



**UNIVERSITAT
JAUME·I**

GRADO DE MEDICINA

**Cirugía mínimamente
invasiva de columna en
fracturas
toracolumbares**

Ana María Piqueras Sánchez

Email de contacto: al234840@uji.es

Tutor: Ismael García Costa

Departamento: Traumatología y Ortopedia

Facultad de Ciencias de la Salud

Revisión bibliográfica

Trabajo Final de Grado - Curso: 2016/2017



TRABAJO DE FIN DE GRADO (TFG) - MEDICINA

EL/LA PROFESOR/A TUTOR/A hace constar su **AUTORIZACIÓN** para la Defensa Pública del Trabajo de Fin de Grado y **CERTIFICA** que el/la estudiante lo ha desarrollado a lo largo de 6 créditos ECTS (150 horas)

TÍTULO del TFG: Cirugía mínimamente invasiva de columna en fracturas toracolumbares

ALUMNO/A: Ana María Piqueras Sánchez

DNI: 48836133A

PROFESOR/A TUTOR/A: Ismael García Costa

Fdo (Tutor/a):



COTUTOR/A INTERNO/A (Sólo en casos en que el/la Tutor/a no sea profesor/a de la Titulación de Medicina):

Fdo (CoTutor/a interno):

Índice:

1.	Resumen	1
2.	Abstract.....	2
3.	Extended summary	3
4.	Introducción.....	5
5.	Antecedentes.....	6
6.	Planteamiento del problema	9
7.	Objetivos	10
8.	Materiales y métodos.....	10
9.	Resultados.....	13
10.	Discusión	20
11.	Conclusiones.....	23
12.	Agradecimientos.....	23
13.	Bibliografía.....	23
14.	Anexos.....	26

Cirugía mínimamente invasiva de columna en fracturas toracolumbares

Piqueras Sánchez, A.M.

1. Resumen

Planteamiento del problema: ¿Cuándo debemos operar una fractura traumática toracolumbar mediante cirugía mínimamente invasiva?

Objetivos: El principal objetivo de esta revisión es estudiar el tratamiento de diferentes fracturas toracolumbares de columna mediante cirugía mínimamente invasiva, comparándola con la cirugía abierta o el tratamiento conservador.

Material y métodos: Consiste en una revisión sistemática de artículos procedentes de las principales bases de datos: Pubmed, Cochrane, Tripdatabase y Embase, seleccionando artículos publicados en los últimos diez años relacionados con las fracturas traumáticas de la columna toracolumbar y basados en la cirugía mínimamente invasiva, convencional o abierta y/o tratamiento conservador, siendo catalogadas mediante las clasificaciones AOs y/o TLICS.

Resultados: Los artículos analizados reflejan que no hay diferencias estadísticamente significativas en las variables radiológicas estudiadas entre la cirugía mínimamente invasiva de columna y la cirugía convencional o tratamiento conservador para las fracturas toracolumbares. No obstante, para las variables clínicas se han encontrado diferencias significativas a favor de MIS.

Conclusiones: Sigue sin establecerse un consenso sobre el tipo de cirugía a realizar respecto a cuál trata de mejor forma una fractura toracolumbar. Sin embargo, la MIS nos aporta ciertos beneficios en determinadas variables clínicas.

Palabras clave: fractura, toracolumbar, columna, MIS, cirugía convencional, tratamiento conservador.

2. Abstract

Review question: When should we operate a traumatic thoracolumbar fracture by minimal invasive surgery?

Objectives: The main goal of this review is to analyse the treatment of the different thoracolumbar spine fractures by minimal invasive surgery, comparing it with other types of surgical methods.

Methods and materials: The following final degree project consists of a bibliographic review of articles from the main database: Pubmed, Cochrane, Tripdatabase and Embase selecting some clinical essays, cohorts, systematic revisions or published methanalysis in the last ten years. These are closely related to the traumatic fractures of the thoracolumbar spine and based on minimal invasive/open surgery or conservative treatment, in addition to the articles that mention the AOs and/or TLICS' classifications.

Results: The analysed articles show that there are not significant differences in the radiologic variables between the minimal invasive surgery and the open surgery or conservative treatment for the thoracolumbar spine fractures. However, we have found significant differences in the clinical variables in favour of the minimal invasive surgery.

Conclusions: In the light of the results, there is no establishment of a consensus on the type of surgery to be performed, in order to treat the best way possible a thoracolumbar fracture. However, we can obtain benefits from minimal invasive surgery in some clinics variables

Keywords: fracture, thoracolumbar, spine, MIS, open surgery, conservative treatment.

3. Extended Summary

Objectives: the main goal of this review aims to solve a question that has been controversial in the last years. Since the emergence of minimally invasive surgery and its use in the treatment of vertebral fractures, a lot of professionals have raised the question if this new surgical technique offers greater benefits to patients than open or conventional surgery.

The main objective of this paper is to answer the question: if minimally invasive surgery (also called MIS) can be used instead of open or conventional surgery, giving us better results.

Methods: This work consists of a systematic review carried out by the selection of 6 articles founded in the different databases (Pubmed, The Cochrane Library, Tripdatabase and Embase). For this selection, inclusion and exclusion criteria have been established:

Inclusion criteria:

- Scientific articles with ten years or less since its publication
- Related to the traumatic fractures of the thoracolumbar spine
- Written in English or Spanish
- The fractures were catalogued using AOspine or TLICS classifications
- Articles that deal with the treatment of these type of fractures, by:
 - Minimally invasive surgery
 - Open or conventional surgery
 - Conservative or non-surgical treatment

Exclusion criteria:

- Articles more than ten years since its publication
- Cervical, thoracic and/or lumbar affectation
- Those where the fractures were classified with other classifications that were not AOs and/or TLICS
- Those that deal with degenerative and/or pathological affections of the column
- Those who treated exclusively conservative treatment or conventional surgery

For the bibliographic search, we have used the keywords *fracture, spine, thoracic, lumbar, thoracolumbar, MIS (minimal invasive surgery), open surgery, conservative treatment*.

These have been combined with AND and OR connectors to obtain the most results that could be relevant to my search, using AND to provide greater sensitivity and specificity. OR has been used to join words with similar meaning.

The initial search had 105 articles. The inclusion and exclusion criteria were applied to these, so the number was reduced to 15. Finally, after discarding those that need to be paid, duplicate and irrelevant for this study, there were selected 6 articles.

Main conclusions: Analysing the proposed articles, it has been possible to draw certain conclusions that answer the question posted in this paper.

All articles study in their investigation some variables in relation to the different treatments that can be carried out in the thoracolumbar fractures, such as the radiological ones (the height of the vertebral body, the kyphosis degree and the Cobb's angle) and the clinical ones (postoperative pain, mean hospital stay, operating time, intraoperative blood loss and return to work and social life).

Some studies compare only the clinical variables and others the radiological and clinical variables, obtaining different results.

The authors agree that there are no statistically significant differences comparing the radiological variables, so it would be the same, if we look only at these, to choose an open surgery or MIS.

However, there are differences comparing the clinical variables, with a greater reduction in the time of operation, hospital stay, blood loss and a faster rate of return to work and social life, translates into an increase in the quality of life, in favour of the MIS.

I would like to outline an article that compares the surgical treatment with the conservative. The results obtained were opposite to those observed in the other studies in some variables such as return to work, social life and intraoperative blood loss, obtaining better results for those who were not operated, being treated conservatively¹². Furthermore, this author ensures that the surgery increases the chances of a second surgery, a variable that has not been demonstrated in any other articles.

This contradiction is possibly due to the biases and limitations of that work, since they affirm that the sample of population studied was very small and the inclusion criteria were very strict, reason why the patients had practically the same characteristics and there was no variability between them.

Therefore, based on these results, there is still no clear consensus as to which surgical technique is best, since the results in anatomical terms obtained in the treatment of thoracolumbar fractures are the same, however, if we talk about quality of life of the patient, we can choose for MIS because the results found in the clinical variables are notably favourable in this type of surgery.

4. Introducción

Los traumatismos raquimedulares se definen como la lesión de los elementos osteoligamentosos del raquis con o sin afectación de la médula espinal y/o raíces de los nervios raquídeos secundario a traumatismos.

4.1. Recuerdo anatómico de la columna vertebral

La columna vertebral es una estructura ósea compuesta por numerosos huesos, que son las vértebras, unidas por elementos ligamentosos y otros tejidos elásticos (como el disco intervertebral) y musculares.¹

Las funciones principales de la columna vertebral son: estabilidad y movilidad para los movimientos del tronco y extremidades y dotar de protección a las diferentes estructuras nerviosas.¹

La columna vertebral está dividida en tres partes: cervical, formada por siete vértebras (C1-C7), torácica, con doce vértebras (T1-T12), lumbar, con cinco vértebras (L1-L5), sacro, con cinco vértebras fusionadas formando un solo hueso (S1-S5) y el coxis.¹

Así mismo, la columna vertebral forma una serie de curvas características: dos convexas ventrales (lordosis cervical y lumbar) y dos convexas dorsales (cifosis torácica y sacra).¹

Por último, las estructuras ligamentosas y musculares le confieren la estabilidad necesaria para soportar el peso del tronco y permitir los diferentes movimientos.

