses y dado que estas caderas tenían mejor resultado clínico, sugirió que durante este lapso de tiempo el aumento del espacio se debió al incremento del cartílago articular, de tal modo que la osteotomía de la ca-

dera estimularía la formación de tejido fibrocartilaginoso sobre la superficie articular^{31, 90}.

Resultados similares a las osteotomías de cadera en coxartrosis se han publicado en el tratamiento de alteraciones degenerativas de la rodilla. Estos resultados incluyen disminución del dolor, incremento del espacio articular y reducción de la esclerosis subcondral^{17, 40-42, 65, 141, 192}.

Bergenudd y cols.¹⁷ publicaron el resultado de las biopsias del cartílago articular del cóndilo femoral interno al tiempo de la osteotomía y a los dos años en 19 pacientes con gonartrosis, demostrando la formación de tejido fibrocartilaginoso en la superficie articular en 9 pacientes, ningún cambio en 8 pacientes y deterioro de la superficie articular en 2 pacientes. El examen radiográfico mostró que seis rodillas habían mejorado, 8 no presentaban cambios y 2 se habían deteriorado. De este modo, no había relación entre los resultados de los estudios histológicos, la apariencia radiográfica y el resultado clínico.

En un estudio similar sobre 14 pacientes Odenbring y cols.¹⁴¹ encontraron, dos años después de la osteotomía, proliferación de tejido fibrocartilaginoso sobre la superficie de la meseta tibial en 8 pacientes y en el cóndilo femoral medial en 9. Estos autores tampoco encontraron relación entre la regeneración de la superficie articular y el resultado clínico.

Muchos estudios sugieren que el resultado de la osteotomía podría mejorarse con el avance de las técnicas quirúrgicas y con la selección de los pacientes^{1, 24, 40-43, 72, 100, 139, 140, 203}, pues aunque el resultado clínico generalmente declina con el tiempo^{87, 202, 203}, con una adecuada selección de los pacientes, una buena planificación preoperatoria, una técnica operatoria depurada, la osteotomía tiene un gran potencial para mejorar el resultado y posiblemente conseguir un éxito brillante frente a la artroplastia, sobre todo en pacientes jóvenes físicamente activos^{139-141, 143}.

Limpieza articular

El desbridamiento articular o «toilette articular» se ha realizado durante más de 50 años a través de artroscopia^{70, 86, 116} o artroscopia^{8, 18, 19, 24, 28, 29, 57, 92, 96, 149, 162, 190} para retirar fragmentos libres de cartílago y menisco, excindir osteofitos y tejido sinovial y afeitar las regiones severamente degeneradas del cartílago articular superficial, incluyendo irrigación de la articulación con un volumen de fluido mucho mayor que el volumen de la articulación.

La retirada de fragmentos libres de cartílago y menisco, causa específica de disturbios mecánicos, puede lógicamente mejorar la función de la articulación y disminuir los síntomas⁹⁶, así como la sinovectomía y la retirada de osteofitos, pero falta documentación sobre la evidencia del beneficio del afeitado superficial del cartílago articular, pues en estudios experimentales, dicho afeitado en el cartílago

articular normal de los animales no estimula la regeneración de la superficie articular^{101,105}, e incluso el cartílago remanente puede sufrir degeneración después de dicho procedimiento¹⁰¹, estudios clínicos¹²⁻¹⁴ demuestran que sólo el 25% de los pacientes obtienen un resultado satisfactorio, y estudios histológicos no muestra formación de nuevo tejido cartilaginoso¹²⁵.

Por ello, el efecto beneficioso del desbridamiento puede estar en la eliminación de cuerpos libres^{8,18,19,92,149,162,190} o podría ser el resultado de un efecto placebo (131) o consecuencia de la disminución de los estímulos dolorosos en la articulación, pues estudios experimentales han sugerido que las partículas de cartílago pueden estimular la inflamación del tejido sinovial⁵⁶.

Perforaciones del hueso subcondral

Algunos autores combinan el desbridamiento de la articulación degenerada con las penetraciones en el hueso subcondral para estimular la formación de una nueva superficie articular, basándose en que dichas penetraciones podrían alterar los vasos sanguíneos subcondrales²³⁻²⁵, lo que llevaría a la formación de un coágulo fibrino-hemático y al desarrollo de un tejido fibrocartilaginoso de reparación^{25,97,98,181}. En este sentido, se han desarrollado diversas técnicas para las penetraciones del hueso subcondral con la idea de estimular la reparación del cartílago articular, incluyendo resecciones completas del hueso esclerótico subcondral o perforaciones a través del hueso subcondral^{2,13,14,18,23-25,36,57,59,63,86,97,98,144,159,161,162,168}.

No está claro que estos métodos produzcan una restauración absoluta de la superficie articular, sin embargo comparando la abrasión con la perforación en el tratamiento de defectos condrales experimentales en el conejo, se ha podido comprobar que ninguno de los dos métodos restaura por completo la superficie articular, pero a largo plazo el resultado de las perforaciones es mucho mejor que el de la abrasión⁶². Estas observaciones soportan trabajos experimentales previos que muestran que la superficie cartilaginosa puede repararse por un tejido que crece desde dichas perforaciones y eventualmente se extiende cubriendo el hueso subcondral expuesto¹²⁸. Y estudios clínicos de resultados de desbridamiento del cartílago articular degenerado y perforaciones a través del hueso subcondral realizados a través de artrotomía, han revelado una disminución de la sintomatología^{13,70,86,116}.

Ficat y cols.⁵⁹ aconsejan la extirpación del cartílago dañado y del hueso subcondral, procedimiento que refiere como esponjalización, en el tratamiento de la condromalacia de la patela y reportan buenos o excelentes resultados en el 79% de los pacientes. Otros autores publican más del 80% de buenos y excelentes resultados después de la extirpación y perforaciones

del cartílago degenerado en áreas limitadas de la superficie articular³⁶.

La curación de los tejidos blandos y la rehabilitación muscular después de una artrotomía requiere a veces varias semanas, sin embargo los avances en la cirugía artroscópica han disminuido la morbilidad asociada con el desbridamiento y perforaciones de la superficie articular y la abrasión del hueso subcondral. Así, algunos autores han observado una disminución en los síntomas después del uso de motorización en la abrasión artroscópica^{8,57,63,96-98}. En estos procedimientos se retira la capa superficial del hueso subcondral, usualmente de 1 a 3 mm. de espesor, para exponer los vasos sanguíneos, con la consiguiente formación de fibrina y tejido de reparación. El examen de la superficie articular después de la abrasión artroscópica muestran que tienden a formarse un tejido fibrocartilaginoso, desde tejido fibroso denso con poca o ninguna colágena tipo I a cartílago como hialino con alguna colágena tipo II^{97,98}, y en algunos pacientes este tejido persiste durante años^{97,98}.

Engkvist⁵⁷ reportó que el 73% de los pacientes habían mejorado el dolor y la inflamación después de desbridamiento y abrasión artroscópica, observando que la probabilidad de resultado clínico satisfactorio decrecía con la severidad de la alteraciones degenerativas de la superficie articular.

Friedman y cols.⁶³ estudiaron 73 pacientes tratados con desbridamiento y abrasión de hueso subcondral por artroscopia a los 12 meses de evolución, y de los 15 que tenían menos de 40 años, 13 (86%) habían mejorado y 2 (14%) no presentaban cambios, pero de los 58 pacientes que tenían más de 40 años, el 53% habían mejorado mientras que el 40% no tenían cambios, y el 7% se habían deteriorado, por lo que podemos asumir que la edad es un factor a tener en cuenta en la valoración de los resultados.

Baumgaertner⁸ describió como los resultados decrecen con el tiempo, desde el 41% de los pacientes que habían mejorado en la fase de máxima mejoría desciende el 24% al seguimiento posterior. Johnson^{97,98} revisa igualmente los resultados en más de 400 pacientes tratados con abrasión artroscópica y el 75% tenía un resultado satisfactorio pero solo el 12% estaban carentes de síntomas dos años después de la operación, por lo cual comprobó que el beneficio de la abrasión del hueso subcondral era solo temporal.

