

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE MEDICINA

SECRETARIA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION

ESPECIALIDAD EN:  
ORTOPEDIA

“Uso de caja PEEK (Poli-Ether-Ether-Ketona) para el tratamiento de espondilosis cervical”

**T E S I S:**  
PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO ESPECIALISTA EN  
**ORTOPEDIA**

PRESENTA:  
DR. PEDRO JOACHIN HERNÁNDEZ

PROFESOR TITULAR  
DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA

ASESOR  
DR. ALEJANDRO A. REYES SÁNCHEZ



México D.F.  
Febrero 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**Dra. Matilde L. Enríquez Sandoval**

Directora de Enseñanza

---

**Dra. Xochiquetzal Hernández López**

Subdirectora de Posgrado y Educación Continua

---

**Dr. Luís Gómez Velásquez**

Jefe de la División de Enseñanza Médica

---

**Dr. Juan Antonio Madinaveitia Villanueva**

Profesor Titular del Curso de Ortopedia

---

**Dr. ALEJANDRO A. REYES SÁNCHEZ**

Asesor Clínico

---

**Dr. GUADALUPE SANCHEZ BRINGAS**

Asesor Metodológico

***Agradecimientos:***

A mis padres Rocío y Arturo por se mi sustento, así como fuente de inspiración. A mi hermano por todo el apoyo y cariño mostrado hacia mi. A mis compañeros de residencia por mostrar me cada día que esto es posible .

Por último a las personas que ya no están conmigo pero que me guían desde otro lado.

## **INDICE**

Introducción.....	6
Planteamiento del Problema.....	24
Justificación.....	25
Objetivos.....	26
Hipótesis.....	27
Material y Métodos.....	28
Criterios de Selección.....	29
Variables.....	30
Análisis Estadístico.....	31
Descripción del Estudio.....	32
Resultados .....	33
Discusión.....	37
Conclusiones.....	39
Bibliografía.....	41

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los pacientes con síntomas de degeneración cervical responden adecuadamente a tratamiento conservador, para aquellos que no presentan mejoría con tratamiento conservador opciones como la disectomia cervical anterior con o sin fusión es una opción. En países como Estados Unidos la incidencia anual de cirugías es de 50 por cada 100 000 habitantes; la selección adecuada de pacientes candidatos a tratamiento quirúrgico continua siendo un reto importante. De acuerdo a la literatura se considera como marcadores predictivos positivos para pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico: dolor radicular intenso, escasa discapacidad, sexo masculino, jóvenes, uno o dos segmentos afectados, adecuada correlación entre hallazgos radiográficos y clínicos, buena fuerza en miembros torácicos, adecuados movimientos del cuello. Algunos autores mencionan como marcador predictivo negativo dolor por más de 6 meses, punto ampliamente discutido pues la gran parte de pacientes, los cuales son operados, presentan más de seis meses los síntomas. (1)

Gran parte de pacientes son tratados con cirugía cervical anterior más disectomia y fusión con injerto de cresta iliaca, que aunque exitosa uno de sus principales inconvenientes es el dolor en el sitio donador, lo que ha conllevado a buscar nuevos métodos como el desarrollo de cajas de titanio, fibra de carbono y polyetheretherketone (PEEK).

El tratamiento quirúrgico de patología cervical anterior, presentó un aumento en los años 50; desde entonces las indicaciones para la cirugía cervical anterior se han ido ampliando hasta incluir entidades como la degeneración que causa una

radiculopatía o mielopatía, el tratamiento de la cifosis cervical, la descompresión y la estabilización tras un traumatismo cervical y la resección y posterior reconstrucción tras una neoplasia cervical.

Se han descrito varios métodos de fusión cervical anterior, desarrollados durante los años cincuenta y sesenta, sirven de pilares para el desarrollo de nuevas formas de artrodesis. También ha sido utilizada la Discectomía cervical anterior sin artrodesis presentando en algunas series resultados favorables.

Robinson y cols. describieron el uso de injertos tricorticales en forma de herradura que se obtenían de la parte anterior de la cresta iliaca. En esta técnica se dejan los platillos vertebrales tras realizar la Discectomía. El injerto tricortical se impacta en el espacio intervertebral. Los pacientes son inmovilizados durante tres meses con un collarín cervical. Estudios en 56 pacientes intervenidos mediante esta técnica, en donde todos los pacientes fueron intervenidos por dolor cervical y en el brazo, secundarios a degeneración de uno o más discos cervicales. Se reportaron resultados buenos o excelentes en un 71%, de los cuales 9 pacientes demostraron tener una pseudoartrosis en uno o más niveles. Destacaron una pobre correlación entre el resultado clínico y las imágenes radiológicas (2).

Cloward, describió una técnica usando un taladro cilíndrico para crear un agujero centrado en el espacio intervertebral. La artrodesis se conseguía al impactar un injerto óseo cilíndrico ligeramente mayor que el agujero creado. Se estudiaron 49 pacientes consecutivos. Los pacientes fueron intervenidos con indicaciones similares al estudio de Robinson. Los resultados presentados por el estudio de Cloward no presentaron datos clínicos concretos. (3).

Simmons y cols. describieron el uso de un injerto trapezoidal para la artrodesis anterior cervical. Se prefirió este tipo de injerto por aumentar la estabilidad y la

superficie de contacto del hueso esponjoso. De un total de 84 pacientes, a 68 se les colocó injerto trapezoidal y 17 cilíndrico tipo Cloward. Se observó 80,8% de resultados buenos o excelentes en el primer grupo y 64,8% de resultados buenos o excelentes. Se consiguió una artrodesis en el 100% de los casos del primer grupo, mientras que en el segundo se vio un 17,6% de pseudoartrosis.(4)

Bailey y Badgley, describieron un método de artrodesis cervical anterior usando una barra de injerto óseo de la cresta iliaca que se coloca en pasta en las vertebrae cervicales. En 1960 presentaron 20 casos usando esta técnica en pacientes con un traumatismo cervical, neoplasias o inestabilidad tras una Laminectomía. Los pacientes fueron inmovilizados con tracción durante seis semanas. Con menos de seis semanas de seguimiento se consiguió una artrodesis en todos los pacientes, excepto en dos. Recomendaron este tipo de fusión en aquellos casos donde sea difícil o peligroso realizar una artrodesis posterior (5).