4.2. Epidemiología

Los traumatismos raquimedulares tienen una incidencia de 30 casos/año por millón de habitantes. El rango de edad más frecuente es de 25 a 35 años, destacando el sexo masculino. La etiología más frecuente es el accidente de tráfico.¹

La región de la columna que con más frecuencia se afecta es la columna cervical, seguida de la unión cervicotorácica (C6-T1) y posteriormente por la unión toracolumbar (T11-L2).¹

4.3. Características clínicas

La clínica más frecuente e importante en los traumatismos raquimedulares es el dolor raquídeo que puede estar o no focalizado en el segmento que presenta la lesión osteoligamentosa. Puede también existir una afectación subjetiva u objetiva del sistema nervioso central (médula) o periférico (raíces nerviosas). En general, con efectos didácticos la clínica de las lesiones osteoligamentosas raquimedulares se dividen en¹:

- Pacientes con afectación neurológica
- Pacientes sin afectación neurológica

La afectación neurológica o no es importante para la clasificación, para el pronóstico y para la planificación del tratamiento de las lesiones raquimedulares.

Dentro de la afectación neurológica de las fracturas raquimedulares nos podemos encontrar casi con cualquier síndrome de los posibles dentro de la patología medular y radicular (shock medular completo, síndrome centromedular, síndrome lateral, síndrome anterior, síndrome de cordones posteriores, síndrome radicular, síndrome de cola de caballo, etc.)¹.

4.4. Clasificación de las lesiones traumáticas raquimedulares

Existen múltiples clasificaciones de las lesiones traumáticas de las fracturas toracolumbares con o sin lesión medular, dependiendo de los factores que cada una de ellas evalúa (tipo de lesión neurológica, mecanismo de la lesión, angulación de la columna, altura de las vértebras afectadas, etc.). Así mismo, para cada región raquídea se han propuesto varias clasificaciones atendiendo a las peculiaridades dinámicas de las mismas^{3,4}.

4.5. Tratamiento

En la literatura médico-quirúrgica han existido cientos de modalidades de tratamiento de este tipo de fractura. Básicamente se pueden clasificar en dos tipos: tratamiento conservador (con ortesis y reposo) y el quirúrgico.

Dentro del tratamiento quirúrgico en la historia de la cirugía ortopédica han existido múltiples técnicas. En el momento actual podemos clasificar a las diferentes técnicas en dos grupos: cirugía abierta y cirugía mínimamente invasiva⁶.

En los últimos años se han diversificado las técnicas abiertas o mínimamente invasiva gracias a la evolución de los sistemas de fijación instrumentada que ha sido muy profuso⁵.

5. Antecedentes

En las últimas décadas, numerosos métodos han sido empleados a la hora de clasificar las fracturas toracolumbares⁵. Cada uno de ellos ha tenido en cuenta unas variables determinadas, ya sean clínicas, radiológicas o de pronóstico.

Nicoll, en 1949, determinaba el grado de estabilidad de una fractura dependiendo de si estaba o no roto el aparato ligamentoso que une dos vértebras contiguas.^{4,5}

Holdsworth, en 1963, modificó la clasificación de *Nicoll*. En primer lugar, describió tres pilares raquídeos y posteriormente, según el número de pilares afectados y el mecanismo de producción de la fractura realizó su clasificación: una anterior, formada por el cuerpo vertebral, el disco intervertebral y sus ligamentos, y una columna posterior, formada por los pedículos, el arco neural, las apófisis articulares con sus cápsulas y los ligamentos asociados.^{3,5}

Denis, en 1983, definió las columnas raquídeas de forma algo diferente a la clasificación de *Holdsworth* y en base a esta definición realizó una nueva clasificación (imagen 1): la columna anterior, formada por la mitad anterior del cuerpo vertebral, el disco y ligamento vertebral común anterior, columna media compuesta por la mitad posterior del cuerpo vertebral, el disco y el ligamento vertebral común posterior y una columna posterior igual a la de *Holdsworth*.^{3,5}

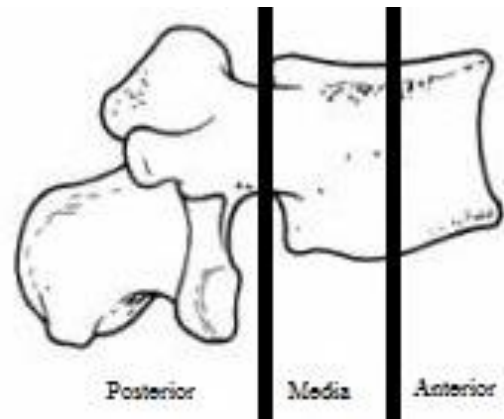


Imagen 1. Las tres columnas de Denis

Tras múltiples modificaciones por innumerables autores que manejan diferentes variables clínico-radiológicas se llega a unas clasificaciones más universalmente aceptadas: AOSpine³ y TLICS⁴. Estas clasificaciones eligen, dentro de las múltiples variables tanto clínicas como radiológicas que se pueden estudiar en un traumatismo raquímedular, las que están orientadas fundamentalmente a valorar factores que según los autores son determinantes a la hora de elegir el tipo de tratamiento que debe de realizarse en cada paciente, dependiendo del grupo al que pertenezcan, eligiendo entre tratamiento conservador o quirúrgico, aunque, dentro de los casos quirúrgicos, no existe subclasificación para recomendar una variedad u otra de técnica quirúrgica.

La clasificación **AOSpine**, desarrollada por *Margel* en 1994, cataloga las fracturas según su mecanismo de acción traumática (afectación morfológica), además de valorar el grado de afectación neurológica. Los parámetros a evaluar se encuentran recogidos en la tabla 1³.

Tabla 1. Clasificación AOSpine³

Morfología	Calificación	
Fracturas por compresión	A	
	A0	Lesión de apófisis transversa o espinosa que no comprometen la integridad mecánica
	A1	Cuña de compresión
	A2	Tipo división o pinza
	A3	Estallido incompleta
	A4	Estallido completa
Fracturas por distracción	B	
	B1	Lesión de banda de tensión posterior ósea
	B2	Interrupción de la banda de tensión posterior
	B3	Lesiones por extensión
Fracturas por translación	C	
Afectación neurológica		
Sin afectación neurológica	N0	
Déficit neurológico transitorio	N1	
Signos o síntomas de radiculopatía	N2	
Lesión incompleta de médula espinal	N3	
Lesión completa de médula espinal	N4	
No se puede hacer clasificación (*)	NX	
(*) Pacientes no clasificables de la afectación neurológica por alguna afectación que impida valorarlos, como, por ejemplo, intoxicaciones, intubaciones, lesiones craneales...		

La clasificación **TLICS**, definida por *Vaccaro* en 2005, está definida por la afectación morfológica, neurológica y la lesión del complejo ligamentario, representada en la tabla 2^{4,29}.

Tabla 2. Clasificación TLICS⁴

Morfología	Calificación	Puntos
Compresión		1
	Estallido	+1
Traslación/rotación		3
Distracción		4
Estado neurológico		
Intacto		0
Lesión radicular		2
Médula o cono medular	Incompleto	2
	Completo	2
Cauda equina		3
Complejo ligamentario posterior		
Intacto		0
Sospechoso/dudoso		2
Lesionado		3

Según *Dhall et al*⁶, dependiendo de la puntuación obtenida en esta última clasificación, podremos plantearnos la realización de un tipo de tratamiento u otro⁶:

- TLICS < 4: Tratamiento conservador (ortesis)
- TLICS = 4: No hay un consenso claramente establecido entre tratamiento conservador o quirúrgico
- TLICS > 4: Tratamiento quirúrgico.

En la literatura sigue existiendo controversia del tipo de tratamiento ideal para cada uno de los grupos de ambas clasificaciones. Incluso en los grupos en los que se decide que el tratamiento es quirúrgico se discute cuál de las dos modalidades (tratamiento conservador o quirúrgico) es la adecuada para cada uno de los grupos pronóstico.

El tratamiento de las fracturas toracolumbares ha tenido varias fases de evolución en los últimos años.

Hace varias décadas, el tratamiento quirúrgico únicamente era la cirugía abierta. Sin embargo, en los últimos cuarenta años ha surgido otro tipo de práctica quirúrgica, la cirugía mínimamente invasiva (también llamada MIS), con el argumento de obtener unos mejores resultados que con la cirugía convencional.

Magerl y Dick, describieron la fijación percutánea en 1977 y desde entonces, numerosos estudios han sido publicados comparando MIS con otras técnicas quirúrgicas⁷.

6. Planteamiento del problema

Históricamente ha existido la incógnita de cuál es el tratamiento adecuado para una fractura toracolumbar. Dicho problema ha sido una constante en todos los artículos relacionados con el tema en la literatura mundial. Por lo tanto, en este trabajo, el planteamiento principal, es:

- *En el caso de que haya que operar una fractura toracolumbar, ¿es mejor operar mediante cirugía mínimamente invasiva o mediante cirugía convencional (abierta)?*

7. Objetivos

7.1. Objetivo general:

Manejando las dos clasificaciones de las fracturas toracolumbares más aceptadas en la literatura ortopédica actual, determinar, a la luz de los análisis bibliográficos cuáles de los subgrupos son susceptibles de tratamiento quirúrgico y cuáles de tratamiento conservador.

7.2. Objetivo específico:

Teniendo en cuenta las dos clasificaciones de las fracturas toracolumbares más aceptadas en la literatura ortopédica actual (AOS y TLICS), determinar a la luz de los análisis bibliográficos, si para los subgrupos a los que le corresponde un tratamiento quirúrgico, es más adecuada la cirugía abierta o la mínimamente invasiva.

8. Material y métodos

Con intención de alcanzar los objetivos más arriba referidos, hemos realizado una revisión bibliográfica siguiendo el esquema de la Figura 1.