Bert¹⁸ y Bert y Mark¹⁹, encuentran que el 51% de sus pacientes que habían sido tratado con abrasión tenían evidencia radiográfica de incremento del espacio articular dos años después del tratamiento, pero en el 31% de los mismos los síntomas no habían mejorado, lo que indica que la formación de nueva superficie articular después de la abrasión no necesariamente evita el dolor.

Esta falta de poder predecir el beneficio de esta metodología resulta de la gran variabilidad de pacientes, de la severidad de los cambios degenerativos, de la alineación de la articulación, la edad, la sensación de

percepción del dolor, las expectativas preoperatorias así como otros factores, y fundamentalmente de la incapacidad del tejido neoformado para replicar las propiedades del cartílago articular, puesto que el examen de este tejido muestran que se ha perdido la estructura, composición, propiedades mecánicas y la durabilidad de dicho cartílago articular^{23-25, 127, 128}, por ello a pesar de la evidencia de que las penetraciones a través del hueso subcondral estimule la formación de tejido fibrocartilaginoso de reparación, no existen trabajos clínicos que reporten un decremento evidente de los síntomas de los pacientes^{63, 98, 200}. Por lo que el valor clínico de este tipo de tecnologías parece inseguro.

Resección artroplástica

Antes del desarrollo de las articulaciones protésicas los cirujanos encontraron que la resección de las superficies articulares degeneradas seguido del movimiento articular determinaba la formación de un tejido fibrocartilaginoso sobre la superficie ósea reseca⁷⁴. Actualmente este procedimiento se utiliza solamente para casos seleccionados de articulaciones en avanzado estado de degeneración. Cuando dichas superficies articuladas degeneradas son resecaadas con algo del hueso subyacente, el espacio entre las superficies óseas se rellena con fibrina y con tejido de granulación y con el movimiento articular un tejido fibrocartilaginoso firme, reemplaza el tejido blando vascular de granulación. Este tejido fibrocartilaginoso que cubre los extremos opuestos del hueso, a menudo, asume la apariencia de una superficie articular.

La articulación que resulta de la resección artroplástica generalmente le falta estabilidad, pero proporciona una aceptable función en pacientes muy seleccionados, de tal manera que la resección artroplástica puede ser muy exitosa cuando la articulación no requiere un alto grado de estabilidad o cuando el acortamiento debido a la resección de los extremos óseos, no supone una alteración de la función articular.

Uno de los procedimientos más comunes es la artroplastia de Keller en el tratamiento de la deformidad en hallux-valgus y la degeneración de la primera articulación metatarso-falángica. Consiste en la resección del cartílago articular degenerado con el 30-50% de la porción proximal de la falange proximal del dedo gordo^{169, 184}.

La resección artroplástica también ha sido realizada en el tratamiento de artrosis sintomáticas de la articulación patelo-femoral, en este procedimiento el cirujano reseca la superficie articular y el hueso subcondral de la patela^{11, 59}.

En cadera y en rodilla^{22, 58, 73, 112, 157} esta técnica se utiliza con la intención de conservar la función de la articulación después de fallar una artroplastia o en el tratamiento de infecciones que no pueden ser controladas por otros medios. Generalmente la inestabili-

dad de la articulación y en algunos casos el acortamiento del miembro y el dolor comprometen la función, sin embargo Falahee y cols.⁵⁸ reportaron relativos buenos resultados después de resección artroplástica en el tratamiento de infecciones asociadas con artroplastia total de rodilla, de tal modo que 15 de 26 pacientes fueron capaces de caminar independientemente después del procedimiento. Lettin y cols.¹¹² incluso sugieren que la resección artroplástica de la rodilla puede ser preferible a la artrodesis.

Injertos de tejidos blandos

El tratamiento de las articulaciones artrósicas con injertos de tejidos blandos incluyen el desbridamiento de la articulación y la interposición de dichos injertos consistentes en fascia, músculo, tendón, periostio o pericondrio, entre las superficies articulares desfibriladas o resecaadas²⁴.

Estas artroplastias de interposición han sido usadas más frecuentemente para tratar articulaciones degeneradas de la extremidad superior, particularmente artroplastias de interposición con tendón o fascia han sido usadas en el tratamiento de artrosis de la articulación carpo-metacarpiana del dedo pulgar^{29, 30, 48} y del codo^{180, 185} con un resultado funcional bastante variable. Shahriaree¹⁸⁰ reportó que el 80% de los 30 pacientes que habían sido tratados con artroplastia de interposición por artrosis post-traumática del codo, estaban libres de dolor a un promedio de 4 años después de la operación. Knight y Zandt¹⁰⁴ encontraron que sus pacientes necesitaron aproximadamente un año para obtener el máximo de fuerza. De sus 45 pacientes el 56% tenía buen resultado, 10% un resultado regular y 10% insatisfactorio. Ellos concluyeron que seleccionando los pacientes, la artroplastia de fascia puede proporcionar un rango aceptable de función con poco dolor, pero este procedimiento no está indicado en pacientes que necesitan fuerzas y una extremidad estable.

Injertos de pericondrio^{3, 4, 7, 20, 27, 34, 38, 50-55, 80-82, 85, 109, 111, 150, 151, 154, 186, 187} e injertos de periostio^{47, 78, 94, 107, 108, 122, 129, 132, 135, 145-148, 156, 163, 170, 174, 178, 193, 195, 196, 205}, pueden reemplazar pérdidas o regiones degeneradas del cartílago articular.

Engkvist y Johansson⁵¹ publicaron un estudio clínico con el tratamiento de artroplastia de pericondrio y encontraron que algunos pacientes habían mejorado la movilidad y disminuido el dolor pero, un número igual de pacientes no habían mejorado.

Seradge y cols.¹⁷⁷ estudiaron la artroplastia con pericondrio costal en 16 metatarso-falángicas y 20 interfalángicas proximales a un mínimo de 3 años de seguimiento y la edad de los pacientes parece influir en el resultado, puesto que ninguno de los pacientes que tenían más de 40 años consiguieron buen resultado, por lo que la artroplastia de pericondrio puede ser usada en el tratamiento de artrosis post-traumática.

cas de las articulaciones metacarpo-falángicas e interfalángicas proximales en pacientes jóvenes.

Estas observaciones clínicas de que los injertos de pericondrio producen mejor resultado en pacientes jóvenes, está de acuerdo con el concepto de que la edad puede afectar adversamente a la capacidad de las células para formar cartílago articular²⁶. La relación de la edad con la capacidad condrogénica de las células, también puede explicarnos la variabilidad en el resultado de otros procedimientos incluyendo osteotomías o penetraciones del hueso subcondral.

Injertos de tejido cartilaginoso

Comparado con los injertos de tejidos blandos, los injertos de cartílago o de menisco tienen la ventaja de proporcionar una estructura más parecida al cartílago articular, y permitir trasplante de condrocitos viables¹⁷⁵. Estudios experimentales de meniscos¹¹⁰ y de cartílago esternal¹⁹⁴ como injertos autólogos han mostrado unos resultados prometedores.

Pero las limitadas fuentes de obtención de dicho cartílago articular autólogo hace que sea difícil sustituir zonas amplias de tejido articular^{93,204}. Por eso, los aloinjertos osteocondrales, han sido usados más frecuentemente para reemplazar segmentos dañados de la superficie articular^{9,10,37,45,61,65,69,114,115,117,123,124,138}.

Meyers y cols.¹²⁴ evaluaron 40 rodillas de 2 a 10 años después del trasplante de aloinjertos osteocondrales frescos en el tratamiento de zonas localizadas de la superficie articular y encontraron que 31 injertos habían curado y 9 habían fallado. De los 31 trasplantes exitosos, 13 tenían un resultado excelente, 14 un buen resultado y 4 un resultado regular, y recomiendan el uso de aloinjertos osteocondrales frescos en el tratamiento de osteoartrosis post-traumática, defectos traumáticos del platillo tibial, osteoartritis disecante y necrosis avascular del cóndilo femoral. Ellos advierten sobre el uso de estos injertos en artrosis degenerativas de la rodilla que afecta a ambos extremos de fémur y tibia, pues sólo 3 de 10 de estos procedimientos fueron exitosos.

Igualmente Groos y cols.⁶⁹ estudiaron el resultado de aloinjertos osteocondrales frescos en el tratamiento de defectos osteoarticulares post-traumáticos de la rodilla, y 75% tenían un resultado exitoso después de 5 años, 64% a los 10 años y 63% a los 14 años. Flynn y cols.⁶¹ reportaron el resultado favorable de aloinjertos osteocondrales congelados comparados con aloinjertos frescos en el tratamiento de defectos localizados de la superficie articular distal de fémur.