Se ha llegado a utilizar discectomía anterior sin realizar una artrodesis. Las ventajas de este tipo de intervención son, una cirugía menor, una hospitalización más corta y un coste menor cuando se compara con una discectomía y una artrodesis anterior. Se ha visto un gran porcentaje de fusiones espontáneas tras una discectomía sin artrodesis durante el acto quirúrgico. Las desventajas de la discectomía sin artrodesis son una recuperación clínica más lenta, un mayor porcentaje de dolor de cuello y un peor resultado a largo plazo cuando se compara con la discectomía y artrodesis cervical.

Maurice-Williams y Dorward informaron sobre 187 pacientes con degeneración cervical tratados durante un periodo de 12 años mediante discectomía anterior sin fusión. Solo 92% de las operaciones requirió discectomía de un solo nivel, el 79%

de las alteraciones patológicas estuvo relacionada con herniaciones de disco blando y el 21% restante implicó compresión neural a causa de osteofitos posteriores. Los autores notificaron una mejoría funcional o neurológica en 94.5% en la primera consulta postoperatoria en un lapso de dos a cuatro meses. No se presentaron resultados a largo plazo. (6)

Watters y cols. revisaron una casuística de 126 pacientes tratados con una discectomía anterior por una Radiculopatía cervical. A 62 pacientes se les realizó solo una discectomía, mientras que a 64 se les hizo una artrodesis con injerto autógeno de cresta iliaca. El perfil demográfico, las indicaciones quirúrgicas y la técnica quirúrgica empleada eran similares para ambos grupos. El grupo sin artrodesis precisó de un tiempo quirúrgico mucho menor, tuvo una menor pérdida de sangre hospitalización más corta. El grupo de la artrodesis tuvo una mayor incidencia de complicaciones, las cuales fueron, en su mayoría, complicaciones menores y relacionadas con la extracción del injerto óseo. El grupo de artrodesis tuvo un dolor cervical y de brazos postoperatorio mucho más corto que el otro grupo. Ambos grupos tuvieron un periodo de baja laboral muy similar. Los resultados clínicos a largo plazo fueron ligeramente mejores en el grupo de artrodesis. (7)

La discectomía cervical anterior sin fusión altera las relaciones anatómicas de la columna cervical. Se desvía de los principios establecidos de la fusión cervical anterior, que incluyen distracción del neuroforamen y estiramiento del ligamento amarillo plegado. Además por definición, este procedimiento crea pseudoartrosis lo cual conlleva resultados insatisfactorios. Si bien los resultados del tratamiento quirúrgico de la herniación de disco blando son mejores para las personas con

espondilosis, hay una tasa relativamente alta de dolor cervical persistente en el periodo postoperatorio. Casi todas las series hasta el momento han tenido un seguimiento clínico y radiológico limitado, el cual es necesario para determinar el desarrollo de inestabilidad o la angulación cifótica.

Por todo esto el uso de injerto de cresta iliaca a sido el estándar de oro por décadas, como se ha mencionado anteriormente a pesar del gran porcentaje de éxito, complicaciones como el dolor en sitio donador, dolor persistente en dicho sitio, infección, formación de hematoma, fractura de cresta iliáca conduce a desarrollar en otros métodos de fusión alternativos con menor complicaciones.

### **RADICULOPATÍA**

Es una entidad en la cual existe compresión de nervios exitatorios cuando entran por el neuroforamen, la pérdida de la altura del disco conlleva al subsecuente estrechameinto del foramen, se encuentra hipertrofia facetaría y la simulación del trayecto nervioso por mediadores químicos, la herniación del disco provoca elevación de marcadores inflamatorios como citocinas, interleucinas, factor de necrosis tumoral, prostaglandinas, etc.

Estudios realizados en cadáver han demostrado que existe una disminución de la altura progresiva con la edad. La impactación de una o más de las raíces nerviosas cervicales por estos factores produce síntomas de Radiculopatía cervical, los cuales consisten en parestesias, debilidad motora y dolor en la distribución de una (monoRadiculopatía) o más (poliRadiculopatía) raíces nerviosas cervicales.

Además de los cambios degenerativos que típicamente se observan a nivel de la columna cervical después del cuarto y quinto decenio de la vida, los sucesos

traumáticos provocan herniación del disco cervical “blando”. Estas herniaciones de disco blando suelen presentarse en pacientes menores de 40 años de edad y es típico que se acompañen de síntomas mono radiculares unilaterales. La fisiopatología relacionada con las herniaciones de disco blando se debe a la extrusión del núcleo pulposo a través de un desgarramiento en el ligamento longitudinal vertebral común posterior. El sitio de la herniación central puede ser central o posterolateral.

El Paciente refiere frecuentemente dolor de cuello unilateral que se irradia de manera ipsilateral, los niveles comúnmente afectados son C6-C7, los menos afectados son C2, C3 Y C4, la ausencia de irradiaciones en los dermatomas no descarta la presencia de compresión sintomática en las vías nerviosas.

El tratamiento de la Radiculopatía cervical a través de un acceso anterior, desde el punto de vista biomecánico, es lógico, seguro y conlleva a un alto porcentaje de buenos resultados. La técnica quirúrgica meticulosa combinada con la selección apropiada del paciente minimiza el riesgo de complicaciones relacionadas con este método.

## **HISTORIA NATURAL**

El tratamiento quirúrgico de un proceso patológico debe tener mejores resultados que la historia natural de los pacientes no tratados.

DePalma et al., informaron sobre 229 sujetos con espondilosis cervical sin síntomas radiculares importantes. En la valoración de control a los 3 meses, 71% de ellos solo uno tuvo alivio parcial o nulo de los síntomas. Quienes se rehusaron al tratamiento quirúrgico y no obtuvieron alivio por más de un año, fueron

sometidos a valoraciones de control por cinco años; de este grupo, en 55% hubo 1 resultado insatisfactorio. En lesiones por híper-extensión, los resultados fueron más insatisfactorios. Además la mayoría de los enfermos tuvo una fase inicial de mejoría rápida seguida por evolución lenta en la mejoría de los síntomas. Por consiguiente la degeneración de disco cervical puede ocasionar dolor e incapacidad a largo plazo en un alto porcentaje de los casos.(8)

En conclusión, la historia natural de la espondilosis cervical, se relaciona con dolor persistente, incapacidad y resultados insatisfactorios en un pequeño grupo de pacientes, algunos de los cuales mejoran con el tratamiento quirúrgico.