Se han analizado artículos científicos relacionados con el tema a tratar, basados en ensayos clínicos, estudios de cohortes, revisiones bibliográficas previas y metaanálisis procedentes de bases de datos médicas como Pubmed, The Cochrane Library, Tripdatabase y Embase desde noviembre del 2016 hasta enero del 2017. Para ello se han usado los descriptores *fracture, spine, thoracic, lumbar, thoracolumbar, MIS (minimal invasive surgery), open surgery, conservative treatment*. Los idiomas aceptados han sido tanto el inglés como el español.

Los conectores empleados han sido principalmente AND y OR, combinándolos entre sí para poder encontrar la mayor cantidad de artículos relacionados con el tema a tratar. El conector AND se empleó para aumentar la sensibilidad y especificidad de la búsqueda, mientras que OR fue usado para unir aquellos descriptores con significados similares.

Por tanto, la búsqueda a realizar fue la siguiente: *fracture AND spine AND (thoracic AND lumbar OR thoracolumbar) AND (MIS OR ("minimal invasive surgery") AND open surgery AND conservative treatment)*.

En Pubmed la búsqueda obtuvo un total de 71 artículos. En The Cochrane Library un resultado, en Tripdatabase 22 y en Embase 11, lo que hizo un total de 105 artículos. Se obtuvo 1 artículo de otras fuentes de datos, que fue descartado por su duplicidad de otro artículo procedente

de la base de datos Embase. Otros dos artículos estaban duplicados por lo que fueron descartados. Aplicando los criterios de inclusión y exclusión fueron seleccionados un total de 15 artículos, pudiendo acceder a 8 de ellos a texto completo y dos artículos fueron descartados por no tener relevancia para este trabajo. Finalmente, fueron seleccionados un total de 6 artículos.

Como criterios de inclusión se han seleccionado artículos científicos con diez o menos años desde su publicación, que tratasen de la afectación traumática de la columna toracolumbar, basándose en las clasificaciones AOspine y TLICS, además de aquellos en los que se indagase sobre el tratamiento mínimamente invasivo quirúrgico, el convencional o abierto y/o tratamiento conservador.

Los artículos excluidos para este estudio han sido aquellos que tuviesen más de diez años de publicación, que tratasen de una afectación cervical, torácica y/o lumbar exclusivamente, que se basasen en otras clasificaciones diferentes de AOs y/o TLICS, que versasen sobre afectaciones degenerativas y/o patológicas de la columna, y, por último, aquellos que hablasen de forma exclusiva del tratamiento conservador o quirúrgico convencional de las fracturas toracolumbares.

Como criterios de calidad para comprobar la fiabilidad de los estudios seleccionados se han empleado los criterios CASPE²⁵ (Anexo 1).

Se ha utilizado, así mismo, la escala CEBM²⁷ (tablas 3 y 4) para valorar el nivel de evidencia científica y grado de recomendación de los diferentes estudios analizados.

Figura 1. Diagrama de los componentes de la medicina basada en la evidencia según Vaccaro y Eck²⁹.

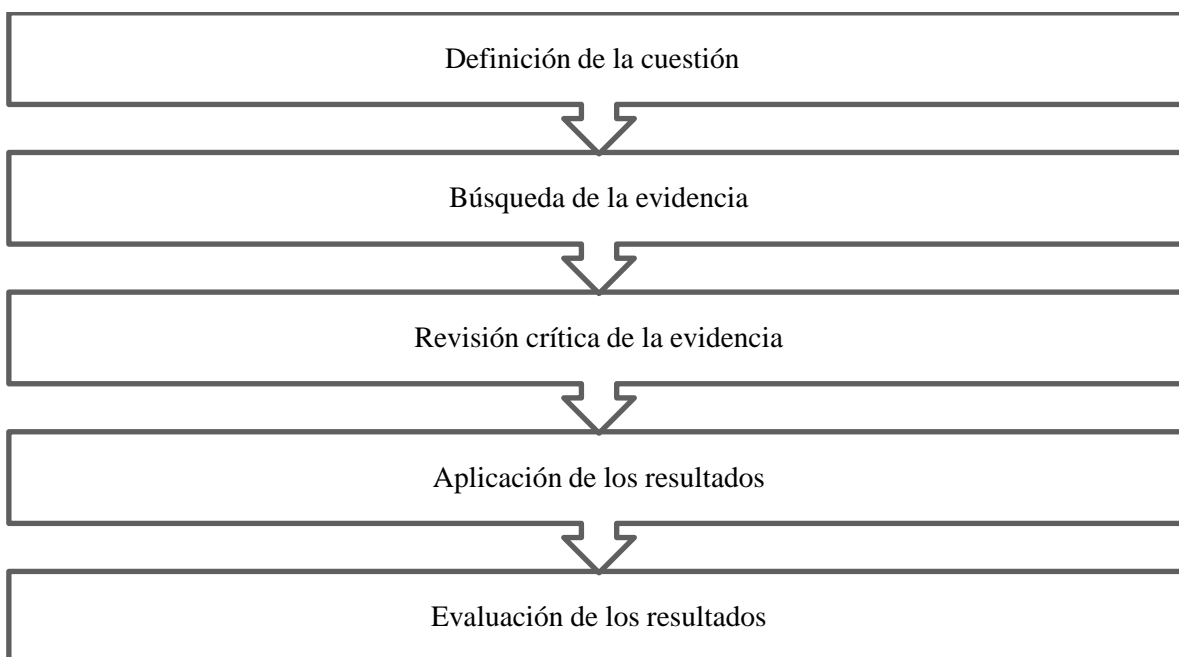


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología aplicada en este trabajo de revisión según la declaración PRISMA²⁸

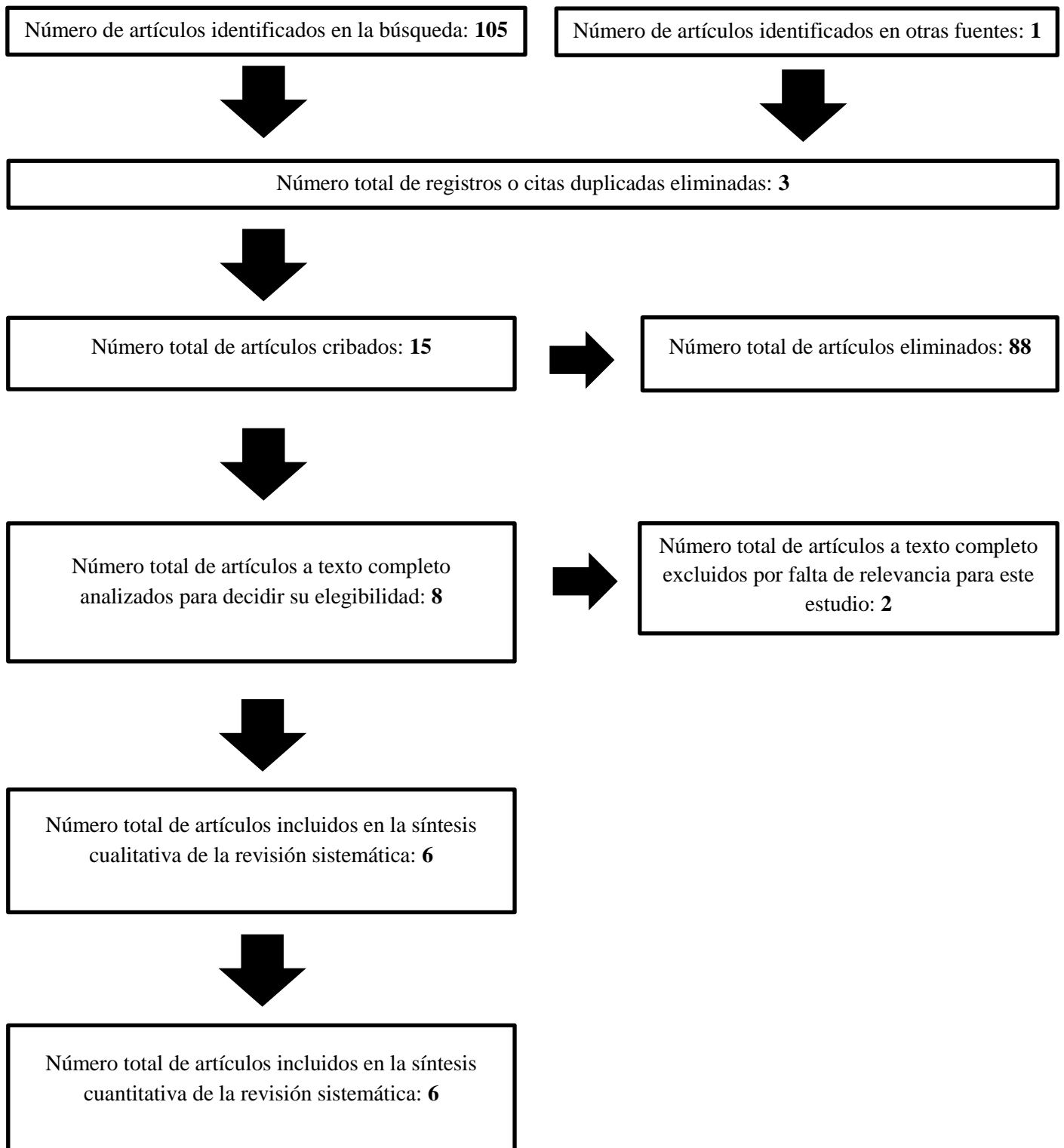


Tabla 3. Niveles de evidencia (CEBM)²⁷

Nivel de evidencia	Tipo de estudio
1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad
1b	Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza estrecho
1c	Práctica clínica (“todos o ninguno”)(*)
2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad
2b	Estudio de cohortes o ensayo clínico aleatorizado de baja calidad (**)
2c	<i>Outcomes research</i> (***), estudios ecológicos
3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad
3b	Estudio de casos y controles
4	Serie de casos o estudios de cohortes y de casos y controles de baja calidad (****)
5	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, o basados en la fisiología, <i>bench research o first principles</i> (*****)
Se debe añadir un signo menos (-) para indicar que el nivel de evidencia no es concluyente si:	
- Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza amplio y no estadísticamente significativo	
- Revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa	
(*) Cuando todos los pacientes mueren antes de que un determinado tratamiento esté disponible, y con él algunos pacientes sobreviven, o pacientes morían antes de su disponibilidad, y con él no muere ninguno	
(**) Por ejemplo, con seguimiento inferior al 80%.	
(***) El término <i>outcomes research</i> hace referencia a estudios de cohortes de pacientes con el mismo diagnóstico en los que se relacionan los eventos que suceden con las medidas terapéuticas que reciben.	
(****) Estudio de cohortes: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas y/o sin seguimiento completo y suficientemente prolongado. Estudio de casos y controles: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas	
(*****) El término <i>first principles</i> hace referencia a la adopción de determinada práctica clínica basada en principios fisiopatológicos	