Estos estudios han mostrado que el uso de aloinjertos osteocondrales puede mejorar, por lo menos temporalmente, los síntomas y mejorar la función en pacientes seleccionados que tengan regiones aisladas de degeneración del cartílago articular. Estos descubrimientos también sugieren que el uso de estos injertos pueden retrasar o al menos prevenir el desarrollo de

cambios degenerativos en la superficie articular opuesta al injerto.

Las limitadas fuentes de injertos osteocondrales prevé el uso extensivo de este tratamiento, pero en pacientes seleccionados, la restauración de lesiones localizadas del cartílago articular, puede mejorar la función de la articulación.

Tratamientos experimentales

El tratamiento quirúrgico experimental de las articulaciones artrósicas incluye la implantación de factores de crecimiento, células y matriz artificial con el objetivo de estimular la restauración de la superficie articular. En el animal de experimentación, estas técnicas dan como resultado la formación de nuevo cartílago después de la creación de un defecto en la superficie articular, afectando sólo al cartílago o también al hueso subcondral, en articulaciones normales. Sin embargo es importante reconocer que este éxito de la regeneración del cartílago en la articulación de un animal normal, no necesariamente debe llevar a éxitos similares en las articulaciones humanas artrósicas.

Ha sido estudiado el efecto de estos factores de crecimiento (fibroblast growth factors, insulin-like growth factors, transforming growth-factors) sobre el metabolismo de los condrocitos y sobre la condrogénesis, comprobando que influyen variablemente en la actividad celular, incluyendo proliferación, diferenciación, emigración y síntesis de matriz^{44,76,77,84,152,178,189}. Dado que la matriz ósea contiene gran variedad de estos factores y que las células mesenquimales y endoteliales pueden producirlos, los traumatismos osteocondrales que conllevan la exposición del hueso pueden liberarlos afectando a la formación y reparación del tejido cartilaginoso, y probablemente tengan un papel importante en la formación de la nueva superficie articular en relación con procedimientos tales como la resección artroplástica, las penetraciones en el hueso subcondral, el afeitado del cartílago articular, las osteotomías e incluso los injertos de tejidos blandos.

Tratamientos locales de defectos condrales u osteocondrales con estos factores han estimulado el potencial de restauración de la superficie articular en mayor grado que las penetraciones aisladas de hueso subcondral, especialmente en articulaciones bien alineadas, con rango de movimiento normal y con lesiones del cartílago articular en zonas muy localizadas. Estudios experimentales recientes de tratamiento de defectos parciales del cartílago articular con la liberación de «transforming growth-factor beta» muestran que este factor de crecimiento puede estimular la reparación del cartílago⁸⁴. Pero a pesar del gran porvenir de este tipo de técnicas es difícil desarrollar una estrategia para el uso de estos agentes en pacientes en estado de artrosis avanzadas. Entre otras razones, porque posiblemente la respuesta de las cé-

lulas al factor de crecimiento decrece con el incremento de la edad¹⁵⁸. Sin embargo el desarrollo de tratamientos basados en estos factores de crecimiento, puede ser mucho más prometedor en estadíos de degeneración precoz del cartílago en población joven.

La limitada capacidad de las células condrales para restaurar la superficie articular, ha llevado a desarrollar métodos para trasplante de células aisladas en lesiones condrales y osteocondrales. Se trata de condrocitos y células mesenquimales indiferenciadas trasplantadas en defectos del cartílago articular para producir nueva matriz cartilaginosa^{6, 15, 16, 33, 66-69, 88, 89, 137, 172, 197-201}. Wakitani y cols.^{200, 201} encuentran

que el 80% de defectos osteocondrales en el conejo tratados con trasplantes de condrocitos aislados embebidos en gel de colágena, curaron en 24 semanas. Otros investigadores han publicado resultados similares con el trasplante de condrocitos aislados^{88, 89, 137, 172}. El uso de células mesenquimales cultivadas¹⁹⁸ también puede llevar a la reparación de grandes defectos osteocondrales, estas células se diferencian en condrocitos y llegan a producir una nueva superficie articular a las dos semanas del trasplante.

El tratamiento de defectos condrales con factores de crecimiento o células aisladas, requiere una metodología complicada que permita un vehículo que realice temporalmente la estabilización de estos factores de crecimiento o estas células en el defecto, por esta razón, el éxito de estas técnicas depende del uso de una matriz artificial.

Investigaciones previas han demostrado la posibilidad de restauración de la superficie articular con diversos implantes de tejidos biológicos y no biológicos, tales como cartílago, matriz ósea, colágeno, ac. hialurónico, fibrina, fibra de carbono, hidroxiapatita, ácido poliláctico, poliéster y otros polímeros sintéticos^{39, 46, 71, 74, 83, 88, 89, 99, 102, 103, 120-122, 126, 133, 136, 153, 164, 165, 167, 179, 188, 197, 198, 200, 201}. Pero es difícil

evaluar los méritos relativos de estos materiales porque faltan estudios que directamente comparen los diferentes tipos de materiales. Pero las publicaciones existentes muestran que este tipo de técnicas pueden contribuir a la restauración de la superficie articular.

En animales de experimentación los gel de colágena han sido efectivos para la implantación de condrocitos y células mesenquimales^{39, 137, 197, 198, 200, 201}. Asimismo la fibrina ha sido usada como implante y ha permitido la liberación de factores de crecimiento⁸⁴. El uso de fibra de carbono en el tratamiento de defectos osteocondrales en ratas y conejos, determinan la restauración de la superficie articular mediante tejido fibroso firme que rellena el defecto, y el tratamiento de defectos osteocondrales en el humano con esta misma técnica, ha producido unos resultados satisfactorios en el 77% de los pacientes que fueron evaluados clínica y artroscópicamente 3 años después del procedimiento¹³³.

En conclusión a pesar de los prometedores resultados de algunos de los tratamientos quirúrgicos actuales para el tratamiento de la artrosis y de los métodos

experimentales que intentan estimular la formación de nueva superficie articular, ninguna de estas técnicas tienen un éxito absoluto en la regeneración del tejido, de tal manera que duplique la estructura, composición, propiedades mecánicas y durabilidad del cartílago articular. Aunque una disminución de los síntomas y una mejora de la función puede no requerir la formación de un tejido regenerado que posea todas las propiedades del cartílago articular, por lo que ninguno de estos métodos tiene un éxito uniforme en el tratamiento de la artrosis.

En el futuro el tratamiento quirúrgico óptimo de las articulaciones degeneradas, podría comenzar con un detallado análisis de las anomalías estructurales y funcionales de la articulación y de las expectativas de los pacientes para el uso de la misma. Basándose en estos análisis, el cirujano podría desarrollar un plan de tratamiento que combine la corrección de anomalías mecánicas (incluyendo malas alineaciones e inestabilidades) y las disfunciones mecánicas causadas por fenómenos intra o extraarticulares, mediante desbridamiento que incluya o no penetraciones limitadas de hueso subcondral, aplicaciones de factores de crecimiento o implantes que pueden consistir en sólo matriz sintética, o matriz sintética que incorpore células o factores de crecimiento, y un curso postoperatorio controlando el apoyo de peso y el movimiento.

