



## ORIGINAL

# Recomendaciones para la recuperación posquirúrgica optimizada en columna (REPOC)



L. Álvarez-Galovich<sup>a,\*</sup>, L. Ley Urzaiz<sup>b</sup>, J.A. Martín-Benlloch<sup>c</sup> y J. Calatayud Pérez<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Unidad de Columna, Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz, Madrid, España

<sup>b</sup> Servicio de Neurocirugía, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

<sup>c</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Unidad de Columna. Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia, Valencia, España

<sup>d</sup> Servicio de Neurocirugía, Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza, España

Recibido el 4 de julio de 2022; aceptado el 1 de octubre de 2022

Disponible en Internet el 12 de octubre de 2022

### PALABRAS CLAVE

Recuperación quirúrgica optimizada en columna (REPOC);  
Artrodesis lumbar;  
Fusión lumbar;  
Cirugía de columna;  
Enfoque multimodal;  
Consenso de expertos

### Resumen

**Introducción y objetivos:** La recuperación posquirúrgica optimizada en columna (REPOC) constituye un enfoque multimodal, basado en la evidencia científica disponible, que consigue una mejora eficaz de la funcionalidad fisiológica del paciente, reduce el dolor e incluso disminuye los costes hospitalarios. El objetivo de este trabajo es proponer unos estándares para la aplicación de la REPOC a la cirugía de fusión lumbar.

**Métodos:** Se constituyó *ad hoc* un grupo multidisciplinario de expertos que revisaron la evidencia disponible y plantearon recomendaciones consensuadas para la artrodesis lumbar, utilizando el sistema *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation* (GRADE).  
**Resultados:** Se seleccionaron 23 recomendaciones en las fases preoperatoria, intraoperatoria y postoperatoria de la intervención quirúrgica. También se elaboró una lista de 29 ítems para la aplicación de la REPOC en cirugía de columna.

**Conclusiones:** Este listado de recomendaciones facilitará la implementación del enfoque REPOC como herramienta segura y eficaz para la reducción de los eventos adversos en nuestro entorno.  
© 2022 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [lavarez@fjd.es](mailto:lavarez@fjd.es) (L. Álvarez-Galovich).

**KEYWORDS**

Enhanced recovery after surgery (ERAS);  
Lumbar arthrodesis;  
Lumbar fusion;  
Spinal surgery;  
Multimodal approach;  
Expert consensus

**Recommendations for enhanced post-surgical recovery in the spine (REPOC)****Abstract**

*Introduction/objectives:* Enhanced recovery after surgery (ERAS) constitutes a multimodal approach, based on available scientific evidence, that achieves better patient's functionality, reduces pain, and even lowers financial costs. The present consensus statement proposes the standards for the implementation of ERAS programs to lumbar fusion surgery, a meant benchmark we call REPOC.

*Methodology:* A multidisciplinary group of experts was set up ad hoc to review consensus recommendations for lumbar arthrodesis, using the Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation (GRADE) system.

*Results:* As a result, 23 recommendations were selected throughout the preoperative, intraoperative, and postoperative phases of the surgical procedure. A 29-item checklist was also drawn up to implement REPOC protocols in spinal surgeries.

*Conclusions:* This list of recommendations will facilitate the implementation of this multimodal approach as a safe and effective tool for reducing adverse events in our environment.

© 2022 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La cirugía de fusión lumbar ha sido calificada como uno de los procedimientos quirúrgicos más dolorosos, con un mayor riesgo de dolor crónico y de dependencia de opioides<sup>1-6</sup>. Durante las últimas décadas, debido sobre todo al progresivo envejecimiento de la población mundial, se ha producido un significativo incremento en el número de cirugías de fusión lumbar, así como de las complicaciones, retrasos en la recuperación y costes asociados a estos procedimientos<sup>2,3,7-9</sup>. Existen variaciones significativas en la práctica clínica de estas intervenciones entre distintos países, lo que da lugar a resultados quirúrgicos perioperatorios variables, incluyendo la duración de la estancia media (EM) hospitalaria, las tasas de complicaciones postoperatorias y las tasas de recuperación funcional<sup>1-9</sup>. Por lo tanto, es necesaria una estandarización, basada en la evidencia científica y en una mejora de la eficiencia, en la gestión del paciente con fusión lumbar. A este estándar lo hemos denominado REPOC: recuperación posquirúrgica optimizada en columna. Este paradigma multimodal y multidisciplinario se basa en los programas *Enhanced Recovery After Surgery* (ERAS)<sup>10</sup>, que se han implementado con éxito en diferentes áreas quirúrgicas<sup>1,2,4,11-14</sup>. Estos programas han conseguido mejorar los resultados quirúrgicos y la experiencia del paciente, así como reducir las complicaciones, el uso de opiáceos, la EM y los costes hospitalarios<sup>2-4,9,11-13,15-19</sup>.