## **MIELOPATIA**

La mielopatía cervical describe una constelación de síntomas y signos originados desde el cordón de compresión cervical, el diagnóstico se atribuye a envejecimiento. El diagnóstico precoz es esencial para buenos resultados.

Es la causa más común de paraparesia espástica adquirida en personas de edad mediana y avanzada. Los síntomas de la mielopatía incluyen debilidad motora, Radiculopatía, espasticidad, dolor de cuello, disfunción de la mano, anormalidades de la marcha, pérdida de la propiocepción, disfunción intestinal y vesical. La afectación de la extremidad inferior se relaciona con disfunción del tracto espinotalámico, del tracto piramidal y de la columna posterior. El inicio de los síntomas suele ser insidioso y esto ocasiona demora en el diagnóstico. El tratamiento quirúrgico implica una amplia descompresión de la médula espinal mediante un procedimiento anterior o posterior. Este último comprende laminectomía o laminoplastia. El anterior incluye discectomía, fusión cervical y corpectomía cervical.

## HISTORIA NATURAL

La historia natural de la mielopatía espondilótica cervical típicamente consiste en inicio insidioso, largos periodos de incapacidad estática y agravamiento paroxístico., lo cual conduce con el tiempo a degeneración gradual.

En 1956 Clark y Robinson informaron sobre 120 pacientes con espondilosis cervical. Observaron que los individuos con mielopatía cervical nunca tenían remisión completa y recuperación de la normalidad, siendo bastante rara la regresión espontánea del déficit neurológico. 75% de los sujetos tuvo paroxismos durante los cuales aparecieron nuevos síntomas y signos, lo que indicaba progresión de la mielopatía; 20% mostró progresión constante y lenta de la enfermedad sin fases de remisión y 5% tuvo inicio rápido seguidos de periodos largos de estabilidad (9).

En un estudio retrospectivo, Sadasivan et al., informaron de 22 casos de mielopatía espondilótica cervical, en los que se requirió hospitalización para tratamiento quirúrgico. El síntoma constante más temprano en todos los individuos de esta serie fue una anomalía en la marcha. Reportaron que la evolución de la mielopatía en estos casos era de deterioro progresivo sin regresión espontánea. La demora promedio para el diagnóstico fue de 6.3 años.(10)

Se han informado sobre la evolución natural de la mielopatía cervical ocasionada por osificación del ligamento vertebral común posterior. En resumen la historia natural de la mielopatía cervical es tal que es raro el avance a la incapacidad total después de una presentación inicial benigna. Es poco común la recuperación

completa o la mejoría de la incapacidad. Los individuos no tratados tienen periodos de agravamiento paroxístico aunados a incapacidad estática.

## **INJERTOS OSEOS E IMPLANTES**

En la cirugía cervical anterior se usa un injerto óseo para conseguir varios objetivos. Los injertos estructurales se usan para reconstruir defectos en la columna anterior y restaurar la capacidad de soporte en la columna cervical. Los injertos óseos pueden ser tallados para reconstruir la lordosis fisiológica del segmento cervical en cuestión, a la vez que tienen una función biológica que facilita la artrodesis, lo que a largo plazo aportara una estabilidad cervical. Para tener éxito, los injertos óseos deben ser capaces de proveer un soporte estructural y obtener una fusión sólida.

### **AUTOGENOS**

Los injertos autógenos cortico esponjosos de cresta iliaca y corticales de peroné han sido los que se han usado más frecuentemente en la cirugía cervical anterior. Estos tipos de injerto tienen muchas ventajas. El injerto autógeno es osteoconductor y osteoinductor. Estos términos significan que aporta un andamio biológico para la fusión, así como los factores de crecimiento proteicos necesarios para inducir la formación del hueso. Los injertos óseos de peroné y cresta iliaca presentan una gran resistencia a la compresión, y son capaces de soportar las cargas fisiológicas de la columna cervical. Los auto-injertos no presentan ningún riesgo de transmisión de enfermedades o de rechazo biológico.

El hueso autógeno sufre una serie de cambios tras la implantación, durante la primera y segunda semana se forma un coagulo fibrinoso alrededor del injerto y la

medula ósea se necrosa. sobre la tercera y cuarta semanas se produce una vascularización de la periferia del injerto con un flujo de células mesenquimales, las cuales se diferencian en osteoblastos, fibroblastos o células condrogenicas, dependiendo del medio ambiente en que se encuentren. Empezando por la periferia del injerto los osteoblastos depositan material osteoide a lo largo de las trabéculas necrosadas del injerto. Al mismo tiempo, las células inflamatorias van rompiendo la trabécula necrosada. El material osteoide recién formado se mineraliza para formar una trama ósea. Con tiempo, esta trama ósea se va remodelando para ir formando hueso lamelar maduro. A este proceso se le denomina restitución por deslizamiento (creeping substitución) y dura una media de tres meses para la mayoría de los injertos de hueso esponjoso. Los injertos corticales sufren un proceso similar, aunque de una manera mucho más lenta. Es importante destacar que los injertos, antes de ser incorporados, son debilitados por la acción de las células inflamatorias. Este fenómeno puede hacer que el injerto se rompa si se somete a un exceso de cargas mecánicas.

El porcentaje de éxito de las artrodesis anteriores cervicales con discectomía (ACDF) usando un auto injerto de cresta iliaca, varía según la longitud y estabilidad de la construcción. Una ACDF de un nivel, sin placa y usando un auto injerto de cresta iliaca tiene un porcentaje de fusión de entre 83 y 100%. Una ACDF de dos niveles, sin placa y usando un auto injerto de cresta iliaca, tiene una menor incidencia de fusión, entre el 50 y 75%.

Los auto-injertos de hueso son la primera elección para promover la fusión ósea, pero tienen ciertas desventajas, como son el dolor del sitio donante y la necesidad de cirugías posteriores. Schnee y cols. Informan sobre 184 pacientes a los que se

les extrajo un autoinjerto de cresta iliaca anterior en cirugías cervicales anteriores. Las complicaciones fueron de 2,8% de dolor crónico en el lugar de la extracción, un 3,5% con resultado cosmético bastante pobre, un 5,6% de complicaciones por la herida y un 4 % de re operaciones. Un paciente tuvo una lesión permanente del nervio femorocutaneo lateral. (11)

Dado el potencial de morbilidad del lugar de la extracción, se han buscado otras opciones alternativas.

