



Prótesis de núcleo en el tratamiento de la enfermedad discal degenerativa lumbar

Rafael Vázquez Caballero,* Hugo Aguirre,* Baron Zárate K,† Alejandro Reyes-Sánchez§

Resumen

La enfermedad discal degenerativa (EDD) tiene una incidencia del 40% en edades productivas. Analizamos los probables factores etiológicos que favorecen su aparición, como son la edad, sexo, raza, tabaquismo, etcétera. La patogenia incluye diferentes teorías, la más aceptada de ellas es la degeneración del disco ocasionada por la rigidez del anillo fibroso y por la disminución de la presión osmótica del núcleo pulposo con desbalance de cargas e incremento en el estrés. Revisamos los métodos quirúrgicos tradicionales de tratamiento, así como los nuevos aportes, como las artroplastias totales y las parciales. El remplazo del núcleo se clasifica en: hidrogeles como el PDN-SOLO y el PDN-Hidraflex; el núcleo NeuDisc-replicación y Galiflex; polímeros sintéticos como el DASCOR; dispositivo inyectable de núcleo NuCore, SINUXANR y BioDisc. Otras investigaciones se orientan hacia la tecnología mecánica que transmite las fuerzas a través del espacio discal de manera uniforme, como EBI Regain y Nubac. El Aquarelle Hydrogel Nucleus es un material viscoelástico que distribuye de forma uniforme las cargas en las plataformas terminales, y el Newcleus, con un elastómero de policarbonato de uretano, alinea las cadenas moleculares en una configuración específica. **Conclusión:** El advenimiento de la tecnología de artroplastia discal permitirá mejorar el dolor conservando la función (movimiento) y –teóricamente– proteger al segmento adyacente.

Palabras clave: Enfermedad discal degenerativa, prótesis de núcleo.

Summary

Degenerative disc diseases (DDD) have an incidence of 40% of working-age people. We analyze the probable etiological factors that favor its appearance, such as age, sex, race, smoking, etc. The pathogenesis includes different theories, the most accepted is disc degeneration caused by stiffness in the annulus and osmotic pressure decrease of nucleus pulposus, with unbalanced loads and increased stress. We review the traditional surgical methods of treatment as well as new contributions like total and partial arthroplasties. Nuclear replacement is classified in: Hydrogels; PDN-SOLO and the PDN-Hydraflex, the nucleus NeuDisc-Duplication and Galiflex, Synthetic Polymers like DASCOR, NuCore, core injection device, SINUXANR and BioDisc. Other studies that are oriented towards mechanical technology that transmits forces uniformly across the disc space are Regain EBI and Nubac. Hydrogel Aquarelle Nucleus is a viscoelastic material which evenly distributes loads on platform terminals. Newcleus has a polycarbonate urethane elastomer which aligns the molecular chains in a specific configuration. **Conclusion:** The advent of disc arthroplasty technologies will improve the pain while preserving function (movement) and, theoretically, protect the adjacent segment.

Key words: Degenerative disc disease, disc prosthesis.

* Médico Ortopedista y Traumatólogo. Hospital Ángeles Pedregal.

† Médico adscrito al Servicio de Cirugía de Columna Vertebral. Instituto Nacional de Rehabilitación (INR).

§ Jefe de División de Cirugía Especial. Instituto Nacional de Rehabilitación.

Correspondencia:

Alejandro Reyes-Sánchez

Instituto Nacional de Rehabilitación. Calzada México-Xochimilco Núm. 289, Col. Arenal de Guadalupe, 14389. México, Distrito Federal, México.

Correo electrónico: alereyes@inr.gob.mx alereyes@prodigy.net.mx

Aceptado: 17-10-2013.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/actamedica>

INTRODUCCIÓN

La enfermedad discal degenerativa (EDD) es definida como el proceso de degeneración del disco donde existe una respuesta celular aberrante que progres a la falla estructural, combinada con signos acelerados o avanzados de degeneración del disco con respecto a la edad. Los cambios degenerativos tempranos se refieren a los cambios acelerados relacionados con la edad de un disco estructuralmente intacto. La EDD debe ser aplicada a una degeneración del disco que también produce sintomatología dolorosa.¹

La teoría de la degeneración propuesta por Hirsch y colaboradores sostiene que una nutrición insuficiente y la presencia de factores traumáticos combinados con una predisposición genética y hormonal provocan un efecto deshidratante y una ruptura del anillo fibroso, combinando la degeneración con el incremento del metabolismo del lactato, disminución del pH y acumulación de enzimas proteolíticas que conllevan a necrosis de los condrocitos. La disminución en la hidratación se transforma en una menor resistencia del disco para carga de peso axial.^{2,3}