A pesar del esfuerzo realizado en los últimos años, la cirugía de columna adolece de la falta de datos prospectivos de alta calidad<sup>4</sup>. Faltan pautas específicas y no se dispone de guías estándar destinadas a reducir el estrés perioperatorio, minimizar las complicaciones y acelerar las altas hospitalarias<sup>3,9,16-18</sup>. La consecución de estos objetivos permitiría incrementar la sostenibilidad y reducir el impacto medioambiental de las intervenciones quirúrgicas. El objetivo del presente trabajo consiste en revisar los protocolos disponibles para la artrodesis lumbar,

elaborar una lista consensuada de recomendaciones y proponer una lista de verificación inicial para la implementación de la REPOC en este tipo de intervenciones, centrándose en pacientes que van a ser sometidos a artrodesis lumbar de un nivel.

**Material y métodos**

Por primera vez en nuestro país, se constituyó *ad hoc* un grupo multidisciplinario de expertos, constituido a partes iguales por neurocirujanos y traumatólogos, para revisar procedimientos y redactar recomendaciones consensuadas, basadas en la evidencia, aplicables al proceso perioperatorio de la cirugía de fusión lumbar. Al procedimiento resultante lo hemos denominado REPOC: recuperación posquirúrgica optimizada en columna.

Tras la definición de los temas clínicamente relevantes, el grupo de expertos llevó a cabo una revisión bibliográfica y un análisis de la calidad de la evidencia y la fuerza para cada una de las recomendaciones. Para dicho análisis se utilizó el sistema de calificación de recomendaciones, valoración, desarrollo y evaluación *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation* (GRADE)<sup>20</sup>. Este sistema clasifica la evidencia científica para cada recomendación como alta, moderada, baja o muy baja; y la solidez de dicha recomendación como fuerte o débil (tabla 1). Una determinada recomendación de la REPOC puede tener un grado de recomendación fuerte, aunque la calidad de la evidencia científica sea baja, si el riesgo de daño es insignificante. La selección de las recomendaciones se realizó siguiendo las directrices para el desarrollo de guías clínicas dentro del marco de la sociedad ERAS<sup>10</sup>. En la figura 1 se describen de forma gráfica las distintas etapas de elaboración del presente documento de consenso. Para ello no se necesitaron ni el consentimiento informado ni la aprobación del Comité Ético.

**Tabla 1** Sistema GRADE para la calificación de la calidad de la evidencia científica y la solidez de las recomendaciones<sup>20</sup>

Nivel de la calidad de la evidencia científica para la recomendación	
Alta	Es improbable que nuevas investigaciones cambien la confianza en la estimación del efecto.
Moderada	Es probable que nuevas investigaciones cambien la confianza en la estimación del efecto.
Baja	Es muy probable que nuevas investigaciones cambien la confianza en la estimación del efecto.
Muy baja	Cualquier estimación del efecto es muy incierta.
Nivel de solidez de la recomendación	
Fuerte	Los efectos deseables de la intervención superan claramente a los efectos no deseados, o no lo hacen claramente.
Débil	No hay certeza, ya sea por la baja calidad de los datos o porque los datos sugieren que los efectos deseables e indeseables están muy equilibrados.

GRADE: *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation* (clasificación de recomendaciones, valoración, desarrollo y evaluación).

## Resultados

De manera concurrente con otros estudios<sup>2,7,9,11,12,17,19</sup>, se identificaron tres fases (preoperatoria, intraoperatoria y postoperatoria) en las que la REPOC busca mejorar el cuidado del paciente de cirugía de columna. Sin discrepancias importantes entre los miembros del grupo de expertos, se procedió a la redacción del presente documento de consenso y a la elaboración de una lista de verificación que pueda ser utilizada por los profesionales de la salud implicados en una intervención quirúrgica de artrodesis lumbar. Las 23 recomendaciones se muestran resumidas en la [tabla 2](#). Los 29 ítems de la lista de verificación aparecen en la [tabla 3](#).