### ALOINJERTOS

También se usan frecuentemente en la cirugía cervical anterior. Estos son osteoconductores y ligeramente osteoinductores. Los injertos se obtienen de cadáveres y son guardados y tratados para eliminar algo de su capacidad antigénica. La mayoría de los aloinjertos estructurales usados en la cirugía de columna son tratados mediante crio preservación o liofilización. Los aloinjertos crio preservados se obtienen en condiciones estériles y son preservados a -60 grados para evitar la ruptura enzimática del injerto. De esta manera, los injertos mantienen una buena integridad estructural, pero tienen un mayor componente antigénico que los liofilizados. Los injertos liofilizados son deshidratados y guardados a temperatura ambiente. El proceso de liofilización disminuye la carga antigénica, pero también debilita las propiedades mecánicas del injerto. La radiación gamma o el oxido de etileno también se pueden usar para esterilizar aloinjertos óseos, pero estos procesos debilitan en exceso los injertos y los convierten en injertos mecánicamente inaceptables para las cirugías cervicales anteriores. En relación a estos métodos de tratamiento se han descrito reacciones inflamatorias inmunes y algunos casos de ruptura del injerto.

El riesgo de transmisión de enfermedades en los aloinjertos óseos es bastante bajo. Los donantes son estructurados buscando antecedentes médicos de interés, y también se usan análisis de suero para identificar los virus de VIH, hepatitis B y C.

Zdeblick y cols. informan sobre una casuística de 87 pacientes consecutivos a los que se les realizó una ACDF con la técnica de Smith-Robinson, bien con aloinjerto liofilizado de cresta iliaca o autoinjerto de cresta iliaca. A los tres meses se observó un retraso en la fusión en un 13% de los auto-injertos y en un 37% de los aloinjertos. Al año se vio una pseudoartrosis en un 8% de los auto-injertos y en un 22% de los aloinjertos. Las ACDF de un solo nivel presentaban un porcentaje idéntico (5%) de pseudoartrosis. Las ACDF de dos niveles tenían un 17% de pseudoartrosis con auto-injertos y un 63% con aloinjertos. Los auto-injertos presentaban un 17% de colapso aparente y los aloinjertos un 63%.<sup>(12)</sup>

Las cifras de fusión fueron más altas en no fumadores aunque no se alcanzó una diferencia estadísticamente significativa.

#### XENOINJERTOS OSEOS

Son los promovidos en tejidos óseos de otras especies, normalmente no se han usado en cirugías anteriores de columna, aunque en los Estados Unidos hayan sido usados en otro tipo de cirugías. Solo se ha informado sobre 52 pacientes a los que se les puso un injerto óseo bovino y una placa cervical anterior al ser sometidos a una ACDF por inestabilidad postraumática. El porcentaje de fusión a los 9 meses fue de 75% y llegó a un 100% a los 18 meses. El tiempo medio hasta

la fusión fue de 7,4 meses. No se registraron complicaciones del tipo de infección, fracturas del injerto o la resorción del mismo.

## SUSTITUTOS CERAMICOS

Las cerámicas de fosfato cálcico son un tipo de sustitutos óseos que han demostrado una excelente biocompatibilidad y un potencial para la osteoconduccion. El hueso se deposita en la superficie de la cerámica para posteriormente ser incorporado en la masa de la fusión. La capacidad de la cerámica para ser incorporado al hueso depende de la porosidad de la misma. A mayor porosidad, mayor incorporación, aunque las cerámicas altamente porosas tienen una resistencia a la compresión muy pobre. Varios tipos de cerámicas han sido considerados como sustitutos de los injertos óseos para la cirugía de columna.

Los bloques de hidroxiapatita (HA) también se han usado en las cirugías cervicales anteriores. Cook y cols. Realizaron distectomías en perros alternando bloques de HA y auto-injertos óseos. A las seis semanas se encontró que los bloques de HA eran mas rígidos que los auto-injertos, aunque las fuerzas necesarias para su ruptura no eran muy distintivas. Los auto-injertos óseos también experimentaron una pérdida de altura, mientras que los bloques de HA no se colapsaron. Histológicamente se vio una aposición directa en la superficie de la cerámica. (13)

Thalgott y cols. Realizaron ACDF en 26 pacientes usando bloques de un derivado de HA con una placa cervical anterior (ProOsteon 200) con un tamaño de poro similar al hueso. Thalgott realizo 14 fusiones de un nivel, 10 de dos niveles y una

de cuatro con un total de 14 fumadores. Con un promedio de seguimiento de 30 meses se vio un 100% de incorporación del injerto (14)

#### IMPLANTES PARA FUSION CERVICAL

Se han comercializado varios implantes para las cirugías cervicales anteriores. Estos implantes ofrecen una buena alternativa al uso de injertos estructurales, los criterios para un uso de injerto adecuado y caga para fusión son: proveer estabilidad inmediata, mantener alineamiento y adecuada altura foraminal, o tener un alto índice de fusión

#### **CAJAS CERVICALES ANTERIORES**

Las cajas se fabrican de en materiales biocompatibles que tengan una buena resistencia estructural. Pueden rellenarse de hueso esponjoso para promover la fusión ósea. En ocasiones se puede usar hueso local lo que evita la morbilidad de la zona ósea de procedencia.

Para la reconstrucción de una gran variedad de defectos anteriores de columna hay disponibles una gran variedad de cajas de malla de titanio. Estas cajas se pueden cortar a medida para rellenar el defecto óseo, también contornear para adquirir la forma más apropiada en el plano sagital. Las cajas de titanio se pueden rellenar con hueso esponjoso obtenido de la descompresión de otro lugar. Majd y cols. usaron una caja de titanio y una placa cervical anterior para reconstruir corpectomias cervicales anteriores en 34 pacientes. Solo se uso hueso autologo local para rellenar las cajas. Se consiguió una artrodesis en 97% de los casos. Las complicaciones incluían una pseudoartrosis, una extrusión de una caja, una deformidad cifotica y una Radiculopatía provocada por una caja. (15)

También se pueden encontrar cajas cilíndricas roscadas de titanio para ACDF. Estos implantes tienen cierta similitud con la técnica de Cloward y las cajas intersomáticas para las artrodesis lumbares. Normalmente estas cajas se usan sin poner una placa cervical, y en algunos casos se pueden rellenar con hueso local, lo que evita la morbilidad de la zona ósea de procedencia.