EPIDEMIOLOGÍA

El dolor lumbar secundario a cambios osteoartrósicos vertebrales, de los cuales la enfermedad degenerativa discal es el punto inicial,³ es una de las causas de consulta médica más frecuentes en el mundo, produciendo grandes pérdidas económicas por ausencia laboral, hospitalización e incapacidad. El 40% de las personas entre 25 y 75 años sufren de dolor lumbar con periodicidad, y al menos el 80% de la población tiene un episodio de dolor lumbar una vez en la vida.⁴ La edad en la que comúnmente empieza a manifestarse este problema es a partir de los 35 años, siendo más frecuente en el sexo masculino, y del total de pacientes con dolor lumbar, el 35% desarrolla síntomas relacionados con la ciática.⁴

Frymoyer, en 1992, en una revisión de "la epidemiología de la enfermedad discal degenerativa", escribió que "los factores asociados con la EDD son la edad, el género, la ocupación, el tabaquismo y la exposición a la vibración vehicular. La contribución de otros factores como la talla, el peso y los factores genéticos es menos certera".⁵ Una década más tarde, siguiendo una revisión sobre el mismo tópico que incorpora investigaciones más recientes, Ala-Kokko concluyó que "aunque siguen estando implicados factores de riesgo medioambientales y constitucionales en esta enfermedad, sus efectos son relativamente menores. Estudios recientes en familias y gemelos han sugerido que la ciática, la hernia discal y la enfermedad discal degenerativa podrían estar explicados por factores genéticos".⁶

Dentro de los factores medioambientales, la única exposición química asociada con la EDD es el tabaquismo, el cual explica solamente el 2% de la enfermedad. Esta asociación se demostró en una evaluación por resonancia magnética lumbar realizada a gemelos monocigotos. La media de consumo de cigarrillos para considerarse factor de riesgo es de 32 paquetes al año, o lo que es lo mismo, dos cigarrillos al día.⁷

Subsecuentemente, otro estudio en gemelos demostró un componente genético sustancial en la enfermedad discal degenerativa lumbar, con una heredabilidad estimada del 74%. Algunos genes específicos que se han asociado con la EDD son un polimorfismo del gen receptor para la vitamina D,⁸ alelos para el colágeno IX, la metaloproteína-3,⁹ y variaciones en el gen aggrecan, que también ha sido identificado.

PATOGENIA

Un mejor entendimiento de la biología de la degeneración del disco puede proveer una mejor comprensión para el diagnóstico y el tratamiento del dolor de espalda baja. Los 23 discos intervertebrales que se encuentran entre cada segmento vertebral proporcionan flexibilidad y aumentan físicamente el tamaño cuando avanza de la columna cervical al sacro. El disco intervertebral consiste en tres regiones anatómicas distintas que trabajan al unísono: el anillo fibroso (interno y externo), el núcleo pulposo y el cartílago de las plataformas terminales.^{10,11} El anillo fibroso en la columna lumbar tiene más de 25 capas orientadas en un patrón en paralelo que contienen principalmente colágeno tipo I; son conocidas como lamellas. La intrincada configuración entrecruzada de las fibras permite al disco intervertebral una resistencia a las fuerzas tensiles que ocurren en la columna lumbar durante los movimientos de flexión y torsión. El núcleo pulposo contiene predominantemente fibras de colágeno tipo II dispuestas en una forma más aleatorizada. Estas fibras están rodeadas por una matriz rica en proteínas, conocidas como proteoglicanos. Estos proteoglicanos se ligan al agua y tienen un alto contenido de la misma en un disco intervertebral normal. Esto da al disco sus características de rigidez y viscoelasticidad, permitiendo una resistencia compresiva a las cargas axiales. La concentración de proteoglicanos y la capacidad del disco para la unión con el agua aumenta cuando va del anillo fibroso externo al anillo fibroso interno que se encuentra en contacto con el núcleo pulposo. En contraste, la concentración de colágeno tipo II disminuye del interior al exterior. El colágeno que contiene el núcleo es más elevado en la columna cervical y va disminuyendo conforme avanza a la columna lumbar. El contenido alto de proteoglicanos en la columna lumbar es ideal debido

a su capacidad para unirse al agua, lo cual permite un aumento de la resistencia a las cargas axiales compresivas en donde es más necesario.¹⁰