Tabla 4. Grados de recomendación (CEBM)²⁷

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
A	Estudios de nivel 1
B	Estudios de nivel 2-3, o extrapolación de estudios de nivel 1
C	Estudios de nivel 4, o extrapolación de estudios de nivel 2-3
D	Estudios de nivel 5, o estudios no concluyentes de cualquier nivel
La extrapolación se aplica cuando nuestro escenario clínico tiene diferencias importantes respecto a la situación original del estudio	

9. Resultados

Tras la búsqueda bibliográfica, teniendo en cuenta los objetivos planteados, y mediante una lectura exhaustiva, se seleccionaron aquellos artículos que cumplían con los criterios de inclusión y que resultaron de interés para la realización de este trabajo. La tabla 5 muestra las principales características de los artículos seleccionados. A continuación de esta, se procederá a desarrollar cada uno de los resultados obtenidos.

Tabla 5. Artículos seleccionados para la revisión sistemática

Base de datos	Autores	Población a estudio	Metodología/Intervención	Resultados	Nivel de evidencia (*)
EMBASE	<i>Dhall SS, Wadhwa R, Wang MY, Tien-Smith A, Mummaneni PV</i> ⁶	Fueron valorados los siguientes estudios: - <i>Grossbach et al</i> ¹⁷ : 11 pacientes - <i>Wild et al</i> ¹⁹ : 21 pacientes - <i>Lee et al</i> ¹⁶ : 59 pacientes - <i>Vanek et al</i> ¹³ : 17 pacientes - <i>Chou y Lou</i> ²⁰ : 8 pacientes - <i>Smith et al</i> ²¹ : 52 pacientes - <i>Kim et al</i> ²² : 212 pacientes	Revisión sistemática desde 2004 hasta 2014 de 7 cohortes, dos retrospectivas (<i>Grossbach et al</i> ¹⁷ y <i>Lee et al</i> ¹⁶) y cinco prospectivas (<i>Vanek et al</i> ¹³ , <i>Chou y Lou</i> ²⁰ , <i>Smith et al</i> ²¹ y <i>Kim et al</i> ²²) analizando los métodos de fusión y no-fusión quirúrgicos de la cirugía mínimamente invasiva comparando determinadas variables con la cirugía abierta.	Los estudios analizados coinciden en que no hay diferencias significativas encontradas en la literatura científica respecto al MIS y la cirugía convencional, sin embargo, se puede observar una disminución del tiempo quirúrgico y una menor pérdida de sangre intraoperatoria a favor de la MIS.	2a - Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad Grado de recomendación B (recomendación favorable)
PUBMED	<i>De Iure Cappuccio, Paderni S, Bosco G, Amendola L</i> ⁸	Fueron estudiados 122 pacientes con 163 fracturas torácicas y lumbares, siendo tratados con cirugía mínimamente invasiva	Cohorte prospectiva. Estudio de pacientes con fracturas torácicas y lumbares desde mayo del 2005 hasta diciembre del 2011 tratados con MIS mediante la implantación de tornillos, midiendo el tiempo medio de cirugía, el tiempo de recuperación y curación postoperatoria, el dolor de espalda y los hallazgos radiológicos.	Los resultados de este estudio demostraron que la fijación percutánea transpedicular es efectiva y satisfactoria para las fracturas toracolumbares	2a - Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad Grado de recomendación B (recomendación favorable)

Base de datos	Autores	Población a estudio	Metodología/Intervención	Resultados	Nivel de evidencia (*)
PUBMED	<i>Kumar A, Aujla R, Lee C</i>	78 pacientes con lesión traumática de la columna toracolumbar con más de 20° de cifosis.	Cohorte prospectiva no aleatorizada, llevada a cabo desde enero de 2003 a enero de 2012 donde se trató 30 pacientes de forma conservadora, 23 con cirugía abierta y 25 con MIS, donde se evaluaron las variables de media de tiempo de estancia hospitalaria postoperatoria, la vuelta a su vida laboral y social.	Las técnicas de cirugía mínimamente invasiva obtuvieron mejores resultados comparados con las técnicas de cirugía abierta y métodos conservadores, con un menor tiempo de estancia hospitalaria, mayor rapidez a la hora de volver a la vida laboral y social.	2a - Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad Grado de recomendación B (recomendación favorable)
PUBMED	<i>McAnany Sj, Overley SC, Kim JS, Baird EO, Qureshi SA, Anderson PA</i> ¹⁰	Fueron valorados los siguientes estudios: - <i>Vanek et al</i> ³ : 35 pacientes - <i>Wang et al</i> ¹⁴ : 61 pacientes - <i>Dong et al</i> ¹⁵ : 38 pacientes - <i>Lee et al</i> ¹⁶ : 59 pacientes - <i>Grossbach et al</i> ¹⁷ : 38 pacientes - <i>Jiang et al</i> ¹⁸ : 61 pacientes	Metaanálisis. Revisión sistemática de artículos de junio de 1980 a junio de 2014 procedentes de diferentes bases de datos como PubMed, Cochrane y Embase con una selección de 6 artículos ^{13,14,15,16,17,18} analizando el dolor postoperatorio mediante la escala analógica visual (VAS), el ángulo cifótico, la altura del cuerpo vertebral, la pérdida de sangre intraoperatoria y el tiempo de cirugía en pacientes tratados de forma conservadora o con MIS.	Los resultados obtenidos para cada una de las variables concluyeron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre un tipo de cirugía u otro, observándose solo diferencias en el dolor postoperatorio, la pérdida sanguínea y el tiempo de operación a favor de MIS.	1a - Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad Grado de recomendación A (extremadamente recomendable)

Base de datos	Autores	Población a estudio	Metodología/Intervención	Resultados	Nivel de evidencia (*)
PUBMED	<i>Li K Li Z, Ren X, Xu H, Zhang W, Luo D, Ma J</i> ¹¹	32 pacientes con fracturas toracolombares: 16 en el grupo fractura (tratados con tornillos dentro de la vértebra fracturada) y 16 en el grupo control (tratados con 4 tornillos)	Cohorte prospectiva aleatorizada y controlada durante junio del 2012 y junio del 2014 mediante la observación de las afectaciones o características encontradas mediante la intervención del paciente con el procedimiento quirúrgico de Wang ⁴ . Los datos obtenidos fueron medidos con el cuestionario ODI y la VAS. Las variables radiológicas estudiadas fueron: la altura del cuerpo vertebral anterior y el ángulo Cobb	En el grupo con fracturas hubo una mejor corrección de la altura del cuerpo vertebral y del índice del cuerpo vertebral comparándolo con el grupo de control	2a - Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad Grado de recomendación B (recomendación favorable)
THE COCHRANE LIBRARY	<i>Abudou M Chen X, Kong X, Wu T</i> ²	87 pacientes con fracturas toracolombares sin déficit neurológico procedentes de dos ensayos clínicos: - <i>Siebenga et al</i> ²³ : 34 pacientes - <i>Wood et al</i> ²⁴ : 53 pacientes	Revisión sistemática de 2 ensayos clínicos desde octubre de 1978 a octubre de 2012 controlados y/o aleatorizados de pacientes mayores de 18 años con una confirmación radiológica reciente (menos de 3 semanas) de fractura toracolombare sin déficit neurológico, comparando el procedimiento quirúrgico con el no quirúrgico. Se analizaron diversas fuentes de datos como The Cochrane Library, MEDLINE	Los dos ensayos clínicos ^{23,24} muestran heterogeneidad en sus conclusiones, como en el dolor, donde el primer ensayo afirma que es menor en los pacientes tratados con cirugía, al contrario que el segundo estudio que afirma que el dolor disminuye con el tratamiento conservador.	1a - Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad. Grado de recomendación A (extremadamente recomendable)

Dhall SS et al⁶, examinaron 7 estudios con el fin de establecer un algoritmo de tratamiento para el empleo de la cirugía mínimamente invasiva en fracturas vertebrales toracolumbares.

Se compararon diversos métodos de tratamiento quirúrgico, como la fijación posterior mínimamente invasiva con tornillo pedicular, la corpectomía mínimamente invasiva posterior, la corpectomía lateral mínimamente invasiva y la toracoscopia anterior.