Bibliografía

1. Adam A, Spence, AJ. Intertrochanteric osteotomy for osteoarthritis of the hip. A review of fifty-eight operations. *J Bone and Joint Surg.* 1958;40-B(2):219-26.
2. Altman RD, Kates J, Chun LE, Dean DD, Eyre D. Preliminary observations of chondral abrasion in a canine model. *Ann Rheumat Dis.* 1992;51:1056-1062.
3. Amiel D, Coutts RD, Harwood FL, Ishizue KK, Kleiner JB. The chondrogenesis of rib perichondrial grafts for repair of full thickness articular cartilage defects in a rabbit model: a one year postoperative assessment. *Connect. Tissue Res.* 1988;18:27-39.
4. Amiel D, Coutts RD, Abel M, Stewart W, Haewood F, Akeson, WH. Rib perichondrial grafts for the repair of full-thickness articular-cartilage defects. A morphological and biochemical study in rabbits. *J Bone and Joint Surg.* 1985;67-A:911-920.
5. Arnoldi, CC, Linderholm, HM, Ssbichler H. Venous engorgement and intraosseous hypertension in osteoarthritis of the hip. *J Bone and Joint Surg.* 1972;54-B (3):409-21.
6. Aston JE, Bentley G. Repair of articular surfaces by allografts of articular and growth-plate cartilage. *J Bone and Joint Surg.* 1986;68-B (1):29-35.
7. Ballesteros-Vázquez P, Carranza-Bencano A y Armas-Padrón JR. Reparación del cartílago articular con injertos libres de pericondrio, estudio experimental en conejos. *Rev Esp Cir Osteoart* 1994;29:57-65.
8. Baumgaertner MR, Cannon WD Jr, Vittori JM, Schmidt ES, Maurer RC. Arthroscopic debridement of the arthritic knee. *Clin Orthop.* 1990;253:197-202.
9. Bayne O, Langer F, Pritzker K.P, Houpt, J, Gross, AE. Osteochondral allografts in the treatment of osteonecrosis of the knee. *Orthop Clin North America.* 1985;16:727-40.
10. Beaver RJ, Mahomed M, Bacjstein D, Davis A, Zukar DJ, Gross AE. Fresh osteochondral allografts for post-traumatic defects in the knee. A survivorship analysis. *J Bone and Joint Surg.* 1992;74-B (1):105-10.

11. Beltran JE. Resection arthroplasty of the patella. *J Bone and Joint Surg.* 1987;69-B(4):604-7.
12. Bentley, G. Chondromalacia patellae. *J Bone and Joint Surg.* 1970;52-A:221-32, March.
13. Bentley G. The surgical treatment of chondromalacia patellae. *J Bone and Joint Surg.* 1978;60-B (1):74-81.
14. Bentley, G, Dowd G. Current concepts of etiology and treatment of chondromalacia patellae. *Clin Orthop.* 1984;189:209-28.
15. Bentley G, Greer RB III. Homotransplantation of isolated epiphyseal and articular cartilage chondrocytes into joint surfaces of rabbits. *Nature* 1971;230:385-8.
16. Bentley G, Smith AU, Mukerjee R. Isolated epiphyseal chondrocyte allografts into joint surfaces. An experimental study in rabbits. *Ann Rheumat Dis.* 1978;37:449-58.
17. Bergenudd H, Johnell O, Redlund-Johnell I, Lohmander LS. The articular cartilage after osteotomy for medial gonarthrosis. Biopsies after 2 years in 19 cases. *Acta Orthop Scandinavica.* 1992;63:413-6.
18. Bert JM. Role of abrasion arthroplasty and debridement in the management of osteoarthritis of the knee. *Rheumat Dis Clin North America.* 1993;19:725-39.
19. Bert JM, Maschka K. The arthroscopic treatment of unicompartmental gonarthrosis: a five-year follow-up study of abrasion arthroplasty plus arthroscopic debridement and arthroscopic debridement alone. *J Arthroscopy.* 1989;5:25-32.
20. Billings E Jr, von Schroeder HP, Mai MT, Aratow M, Amiel D, Woo SL, Coulters RD. Cartilage resurfacing of the rabbit knee. The use of allogeneic demineralized bone matrix-autogeneic perichondrium composite implant. *Acta Orthop Scandinavica.* 1990;61:201-6.
21. Blaser RB, Matthews LS. Complications of prosthetic knee arthroplasty. In *Complications in Orthopaedic Surgery*, edited by CH. Epps. Ed. 3, pp. 1057-1086. Philadelphia, JB Lippincott, 1994.
22. Bourne RB, Hunter GA, Rorabeck CH, Macnab JJ. A six-year follow-up of infected total hip replacements managed by Girdlestone's arthroplasty. *J Bone and Joint Surg.* 1984;66-B (3):340-3.
23. Buckwalter JA, Cruess RL. Healing of the musculokeletal tissues. In *Fractures in Adults*, pp. 181-222. Edited by C. Lippincott, 1991.
24. Buckwalter JA, Mow VC. Cartilage repair in osteoarthritis. In *Osteoarthritis: Diagnosis and Medical/Surgical Management*, pp. 71-107. Edited by RW Moskowitz, DS Howell, VM Goldberg, HJ Mankin. Philadelphia, W.B. Saunders, 1992.
25. Buckwalter JA, Rosenberg LC, Hunziker EB. Articular cartilage: composition, structure, response to injury, and methods of facilitating repair. In *Articular Cartilage and Knee Joint Function: Basic Science and Arthroscopy*, pp. 19-56. Edited by JW Ewing. New York, Raven Press, 1990.
26. Buckwalter JA, Woo SLY, Golberg VM, Hadley EC, Booth F, Oegema TR, Eyre DR. Current concepts review. Soft-tissue aging and musculoskeletal function. *J Bone and Joint Surg.* 1993;75-A:1533-48.
27. Bulstra SK, Homminga GN, Buurman WA, Terwindt-Rouwenhorst E, van der Linden AJ. The potential of adult human perichondrium to form hyalin cartilage *in vitro*. *J Orthop Res* 1990;8:328-35.
28. Burman MS. Arthroscopy or the direct visualization of joints. An experimental cadaver study. *J Bone and Joint Surg.* 1931;13: 669-95.
29. Burman MS, Finkelstein H, Mayer L. Arthroscopy of the knee joint. *J Bone and Joint Surg.* 1934;16:255-268.
30. Burton RI. The arthritic hand. In *Surgery of the Musculoskeletal System*, edited by C. McC. Everts. Ed. 2, vol. 2, pp. 1087-1157. New York, Churchill Livingstone, 1990.
31. Byers PD. The effect of high femoral osteotomy on osteoarthritis of the hip. An anatomical study of six hip joints. *J Bone and Joint Surg.* 1974;56-B (2):279-290.
32. Canner GC, Steinberg ME, Heppenstall RB, Balderston R. The infected hip after total hip arthroplasty. *J Bone and Joint Surg.* 1984;66-A:1393-9.
33. Caplan AI, Goto T, Wakitani S, Pineda SJ, Haynesworth SE, and Goldberg VM. Cell-based technologies for cartilage repair. In *Biology and Biomechanics of the Traumatized Synovial Joint: the Knee as a Model*, pp. 111-122. Edited by G.A.M. Finerman and FR Noyes. Rosemont, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1992.
34. Carranza-Bencano A, Armas-Padrón JR, Jiménez-Fernández A, Ballesteros-Vázquez P, Flores-Gallego FJ. Capacidad condrogénica de injertos libres de periostio y pericondrio e injertos pediculados de sinovial. Estudio experimental en conejos. *Rev S And Traum y Ortop* 1989;9(1):19-25.
35. Chandler HP, Reineck FT, Wixson RL, McCarthy JC. Total hip replacement in patients younger than thirty years old. A five-year follow-up study. *J Bone and Joint Surg.* 1981;63-A:1426-34.
36. Childers JC Jr, Ellwood SC. Partial chondrectomy and subchondral bone drilling for chondromalacia. *Clin. Orthop.* 1979;144:114-20.
37. Convery FR, Meyers MH, Akeson WH. Fresh osteochondral allografting of the femoral condyle. *Clin Orthop.* 1991;273:139-45.
38. Coulters RD, Woo SLY, Amiel D, von Schroeder HP, and Kwan MK. Rib perichondrial autografts in full-thickness articular cartilage defects in rabbits. *Clin Orthop.* 1992;275:263-73.
39. Coulters RD, Yoshioka M, Amiel D, Hacker SA, Harwood FL, Monosov A. Cartilage repair using a porous polylactic acid matrix with allogeneic perichondrial cells. *Trans Orthop Res Soc.* 1994;19:240.
40. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. *J Bone and Joint Surg.* 1965;47-A:984-90.
41. Coventry MB. Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis. Indications, operative technique, and results. *J Bone and Joint Surg.* 1973;55-A:23-48.
42. Coventry MB. The effect of axial alignment of the lower extremity on articular cartilage of the knee. In *Articular Cartilage and Knee Joint Function. Basic Science and Arthroscopy*, pp. 311-317. Edited by J.W. Ewing. New York, Raven Press, 1990.
43. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone and Joint Surg.* 1993;75-A:196-201.
44. Cuevas P, Burgos J, Baird A: Basic fibroblast growth factor (FGF) promotes cartilage repair *in vivo*. *Biochem and Biophys Res Commun.* 1988;156:611-8.
45. Czitrom AA, Keating S, Gross AE. The viability of articular cartilage in fresh osteochondral allografts after clinical transplantation. *J Bone and Joint Surg.* 1990;72-A: 541-581.
46. Dahlberg L, Kricbergs A. Demineralized allogeneic bone matrix for cartilage repair. *J Orthop Res.* 1991;9:11-19.
47. Delaney JP, O'Driscoll SA, Salter RB. Neochondrogenesis in free intraarticular peristal autografts in an immobilized and paralyzed limb. An experimental investigation in the rabbit. *Clin Orthop.* 1989;248:278-82.
48. Dell PC, Muniz RB. Interposition arthroplasty of the trapezometacarpal joint for osteoarthritis. *Clin Orthop.* 1987;220:27-34.
49. Eftekhari NS, Tzitzikalakis GI. Failures and reoperations following low-friction arthroplasty of the hip. A five- to fifteen-year follow-up study. *Clin Orthop.* 1996;211:65-78.
50. Engkvist O. Reconstruction of patellar articular cartilage with free autologous perichondrial grafts. An experimental study in dogs. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1979;13:361-9.
51. Engkvist O, and Johansson SH. Perichondrial arthroplasty. A clinical study in twenty-six patients. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1980;14:71-87.
52. Engkvist O, Ohlsen L. Reconstruction of articular cartilage with free autologous perichondrial grafts. An experimental study in rabbits. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1979;13:269-74.
53. Engkvist O, Wilander E. Formation of cartilage from rib perichondrium grafted to an articular defect in the femur condyle