Con el tiempo, el daño proteolítico de la colágena fibrilar del anillo fibroso ocurre como resultado de la actividad de la colagenasa. Esto lleva a una disminución en la colágena entrecruzada, un debilitamiento en la estabilidad biomecánica del disco intervertebral y una aceleración del proceso normal de degeneración discal o envejecimiento. Con el envejecimiento discal, la cantidad de proteoglicanos agregados disminuye mientras el contenido de proteoglicanos no agregados aumenta, permitiendo una disminución de la capacidad osmótica —disminución para su unión con el agua—, y la pérdida para las resistencias compresivas en el disco intervertebral lumbar.¹⁰

La vascularidad del disco intervertebral disminuye a medida que se desarrolla y madura. La fuente predominante de nutrición del disco intervertebral normal durante el desarrollo es a través de la vasculatura de las plataformas terminales. En el adulto ocurre la calcificación de las plataformas terminales, y la captación de nutrientes y la eliminación de agua ocurren por difusión. Esto lleva a que el metabolismo anaeróbico tome un papel preponderante; durante él, la producción de lactato genera un medio ambiente ácido, haciendo a las proteinas más activas y derivando en una degeneración adicional del disco.¹⁰

El disco intervertebral lumbar ha desarrollado la capacidad filogenética para resistir fuerzas compresivas axiales altas. Esto es logrado por su capacidad para convertir las cargas compresivas en fuerzas tensiles, por la utilización de la presión osmótica del fluido intersticial y de los proteoglicanos localizados en el núcleo pulposo. Conforme el disco se degenera más, el anillo fibroso se vuelve más rígido y la presión osmótica del núcleo pulposo disminuye, causando desbalance en la transferencia de cargas y resultando en un incremento del estrés de los elementos óseos de las plataformas terminales. Se ha observado que cuando cargas pesadas son aplicadas al disco intervertebral, la biología normal es alterada, llevando a un incremento de enzimas catabólicas y a una aceleración en la degeneración discal intervertebral.¹²

Algunas personas tienen una predisposición genética a eventos catabólicos para la degeneración discal. Polimorfismos del receptor de la vitamina D, el gen aggrecan, colágena tipo IX y MMP-3 (matriz de metaloproteasa-3) han sido todas implicadas en la aceleración de la degeneración discal. Además, los estudios han evidenciado tasas de incremento de enfermedad discal en hermanos de individuos afectados y una fuerte correlación en gemelos.¹⁰

El dolor discogénico crónico de espalda baja ha sido ligado con muchos factores, incluyendo cambios anatómicos estructurales, mediadores inflamatorios y penetración

nerviosa dentro del anillo fibroso externo. La producción de mediadores inflamatorios como las interleucinas,^{1,8} factor de crecimiento de fibroblastos y la molécula de adhesión intracelular-1 por infiltración de células mononucleares de una hernia de disco puede también conducir a la inflamación y el dolor. La interleucina-1 también ha demostrado un aumento de la tasa de degeneración de la matriz, así como una disminución en la producción de proteoglicanos que afecta el contenido de agua en el núcleo pulposo. Adicionalmente, un disco herniado también produce óxido nítrico sintetasa, una enzima que, se sabe, lleva a la formación de radicales libres, los cuales causan daño directo a la membrana celular y a las proteínas de la matriz. Estos fragmentos de hernias de disco pueden también generar altos niveles de fosfolipasa A2, una enzima que facilita la formación de prostaglandinas proinflamatorias y leucotrienos, ambos importantes mediadores en la producción de dolor.¹⁰

TRATAMIENTO

¿Por qué considerar la artroplastia vertebral? Actualmente las estrategias quirúrgicas para la degeneración vertebral segmentaria incluyen descompresión (usualmente vía discectomía) y artrodesis (con o sin descompresión). Cada una de estas modalidades de tratamiento han fallado en un gran número de pacientes a largo plazo.¹³

Existen diversos enfoques terapéuticos para el manejo de la degeneración vertebral, tanto en un estadio temprano como en un estado avanzado.

Discectomía: Es efectiva para mejorar de manera significativa el dolor radicular, con tasas de éxito que van desde el 48 al 89%. A 10 años de seguimiento de discectomía lumbar, de 50 a 60% de los pacientes experimentarán dolor significativo de espalda, y del 20 al 30% sufrirán recurrencia de ciática.¹⁴ Estos resultados están relacionados con la continuación del proceso degenerativo, ruptura recurrente del disco, inestabilidad segmentaria y estenosis espinal.^{14,15}

La disminución en la altura del disco incrementa la presión, produciendo patrones de carga anormal que podrían producir cambios bioquímicos en el cartílago articular en ambos niveles del disco afectado y el nivel adyacente.¹²

Artrodesis vertebral: Con o sin descompresión, ha sido el tratamiento quirúrgico principalmente utilizado para la espondilosis sintomática en los pacientes con más de 40 años de edad.¹³ La fusión elimina la inestabilidad segmentaria, preserva el balance sagital y detiene la degeneración en el (los) segmento(s) quirúrgicamente tratado(s). Adicionalmente, el procedimiento intervertebral puede restaurar la altura del espacio discal.