La primera técnica de las citadas anteriormente fue llevada a cabo en el estudio de *Grossbach et al¹⁷*, los cuales no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo tratado con MIS y el tratado con cirugía abierta para las variables estudiadas respecto al ángulo cifótico y ASIA (American Spinal Injury Association)³⁰ (Anexo 4).

Wild et al¹⁹ encontraron una considerable disminución de la pérdida de sangre intraoperatoria en los pacientes tratados con fijación percutánea, al igual que *Lee et al¹⁶*.

Vanek et al¹³ coincide con los resultados obtenidos expuestos anteriormente, además de afirmar una disminución del dolor postoperatorio en la cirugía MIS.

Chou y Lu²⁰ no hallaron diferencias significativas en los resultados o en las complicaciones en los pacientes tratados con corpectomía posterior al igual que *Smith et al²¹*, tratados con corpectomía lateral.

Por último, *Kim et al²²* mostraron con su técnica (toracoscopia anterior) la presencia de un 11% de complicaciones (disección aórtica en 1 paciente, fallo del material quirúrgico en 5 pacientes y deterioro neurológico en 1 paciente), las cuales relacionaron con la dificultad de la técnica.

De Iure et al⁸, estudiaron 122 pacientes con 163 fracturas torácicas y lumbares, siendo tratados con cirugía mínimamente invasiva. El seguimiento de estos pacientes fue de 6 a 72 meses. Fueron evaluados mediante una valoración clínica y radiológica.

Una de las variables a estudio fue el tiempo de operación. Mostraron que éste es dependiente de la cantidad de tornillos a implantar (cuatro tornillos conllevan una duración de 106 minutos, seis tornillos, de 144 minutos y ocho tornillos, una media de 171 minutos).

Otras variables estudiadas fueron el tiempo de recuperación y curación postoperatoria, el dolor de espalda postoperatorio, los hallazgos radiológicos como el desplazamiento del tornillo implantado y los sucesos respectivos a quitar los tornillos después de un periodo de tiempo. A diferencia de otros estudios analizados, no evaluaron las pérdidas de sangre intraoperatorias.

Respecto a la primera variable (tiempo de recuperación postoperatoria), concluyeron que esta era dependiente del estado del paciente. Los pacientes no politraumatizados recuperaron la capacidad de levantarse al 2º día de postoperatorio y fueron dados de alta al 5º día, a diferencia de

los politraumatizados, que tuvieron que ser movilizados de forma precoz en cama con un tiempo de recuperación mayor.

El dolor de espalda fue evaluado mediante la escala analógica visual (VAS). El resultado obtenido fue considerablemente satisfactorio, ya que la mayoría de los pacientes percibían escaso dolor al segundo día del postoperatorio.

La evaluación radiológica mostró una gran recuperación del ángulo cifótico. Sin embargo, se encontró un empeoramiento en el segmento cifótico en los casos tratados con tornillos multiaxiales.

Tras la evaluación postoperatoria mediante TAC, solamente se encontró en un paciente un tornillo dentro del canal medular, sin expresar ninguna sintomatología.

Se decidió quitar todos los tornillos implantados en vértebras por debajo de L2 y de la unión toracolumbar que mostrasen sintomatología o alteraciones mecánicas. Esto fue llevado a cabo en 23 pacientes, 5 de ellos debido a complicaciones locales y en 17 casos debido a la implantación de los tornillos en la columna lumbar. En estos últimos, solo 3 mostraron desplazamiento del tornillo y 2 tuvieron sintomatología (dolor). Todos ellos fueron evaluados a los seis meses y ninguno de mostró dolencia o pérdida de la alineación sagital.

*Kumar et al*⁹ evaluaron qué pacientes obtuvieron mejores resultados dependiendo del tipo de tratamiento llevado a cabo en las fracturas vertebrales toracolumbares (tratamiento conservador, mínimamente invasivo o cirugía abierta). Para ello se estudiaron 78 pacientes, de los cuales 30 fueron tratados de forma conservadora, 23 mediante cirugía abierta y 25 con cirugía mínimamente invasiva y las variables medidas fueron el tiempo de estancia hospitalaria postoperatoria, la vuelta a su vida laboral y social y la vuelta a su estado previo de estado de su columna, midiendo el grado de cifosis.

Se encontraron diferencias significativas en el tiempo de estancia hospitalaria. Los pacientes tratados de forma conservadora estuvieron ingresados una media de 36 días mientras que los tratados con cirugía lo estuvieron durante 2 (MIS) y 4 días (cirugía abierta).

La siguiente variable a tratar fue la vuelta su vida laboral, donde 8 pacientes tratados de forma conservadora no pudieron volver a trabajar, 5 volvieron de forma parcial y 3 fueron desempleados. Las cifras obtenidas de los pacientes tratados con cirugía fueron las siguientes: 4 no volvieron a sus ocupaciones en los tratados con cirugía abierta, mientras que en los tratados con MIS, todos volvieron a sus ocupaciones originales.

Los pacientes con tratamiento conservador mejoraron su corrección de la cifosis en un 85% y los tratados con MIS lo hicieron en un 86%, por lo que se concluyó que no había diferencias significativas entre los dos grupos.

En cuanto al tiempo operatorio, se obtuvieron los mismos datos para ambos grupos quirúrgicos. Por último, se encontró una menor pérdida sanguínea (80 ml) para el grupo tratado con MIS en contraposición a los datos obtenidos de los pacientes tratados con cirugía convencional (550 ml).

Los autores también plasman en su trabajo las complicaciones que encontraron a lo largo de su estudio.

Hubo 6 pacientes, tratados de forma conservadora, con empeoramiento de la cifosis, de los cuales 5 tuvieron que ser tratados. Así mismo, esta complicación fue vista en un paciente tratado con cirugía convencional. Otros 4 tuvieron un íleo paralítico transitorio, que fue resuelto de forma espontánea sin tratamiento. Por último, un paciente tuvo infección de la herida quirúrgica. No hubo complicaciones en el grupo tratado con MIS.

McAnany et al¹⁰ analizaron 6 artículos (*Vanek et al¹³*, *Wang et al¹⁴*, *Dong et al¹⁵*, *Lee et al¹⁶*, *Grossbach et al¹⁷* y *Jiang et al¹⁸*) con el fin de valorar las diferencias entre determinados factores mediante la comparación de pacientes tratados con fijación percutánea y aquellos tratados con tornillos pediculares mediante cirugía abierta para las fracturas toracolumbares. Las variables estudiadas fueron la pérdida de altura del cuerpo vertebral, el ángulo cifótico, el dolor postoperatorio, la pérdida de sangre y el tiempo de cirugía.

Exceptuando la pérdida de sangre y el tiempo de operación, ninguna de las demás variables estudiadas fue estadísticamente significativa.

Jian et al¹⁸ demostraron que no había diferencias en cuanto a la pérdida de la altura del cuerpo vertebral, al igual que *Lee et al¹⁶* en cuanto al ángulo cifótico.

Lee et al¹⁶, *Vanek et al¹³*, *Dong et al¹⁵* y *Kim et al²²* coinciden al afirmar una disminución del dolor en el grupo tratado con MIS.

La disminución del tiempo de operación en el grupo tratado con MIS fue expuesta en todos los estudios, a excepción de *Dong et al¹⁵*.

Li K et al¹¹ estudiaron el efecto de la fijación de la fractura con tornillos implantados dividiendo a los pacientes en dos grupos (los que se implantaban con tornillos en la vértebra fracturada (grupo fractura) comparándolos con la fijación convencional de 4 tornillos (grupo control)) mediante la evaluación diferentes variables como la discapacidad gracias a la ODI²⁶ (escala de discapacidad por dolor lumbar, Anexo 3) y el dolor, evaluada mediante la VAS (escala analógica visual), el tiempo medio de operación, la pérdida de sangre intraoperatoria, además de evaluar la altura del cuerpo vertebral anterior y el ángulo de Cobb.

No se encontraron diferencias significativas intraoperatorias en la pérdida de sangre, el tiempo de operación, la discapacidad, dolor o corrección postoperatoria del ángulo de Cobb entre los dos grupos a evaluar, a diferencia de los resultados obtenidos en la corrección de la altura del cuerpo vertebral, los cuales fueron mejores en el grupo fractura.

La única complicación encontrada fue al año de seguimiento en un paciente con una rotura de un tornillo, el cual tuvo que extraído.

Por último, *Abudou et al*¹² incluyeron a un total de 87 pacientes con fracturas toracolumbares confirmadas radiológicamente y sin déficit neurológico, evaluando dos ensayos clínicos (*Siebenga et al*²³ y *Wood et al*²⁴). El objetivo de este estudio consistió en analizar las diferencias de determinadas variables dependiendo del tratamiento llevado a cabo con estos pacientes (quirúrgico o conservador).

Las variables clínicas a estudio fueron el grado de dolor agudo de espalda, medido con la escala VAS, la disminución del movimiento del tronco, vuelta a la vida laboral, la inflamación de la zona fracturada, complicaciones obtenidas del tratamiento, necesidad cirugía secundaria, grado de cifosis y tiempo de hospitalización en el ensayo de *Siebenga et al*²³, mientras que en el de *Wood et al*²⁴ se analizaron las variables de dolor, discapacidad, calidad de vida, vuelta al trabajo, complicaciones postratamiento, necesidad de cirugía secundaria, grado de cifosis, compromiso del canal y tiempo de hospitalización.

*Siebenga et al*²³ demostraron encontrar menor dolor, mayor función y vuelta a la vida laboral más rápida para el grupo quirúrgico, en contra a lo que propone el ensayo clínico de *Wood et al*²⁴. En cuanto al grado de complicaciones *Siebenga et al*²³, no encontraron diferencias estadísticamente significativas, a diferencia de lo que exponen *Wood et al*²⁴, que afirma que el grado de complicaciones en el grupo quirúrgico es mayor y se obtiene además mayores probabilidades de una cirugía secundaria.