- of the rabbit. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1979;13:371-6.
54. Engkvist O, Johansson SH, Ohlsen L, Skoog T. Reconstruction of articular cartilage using autologous perichondrial grafts. A preliminary report. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1975;9:203-6.
 55. Engkvist O, Skoog V, Pastacaldi P, Yormuk E, Juhlin R. The cartilaginous potential of the perichondrium in rabbit ear and rib. A comparative study *in vivo* and *in vitro*. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1979;13:275-80.
 56. Evans CH, Mazzocchi RA, Nelson DD, Rubash HE. Experimental arthritis induced by intra-articular injection of allogenic cartilaginous particles into rabbit knees. *Arthritis and Rheumat.* 1984;27:200-7.
 57. Ewing JW. Arthroscopic treatment of degenerative meniscal lesions and early degenerative arthritis of the knee. In *Articular Cartilage and Knee Joint Function. Basic Science and Arthroscopy*. pp. 137-145. Edited by J.W. Ewing. New York, Raven Press, 1990.
 58. Falahee MH, Matthews LS, Kaufer H. Resection arthroplasty as a salvage procedure for a knee with infection after a total arthroplasty. *J Bone and Joint Surg.* 1987;69-A:1013-21.
 59. Ficat RP, Ficat C, Gedeon P, Toussaint JB. Spongialization: a new treatment for diseased patellae. *Clin Orthop.* 1979;144:74-83.
 60. Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE III, Sobel M.: The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 1990;5:267-76.
 61. Flynn JM, Springfield DS, Mankin HJ. Osteoarticular allografts to treat distal femoral osteonecrosis. *Clin Orthop.* 1994;303:38-43.
 62. Frenkel SR, Menche DS, Blair B, Watnik NF, Toolan BC, Pitman, MI. A comparison of abrasion burr arthroplasty and subchondral drilling in the treatment of full-thickness cartilage lesions in the rabbit. *Trans Orthop Res Soc.* 1994;19:483.
 63. Friedman MJ, Berasi CC, Fox JM, Del Pizzo W, Synder SJ, Ferkel RD. Preliminary results with abrasion arthroplasty in the osteoarthritic knee. *Clin Orthop.* 1984;182:200-5.
 64. Fujisawam Y, Masauhara K, Shiomi S. The effect on high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North America* 1979;10: 585-608.
 65. Garrett JC. Fresh osteochondral allografts for treatment of articular defects in osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle in adults. *Clin Orthop.* 1994;303:33-7.
 66. Grande DA, Singh IJ, Pugh J. Healing of experimentally produced lesions in articular cartilage following chondrocyte transplantation. *Anat Rec.* 1987;218:142-8.
 67. Grande DA, Pitman MI, Peterson L, Menche D, Klein M. The repair of experimentally produced defects in rabbit articular cartilage by autologous chondrocyte transplantation. *J Orthop Res.* 1989;7:208-18.
 68. Green WT. Articular cartilage repair. Behaviour of rabbit chondrocytes during tissue culture and subsequent allografting. *Clin Orthop.* 1977;124:237-50.
 69. Gross AE, Beaver RJ, Mohammed MN. Fresh small fragment osteochondral allografts used for posttraumatic defects in the knee joint. In *Biology and Biomechanics of the Traumatized Synovial Joint: the Knee as a Model*, pp. 123-141. Edited by G.A.M. Finerman and FR Noyes. Rosemont, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1992.
 70. Haggart GE. The surgical treatment of degenerative arthritis of the knee joint. *J Bone and Joint Surg.* 1940;22:717-29.
 71. Hanff G, Sollerman C, Abrahamsson SO, Lundborg G. Repair of osteochondral defects in the rabbit knee with Gore-Tex (expanded polytetrafluoroethylene). An experimental study. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg* 1990; 217-23.
 72. Harris NH, Kirwan E. The results of osteotomy for early primary osteoarthritis of the hip. *J Bone and Joint Surg.* 1964;46-B(3):477-87.
 73. Harris WH, White RE Jr. Resection arthroplasty for nonseptic failure of total hip arthroplasty. *Clin Orthop.* 1982; 1:71:62-7.
 74. Hass J. Functional arthroplasty. *J Bone and Joint Surg.* 1994;26:297-306.
 75. Havelin LI, Espehaug B, Vollset SE, Engesaeter LB. Early failures among 14,009 cemented and 1,326 uncemented prostheses for primary coxarthrosis. The Norwegian Arthroplasty Register, 1987-1992. *Acta Orthop Scandinavica.* 1994;65:1-6.
 76. Hill DJ, Logan A. Peptide growth factors and their interactions during chondrogenesis. *Prog Growth Factor Res.* 1992;4:45-68.
 77. Hiraki Y, Inoue H, Asada A, Suzuki F. Differential modulation of growth and phenotypic expression of chondrocytes in sparse and confluent cultures by growth factors in cartilage. *J Bone and Min Res.* 1990;5:1077-85.
 78. Hoikka VE, Jaroma HJ, Ritsila VA. Reconstruction of the patellar articulation with periosteal grafts. Four year follow-up of 13 cases. *Acta Orthop Scandinavica.* 1990;61:36-39.
 79. Holden DL, James SL, Larson RL, Slocum DB. Proximal tibial osteotomy in patients who are fifty years old or less. A long-term follow-up study. *J Bone and Joint Surg.* 1988;70-A:977-82.
 80. Homminga GN, Bulstra SK, Bouwmeester PM, van der Linden AJ. Perichondrial grafting for cartilage lesions of the knee. *J Bone and Joint Surg.* 1990;72-B(6):1003-7.
 81. Homminga GN, Bulstra SK, Kuijter R, von der Linden AJ. Repair of sheep articular cartilage defects with a rabbit costal perichondrial graft. *Acta Orthop Scandinavica.* 1991;62:415-8.
 82. Homminga GN, van der Linden TJ, Terwindt-Rouwenhorst EA, Drukker J. Repair of articular defects by perichondrial grafts. Experiments in the rabbit. *Acta Orthop Scandinavica.* 1989;60:326-9.
 83. Huang-Lee LL, Nimni ME. Crosslinked CNBr-activated hyaluronan-collagen matrices: effects on fibroblast contraction. *Matrix Biol.* 1994;14:147-57.
 84. Hunziker EB, Rosenberg L. Induction of repair in partial thickness articular cartilage lesions by timed release of TGF-beta. *Trans Orthop Res Soc.* 1994;19:236.
 85. Hvid I, Andersen LI. Perichondrial autograft in traumatic chondromalacia patellae. Report of a case. *Acta Orthop Scandinavica.* 1981;52:91-3.
 86. Insall J. The Pridie debridement operation for osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop.* 1974;101:61-7.
 87. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. *J Bone and Joint Surg.* 1984;66-A:1040-8.
 88. Itay S, Abramovici A, Nevo Z. Use of cultured embryonal chick epiphyseal chondrocytes as grafts for defects in chick articular cartilage. *Clin Orthop.* 1987;220:284-303.
 89. Itay S, Abramovici A, Yosipovitch Z, Nevo Z. Correction of defects in articular cartilage by implants of cultures embryonic chondrocytes. *Trans Orthop Res Soc.* 1988;13:112.
 90. Itoman M, Yamamoto M, Yonemoto K, Sekiguchi M, Kai H. Histological examination of surface repair tissue after successful osteotomy for osteoarthritis of the hip joint. *Internat Orthop.* 1992;16:118-21.
 91. Ivarsson I, Myrner R, Gillquist J. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee. A 5 to 7 and an 11 to 13 year follow-up. *J Bone and Joint Surg.* 1990;72-B(2):238-44.
 92. Jackson RW, Silver R, Marans R. The arthroscopic treatment of degenerative joint disease. *Arthroscopy.* 1986;2:114.
 93. Jacobs JE. Follow-up notes on articles previously published in *The Journal*. Patellar graft for severely depressed comminuted fractures of the lateral tibial condyle. *J Bone and Joint Surg.* 1965;47-A:842-7.
 94. Jaroma HJ, Ritsila VA. Reconstruction of patellar cartilage defects with free periosteal grafts. An experimental study. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1987;21:175-81.
 95. Johansson JE, McBroom R, Barrington TW, Hunter CA. Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. *J Bone and Joint Surg.* 1981;63-A:1435-42.
 96. Johnson LL. *Diagnostic and Surgical Arthroscopy*. St. Louis, C.V. Mosby, 1980.
 97. Johnson LL. Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: present status. *Arthroscopy.* 1986;2:54-6.