### Recomendaciones preoperatorias

El objetivo de esta fase es evaluar y mitigar los posibles riesgos de la intervención, así como maximizar el estatus físico y funcional del paciente.

#### 1 — Información y asesoramiento preoperatorio al paciente

Nuestra experiencia y los estudios demuestran que asesorar e informar al paciente sobre las expectativas quirúrgicas consigue aumentar su confianza y mejorar su estado anímico. De esta manera se reducen la ansiedad, el miedo y la respuesta de estrés a la cirugía lumbar, que a menudo se percibe como de resultados inciertos, con efectos secundarios negativos y de larga recuperación<sup>1-3,21</sup>. En esta fase se puede incluir la evaluación funcional del paciente mediante la escala *Core Outcome Measures Index* (COMI), que ha demostrado su utilidad en la práctica clínica diaria de pacientes con enfermedad lumbar degenerativa<sup>22</sup>. Lo ideal sería contar con un documento informativo de consenso a nivel nacional, aunque en cada centro se debe adaptar a las características clínicas locales. Consideramos que esta recomendación tiene una calidad de la evidencia baja, pero un grado de recomendación fuerte ([tabla 2](#)).

#### 2 — Suplementación nutricional preoperatoria

Aunque la desnutrición se considera un factor de riesgo en muchas cirugías, no hay estudios que ratifiquen su efecto en los resultados de la cirugía de columna. En un ensayo clínico aleatorizado (ECA) se asoció el suplemento

nutricional antes y después de la cirugía de fusión lumbar con una EM más corta, menor incidencia de alteraciones de electrolitos y mayores niveles de albúmina postoperatoria<sup>23</sup>. En esta fase se debe incluir una medición de los niveles de albúmina y de ferritina, y control de glucemia en pacientes diabéticos. En caso de alteraciones, se recomienda el tratamiento con suplementos y retrasar la cirugía si los valores de hemoglobina glicosilada son anómalos. A nivel local se trataría de alcanzar un consenso con el departamento de nutrición y endocrinología. La calidad de la evidencia científica para esta recomendación es baja, pero el grado de recomendación es fuerte ([tabla 2](#)).

#### 3 — Cese preoperatorio del tabaquismo

El cese del tabaquismo antes (cuatro semanas) y después de la cirugía de columna está asociado con una reducción de las complicaciones postoperatorias<sup>12,19,24</sup>. Es necesario incluir en la evaluación inicial la situación del paciente respecto al tabaco, aconsejarle su cese e informarle sobre los riesgos. Esta recomendación está basada en una calidad de la evidencia científica moderada, pero consideramos que tiene un grado de recomendación fuerte ([tabla 2](#)).

#### 4 — Ayuno preoperatorio y tratamiento de carbohidratos

La Sociedad Europea de Anestesiología y la Sociedad Americana de Anestesiología recomiendan que se ingieran líquidos claros hasta dos horas antes de la anestesia general y una comida sólida ligera hasta seis horas antes<sup>25</sup>. Incorporamos esta recomendación en nuestra REPOC ([tabla 2](#)). La carga oral de carbohidratos (CHCO) se ha propuesto como método para el control glucémico en pacientes sometidos a cirugía de columna. Sin embargo, los estudios no han podido demostrar ninguna ventaja<sup>26</sup>. La evidencia actualmente disponible es insuficiente para hacer ninguna recomendación para la fusión vertebral lumbar.

#### 5 — Control de la obesidad

El exceso de tejido adiposo está relacionado con un estado inflamatorio crónico de baja intensidad, lo que favorece la lesión discal y la aparición de dolor lumbar crónico<sup>27</sup>. La evidencia científica ha demostrado un aumento de las complicaciones en los pacientes obesos, como son infecciones y trombosis, tras la cirugía de columna<sup>28</sup>. A los pacientes con IMC > 30 se les debe explicar, al igual que con el tabaquismo, los riesgos añadidos de la intervención. Sin embargo, la

**Tabla 2** Resumen de las recomendaciones para la atención perioperatoria de la cirugía de columna según el paradigma de la REPOC