10. Discusión

Con este trabajo de revisión bibliográfica se pretende aclarar, si hay un consenso establecido, a la luz de los datos reflejados en la literatura científica, de cuál es la mejor técnica quirúrgica o en la que se obtiene más beneficios a la hora de operar una fractura vertebral toracolumbar.

Tras una exhaustiva revisión bibliográfica, hemos conseguido justificar los objetivos planteados al comienzo de este trabajo. Según los diferentes estudios analizados para esta revisión, no hay diferencias estadísticamente significativas entre MIS y cirugía abierta en cuanto a las variables radiológicas (como pueden ser la altura del cuerpo vertebral, el grado de cifosis y el ángulo

de Cobb). Sin embargo, se han encontrado diferencias entre las variables clínicas (como la vuelta al trabajo, la estancia hospitalaria y el dolor postoperatorio) y las variables medidas intraoperatoriamente (tiempo de cirugía y pérdida de sangre intraoperatoria), apreciándose unos mejores resultados en los pacientes tratados con cirugía mínimamente invasiva. A continuación, se discutirán los resultados obtenidos de los artículos seleccionados.

Dos de los artículos analizados se basan en el estudio de la cirugía mínimamente invasiva exclusivamente^{8,11}. El resto comparan MIS con la cirugía convencional^{6,9,10,12} y/o con el tratamiento conservador^{9,12}.

Con respecto a uno de los artículos que comparan el tratamiento conservador de las fracturas vertebrales con el quirúrgico (convencional o MIS)⁹, podemos decir que los pacientes tratados con técnicas de cirugía mínimamente invasiva obtuvieron mejores resultados comparándolos con las técnicas de cirugía abierta y métodos conservadores, con un menor tiempo de estancia hospitalaria y mayor rapidez a la hora de recuperar su vida laboral y social. En cuanto a las demás variables estudiadas (sobre todo las radiológicas, como la altura del cuerpo vertebral o el ángulo cifótico), no hay diferencias significativas entre las diferentes técnicas terapéuticas.

De los tres artículos que comparan MIS con la cirugía convencional, dos coinciden en la disminución del tiempo de operación, la pérdida sanguínea y una mayor rapidez a la vuelta a la vida laboral en el grupo de pacientes sometidos a una cirugía mínimamente invasiva^{9,10}. En el artículo de *Abudou et al*¹² afirman, tras estudiar series de otros autores, que al ser unas a favor y otras en contra las ventajas de la cirugía mínimamente invasiva, no se puede concluir que MIS tenga resultados más favorables que la convencional para el tipo de variables anteriormente citadas. Posiblemente estas contraposiciones de los datos obtenidos al estudiar las variables consensuadas se deban a los potenciales sesgos presentes en esos estudios, que serán expuestos más adelante.

El estudio de *Dhall et al*⁶ se basa en comparar sobre todo diferentes tipos de técnicas mínimamente invasivas, pero también compara algunas variables con la cirugía convencional. Demostraron, al igual que *De Iure et al*⁸, que el empleo de la cirugía mínimamente invasiva puede ser usada con satisfacción en las fracturas toracolumbares, ya que reflejan escasas complicaciones y aporta mayores beneficios como la reducción de la estancia hospitalaria o la disminución del dolor.

*Li et al*¹¹, se centró más en comparar dos tipos de técnicas mínimamente invasivas (fijación con tornillo pedicular en la vértebra fracturada o fijación tradicional con 4 tornillos). Sus resultados revelan que la fijación del tornillo pedicular en la vértebra fracturada no logra una mayor corrección del ángulo cifótico, sin embargo, restaura de forma más efectiva la altura de la vértebra fracturada y no incrementa el tiempo de operación ni la pérdida de sangre, por lo que podría ser una buena alternativa al uso de cuatro tornillos.

Limitaciones

Limitaciones de los artículos

*Kumar et al*⁹, afirman que los criterios de inclusión que fueron propuestos para su estudio eran muy restrictivos, por lo que los pacientes eran muy similares en cuanto a sus características. Además, los sujetos de su ensayo no fueron aleatorizados de forma correcta, ya que al principio se hizo una valoración de los posibles riesgos y beneficios que pudiera adoptar el paciente y en función de estos, se planteó su aleatorización para pertenecer a un grupo u otro de estudio. También recalcan la brevedad del tiempo de seguimiento, por lo que no pudieron evaluar a largo plazo los posibles efectos adversos del tratamiento.

*McAnany et al*¹⁰ plasmaron también las posibles limitaciones de su estudio. Al ser un metaanálisis que tiene en cuenta diversos estudios, puede haber heterogeneidad entre ellos. Otros artículos pueden no haberse tenido en cuenta por un fallo en la metodología. Además, otra de las limitaciones a recalcar es la presencia de posibles sesgos originarios de los estudios primarios a evaluar.

En el artículo procedente de los autores *Li et al*¹¹ destacan como limitación la brevedad de la duración de la evaluación (1-2 meses), por lo que, al igual que *Kumar et al*⁹ los resultados a largo plazo no fueron valorados. Así mismo, se empleó una muestra pequeña de población.

Por último, *Abudou et al*¹² afirman que los criterios de inclusión fueron muy restrictivos, al igual que *Kumar et al*⁹. En segundo lugar, la muestra de población de los dos estudios a comparar era muy pequeña. Por último destacan la gran dificultad que tuvieron para intentar acceder a los datos de los pacientes que abandonaron los ensayos.

Limitaciones propias

La mayor limitación encontrada durante la realización de este trabajo ha sido la imposibilidad de acceder a artículos de pago que pudiesen contener información importante para esta revisión. Otra de ellas ha sido la no valoración de estudios que podrían haber sido relevantes para mi revisión, procedentes de otras fuentes de datos no empleadas o aquellas que podrían haberse obtenido mediante la combinación de los descriptores de forma diferente.

11. Conclusiones

- Tras el análisis de los seis artículos seleccionados, podemos llegar a la conclusión de que no hay un consenso establecido de la mejor técnica quirúrgica (MIS o cirugía abierta) respecto a las variables radiológicas (grado de cifosis, altura del cuerpo vertebral y ángulo de Cobb), ya que en ambos se obtienen resultados similares en cuanto a la restauración la anatomía de la columna.
- Sin embargo, se han obtenido mejores resultados comparando las variables clínicas, como son la reducción del tiempo quirúrgico con respecto a la cirugía mínimamente invasiva, además de una menor pérdida de sangre y una reducción del tiempo de estancia hospitalaria, lo que puede suponer una ventaja para los pacientes, sobre todo los politraumatizados. También se ha visto una reducción del tiempo que tardan los pacientes en volver a su vida laboral y social, lo que se puede traducir en un aumento de su calidad de vida.

12. Agradecimientos

Agradezco este trabajo a mi padre, por ayudarme a darme cuenta de mis errores cometidos a lo largo de esta revisión, a mi tío, por darme un enfoque más práctico de cómo elaborar un trabajo de fin de grado, y a mi tutor, por aconsejarme de forma clara y concisa de cómo realizar una adecuada y rigurosa revisión sistemática.

13. Bibliografía

1. García Vicente E, Martín Rubio A, García y García MD. Trauma raquimedular. *Medicrit*. 2007;4(3):66-75
2. Tejada Barreras M. Clasificación de las fracturas toracolumbares. *Mediagraphic*. 2010;6(2):114-121
3. Forero J., Vives A., Esguerra M., La Rotta G., Orjuela M., Jiménez C. Entendiendo la clasificación de las fracturas toracolumbares por el sistema "AO". *Rev Colomb. Radiol*. 2014; 25(2):3942-3954.
4. Lee et al. Thoracolumbar injury classification and severity score: a new paradigm for the treatment of thoracolumbar spine trauma. *J Orthop Sci*. 2005;10:671-675
5. Bazán PL, Borri AE, Torres PU, Consentino JS, Games MH. Clasificación de las fracturas toracolumbares: comparación entre las clasificaciones de AO y Vaccaro. *COLUNA/COLUMNA*. 2010;9(2):165-170