Se ha llegado a la conclusión que el uso de las cajas hace la cirugía más sencilla y sobre todo provee una estabilidad inmediata con una mejor lordosis cervical, una estancia hospitalaria más corta y elimina la morbilidad de la zona ósea de procedencia.

Las cajas se pueden usar con autoinjerto óseo

También se ha investigado el uso de cajas de fibras de carbono para las artrodesis cervicales anteriores. Las cajas de fibras de carbono tienen algunas ventajas sobre las de titanio, lo que les ha hecho ganar algo de popularidad. En primer lugar, la fibra de carbono es radiotransparente, lo que hace más fácil interpretar radiografías en el seguimiento. En segundo lugar, el coeficiente de elasticidad de la fibra de carbono es más similar al del hueso que el titanio, lo que deja al injerto en un medio más favorable para la fusión.

Brooke y cols. Informan de una casuística de 19 pacientes a los que les sometió a una ACDF de uno o dos niveles usando cajas de fibra de carbono. Todos los pacientes mejoraron de una manera muy similar a como lo hacen aquellos sometidos a ACDF con injerto óseo de cresta iliaca. La duración de la intervención y las complicaciones también eran similares a las vistas en ACDF con injerto óseo de cresta iliaca. El porcentaje de fusión fue de 100%.<sup>(17)</sup>

El uso de cajas de titanio o fibra de carbón presentaron entre sus complicaciones la migración y el fallo de su estructura, así como dificultad para seguimiento radiológico.

## **CAJA PEEK**

El PEEK es un polímero lineal semicristalino poliaromático, que provee una buena combinación de fortaleza, rigidez, dureza y resistencia al medio ambiente.

La Ley de Wolff describe que el crecimiento óseo en respuesta a la aplicación de estrés y es reabsorbido en ausencia de un estímulo mecánico. La caja también mostró efecto estimulante en la proteína contenida en los osteoblastos.

La fusión ocurre aproximadamente después de 3 a 6 meses después de la cirugía la caja demuestra generalmente excelente resistencia al aplastamiento (4170 N bajo condiciones estáticas y 5 millones de ciclos en 2160 N).

Un alto índice de complicaciones se ha asociado en disectomías sin fusión. Después de una disectomia cervical, continua siendo el uso de autoinjerto el estándar de oro para reconstrucción.

Traumatismo de columna cervical es una de las indicaciones para reconstrucción anterior, en el artículo beneficios de la caja de PEEK con aumento del plato para artrodesis anterior en traumatismo cervical resalta los beneficios de la caja en la reconstrucción ventajas del uso de la caja de PEEK son reducir la recurrencia preservar lordosis y altura foraminal, reducir morbilidad en la toma de injerto y alto grado de fusión fueron reportado por Song et al (18).

Como solución a estos problemas muchos tipos de cajas de fusión se han desarrollado con materiales como acero inoxidable, titanio, fibra de carbono y polímeros en anillo de benceno.

Wike et al en un estudio comparativo evaluó la tasa de incidencia en cajas metálicas y concluyó que todas la cajas rígidas tiene una importante tasa de fallas que aumenta entre más rígido el material es, con dificultad para mediciones posteriores al ser la cajas radiopacas. Poseen también escasa superficie de contacto lo que conlleva a pseudoartrosis.(19)

PEEK es un polímero de Polyether ether ketone no reabsorbible, posee elasticidad similar al hueso. El PEEK es radio lucido y puede ser demostrado en simples radiografías. También es compatible con resonancia magnética con mínimo o ningún efecto, también se ha demostrado que causa respuesta inflamatoria mínima y posee una excelente respuesta a la corrosión. La elasticidad de la caja de PEEK es cercana al hueso (aproximadamente 17 GPa) el cual ayuda a disminuir el estrés y aumente la fusión ósea. Se ha encontrado que la caja de PEEK tiene una influencia nociva en células y factores de crecimiento. En estudios animales productos de actividad osteoclástica , actividad de la fosfatasa alcalina y la producción de fibroblastos, estuvieron aumentados después de la colocación de la caja de PEEK.

Song y colaboradores mediante evaluación clínica-radiológica estudiaron a 58 pacientes que se sometieron a cirugía; demostraron fusión superior al 95%, con un importante mantenimiento de la alineación sagital en un seguimiento a 18 meses.(18)

El aumento principal de la altura del foramen con caja de PEEK es aproximadamente 2.54mm. La diferencia puede ser debido a la distracción y a las medidas de la caja. Bartels et al. reportan la efectividad de la caja cervical en incrementar la altura del foramen después de 1 año del postoperatorio lo cual contribuye a la descompresión de la raíz nerviosa.

Las propiedades bioelásticas de la caja de PEEK resultan en una reducción importante del estrés, con mayor área de contacto del injerto resultando en un índice de fusión tan alto como el 100%.

El diseño de la caja de PEEK cuenta con Spikes de titanio que minimiza la necesidad de plato anterior. No es osteoconductor y debe ser usado en conjunto con injerto u otro agente osteoconductor. Hay evidencias que pacientes con injerto autólogo está asociado a gran índice de fusión.

Las cajas de PEEK han probado ser mantener el espacio entre discos y preservar la descompresión neuroforaminal.

Vadapalli et al compararon cajas de titanio en la transferencias de cargas e injerto en columna lumbar y concluyeron que son menos staff que las cajas de titanio, la estabilidad es similar a la caja de titanio y reduce el estrés en los platos terminales adyacente a los espaciadores e incrementa la transferencia de cargas a través del injerto.(20)

También en uso de pacientes osteopénicos u osteoporóticos se ha demostrado que por su módulos de elasticidad es superior a las cajas metálicas.

Con ventajas biomecánica la caja de PEEK sostiene un futuro promisorio en fusión cervical anterior, a resultados de corto plazo en un solo nivel de disectomia

cervical y fusión con PEEK son alentadores y superior radiográficamente a otros espaciadores, se necesitan estudios a largo plazo.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se considera a los injertos autógenos cortico esponjosos de cresta iliaca y corticales de peroné como el “estándar de oro” en cirugía de columna cervical, ya que presentan resistencia a la compresión, y son capaces de soportar las cargas fisiológicas de la columna cervical. Los auto-injertos no presentan ningún riesgo de transmisión de enfermedades o de rechazo biológico. Tienen un porcentaje de fusión de entre 83 y 100% a un nivel fijado sin placas y del 50-70% a dos niveles sin uso de placa.