N.º	Recomendación	Calidad de la evidencia	Grado de recomendación
<i>Recomendaciones preoperatorias</i>			
1	Información y asesoramiento del paciente.	Baja	Fuerte
2	Evaluación y suplementación nutricional.	Baja	Fuerte
3	Interrupción del tabaquismo cuatro semanas antes.	Moderada	Fuerte
4	Ingestión de líquidos claros 2 horas antes y alimentos sólidos 6 horas antes de la anestesia general.	Alta	Fuerte
5	Cancelación de la intervención si el paciente tiene un IMC > 40 e información de los riesgos si el IMC > 30.	Moderada	Débil
6	No se recomienda la administración de sedantes. Administración de paracetamol, AINE y gabapentinoides (analgesia multimodal).	Baja Moderada	Fuerte Fuerte
7	Evaluación y corrección de la anemia.	Baja	Fuerte
<i>Recomendaciones intraoperatorias</i>			
8	Administración de un antibiótico de amplio espectro y preparación de la piel mediante (yodo o clorhexidina).	Alta	Fuerte
9	Administración de anestesia general moderna, con bloqueo neuromuscular y técnicas neuroaxiales, según la disponibilidad local.	Moderada	Fuerte
10	Prevención de la hipotermia.	Alta	Fuerte
11	Técnicas quirúrgicas MIS según disponibilidad local.	Baja	Fuerte
12	Uso de técnicas anestésicas locales y regionales: Analgesia intratecal Analgesia epidural Bloqueos locorreregionales Infiltración de la herida	Alta Alta Alta Alta	Fuerte Fuerte Débil Fuerte
13	Mantenimiento de los líquidos intravenosos en estado casi euvolémico. No se recomienda el control de líquidos para la fusión lumbar de un nivel.	Moderada Baja	Fuerte Fuerte
14	Vuelta temprana a la dieta normal.	Baja	Fuerte
15	No se recomienda el uso de catéteres urinarios.	Moderada	Débil
16	Uso de técnicas adecuadas para el cierre de la herida.	Baja	Débil
17	Uso de TXA como hemostático.	Alta	Fuerte
<i>Recomendaciones postoperatorias</i>			
18	Uso rutinario de analgesia multimodal.	Moderada	Fuerte
19	Evaluación y profilaxis de las náuseas y vómitos postoperatorios.	Alta	Fuerte
20	No se recomienda el drenaje rutinario de la herida para la artrodesis de segmento corto.	Moderada	Fuerte
21	Profilaxis de la tromboembolia mediante deambulacion temprana y profilaxis mecánica. Profilaxis antitrombótica farmacológica solo para grupos de riesgo específicos.	Moderada Baja	Fuerte Fuerte
22	Movilización temprana y reincorporación a la actividad diaria habitual.	Baja	Fuerte
23	Implementación de herramientas de medición para la evaluación de los resultados y auditorías tras la intervención.	Baja	Fuerte

AINE: antiinflamatorios no esteroideos; IMC: índice de masa corporal; MIS: cirugía mínimamente invasiva; REPOC: recuperación posquirúrgica optimizada en columna; TXA: ácido tranexámico.