6. Dhall SS, Wadhwa R, Wang MY, Tien-Smith A, Mummaneni PV. Traumatic thoracolumbar spinal injury: an algorithm for minimally invasive surgical management. *Neurosurg Focus*. 2014;37(1):1-7
7. Court C, Vincent C: Percutaneous fixation of thoracolumbar fractures: current concepts. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98:900–909.
8. De Iure F, Cappuccio, Paderni S, Bosco G, Amendola L. Minimal Invasive Percutaneous Fixation of Thoracic and Lumbar Spine Fractures. Hindawi Publishing Corporation. 2012;1:1-6
9. Kumar A, Aujla R, Lee C. The management of thoracolumbar burst fractures: a prospective study between conservative management, traditional open spinal surgery and minimally interventional spinal surgery. *SpringerPlus*. 2015;4(204):1-10
10. McAnany S, Overley SC, Kim JS, Baird EO, Qureshi SA, Anderson PA. Open Versus Minimally Invasive Fixation Techniques for Thoracolumbar Trauma: A Meta-Analysis. *Global Spine J*. 2016;6:186-194
11. Li K, Li Z, Ren X, Xu H, Zhang W, Luo D, Ma J. Effect of the percutaneous pedicle screw fixation at the fractured vertebra on the treatment of thoracolumbar fractures. *International Orthopaedics (SICOT)*. 2016;1:1-8
12. Abudou M, Chen X, Kong X, Wu T. Surgical versus non-surgical treatment for thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013;6(5079):1-31
13. Vanek P, Bradac O, Konopkova R, de Lacy P, Lacman J, Benes V. Treatment of thoracolumbar trauma by short-segment percutaneous transpedicular screw instrumentation: prospective comparative study with a minimum 2-year follow-up. *J Neurosurg Spine* 2014;20(2):150–156
14. Wang H, Zhou Y, Li C, Liu J, Xiang L. Comparison of open versus percutaneous pedicle screw fixation using the sextant system in the treatment of traumatic thoracolumbar fractures. *J Spinal Disord Tech* 2014; July 11
15. Dong SH, Chen HN, Tian JW, et al. Effects of minimally invasive percutaneous and trans-spatium intermuscular short-segment pedicle instrumentation on thoracolumbar mono-segmental vertebral fractures without neurological compromise. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99(4):405–411
16. Lee JK, Jang JW, Kim TW, Kim TS, Kim SH, Moon SJ. Percutaneous short-segment pedicle screw placement without fusion in the treatment of thoracolumbar burst fractures: is it effective? Comparative study with open short-segment pedicle screw fixation with posterolateral fusion. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155(12):2305–2312
17. Grossbach AJ, Dahdaleh NS, Abel TJ, Woods GD, Dlouhy BJ, Hitchon PW. Flexion-distraction injuries of the thoracolumbar spine: open fusion versus percutaneous pedicle screw fixation. *Neurosurg Focus* 2013;35(2):E2

18. Jiang XZ, Tian W, Liu B, et al. Comparison of a paraspinous approach with a percutaneous approach in the treatment of thoracolumbar burst fractures with posterior ligamentous complex injury: a prospective randomized controlled trial. *J Int Med Res* 2012;40(4):1343–1356
19. Wild MH, Glees M, Plieschnegger C, Wenda K: Five-year follow-up examination after purely minimally invasive posterior stabilization of thoracolumbar fractures: a comparison of minimally invasive percutaneously and conventionally open treated patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007;127:335–343
20. Chou D, Lu DC: Mini-open transpedicular corpectomies with expandable cage reconstruction. Technical note. *J Neurosurg Spine*. 2011;14:71–77
21. Smith WD, Dakwar E, Le TV, Christian G, Serrano S, Uribe JS: Minimally invasive surgery for traumatic spinal pathologies: a mini-open, lateral approach in the thoracic and lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(26):338–346
22. Kim DH, Jahng TA, Balabhadra RS, Potulski M, Beisse R: Thoracoscopic transdiaphragmatic approach to thoracolumbar junction fractures. *Spine J*. 2004;4:317–328
23. Siebenga J, Lefterink VJM, Segers MJM, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJTM, et al. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomised study of operative versus non-surgical treatment. *Spine* 2006;31(25):2881–2890.
24. Wood K, Buttermann G, Mehbod A, Garvey T, Jhanjee R, Sechriest V. Operative compared with non-operative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective, randomised study. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume* 2003;85(5):773–781.
25. Cabello, J.B. por CASPe. Plantilla para ayudarte a entender una Revisión Sistemática. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2005. Cuaderno I. p.13-17.
26. Flórez García MT, García Pérez MA, García Pérez F, Armenteros Pedreros J, Álvarez Prado A, Martínez Lorente MD. Adaptación transcultural a la población española de la escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry. *Rehabilitación (Madr)*. 1995;29:138-45.
27. Manterola C, Zavando D. Evidence-based clinical practice, levels of evidence. *Rev. Chilena de Cirugía*. 2009;61(6):582-595
28. Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2010;135(11):507–511
29. Vaccaro, Eck. Controversies in Spine Surgery. Best Evidence Recommendations. Thieme Medical Publishers. 2010;1(1):3-7
30. Maynard et al. International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. *Spinal Cord*. 1997 May;35(5):266-74.

14. Anexos

ANEXO 1 – Criterios de calidad CASPE²⁵

10 preguntas para ayudarte a entender una revisión

Comentarios generales

- Hay tres aspectos generales a tener en cuenta cuando se hace la lectura crítica de una revisión:

¿Son válidos esos resultados?

¿Cuáles son los resultados?

¿Son aplicables en tu medio?

- Las 10 preguntas de las próximas páginas están diseñadas para ayudarte a pensar sistemáticamente sobre estos aspectos. Las dos primeras preguntas son preguntas "de eliminación" y se pueden responder rápidamente. Sólo si la respuesta es "sí" en ambas, entonces merece la pena continuar con las preguntas restantes.
- Puede haber cierto grado de solapamiento entre algunas de las preguntas.
- En itálica y debajo de las preguntas encontrarás una serie de pistas para contestar a las preguntas. Están pensadas para recordarte por que la pregunta es importante. ¡En los pequeños grupos no suele haber tiempo para responder a todo con detalle!
- Estas 10 preguntas están adaptadas de: Oxman AD, Guyatt GH et al, Users' Guides to The Medical Literature, VI How to use an overview. (JAMA 1994; 272 (17): 1367-1371)

El marco conceptual necesario para la interpretación y el uso de estos instrumentos puede encontrarse en la referencia de abajo o/y puede aprenderse en los talleres de CASPe:

Juan B Cabello por CASPe. Lectura crítica de la evidencia clínica. Barcelona: Elsevier; 2015. (ISBN 978-84-9022-447-2)

A/ ¿Los resultados de la revisión son válidos?

Preguntas "de eliminación"

<p>1 ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?</p> <p><i>PISTA: Un tema debe ser definido en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La población de estudio. - La intervención realizada. - Los resultados ("outcomes") considerados. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>2 ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?</p> <p><i>PISTA: El mejor "tipo de estudio" es el que</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se dirige a la pregunta objeto de la revisión. - Tiene un diseño apropiado para la pregunta. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

¿Merece la pena continuar?

Preguntas detalladas

<p>3 ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?</p> <p><i>PISTA: Busca</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Qué bases de datos bibliográficas se han usado. - Seguimiento de las referencias. - Contacto personal con expertos. - Búsqueda de estudios no publicados. - Búsqueda de estudios en idiomas distintos del inglés. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>4 ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?</p> <p><i>PISTA: Los autores necesitan considerar el rigor de los estudios que han identificado. La falta de rigor puede afectar al resultado de los estudios ("No es oro todo lo que reluce" El Mercader de Venecia. Acto II)</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>5 Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los resultados de los estudios eran similares entre sí. - Los resultados de todos los estudios incluidos están claramente presentados. - Están discutidos los motivos de cualquier variación de los resultados. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

B/ ¿Cuáles son los resultados?

<p>6 ¿Cuál es el resultado global de la revisión?</p> <p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si tienes claro los resultados últimos de la revisión. - ¿Cuáles son? (numéricamente, si es apropiado). - ¿Cómo están expresados los resultados? (NNT, odds ratio, etc.). 	
<p>7 ¿Cuál es la precisión del resultado/s?</p> <p><i>PISTA: Busca los intervalos de confianza de los estimadores.</i></p>	

C/¿Son los resultados aplicables en tu medio?

<p>8 ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los pacientes cubiertos por la revisión pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área. - Tu medio parece ser muy diferente al del estudio. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>9 ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?</p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>10 ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?</p> <p><i>Aunque no esté planteado explícitamente en la revisión, ¿qué opinas?</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO</p>

ANEXO 2 - Declaración PRISMA²⁸

Sección/tema	Número	Ítem
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos
Resumen	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática
Introducción	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema
Justificación	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS)*
Objetivos	4	
Métodos		
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al que se pueda acceder (por ej., dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ej., PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ej., años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ej., bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada
Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados, de tal forma que pueda ser reproducible
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ej., el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis)
Proceso de extracción de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ej., formularios pilotado, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ej., PICOS, fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ej., razón de riesgos o diferencia de medias)
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, cuando esto es posible, incluyendo medidas de consistencia (por ej., ítem 2) para cada metaanálisis
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ej., sesgo de publicación o comunicación selectiva)
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ej., análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), en el caso de que se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados
Resultados		
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ej., tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas

Tabla 1 (continuación)

Sección/tema	Número	Ítem
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12)
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado en cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot)
Síntesis de los resultados	21	Presentar los resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de consistencia
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15)
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ej., análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])
Discusión		
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ej., proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud)
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ej., riesgo de sesgo) y de la revisión (por ej., obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva)
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias, así como las implicaciones para la futura investigación
Financiación		
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ej., aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática

* PICOS: se trata de un acrónimo formado por: P: participants; I: interventions; C: comparisons; O: outcomes; S: study design.

ANEXO 3 – Escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry 1.0 (Flórez et al²⁶)

Por favor lea atentamente: Estas preguntas han sido diseñadas para que su médico conozca hasta qué punto su dolor de espalda le afecta en su vida diaria. Responda a todas las preguntas, señalando en cada una sólo aquella respuesta que más se aproxime a su caso. Aunque usted piense que más de una respuesta se puede aplicar a su caso, marque sólo aquella que describa MEJOR su problema.