El PEEK es un polímero lineal semicristalino poliaromático, que provee una buena combinación de fortaleza, rigidez, dureza y resistencia al medio ambiente. Las ventajas del uso de la caja de PEEK son reducir la recurrencia preservar lordosis y altura foraminal, reducir morbilidad en la toma de injerto y alto grado de fusión fueron reportado por Song et al (4). Ellos demostraron una fusión superior al 95%, Por todo esto la caja PEEK podría ser considerado el estándar de oro para la artrodesis de columna cervical, desde el punto de vista estructural. Para lo cual es necesario preguntarnos ¿Cuál es la efectividad del uso de caja de PEEK sin placa, en la artrodesis de la columna cervical en el tratamiento del espondilosis cervical?

## **JUSTIFICACION**

Se ha demostrado que la caja de PEEK con injerto de hueso en el tratamiento de la enfermedad de disco cervical ha sido superior en comparación con la fusión con injerto autólogo de cresta iliaca, en un índice de fusión tan alto como el 100% . No se vio ningún colapso en el grupo que usó las cajas, y el porcentaje de dolor cervical fue de 5,7%. Song y colaboradores, mediante evaluación clínica y radiográfica obtuvieron resultados en 58 pacientes que se sometieron a cirugía, se demostró una fusión superior al 95%, con un importante mantenimiento de la alineación sagital en un seguimiento a 18 meses. Lo que lleva a pensar que es necesario evaluar índice de fusión en el tratamiento de espondilolisis cervical, en pacientes tratados con cajas de PEEK, para poder decidir si es el tratamiento con mejor porcentaje de fusión y complicaciones en nuestro servicio en comparación o similitud con la literatura mundial

## **OBJETIVO**

Valorar la efectividad de la caja PEEK en la fusión vertebral cervical en el tratamiento de la enfermedad de disco cervical.

Objetivos particulares:

- a) Demostrar la capacidad de la caja PEEK para favorecer la artrodesis, la lordosis cervical y mantener la altura del espacio intervertebral
- b) Evaluar la efectividad de la caja PEEK en relación al dolor, medido con la escala visual análoga (EVA) del dolor, y la funcionalidad mediante medición de p.
- c) Evaluar el tiempo quirúrgico con el uso de la caja PEEK, el sangrado transoperatorio y la estancia intrahospitalaria.
- d) Estudiar la seguridad del uso de la caja PEEK en términos de complicaciones (pseudoartrosis, hundimiento de la caja, migración de la caja, pérdida de la lordosis, disfagia, etc).
- e) Comparar con la bibliografía.

## **HIPOTESIS**

El uso de caja de PEEK en espondilosis cervical logra un índice de artrodesis mayor a 95% sin repercusión en la lordosis cervical del nivel fusionado y de todo el segmento.

## **MATERIAL Y METODOS**

- Diseño metodológico: Serie de casos, con evaluación en panel antes y después; con seguimiento a 1 y 2 años
- Tipo de estudio: Prospectivo, longitudinal de intervención deliberada

## **METODOS DIAGNOSTICOS**

1. Clínicos (Historia clínica y examen físico, aplicación de escalas)
2. Rayos X (convencionales y dinámicas)

Se incluyen todos los pacientes con conducto cervical estrecho que acudan al servicio de cirugía de columna vertebral en el periodo de 2009 al 2010.

Tamaño de muestra 17 pacientes

Solo se incluirán pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación

## **CRITERIOS DE INCLUSION:**

Pacientes con el diagnostico de conducto cervical estrecho por clínica y RM

Pacientes con uno o dos niveles de afección cervical

Pacientes que no cuenten con patología congénita agregada de la columna cervical

Pacientes a quienes se le realiza corpectomia durante el procedimiento

## **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**

Obesidad grado I o mayor

Enfermedad sistémica no controlada o que afecte directamente el metabolismo óseo

Tabaquismo

Cirugías de columna previas a la misma patología

Presencia de espondilolistesis

#### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:**

Situación que comprometa la integridad del implante

Que no acuda al seguimiento

Deceso

#### **VARIABLES**

##### **INDEPENDIENTES:**

a) Edad

b) Sexo

c) Nivel de la lesión

##### **DEPENDIENTES:**

a) Valoración de estatus imagenológico

b) Datos de dolor en miembros torácicos y región cervical la según la escala visual análoga (EVA)

Incapacidad cervical

## **ANALISIS ESTADISTICO**

El analisis de las hipotesis entre los grupos fue realizado usando t de pareada y/o prueba de Wilcoxon para datos numéricos (incluyendo edad, tiempos quirúrgicos, angulos segmentarios, altura del disco, examenes subsiguientes).

Análisis de resultados usando el programa SPSS.

Estadística descriptiva con medidas de resumen para frecuencia, promedios y rangos, medidas de despersión para la desviación estandar.

Se determino la normalidad de datos.

## **DESCRIPCION DEL ESTUDIO**

Prospectivo, longitudinal, de intervención deliberada.

## RESULTADOS

De un total de 17 pacientes estudiados se encontraron 8 (47%) de sexo masculino y 9(53%) de sexo femenino.

Se obtiene un rango de edad entre 42 y 82 años resultando un promedio de 62 años.

La talla encontrada fluctuó entre 1.53 cm como mínima y 1.75 cm como máxima. El peso encontrado en los pacientes en estudio fue de 68.9 kg en promedio,(57-92 kg).

Los niveles afectados fueron: 2 pacientes en el nivel C3-C4, 2 en el nivel C5-C6, 4 en C3-C4 C4-C5, 4 pacientes en C4-C5 C5-C6, 5 pacientes con los niveles C5C6-C6C7. (Tab 1)

Niveles	Frecuencia	Porcentaje
C3C4	2	11.8
C5C6	2	11.8
C3C4-C4C5	4	23.5
C4C5-C5C6	4	23.5
C5C6-C6C7	5	29.4
Total	17	100.0

Tabla 1. Frecuencia de presentación de acuerdo a nivel afectado.

Se presentó una altura intervertebral anterior (AIA) pre quirúrgica con un promedio de 4.11mm, desviación estándar de 1.49. A 1 año de seguimiento la AIA promedio fue de 7.23 mm y su desviación estándar de 1.92, a 2 años con una AIA promedio de 7.11mm y desviación estándar de 1.86. Referente a la altura intervertebral posterior (AIP) pre quirúrgica promedio fue de 2.6mm con una desviación estándar 1.56mm, a 1 año la AIP presentó un promedio de 5.35mm y una desviación estándar de 1.36, y a dos años de seguimiento se obtuvo un promedio de 5.52mm y una desviación estándar de 1.32.(Tabla 2) .