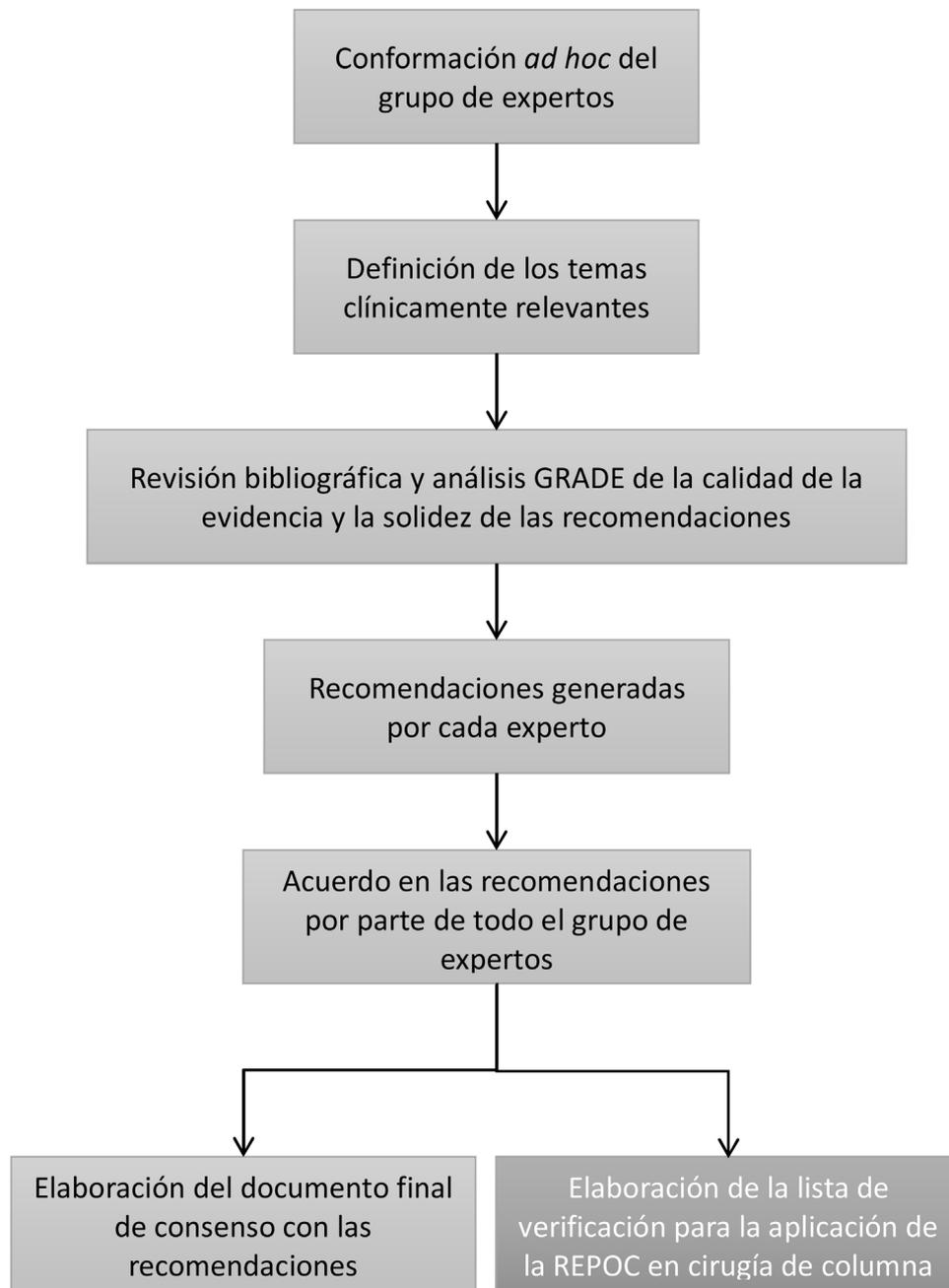


Figura 1 Etapas en la elaboración del documento de consenso.

evidencia es actualmente insuficiente para hacer una recomendación fuerte sobre la necesidad de bajar de peso antes de la cirugía de fusión lumbar, salvo para casos de índice de masa corporal (IMC) > 40 (tabla 2 y tabla 3).

#### 6 – Medicación preanestésica

Como parte de la estrategia multimodal de analgesia que ahorra opioides, se pueden utilizar en la fase preoperatoria el paracetamol, los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) y los gabapentinoideos<sup>15</sup>. La dosificación debe ajustarse idealmente en función de la edad, la función renal y las comorbilidades del paciente, así como de las características del centro (tabla 2).

#### 7 – Gestión de la anemia

En centros con protocolos REPOC que realizan procedimientos de cirugía vertebral, la detección preoperatoria de la anemia ha sido asociada con una disminución en las transfusiones, las readmisiones, las admisiones en cuidados críticos, la EM y los costes<sup>29</sup>. Consideramos que no se debería operar a aquellos pacientes que presenten en el preoperatorio, valores de hemoglobina por debajo de 11 g/dL, aunque el valor específico debe consensuarse para cada centro. Aunque la calidad de la evidencia científica es baja<sup>2,19</sup>, se recomienda con grado fuerte la evaluación y corrección de la posible anemia preoperatoria antes de la cirugía de fusión lumbar.