Buenos a excelentes resultados han sido reportados en el 52 al 100% de los pacientes a los que se les ha realizado

fusión lumbar intervertebral anterior y en el 50 al 95% de aquellos a quienes se les ha realizado fusión lumbar intervertebral posterior.¹³

Un gran número de pacientes desarrollarán síntomas recurrentes años después del procedimiento original. Lehmann y su grupo¹⁶ evaluaron los resultados de la fusión lumbar a largo plazo (21-33 años). Ellos encontraron que aproximadamente el 50% de los pacientes presentaron dolor de espalda baja, requiriendo medicación, y aproximadamente el 15% necesitaron un procedimiento quirúrgico adicional durante el periodo de estudio. La fusión altera la biomecánica de los niveles adyacentes, lo cual podría ser la razón de la artropatía espinal estenótica facetaria hipertrófica sintomática, degeneración discal y la formación de osteofitos que ocurre en todos los niveles adyacentes al sitio de la fusión.¹⁴

Finalmente, hay otros inconvenientes de la fusión, incluyendo pérdida de la movilidad espinal, colapso del injerto —resultando en balance sagital subóptimo—, dolor de la zona de toma del injerto (iliaco) y alteración en la sinergia muscular. Hilibrand y colaboradores^{17,18} han reportado que la tasa de degeneración discal sintomática en los niveles adyacentes de la fusión cervical es de aproximadamente del 3% por año.

Artroplastia de la columna vertebral

Se divide en dos grupos: remplazo de núcleo y remplazo total discal.

Remplazo de núcleo: Los intentos de crear discos artificiales no son nuevos: desde 1955, David Cleveland inyectó un acrílico de metilo en el espacio intervertebral después de una discectomía, y la historia es grande hasta nuestros días.¹²

El núcleo pulposo es el mayor componente, y frecuentemente está involucrado con los cambios patológicos del disco; es lógico considerar el remplazo de degeneración del disco con una prótesis de núcleo.¹⁹

Con el remplazo únicamente del núcleo, el resto de la estructura del disco intervertebral —por ejemplo, el anillo fibroso y las plataformas terminales— se preserva y, por lo tanto, su función también.

Además de cumplir con los requisitos básicos, tales como la biocompatibilidad y resistencia a la fatiga, debe tenerse en cuenta algunas otras características en cuanto al diseño de la prótesis de núcleo. En primer lugar, una prótesis de núcleo debe restaurar la distribución de la carga normal, tanto del implante como como la cavidad en la cual se introducirá, ya que ambos pueden afectar la distribución de la carga.¹⁹ En segundo lugar, sin una fijación rígida al hueso, la prótesis de núcleo debe tener la estabilidad suficiente

en el espacio discal y evitar un desgaste excesivo entre el implante y las plataformas terminales. El movimiento excesivo del implante podría dar lugar tanto a la migración del implante como al desgaste de las plataformas terminales y a la superficie del mismo implante. En tercer lugar, aunque no es necesario proporcionar nutrientes a la prótesis de núcleo, es beneficioso si el dispositivo recupera la normalidad de la función de bombeo de fluidos corporales. Esta función mejora la difusión de nutrientes hacia el núcleo y el resto del anillo fibroso.¹⁹ Por último, una prótesis de núcleo debería ser relativamente fácil de implantar y, de ser posible, que el procedimiento sea compatible con diversas técnicas de discectomía, especialmente con cirugía mínimamente invasiva.

La indicación para una prótesis de núcleo es aún polémica. Conceptualmente, una prótesis de núcleo puede ser utilizada como un complemento de la discectomía, ya que puede hacer frente a los riesgos asociados con la discectomía y conserva los beneficios de la misma. Aunque la prótesis de núcleo podría no añadir ninguna mejoría en cuanto al alivio de la ciatalgia para el paciente con discectomía, podría ofrecer un beneficio para el alivio del dolor de espalda baja, recuperando o manteniendo la altura normal del disco y su estabilidad. El dispositivo también debe ser capaz de sustituir algunos procedimientos de fusión (no todos). En la práctica, las indicaciones de la prótesis de núcleo están muy afectadas por proporciones del costo-beneficio y el riesgo-beneficio en comparación con los tratamientos actuales no quirúrgicos.¹⁹ Actualmente hay dos tratamientos quirúrgicos, la discectomía y la fusión, que son relativamente eficaces para el alivio de la sintomatología en el corto plazo; existen serias dudas en cuanto al largo plazo. La principal preocupación con la discectomía es la inestabilidad residual; y la principal preocupación con la fusión es el aumento del estrés en los discos adyacentes.