1. Intensidad de dolor

- Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes
- El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes
- Los calmantes me alivian completamente el dolor
- Los calmantes me alivian un poco el dolor
- Los calmantes apenas me alivian el dolor
- Los calmantes no me quitan el dolor y no los tomo

2. Cuidados personales (lavarse, vestirse, etc.)

- Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor
- Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor
- Lavarme, vestirme, etc., me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado
- Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo
- Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas
- No puedo vestirme, me cuesta lavarme, y suelo quedarme en la cama

3. Levantar peso

- Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor
- Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor
- El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. en una mesa)
- El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo
- Sólo puedo levantar objetos muy ligeros
- No puedo levantar ni elevar ningún objeto

4. Andar

- El dolor no me impide andar
- El dolor me impide andar más de un kilómetro
- El dolor me impide andar más de 500 metros
- El dolor me impide andar más de 250 metros
- Sólo puedo andar con bastón o muletas
- Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

5. Estar sentado

- Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera
- Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera
- El dolor me impide estar sentado más de una hora
- El dolor me impide estar sentado más de media hora
- El dolor me impide estar sentado más de diez minutos
- El dolor me impide estar sentado

6. Estar de pie

- Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor
- Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor
- El dolor me impide estar de pie más de una hora
- El dolor me impide estar de pie más de media hora
- El dolor me impide estar de pie más de diez minutos
- El dolor me impide estar de pie

7. Dormir

- El dolor no me impide dormir bien
- Sólo puedo dormir si tomo pastillas
- Incluso tomando pastillas duermo menos de seis horas
- Incluso tomando pastillas duermo menos de cuatro horas
- Incluso tomando pastillas duermo menos de dos horas
- El dolor me impide totalmente dormir

8. Actividad sexual

- Mi actividad sexual es normal y no me aumenta el dolor
- Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor
- Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor
- Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor
- Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor
- El dolor me impide todo tipo de actividad sexual

9. Vida social

- Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor
- Mi vida social es normal, pero me aumenta el dolor
- El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero sí impide mis actividades más energéticas, como bailar, etc.
- El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo
- El dolor ha limitado mi vida social al hogar
- No tengo vida social a causa del dolor

10. Viajar

- Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor
- Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor
- El dolor es fuerte, pero aguanto viajes de más de dos horas
- El dolor me limita a viajes de menos de una hora
- El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora
- El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital

ANEXO 4 – ASIA (American Spinal Injury Association)³⁰

INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY (ISNCSCI)

ASIA **ISCOS**

Patient Name _____ Date/Time of Exam _____
 Examiner Name _____ Signature _____

RIGHT

MOTOR KEY MUSCLES

Elbow flexors C5
 Wrist extensors C6
 Elbow extensors C7
 Finger flexors C8
 Finger abductors (little finger) T1

LER (Lower Extremity Right)

Hip flexors L2
 Knee extensors L3
 Ankle dorsiflexors L4
 Long toe extensors L5
 Ankle plantar flexors S1

(VAC) Voluntary Anal Contraction (Yes/No)

RIGHT TOTALS (MAXIMUM) (50) (56) (56)

MOTOR SUBSCORES

UER + UEL = **UEMS TOTAL** (50)
 LER + LEL = **LEMS TOTAL** (50)

Key Sensory Points

SENSORY KEY SENSORY POINTS

Light Touch (LTR) Pin Prick (PPR)

T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 L1

SENSORY SUBSCORES

LTR + LTL = **LT TOTAL** (56)
 PPR + PPL = **PP TOTAL** (112)

LEFT

MOTOR KEY MUSCLES

Elbow flexors C5
 Wrist extensors C6
 Elbow extensors C7
 Finger flexors C8
 Finger abductors (little finger) T1

UEL (Upper Extremity Left)

MOTOR (SCORING ON REVERSE SIDE)

0 = total paralysis
 1 = palpable or visible contraction
 2 = active movement, gravity eliminated
 3 = active movement, against gravity
 4 = active movement, against some resistance
 5 = active movement, against full resistance
 5* = normal corrected for pain/disease
 NT = not testable

SENSORY (SCORING ON REVERSE SIDE)

0 = absent 2 = normal
 1 = altered NT = not testable

LER (Lower Extremity Left)

Hip flexors L2
 Knee extensors L3
 Ankle dorsiflexors L4
 Long toe extensors L5
 Ankle plantar flexors S1

(DAP) Deep Anal Pressure (Yes/No)

LEFT TOTALS (MAXIMUM) (50) (56) (56)

MOTOR SUBSCORES

UUR + UEL = **UEMS TOTAL** (50)
 LUR + LEL = **LEMS TOTAL** (50)

NEUROLOGICAL LEVELS (Steps 1-5 for classification as on reverse)

1. **SENSORY** R L
 2. **MOTOR** R L

3. **NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NLI)**

4. **COMPLETE OR INCOMPLETE?** Incomplete - Any sensory or motor function in S4-5

5. **ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS)**

(No complete injuries only)
ZONE OF PARTIAL PRESERVATION **SENSORY** R L
Most caudal level with any innervation **MOTOR** R L

Muscle Function Grading

- 0 = total paralysis
- 1 = palpable or visible contraction
- 2 = active movement, full range of motion (ROM) with gravity eliminated
- 3 = active movement, full ROM against gravity
- 4 = active movement, full ROM against gravity and moderate resistance in a muscle specific position
- 5 = (normal) active movement, full ROM against gravity and full resistance in a functional muscle position expected from an otherwise unimpaired person
- 5* = (normal) active movement, full ROM against gravity and sufficient resistance to be considered normal if identified inhibiting factors (i.e. pain, disease) were not present
- NT = not testable (i.e. due to immobilization, severe pain such that the patient cannot be graded, amputation of limb, or contracture of > 50% of the normal ROM)

Sensory Grading

- 0 = Absent
- 1 = Altered, either decreased/impaired sensation or hypersensitivity
- 2 = Normal
- NT = Not testable

When to Test Non-Key Muscles:

In a patient with an apparent AIS B classification, non-key muscle functions more than 3 levels below the motor level on each side should be tested to most accurately classify the injury (differentiate between AIS B and C).

Movement	Root level
Shoulder: Flexion, extension, abduction, adduction, internal and external rotation	C5
Elbow: Supination	
Elbow: Pronation	
Wrist: Flexion	C6
Finger: Flexion at proximal joint, extension	C7
Thumb: Flexion, extension and abduction in plane of thumb	
Finger: Flexion at MCP joint	C8
Thumb: Opposition, adduction and abduction perpendicular to palm	
Finger: Abduction of the index finger	T1
Hip: Adduction	L2
Hip: External rotation	
Hip: Extension, abduction, internal rotation	L3
Knee: Flexion	L4
Ankle: Inversion and eversion	
Toe: MP and IP extension	
Hallux and Toe: DIP and PIP flexion and abduction	L5
Hallux: Adduction	S1

ASIA Impairment Scale (AIS)

A = Complete. No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-5.

B = Sensory incomplete. Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-5 (light touch or pin prick at S4-5 or deep anal pressure) AND no motor function is preserved more than three levels below the motor level on either side of the body.

C = Motor incomplete. Motor function is preserved at the most caudal sacral segments for voluntary anal contraction (VAC) OR the patient meets the criteria for sensory incomplete status (sensory function preserved at the most caudal sacral segments (S4-S5) by LT, PP or DAP), and has some sparing of motor function more than three levels below the ipsilateral motor level on either side of the body. (This includes key or non-key muscle functions to determine motor incomplete status.) For AIS C - less than half of key muscle functions below the single NLI have a muscle grade ≥ 3.

D = Motor incomplete. Motor incomplete status as defined above, with at least half (half or more) of key muscle functions below the single NLI having a muscle grade ≥ 3.

E = Normal. If sensation and motor function as tested with the ISNCSCI are graded as normal in all segments, and the patient had prior deficits, then the AIS grade is E. Someone without an initial SCI does not receive an AIS grade.

Using ND: To document the sensory, motor and NLI levels, the ASIA Impairment Scale grade, and/or the zone of partial preservation (ZPP) when they are unable to be determined based on the examination results.

Steps in Classification

The following order is recommended for determining the classification of individuals with SCI.

1. **Determine sensory levels for right and left sides.**
 The sensory level is the most caudal, intact dermatome for both pin prick and light touch sensation.
 2. **Determine motor levels for right and left sides.**
 Defined by the lowest key muscle function that has a grade of at least 3 (on supine testing), providing the key muscle functions represented by segments above that level are judged to be intact (graded as a 5).
 Note: In regions where there is no myotome to test, the motor level is presumed to be the same as the sensory level, if testable motor function above that level is also normal.
 3. **Determine the neurological level of injury (NLI)**
 This refers to the most caudal segment of the cord with intact sensation and antigravity (3 or more) muscle function strength, provided that there is normal (intact) sensory and motor function rostrally respectively.
 The NLI is the most cephalad of the sensory and motor levels determined in steps 1 and 2.
 4. **Determine whether the injury is Complete or Incomplete.**
 (i.e. absence or presence of sacral sparing)
 If voluntary anal contraction = No AND all S4-5 sensory scores = 0 AND deep anal pressure = No, then injury is Complete.
 Otherwise, injury is Incomplete.
 5. **Determine ASIA Impairment Scale (AIS) Grade:**
 - Is injury Complete? If YES, AIS=A and can record ZPP (lowest dermatome or myotome on each side with some preservation)
 - NO ↓
 - Is injury Motor Complete? If YES, AIS=B
 - NO ↓
 - (No=voluntary anal contraction OR motor function more than three levels below the motor level on a given side, if the patient has sensory incomplete classification)
- Are at least half (half or more) of the key muscles below the neurological level of injury graded 3 or better?
- NO ↓ AIS=C YES ↓ AIS=D
- If sensation and motor function is normal in all segments, AIS=E
 Note: AIS E is used in follow-up testing when an individual with a documented SCI has recovered normal function. If at initial testing no deficits are found, the individual is neurologically intact; the ASIA Impairment Scale does not apply.