	AIA	AIP
PRE OPERATORIO	4.125 1.53	2.75 1.56
1 AÑO	6.92 1.53	5.21 1.37
2 AÑOS	7.11 1.86	5.52 1.32

Tabla 2. Variables radiológicas AIA y AIP (promedio, desviación estándar)

En cuanto a lordosis segmental pre quirúrgica se presentó una mediana de 12° con un rango de -16° a 40°, al año de evolución se obtuvo una mediana de 8°,

(rango de -6° a 18°) y a los dos años con una mediana de 8° (rango de -5° a 18°). Lordosis global pre quirúrgica con una mediana de 22° ( rango de -16° a 52°), a 1 año presentó una mediana de 20° (rango de -6° a 40°), a 2 años se observó una mediana de 20° (rango de -6° a 40°). (Tab 3)

	<b>LORDOSIS SEGMENTAL (GRADOS)</b>	<b>LORDOSIS GLOBAL (GRADOS)</b>
PRE OPERATORIA	12(-16a40)	22(-16a52)
1 AÑO	8(-10a18)	20(-6a40)
2 AÑOS	8(-5a18)	20(-6a40)

Tabla 3. Variables radiológicas (mediana y rango)

El nivel quirúrgico más común fue C5-C6,C6-C7 con un 29.4%, un total de 30 niveles en los 17 pacientes, los cuales presentaron sintomatología radicular y/o mielopática.

El índice de fusión cervical presentado fue del 100%.

El tiempo quirúrgico fue un máximo de 180 minutos y el mínimo de 90 minutos con un promedio de 126 minutos. Presentándose un sangrado máximo de 750ml, un mínimo de 50 ml, con un promedio de 187 ml.

Se alcanzó un índice de fusión de 100% medido por radiografías con un seguimiento a uno y dos años.

En cuanto al dolor medido por la escala visual análoga (EVA) evaluado por medio de mediana presentó un EVA preoperatorio con una mediana de 7, a 1 año presentó mediana de 2 y a dos años con una mediana de 2.

Referente al índice de discapacidad cervical en nuestros pacientes (IDC) pre operatorio presento una mediana de 49.46, desviación estándar de 13.27, al año una mediana de 21.00 y desviación estándar de 16.68 , a los dos años con una

	PRE OP	1 AÑO	2 AÑOS	PRE OP 2 AÑOS
DOLOR	7	3	3	P<0.001
IDC	49.46	21	21.82	P<0.001

mediana de 21.82 y una desviación estándar de 17.02. (Tab 4)

Tabla 4. La p fue significativa en la comparación de pre a 2 años.

No se presentaron complicaciones durante y después de la cirugía ningún paciente requirió revisión.

## DISCUSION

El uso de caja sin placa para artrodesis cervical anterior, involucrando la distracción y compresión fue introducida por Bagby (29). Cho (24) et al y Boakye et al (31) reportaron un índice de 100% de fusión con caja de PEEK.

En nuestro estudio encontramos un índice de fusión del 100%, no se presentó hundimiento mayor a dos milímetros, ni migración de la caja en ninguno de los pacientes estudiados. El injerto utilizado fue de matriz ósea mineralizada.

El síntoma predominante fue radiculopatía, las cirugías fueron realizadas por 4 diferentes cirujanos, con técnica estandarizada. En todos nuestros pacientes se encontró mejoría de la sintomatología (mielopatía, Radiculopatía), presentando dolor cervical residual en 2 pacientes, similar a los resultados obtenidos por ChiChien(32) et al.

En la lordosis segmental preoperatoria con una mediana de 12° rango (-16 a 60) comparada a un año con una mediana 8 y rango de (-10a18)presento una  $p=.017$ , presentando una disminución en la misma, no hubieron cambios significativos en el seguimiento de 1 a 2 años con una  $p=.188$ . Por lo que podemos concluir que con el uso de la caja de PEEK no se conserva la lordosis segmental, estudios que concuerdan con los reportados en la literatura.

La lordosis global con una mediana de 22, rango de (-16a52) se observó cambios significativos de preoperatoria a un año con una mediana de 20, rango de (-6a40)con una  $p= .014$  mostrando una perdida de la lordosis global, sin embargo no se presentaron cambios significativos con una  $p= .317$  en el seguimiento a un año y dos años.

En el estudio realizado por ChiChien et al (32) sugieren que para llegar a un juicio definitivo valores como lordosis cervical debe ser valorada.

Se encontró un aumento en la altura del interespacio anterior de preoperatorio con un promedio de 4.12 a un año con promedio de 6.92 presentó una  $p < .001$ , esto debido al aumento per se de la caja PEEK actuando como interespaciador, y sin cambios en el seguimiento de 1 y 2 años. En la altura interespacio posterior con un promedio de 2.75 cambio de preoperatorio a 1 año con promedio de 5.21 presentó una  $p < .001$ , no se observó diferencia significativa en el seguimiento a uno y dos años.

Los cambios en el dolor con la EVA de preoperatorio comparado a 1 y 2 años con  $p < .001$  y sin cambios significativos en EVA comparado de 1 a 2 años con  $p > 0.05$ , por lo que nos muestra una mejoría en cuanto al dolor referido por el paciente.

Se encontró mejoría respecto al IDC de preoperatorio a un 1 año con una  $p < .001$ , no se presentaron cambios significativos del IDC comparado de 1 a 2 años con una  $p > 0.05$ .

## **CONCLUSION**

Se encontró un índice de fusión del 100% , para artrodesis cervical anterior con caja de PEEK a uno y dos niveles.

Se presentó una pérdida de lordosis tanto global como segmentaria comparable a la literatura mundial.

Se considera la necesidad de métodos de estabilización adicional como placa cervical anterior pueden para mantener la lordosis.