El riesgo potencial de un remplazo de núcleo podría ser más alto que la discectomía, pero debe ser comparable o menor a la fusión.

En un principio, los pacientes adecuados para una prótesis de núcleo son aquéllos con dolor discogénico, porque la discectomía no ha sido muy eficaz en la solución del dolor de espalda. En la actualidad, se tratan la mayoría de estos pacientes con la fusión, aunque esto puede ser excesivo, especialmente cuando el paciente todavía tiene un disco que conserva la altura y es estable.

Las contraindicaciones para una prótesis de núcleo incluyen una altura del disco menor de 5 mm, signos de un anillo incompetente, espondilolistesis más allá de un grado I, y nódulos de Schmorl. Todos éstos podrían afectar negativamente el rendimiento de la prótesis.

Clasificación de las prótesis de núcleo

La artroplastia de núcleo (*Nucleus Arthroplasty*TM) es una tecnología de preservación de movimiento que representa un nuevo acercamiento terapéutico en el cual la degeneración del núcleo pulposo es remplazada a través de una intervención quirúrgica. La meta quirúrgica es preservar el movimiento y la geometría del índice intervertebral discal mientras previene la enfermedad del segmento adyacente.¹²

Los dispositivos de artroplastia de núcleo discal datan de la década de 1980, cuando Charles D. Ray, MD, FACS ideó un dispositivo de artroplastia de núcleo que constaba de dos almohadillas de hidrogel. El dispositivo original Raymedica PDN se completó en 1995, y el primer implante humano ocurrió en 1996. El diseño original del Dr. Ray ha sido sustituido por un dispositivo con una sola almohadilla, los dispositivos Raymedica PDN-SOLO e Hydraflex.¹²

Actualmente existen en desarrollo más de 20 dispositivos diferentes de artroplastia de núcleo. Estos dispositivos utilizan hidrogel, polímeros sintéticos o tecnología mecánica.

Hidrogeles: La mayoría de estos dispositivos preformados de artroplastia de núcleo se caracterizan por un núcleo suave de hidrogel que proporciona flexibilidad que absorbe y libera agua gradualmente (“respiración” del disco). Los implantes están diseñados para soportar un peso que característicamente se ha visto en el núcleo natural y mantener la altura del disco intervertebral y la movilidad en el segmento intervertebral. Ejemplos:

- Dispositivos PDN-SOLO e Hydraflex-Raymedica, LLC.
- NeuDisc-Replicacion Medical, Inc.
- Galiflex family of hydrogels-Synthes, Inc.

Polímeros sintéticos: El concepto detrás de los dispositivos inyectables que utilizan tecnología de polímeros sintéticos es realizar la sustitución del implante en un núcleo en un estado semilíquido que se solidifica en el espacio del disco. Los sustratos utilizados hasta la fecha son hidrogeles flexibles, incluyendo polímeros de proteínas de seda, polímeros de la albúmina sérica y poliuretanos. Se ha postulado que la posibilidad de introducir el dispositivo a través de una menor anillotomía y lograr un único o “ajuste perfecto” en el espacio del disco reducirá el riesgo de migración del dispositivo. Los objetivos de los dispositivos inyectables son los mismos que los dispositivos preformados, a saber, la conservación tanto de altura del espacio del disco como del movimiento de los segmentos. Ejemplos:

- DASCOR-Disc Dynamics, Inc.
- Dispositivo inyectable de núcleo NuCore-Spine Wave, Inc.

- SINUX ANR-Sinitec, AG/DePuy Spine, Inc.
- BioDisc-CryoLife, Inc.

Tecnología mecánica: Se han desarrollado implantes preformados compuestos de materiales duros, incluyendo las aleaciones de metal, polieteretercetona (PEEK), carbón pirolítico o cerámica de circonio. Estos implantes están en contacto con ambas plataformas terminales y transmiten las fuerzas a través del espacio discal de manera uniforme. Ejemplos:

- EBI Regain-Biomet, Inc.
- Nubac-Pioneer Surgical Technology.