98. Johnson LL. The sclerotic lesion: pathology and the clinical response to arthroscopic abrasion arthroplasty. In *Articular Cartilage and Knee Joint Function*. Basic Science and Arthroscopy, pp. 319-333. Edited by J.W. Ewing. New York, Raven Press, 1990.
99. Kang HJ, Han CD, Kang ES, Kim NH, Yang WI. An experimental intraarticular implantation of woven carbon fiber pad into osteochondral defect of the femoral condyle in rabbit. *Yonsei Med J*. 1991;32:108-16.
100. Kettelkamp DB, Wenger DR, Chao EYS, Thompson C. Results of proximal tibial osteotomy. The effects of tibiofemoral angle, stance-phase flexion-extension, and medial-plateau force. *J Bone and Joint Surg*. 1976;58-A:952-60.
101. Kim, H.K.W, Moran, M.E, and Salter, R.B.: The potential for regeneration of articular cartilage in defects created by chondral shaving and subchondral abrasion. An experimental investigation in rabbits. *J. Bone and Joint Surg*, 1991;73-A: 1301-1315.
102. Kimura T, Yasui N, Ohsawa S, Ono K. Chondrocytes embedded in collagen gels maintain cartilage phenotype during long-term cultures. *Clin Orthop*. 1984;186:231-9.
103. Klompmaker J, Jansen HW, Veth RP, Nielsen HK, de Groot JH, Pennings AJ. Porous polymer implants for repair of full-thickness defects of articular cartilage: an experiment study in rabbit and dog. *Biomaterials*. 1992;13:625-34.
104. Knight RA, van Zandt IL. Arthroplasty of the elbow. An end-result study. *J Bone and Joint Surg*. 1952;34-A:610-8.
105. Knodt H. Pressure-reducing effects of hio osteotomies. *Clin Orthop*. 1971;77:105-16.
106. Knutson K, Lewold S, Lidgren L, Robertsson O. The Swedish knee arthroplasty project. *Acta Orthop Scandinavica*. 1994;65(Supplementum 258):1-11.
107. Korkala O, Kuokkanen H. Autogenous osteoperiosteal grafts in the reconstruction of full-thickness joint surface defects. *Internat Orthop*. 1991;15:233-7.
108. Korkala O, Kuokkanen H, Haapala J, Joensuu K. The use of osteoperiosteal grafts in the biologic reconstructions of fresh or late full-thickness defects of the knee. *Acta Orthop Scandinavica*. 1993;64(Supplementum 253):43.
109. Kulick MI, Brent B, Ross J. Free perichondrial graft from the ear to the knee in rabbits. *J Hand Surg*. 1984;9A:213-5.
110. Kusayama T, Tomatsu T, Akasaka O, Imai N. Autogenous meniscus grafts in articular cartilage defects —an experimental study. *Takai J Exper and Clin Med*. 1991;16:145-51.
111. Kwan MK, Coutts RD, Woo SL, Field, FP. Morphological and biomechanical evaluations of neocartilage from the repair of full-thickness articular cartilage defects using rib perichondrium autografts: a long-term study. *J Biomech*. 1989;22:921-30.
112. Lettin, AWF, Neil MJ, Citron ND, August A. Excision arthroplasty for infected constrained total knee replacements. *J Bone and Joint Surg*. 1990;72-B(2):220-4.
113. Lewold S, Knutson KAJ, Lidgren L. Reduced failure rate in knee prosthetic surgery with improved implantation technique. *Clin Orthop*. 1993;287:94-7.
114. Loch RC, Groos AE, Langer D. Late osteochondral allograft resurfacing for tibial plateau fractures. *J Bone and Joint Surg*. 1984;66-A:328-35.
115. McDermott AGP, Langer F, Pritzker KPH, Gross AE. Fresh small-fragment osteochondral allografts. Long-term follow-up study on firts 100 cases. *Clin Orthop*. 1985;197:96-102.
116. Magnuson PB. Joint debridement. Surgical treatment of degenerative arthritis. *Surg Gynec and Obstet*. 1941;73:1-9.
117. Mahomed MN, Beaver RJ, Gross AE. The long-term success of fresh, small-fragment osteochondral allografts used for intra-articular post-traumatic defects on the knee joint. *Orthopedics*. 1992;15:1191-9.
118. Malchau H, Herberts P, Ahnfelt L. Prognosis of total hip replacement in Sweden. Follow-up of 92,675 operations performed 1978-1190. *Acta Orthop Scandinavica*. 1993;64:497-506.
119. Mensor MC, Scheck M. Follow-up notes on articles previously published in *The Journal*. Review of six years' experience with the hanging-hip operation. *J Bone and Joint Surg*. 1968;50-A: 1250-4.
120. Messner K. Hydroxyapatite supported Dacron plugs for repair of isolated full-thickness defects of the rabbit femoral condyle. *Trans Orthop Res Soc*. 1994;19:239.
121. Messner K, Gillquist J. Synthetic implants for the repair of osteochondral defects of the medial femoral condyle: a biomechanical and histological evaluation in the rabbit knee. *Bio-materials*. 14:513-21.
122. Messner K, Lohmander LS, Gillquist, J. Neocartilage after artificial cartilage repair in the rabbit: histology and proteoglycan fragments in joint fluid. *J Biomed Mater Res*. 1993;27:949-54.
123. Meyers MH. Resurfacing of the femoral head with fresh osteochondral allografts. Long-term results. *Clin Orthop*. 1985;197: 111-4.
124. Meyers MH, Akeson W, Convery FR. Resurfacing of the knee with fresh osteochondral allograft. *J Bone and Joint Surg*. 1989;71-A:704-713.
125. Milgram JW. Injury to articular cartilage joint surfaces. I. Chondral injury produced by patellar shaving: a histopathologic study of human tissue specimens. *Clin Orthop*. 1985;192:168-73.
126. Minns RJ, Muckle DS. Mechanical and histological response of carbon fibre pads implanted in the rabbit patella. *Biomaterials*. 1989;10:273-6.
127. Mitchell N, Shepard N. The resurfacing of adult rabbit articular cartilage by multiple perforations through the subchondral bone. *J Bone and Joint Surg*. 1976;58-A:230-233.
128. Mitchell N, Shepard N. Effect of patellar shaving in the rabbit. *J Orthop Res*. 1987;5:388-92.
129. Moran ME, Kim HKW, Salter RB. Biological resurfacing of full-thickness defects in patellar articular cartilage of the rabbit. Investigation of autogenous periosteal grafts subjected to continuous passive motion. *J Bone and Joint Surg*. 1992;74-B(5):659-67.
130. Morrey BF. Upper tibial osteotomy for secondary osteoarthritis of the knee. *J Bone and Joint Surg*. 1989;71-B(4):554-9.
131. Moseley JB Jr, Wray NP, Kuykendall D, Willis K, Landon GC. Arthroscopic treatment of osteoarthritis of the knee: a prospective, randomized, placebo-controlled trial: results of a pilot study. Read at the Annual Meeting of The American Academy of Orthopaedic Surgeons, New Orleans, Louisiana, Feb. 26, 1994.
132. Mow VC, Ratcliffe A, Rosenwasser MP, Buclwalter JA. Experimental studies on repair of large osteochondral defects at a high weight bearing area of the knee joint: a tissue engineering study. *J Biomech. Eng*. 1991;113:198-207.
133. Muckle DS, Minns RJ. Biological response to woven carbon fibre pads in the knee. A clinical and experimental study. *J Bone and Joint Surg*. 1990;72-B(1):60-2.
134. Newton SE, Wilson WJ. Complications of total joint replacement of the ankle. In *Complications in Orthopaedic Surgery*, edited by CH. Epps. Ed. 3, pp. 1057-1086. Philadelphia, JB Lippincott, 1994.
135. Niedermann B, Boe S, Lauritzen J, Rubak JM. Glued periosteal grafts in the knee. *Acta Orthop Scandinavica*. 1985;56:457-60.
136. Nixon AJ, Sams AE, Lust G, Minor RR. Long-term survival and neocartilage maturation following extensive articular resurfacing with chondrocyte laden collagen scaffolds. *Trans Orthop Res Soc*. 1994;19:237.
137. Noguchi T, Oka M, Fujino M, Neo M, Yamamuro T. Repair of osteochondral defects with grafts of cultured chondrocytes. Comparison of allografts and isografts. *Clin Orthop*. 1994;302:251-8.
138. Oakeshott RD, Farine I, Pritzker KPH, Langer F, Gross AE. A clinical and histologic analysis of failed fresh osteochondral allografts. *Clin Orthop*. 1988;233:283-94.
139. Odenbring S, Egund N, Linstrand A, Tjornstrand B. A guide instrument for high tibial osteotomy. *Acta Orthop Scandinavica*. 1989;60:449-51.
140. Odenbring S, Egund N, Knutson K, Linstrand A, Larsen ST. Revision after osteotomy for gonarthrosis. A 10-19 year fo-