## REFERENCIAS

1. Patil PG, Turner DA, Pietrobon R. National trends in surgical procedures for degenerative cervical spine disease: 1990-2000. *Neurosurgery*. 2005;**57**:753–758. doi: 10.1227/01.NEU.0000175729.79119.1d.
2. Fountas KN, Kapsalaki EZ, Nikolakakos LG, Smisson HF, Johnston KW, Grigorian AA, Lee GP, Robinson JS Jr. Anterior cervical discectomy and fusion associated complications. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Oct 1;**32**(21):2310-7.
3. Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. 1958. *J Neurosurg Spine*. 2007 May;**6**(5):496-511.
- 4 Simmons EH. *Proc R Soc Med*. Anterior cervical discectomy and fusion. 1970 Sep;**63**(9):897-8.
5. BAILEY RW, BADGLEY CE. Stabilization of the cervical spine by anterior fusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1960 Jun;**42**-A:565-9
6. Extended anterior cervical discectomy without fusion: a simple and sufficient operation for most cases of cervical degenerative disease. Maurice-Williams RS, Dorward NL. Department of Neurosurgery, Royal Free Hospital and School of Medicine, London, UK. *Br J Neurosurg*. 1996 Jun;**10**(3):261-6.
7. Watters WC 3rd, Levinthal R. Anterior cervical discectomy with and without fusion. Results, complications, and long-term follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994 Oct 15;**19**(20):2343-7
8. De Palma AF, Cooke AJ Results of anterior interbody fusion of the cervical spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1968 Sep-Oct;**60**:169-85.

9. Clarke E, Robinson PK. Cervical myelopathy. A complication of cervical spondylosis. *Brain* 1956;79:483-5. 1966;25:611-8.
10. Yale J Biol Med. 1993 May-Jun;66(3):235-42. The natural history of cervical spondylotic myelopathy. Sadasivan KK, Reddy RP, Albright JA. Department of Orthopaedic Surgery, Louisiana State University Medical Center, Shreveport 71130-3932
11. Schnee CL, Freese A, Weil RJ, Marcotte PJ. Analysis of harvest morbidity and radiographic outcome using autograft for anterior cervical fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Oct 1;22(19):2222-7.
12. Zdeblick TA, Phillips FM. Interbody cage devices. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003 Aug 1;28(15 Suppl):S2-7. Review.
13. Shamji MF, Cook C, Pietrobon R, Tackett S, Brown C, Isaacs RE.  
Impact of surgical approach on complications and resource utilization of cervical spine fusion: a nationwide perspective to the surgical treatment of diffuse cervical spondylosis. *Spine J*. 2009 Jan-Feb;9(1):31-8. Epub 2008 Sep 14.
14. Vaccaro AR, Chiba K, Heller JG, Patel TCh, Thalgott JS, Truumees E, Fischgrund JS, Craig MR, Berta SC, Wang JC Bone grafting alternatives in spinal surgery.; *North American* 15,
15. Vadhva M, Holt RT Anterior cervical reconstruction using titanium cages with anterior plating. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999 Aug 1;24(15):1604-10.
16. Spine Society for Contemporary Concepts in Spine Care. *Spine J*. 2002 May-Jun;2(3):206-15. Review.

17. Brooke NS, Rorke AW, King AT, Gullan RW. Preliminary experience of carbon fibre cage prostheses for treatment of cervical spine disorders. *Br J Neurosurg.* 1997 Jun;11(3):221-7.
18. Song K-J, Choi B-W, Kim G-H. Usefulness of polyetheretherketone cage with plate augmentation for anterior arthrodesis in traumatic cervical spine injury . *Spine J* 2010; 10:50-7.
19. Wilke HJ, Kettler A, Gowitz C, Claes L. Subsidence resulting from simulated postoperative neck movements: a in vitro investigation with a new cervical fusion cage. *Spine* 2000;25:2762-70
20. Vadapalli S, Sairyo K, Goel VK, et al. Biomechanical rationale for using polyetherketone spacer for lumbar interbody fusion as an infinite element. *Spine* 2006;31.
21. Samartzis D, Shen FH, Lyon C, Phillips M, Goldberg EJ, An HS. Does rigid instrumentation increase the fusion rate in one-level anterior cervical discectomy and fusion? *Spine J.* 2004;4:636–643. doi: 10.1016/j.spinee.2004.04.010. [[d](#)]
22. Fraser JF, Hartl R. Anterior approaches to fusion of the cervical spine: a metaanalysis of fusion rates. *J Neurosurg Spine.* 2007;6:298–303. doi: 10.3171/spi.2007.6.4.2.
23. Wang JC, McDonough PW, Endow KK, Delamarter RB. Increased fusion rates with cervical plating for two-level anterior cervical discectomy and fusion. *Spine.* 2000;25:41–45. doi: 10.1097/00007632-200001010-00009.
24. Cho DY, Lee WY, Sheu PC. Treatment of multilevel cervical fusion with cages.

*Surg Neurol.* 2004;**62**:378–85. Doi: 10.1016/j.surneu.2004.01.021. discussion. [

25. Zoega B, Karrholm J, Lind B. Plate fixation adds stability to two-level anterior fusion in the cervical spine: a randomized study using radiostereometry. *Eur Spine J.* 1998;**7**:302–307. doi: 10.1007/s005860050079.

26. Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, Jones PK, Bohlman HH. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;**81**:519–528.

27. Ishihara H, Kanamori M, Kawaguchi Y, Nakamura H, Kimura T. Adjacent segment disease after anterior cervical interbody fusion. *Spine J.* 2004;**4**:624–628. doi: 10.1016/j.spinee.2004.04.011. [

28. Nabhan A, Steudel WI, Nabhan A, Pape D, Ishak B. Segmental kinematics and adjacent level degeneration following disc replacement versus fusion: RCT with three years of follow-up. *J Long Term Eff Med Implants.*

29. Bagby GW. Arthrodesis by the distraction-compression method using a stainless steel implant. *Orthopedics.* 1988;**11**:931–934.

30 Hwang SL, Hwang YF, Lieu AS, et al. Outcome analyses of interbody titanium cage fusion used in the anterior discectomy for cervical degenerative disc disease. *J Spinal Disord Tech.* 2005;**18**:326–331

31. Boakye M, Mummaneni PV, Garrett M, et al. Anterior cervical discectomy and fusion involving a polyetheretherketone spacer and bone morphogenetic protein. *J Neurosurg Spine.* 2005;**2**: 521–525.

32. Chi-Chien Niu, Jen-Chung Liao, Wn-Jer Chen et al. Outcomes of interbody fusion cages used in 1 and 2 levels anterior cervical disectomy and fusion titanium cages versus PEEK cages. J Spinal Disord Tech. 2010; 23 310-316.