PDN: El remplazo del núcleo pulposo fue diseñado para ser usado en casos en donde el núcleo ha sufrido una degeneración significativa, pero el anillo y sus fibras de soporte están relativamente sanos.¹³

El remplazo de núcleo más ampliamente estudiado es la prótesis de núcleo discal (PDN, por sus siglas en inglés). Al menos 450 pacientes han sido tratados con este implante. Este diseño replica la función fisiológica del núcleo y puede restaurar la altura del espacio intervertebral. El implante PDN consiste en un núcleo de hidrogel limitado dentro de uno de polietileno.¹³

Para minimizar el tamaño en el estado de preimplantación de la PDN, el núcleo de hidrogel es comprimido y deshidratado durante su manufactura. Un alambre de platino-iridio es insertado en su interior como marcador, lo que permite la identificación radiográfica del dispositivo. El tejido apretado de polietileno de ultra alto peso molecular, permite que el líquido pase a través del hidrogel. Esta envoltura de polietileno flexible pero inelástica limita la expansión horizontal y vertical cuando el hidrogel se hidrata, pero permite que dicho núcleo deforme y recupere su forma original en respuesta a los cambios en las fuerzas de compresión.¹³

Cuando dos implantes de este tipo son colocados en un mismo espacio discal, ellos son anclados el uno con el otro usando una sutura para minimizar el riesgo de migración. Este dispositivo ha sido extensamente evaluado por pruebas in vitro y mecánicas, y los resultados han sido favorables.^{20,21}

Clínicamente, Schönmayr y asociados²¹ reportaron 10 pacientes tratados con la PDN en quienes se realizó un seguimiento mínimo de dos años. Se observó una mejoría significativa en las dos escalas de discapacidad utilizadas, tanto en el Prolo como en el Oswestry, y el movimiento segmentario fue preservado. Fueron demostrados excelentes resultados, sobre todo en ocho pacientes. La migración del implante ocurrió en tres pacientes, pero sólo uno requirió ser reoperado. Un paciente, golfista profesional, respondió

favorablemente por cuatro meses hasta que su dolor regresó. Ocurrió una marcada degeneración de sus facetas, y su dolor fue aliviado a través de infiltraciones facetarias. Finalmente, se sometió a la fusión y desde entonces el paciente ha permanecido asintomático.

Aunque el dispositivo ha sido primariamente insertado vía posterior, Bertagnoli²² ha descrito otro abordaje vía anterolateral a través del músculo psoas (ALPA). Una ventaja de esta técnica es que evita la migración que ocurre en más del 8% de los casos cuando la colocación del implante se realiza a través de un abordaje posterior.

En los reportes publicados con experiencia de PDN-SOLO, que es un diseño de colocación de una sola prótesis en vez de dos, se realizó un seguimiento a seis meses, y reportan buenos resultados desde el punto de vista clínico, funcional y en el incremento y mantenimiento de la altura del disco, pero con un índice de hundimiento de un 19.6% y de extrusiones de un 8.7%.²³ Shim y colegas observaron en el 82.8%, incremento en los signos Modic de las plataformas con respecto a los preoperatorios. Esto se explica por la colocación de las prótesis en forma muy apretada para evitar las migraciones, lo que aumenta la inflamación de los cuerpos vertebrales y la posibilidad de hundimiento en forma ostensible.²³

Por tal motivo, Reyes-Sánchez y colaboradores²⁴ diseñaron una técnica de fijación de la prótesis a las plataformas, en la que sujetaron la prótesis usando una ancla; al quedar menos apretada, no incrementa o lesiona por presión las plataformas. En el reporte de tres años, se encontró que la reducción del dolor y el grado de discapacidad evaluado por la escala visual análoga (EVA) de 7.6 puntos y EO de 67% se redujeron a 0.7 puntos y 1.4%, respectivamente, a dos años, y se relacionó con menor edema de las plataformas, aumento del espacio intersomático evaluado por estudios radiológicos y por resonancia magnética nuclear (RMN) de un 75%, proporcionado por la fijación de la prótesis que, a su vez, redujo la migración y evitó el hundimiento en todos los casos.

Aquarelle: Es un sistema para el remplazo de núcleo con una base de hidrogel. El material de hidrogel es un alcohol polivinílico que es hidratado con un contenido de solución fisiológica de aproximadamente 80% previa implantación. Este material viscoelástico ejerce una presión uniforme a través de las plataformas terminales. Biomecánicamente, el dispositivo Aquarelle se ha desempeñado bien en las pruebas de fatiga de más de 40 millones de ciclos. Los autores de estudios en cadáveres han demostrado que el diseño no se extruye después de su implantación, y no hubo evidencia de toxicidad local o sistémica al alcohol polivinílico o sus partículas en un estudio con primates.¹³

El dispositivo Aquarelle es insertado a través de una cánula de un diámetro de 4 a 5 mm que entra en el espacio

intervertebral vía mínimo abordaje en el anillo. Se puede acceder al espacio intersomático vía lateral o posterior.