- llow-up of 314 cases. *Acta Orthop Scandinavica*. 1990;61:128-30.
141. Odenbring S, Egund N, Lindstrand A, Lohmander LS, Will NH. Cartilage regeneration after proximal tibial osteotomy for medial gonarthrosis. An arthroscopic, roentgenographic, and histologic study. *Clin Orthop*. 1992;277:210-6.
 142. Odenbring S, Egund N, Hagstedt B, Larsson J, Lindstrand A, Toksvig-Larsen S. Ten-year results of tibial osteotomy for medial gonarthrosis. The influence of overcorrection. *Arch Orthop and Trauma Surg*. 1991;110:103-8.
 143. Odenbring S, Tjornstrand B, Egund N, Hagstedt B, Hovelius L, Lindstrand A, Luxhøj T, Svanstrom A. Function after tibial osteotomy for medial gonarthrosis below aged 50 years. *Acta Orthop Scandinavica*. 1989;60:527-31.
 144. O'Donoghue DH. Treatment of chondral damage to the patella. *Am J Sports Med*. 1981;9:1-10.
 145. O'Driscoll SW, Salter RB. The induction of neochondrogenesis in free intra-articular periosteal autografts under the influence of continuous passive motion. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone and Joint Surg*. 1984;66-A:1248-57.
 146. O'Driscoll SW, Salter RB. The repair of major osteochondral defects in joint surfaces by neochondrogenesis with autogenous osteoperiosteal grafts stimulated by continuous passive motion. An experimental investigation in the rabbit. *Clin Orthop* 1986;208:131-40.
 147. O'Driscoll SW, Keel FW, Salter RB. The chondrogenic potential of free autogenous periosteal grafts for biological resurfacing of major full-thickness defects in joint surfaces under the influence of continuous passive motion. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone and Joint Surg*. 1986;68-A:1017-35.
 148. O'Driscoll SW, Keely FW, Salter RB. Durability of regenerated articular cartilage produced by free autogenous periosteal grafts in major full-thickness defects in joint surfaces under the influence of continuous passive motion. A follow-up report at one year. *J Bone and Joint Surg*. 1988;70-A:595-606.
 149. Ogilvie-Harris DJ, Ftsialos DP. Arthroscopic management of the degenerative knee. *J Arthroscopy*. 1991;7:151-7.
 150. Ohlson L. Cartilage regeneration from perichondrium. Experimental studies and clinical applications. *Plastic and Reconstr Surg*. 1978;62:507-13.
 151. Ohlson L, Widenfalk B. The early development of articular cartilage after perichondrial grafting. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg*. 1983;17:163-77.
 152. Osborn KD, Trippel SB, Mankin HJ. Growth factor stimulation of adult articular cartilage. *J Orthop Res*. 1989;7:35-42.
 153. Paletta GA, Arnoczky SP, Warren RF. The repair of osteochondral defects using an exogenous fibrin clot. An experimental study in dogs. *Am J Sports Med*. 1992;20:725-31.
 154. Pastacaldi P, Englvist O. Perichondrial wrist arthroplasty in rheumatoid patients. *Hand*. 1979;11:184-90.
 155. Pellegrini VD, Burton RI. Complications of implant surgery in the hand. In *Complications in Orthopaedic Surgery*, edited by C. H. Epps. Ed. 3, pp. 997-1012. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1994.
 156. Pérez-Tinao M, Carranza-Bencano A, Armas-Padrón JR. Capacidad condrogénica de injertos libres de periostio en la reparación de defectos del cartilago articular. Estudio experimental en conejos. *Rev Esp Cir Osteoart*. 1996;31:5-13.
 157. Petty W, Goldsmith S. Resection arthroplasty following infected total hip arthroplasty. *J Bone and Joint Surg*. 1980;62-A:889-96.
 158. Pfeilschifter J, Diel I, Pilz U, Brunotte K, Naumann A, Ziegler R. Mitogenic responsiveness of human bone cells *in vitro* to hormones and growth factors decreases with age. *J Bone and Min Res*. 1993;8:707-17.
 159. Pridie KH. A method of resurfacing osteoarthritic knee joints. In *Proceedings of the British Orthopaedic Association*. *J Bone and Joint Surg*. 1959;41-B(3):618-9.
 160. Radin EL, Maquet P, Parker H. Rationale and indications for the «hanging hip» procedure. A clinical and experimental study. *Clin Orthop* 1975;112:221-30.
 161. Rae PJ, Noble J. Arthroscopic drilling of osteochondral lesions of the knee. *J Bone and Joint Surg*. 1989;71-B (3):534.
 162. Rand JA. Role of arthroscopy in osteoarthritis of the knee. *J Arthroscopy*. 1991;7:358-63.
 163. Ratcliffe A, Rosenwasser MP, Azzo W, Shapses SA, Guilak F, Mow VC. Healing of major defects in high weight bearing regions using periosteal-bone grafts. In *Tissue Engineering*, pp. 87-90. Edited by S.L.-Y. Woo and Y. Seguchi. New York, The American Society of Mechanical Engineers, 1989.
 164. Reissis N, Downes S, Bentley G. Cartilage repair using a new synthetic polymer. *Trans Orthop Res Soc*. 1994;19:482.
 165. Reissis N, Downes S, Kayser M, Bentley G. Biological resurfacing or articular cartilage defects (abstract). *J Bone and Joint Surg*. 1994;76-B(Supplement 1):47.
 166. Retpen JB, Varmarken JE, Rock ND, Jensen JS. Unsatisfactory results after repeated revision of hip arthroplasty. 61 cases followed for 5 (1-10) years- *Acta Orthop Scandinavica*. 1992;63:120-7.
 167. Rich D, Johnson E, Zhou L, Grande D. The use of periosteal cell/polymer tissue constructs for the repair of articular cartilage defects. *Trans Orthop Res Soc*. 1994;19:241.
 168. Richards RN, Lonergan RP. Arthroscopic surgery for relief of pain in the osteoarthritis knee. *Orthopedics*. 1984;7:1705-7.
 169. Richardson EG. The foot in adolescents and adults. In *Campbell's Operative Orthopaedics*, edited by A.H. Crenshaw. Ed. 7. vol. 2, pp. 829-988. St. Louis, C.V. Mosby, 1987.
 170. Ritsil VA, Santavirta S, Alhopuro S, Poussa M, Jaroma H, Rubak JM, Eskola A, Hoikka V, Snellman O, Sterman K. Periosteal and perichondral grafting in reconstructive surgery. *Clin Orthop*. 1994;302:259-65.
 171. Robins RHC Piggot J. McMurray osteotomy. With a note on the «regeneration» of articular cartilage. *J Bone and Joint Surg*. 1960;42-B(3):480-488.
 172. Robinson D, Halperin N, Nevo Z. Regenerating hyaline cartilage in articular defects of old chickens using implants of embryonal chick chondrocytes embedded in a new natural delivery substance. *Calcif Tissue Internat*. 1990;46:246-53.
 173. Rubak JM. Reconstruction of articular cartilage defects with free periosteal grafts. An experimental study. *Acta Orthop Scandinavica*. 1982;53:175-80.
 174. Rubak JM, Poussa M, Ritsila V. Chondrogenesis in repair of articular cartilage defects by free periosteal grafts in rabbits. *Acta Orthop Scandinavica*. 1982;53:181-6.
 175. Schachar N, McAllister D, Stevenson M, Novak K, McGann L. Metabolic and biochemical status of articular cartilage following cryopreservation and transplantation: a rabbit model. *J Orthop Res*. 1992;10:603-9.
 176. Scheck M. Roentgenographic changes of the hip joint following extra-articular operations for degenerative arthritis. *J Bone and Joint Surg*. 1970;52-A:99-104.
 177. Seradge H, Kutz JA, Kleinert HE, Lister GD, Wolff TW, Atasoy E. Perichondrial resurfacing arthroplasty in the hand. *J Hand Surg*. 1984;9A:880-6.
 178. Seyedin SM, Segarini PR, Rosen DM, Thompson AY, Bentz H, Graycar J. Cartilage-inducing factor-B is a unique protein structurally and functionally related to transforming growth factor-Beta. *J Biol Chem* 1987;262:1946-9.
 179. Shahgaldi BF, Amis AA, Heatley FW, McDowell J, Bentley G. Repair of cartilage lesions using biological implants. A comparative histological and biomechanical study in goats. *J Bone and Joint Surg*. 1991;73-B(1):57-64.
 180. Shahriaree H, Sajadi K, Silve, CM, Sheikholeslamzadeh S. Excisional arthroplasty of the elbow. *J Bone and Joint Surg*. 1979;61-A:922-7.
 181. Shapiro F, Koide S, Glimcher MJ. Cell origin and differentiation in the repair of full-thickness defects of articular cartilage. *J Bone and Joint Surg*. 1993;75-A:532-53.
 182. Sharp DJ, Porter KM. The Charnley total hip arthroplasty in patients under age 40. *Clin Orthop*. 1985;201:51-6.
 183. Shaw JA, Greer RB. Complications of total hip replacement. In *Complications in Orthopaedic Surgery*, edited by C.H. Epps. Ed. 3, pp. 1013-1056. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1994.