Newcleus: Es un dispositivo constreñido para el remplazo de núcleo con un elastómero de policarbonato de uretano. El material es biocompatible y ha sido usado en aplicaciones cardiovasculares. Newcleus es manufacturado de tal manera que alinea las cadenas moleculares en una configuración específica, lo cual causa que el dispositivo se enrosque en una espiral en su estado natural. Esta propiedad hace que Newcleus llene totalmente el espacio intervertebral y ejerza tensión en el anillo fibroso. Tras la implantación, el dispositivo absorbe aproximadamente 35% su peso neto en agua. Funcionalmente, actúa como un espaciador con capacidad amortiguadora. El dispositivo es implantado usando el mismo abordaje que la microdiscectomía. En un momento dado, puede ser posible colocar el implante la vía percutánea.²⁵

Por otra parte, existen al menos dos sistemas de remplazo de núcleo que se están desarrollando, que consisten en polímeros que se colocan *in situ*. La posibilidad de insertar estos implantes a través de una ventana pequeña puede ser un factor atractivo en los pacientes seleccionados. En teoría, esto podría permitir la implantación de estos dispositivos bajo procedimientos de mínima invasión con muy poco riesgo de migración del dispositivo. Por un lado, se encuentra la prótesis de núcleo intervertebral (*Prosthetic Intervertebral Nucleus*), que es un poliuretano de restitución *in situ* que se inyecta en un balón de poliuretano a través de un catéter conectado y se polimeriza en el espacio intervertebral en minutos, tras lo cual se retira el catéter; por otro lado, está el dispositivo Biodisc, que está constituido por un hidrogel de proteínas. Este hidrogel también es de restitución *in situ*, se inyecta en el espacio discal, polimerizándose en minutos.^{26,27}

REEMPLAZO TOTAL DE DISCO

Siendo este artículo de revisión acerca del remplazo de núcleo, sólo mencionaremos que después de 20 años de seguimiento, los implantes han variado y han tomado un nivel de posicionamiento intermedio en la enfermedad discal degenerativa entre los procedimientos definitivos como la fijación y la artrodesis y la estabilización dinámica posterior o la substitución de núcleo discal.²⁵

CONCLUSIONES

El tratamiento óptimo de la lumbalgia sintomática en la enfermedad discal degenerativa (EDD) es aún controversial. El tratamiento conservador es exitoso en muchos pacientes con dolor de espalda baja. Una minoría de pacientes en

diversas etapas de la cascada degenerativa que continúan con dolor sigue siendo de origen discogénico.

Tradicionalmente, el tratamiento quirúrgico para estos pacientes se ha enfocado en la fusión del segmento enfermo. La fusión quirúrgica resulta en pérdida de la función del movimiento del segmento. Adicionalmente, el estrés de la fusión quirúrgica de los niveles colindantes acelera la enfermedad del segmento adyacente.²⁸

El advenimiento de la tecnología de artroplastia espinal podría permitir a los cirujanos mejorar el dolor mientras se conserva la función (movimiento) y, teóricamente, proteger al segmento adyacente.²⁹