184. Sherman KP, Douglas DL, Benson MK D'A. Keller's arthroplasty: is distraction useful? A prospective trial. *J Bone and Joint Surg.* 1984;66-B(5):765-9.
185. Sisk TD and Wright PE. Arthroplasty of shoulder and elbow. In Campbell's Operative Orthopaedics, edited by AH Crenshaw. Ed. 7, vol. 2, pp. 1503-1554. St. Louis, C.V. Mosby, 1987.
186. Skoog T, Johansson SH. The formation of articular cartilage from free perichondrial grafts. *Plast and Reconstr Surg.* 1976;57:1-6.
187. Skoog T, Ohlson L, Sohn SA. Perichondrial potential for cartilaginous regeneration. *Scandinavian J Plast and Reconstr Surg.* 1972;6:123-5.
188. Speer DP, Chvapil M, Volz RG, Holmes MD. Enhancement of healing in osteochondral defects by collagen sponge implants. *Clin Orthop.* 1979;144:326-35.
189. Sporn MB, Roberts AB. Transforming growth factor-beta. Multiple actions and potential clinical applications (clinical-conference). *J Am Med Assn.* 1989;262:938-41.
190. Sprague NF III. Arthroscopic debridement for degenerative knee joint disease. *Clin Orthop.* 1981;160:118-23.
191. Sullivan PM, Johnston RC Kelly, SS. Late infection after total hip replacement, caused by an oral organism after dental manipulation. A case report. *J Bone and Joint Surg.* 1990;72-A:121-3.
192. Tjrnstrand BAE, Egund N, Hagstedt BV. High tibial osteotomy. A seven-year clinical and radiographic follow-up. *Clin Orthop.* 1981;160:124-36.
193. Vachon AM, McIlwraith CW, Keeley FW. Biochemical study of repair of induced osteochondral defects of the distal portion of the radial carpal bone in horses by use of periosteal autografts. *Am J Veter Res.* 1991;52:328-32.
194. Vachon AM, McIlwraith CW, Powers BE, McFadden PR, Amiel D. Morphologic and biochemical study of sternal cartilage autografts for resurfacing induced osteochondral defects in horses. *Am J Veter Res.* 1992;53:1038-47.
195. Vachon A, McIlwraith CW, Trotter GW, Norrdin RW, Powers BE. Neochondrogenesis in free intra-articular, periosteal, and perichondrial autografts in horses. *Am J Veter Res.* 1989;50:1787-94.
196. Von Schroeder HP, Kwan M, Amiel D, Coutts RD. The use of polylactic acid matrix and periosteal grafts for the reconstruction of rabbit knee articular defects. *J Biomed Mater Res.* 1991;25:329-39.
197. Wakitani S, Ono K, Goldberg VM, Caplan AI. Repair of large cartilage defects in weight-bearing and partial weight-bearing articular surfaces with allograft articular chondrocytes embedded in collagen gels. *Trans Orthop Res Soc.* 1994;9:238.
198. Wakitani S, Goto T, Mansour JM, Goldberg VM, Caplan AI. Mesenchymal stem cell-based repair of a large articular cartilage and bone defect. *Trans Orthop Res Soc.* 1994;19:481.
199. Wakitani S, Goto T, Pineda SJ, Young RG, Mansour JM, Caplan AI, Goldberg VM. Mesenchymal cell-based repair of large, full-thickness defects of articular cartilage. *J Bone and Joint Surg.* 1994;76-A:579-92.
200. Wakitani S, Kimura T, Hirooka A, Ochi T, Yoneda M, Yasui N, Ono K. Repair of rabbits' articular surfaces by allograft of chondrocytes embedded in collagen gels. *Trans Orthop Res Soc.* 1988;13:440.
201. Wakitani S, Kimura T, Hirooka A, Ochi T, Yoneda M, Yasui N, Owaki H, Ono K. Repair of rabbit articular surfaces with allograft chondrocytes embedded in collagen gel. *J Bone and Joint Surg.* 1989;71-B(1):74-80.
202. Wang JW, Kuo KN, Andriacchi TP, Galante JO. The influence of walking mechanics and time on the results of proximal tibial osteotomy. *J Bone and Joint Surg.* 1990;72-A:905-9.
203. Weisl H. Intertrochanteric osteotomy for osteoarthritis. A long-term follow-up. *J Bone and Joint Surg.* 1980;62-B(1):37-42.
204. Wilson WJ and Jacobs JE. Patellar graft for severely depressed comminuted fractures of the lateral tibial condyle. *J Bone and Joint Surg.* 1952;34-A:436-42.
205. Zarnett R, Salter RB. Periosteal neochondrogenesis for biologically resurfacing joints: its cellular origin. *Canadian J Surg.* 1989;32:171-4.