REFERENCIAS

1. Adams MA, Roughley PJ. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine*. 2006; 31 (18): 2151-2161.
2. Aguirre AA, Mireles-Cano JN, Olivares MR, Miramontes-Martínez V, Reyes-Sánchez A. Evaluación clínica y radiológica de la prótesis de núcleo discal Nubac. Informe preliminar. *Cir Ciruj*. 2008; 76 (4): 317-321.
3. Hirsch C. Studies on the pathology of low back pain. *J Bone Joint Surg Am*. 1984; 41: 237-243.
4. Huang R, Wright T, Panjabi M, Lipman J. Biomechanics of non-fusion implants. *Orthopedic Clinics of North America*. 2005; 36 (3): 271-280.
5. Frymoyer JW. Lumbar disk disease: epidemiology. *Instr Course Lect*. 1992; 41: 217-223.
6. Ala-Kokko L. Genetic risk factors for lumbar disc disease. *Ann Med*. 2002; 34: 42-47.
7. Burns JW, Loecker TH, Fischer JR Jr et al. Prevalence and significance of spinal disc abnormalities in an asymptomatic acceleration subject panel. *Aviat Space Environ Med*. 1996; 67 (9): 849-853.
8. Jones G, White C, Sambrook P et al. Allelic variation in the vitamin D receptor, lifestyle factors and lumbar spinal degenerative disease. *Ann Rheum Dis*. 1998; 57: 94-99.
9. Takahashi M, Haro H, Wakabayashi Y et al. The association of degeneration of the intervertebral disc with 5a./6a. polymorphism in the promoter of the human matrix metalloproteinase-3 gene. *J Bone Joint Surg Br*. 2001; 83: 491-495.
10. Silber JS, Dagly K, Brown Z, Patel A, Vaccaro AR. *Nucleus Arthroplasty™ Technology, Book 1: Fundamentals*. How the disc degenerates? Chapter 1. USA: Raymedica, LLC; 2006. pp. 3-9.
11. Setton LA, Chen J. Cell mechanics and mechanobiology in the intervertebral disc. *Spine*. 2004; 29 (23): 2710-2723.
12. Cunningham ME, Girardi FP. *Nucleus Arthroplasty™ Technology, Book 1: Fundamentals*. Chapter 6. USA: Raymedica, LLC; 2006. pp. 27-34.
13. Traynelis VC. Spinal arthroplasty. *Neurosurg Focus*. 2002; 13 (2): 2E10.
14. Hsu KY, Zucherman J, White A et al. Deterioration of motion segments adjacent to lumbar spine fusions. *Trans N Am Spine Soc*. 1988; 12: 605-605.
15. Hutter CG. Spinal stenosis and posterior lumbar interbody fusion. *Clin Orthop*. 1985; 193: 103-114.
16. Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE et al. Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine*. 1987; 12: 97-104.
17. Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA et al. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1999; 81: 519-528.
18. Hilibrand AS, Yoo JU, Carlson GD et al. The success of anterior cervical arthrodesis adjacent to a previous fusion. *Spine*. 22: 1997; 1574-1579.
19. Bao OB, Yuan HA. New technologies in Spine. *Spine*. 2002; 27 (11): 1245-1247.
20. Ray CD, Schönmayr R, Kavanagh SA et al. Prosthetic disc nucleus implants. *Riv Neuroradiol*. 1999; 12 (Suppl. 1): 157-162.
21. Schönmayr R, Busch C, Lotz C et al. Prosthetic disc nucleus implants: the Wiesbaden feasibility study. 2- year follow-up in ten patients. *Riv Neuroradiol*. 1999; 12 (Suppl. 1): 163-170.
22. Bertagnoli R, Vázquez RJ. The Antero Lateral Transpsoatic Approach (ALPA). A new technique for implanting prosthetic disc-nucleus devices. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*. 2003; 16 (4): 398-404.
23. Shim CS, Lee SH, Park CW, Choi WC, Choi G, Choi WG et al. Partial disc replacement with the PDN prosthetic disc nucleus device: early clinical results. *J Spinal Disord Tech*. 2003; 16 (4): 324-330.
24. Reyes-Sánchez AA, Arriada N, Miramontes MV, Alpizar AA, Rosales OLM. Evolución clínica y radiológica en el tratamiento de hernia discal con prótesis PDN-SOLO con ancla: seguimiento mínimo a tres años. *COLUMNA/COLUMNA*. 2010; 9 (1): 1-7.
25. Jin D, Qu D, Zhao L, Chen J, Jiang J. Prosthetic disc nucleus (PDN) replacement for lumbar disc herniation: preliminary report with six months' follow-up. *J Spinal Disord Tech*. 2003; 16 (4): 331-337.
26. Coric D, Mummaneni PV. Nucleus replacement technologies. Invited submission from the Joint Section Meeting on Disorders of the Spine and Peripheral Nervs, March 2007. *Journal of neurosurgery. Spine*. 2008; 8 (2): 115-120.
27. Mulholland RC, Dilip K, Sengupta. Rationale, principles and experimental evaluation of the concept of soft stabilization. Review. *Eur Spine J*. 2002; 11 (Suppl. 2): S198-S205.
28. Gaetani P, Aimar E, Panella L, Debernardi A, Tancioni F, Rodriguez y Baena R. Surgery for herniated lumbar disc disease: factors influencing outcome measures. An analysis of 403 cases. *Funct Neurol*. 2004; 19 (1): 43-49.
29. Kim Y. Prediction of peripheral tears in the anulus of the intervertebral disc. *Spine*. 2000; 25 (14): 1771-1774.