**Tabla 3** Lista de verificación para la implementación de la REPOC en una intervención quirúrgica de artrodesis lumbar

Núm.	Ítem	Descripción
<i>Fase preoperatoria</i>		
1	Asesorar al paciente	Consulta prequirúrgica que resuelva todas las dudas del paciente y sus familiares, junto con la entrega de documentación informativa.
2	Evaluar el estado funcional del paciente	Mediante la escala de evaluación COMI.
3	Evaluar el estado nutricional del paciente	Medir niveles de albúmina y ferritina. En caso necesario, tratar con suplementos. En caso de desnutrición, realizar intervención nutricional preoperatoria.
4	Comprobar la glucemia	Si los valores de hemoglobina glicosilada son anómalos, valorar el retraso de la cirugía.
5	Comprobar si hay tabaquismo	Si es fumador, iniciar terapia combinada para dejar de fumar 4 semanas antes de la intervención.
6	Medir IMC del paciente	Si el paciente tiene un IMC > 40, considerar cancelar la intervención. Si el paciente tiene un IMC > 30, informarle de los riesgos añadidos en la cirugía.
7	Medir Hgb del paciente	Si el paciente presenta Hgb < 11, considerar cancelar la intervención. En caso necesario, realizar intervenciones con terapia de hierro o eritropoyetina.
8	Comprobar los antecedentes de prostatismo del paciente	Comprobar si el paciente ha tenido prostatismo para tener en cuenta a la hora de realizar el drenaje urinario durante la operación.
9	Evaluar el riesgo de NVPO	Evaluar los factores de riesgo y los antecedentes del paciente con respecto a las NVPO.
10	Evitar el ayuno preoperatorio prolongado	Permitir la ingesta de líquidos claros hasta 2 horas antes y de alimentos sólidos hasta 6 horas antes de la anestesia general.
11	Monitorizar la toma de ansiolíticos	No permitir, al menos que sea estrictamente necesario, el consumo de sedantes o ansiolíticos por el paciente antes de la operación.
12	Monitorizar la toma de analgésicos	Administrar, si se considera necesario, paracetamol, AINE y gabapentinoides al paciente como estrategia multimodal preoperatoria.
<i>Fase intraoperatoria</i>		
13	Administrar antibiótico de amplio espectro	Administración de un antibiótico que cubra <i>S. aureus</i> , con posibilidad de repetir la dosis durante cirugías largas.
14	Preparar la piel	Mediante la aplicación de yodo a base de alcohol o una solución de clorhexidina.
15	Aplicar anestesia general	La anestesia general moderna puede incluir el uso de bloqueo neuromuscular y técnicas neuroaxiales, como parte de una estrategia multimodal adaptada a la disponibilidad local.
16	Mantener la normotermia	Prevenir la hipotermia intraoperatoria mediante el uso de líquidos de perfusión calentados, mantas, prendas calefactables o dispositivos de aire caliente forzado.
17	Administrar hemostáticos	Administrar vía intravenosa TXA de forma profiláctica, a la dosis consensuada, para reducir la pérdida de sangre durante la intervención.
18	Utilizar la técnica quirúrgica más adecuada	Las técnicas quirúrgicas deben decidirse caso por caso, teniendo en cuenta al paciente, al cirujano y al centro. Utilizar en lo posible técnicas MIS.
19	Utilizar técnicas anestésicas locales y regionales	Utilizar morfina intratecal, analgesia epidural, bloqueos locorreregionales o infiltración de la herida con anestésicos locales de acción prolongada para mejorar el tratamiento del dolor postoperatorio.
20	Mantener el control perioperatorio de líquidos	Administrar líquidos intravenosos en estado casi euvoléxico. No se necesita control de líquidos guiado por objetivos para la fusión lumbar de un nivel, pero debe considerarse si existe comorbilidad significativa en los pacientes.

Tabla 3 (continuación)

Núm.	Ítem	Descripción
21	Monitorizar el drenaje urinario	Debe evitarse en lo posible la utilización de catéteres urinarios para evitar el desarrollo de retención urinaria postoperatoria, sobre todo en pacientes con intervenciones cortas. Si se utiliza el drenaje urinario, debe retirarse a las pocas horas siguientes a la intervención con una estrecha vigilancia.
22	Cerrar la herida	Utilizar la técnica consensuada más adecuada.
<i>Fase postoperatoria</i>		
23	Monitorizar la ingesta oral postoperatoria temprana	Estimular la vuelta a una dieta normal del paciente lo antes posible.
24	Administrar analgesia postoperatoria	Se recomienda el uso de pautas multimodales (paracetamol, AINE, gabapentina) para mejorar el control del dolor y reducir el consumo de opioides.
25	Administrar profilaxis NVPO	Según la evaluación preoperatoria del paciente, se recomienda el uso rutinario de profilaxis de NVPO multimodal.
26	Gestionar el drenaje postoperatorio	No se recomienda el drenaje rutinario de la herida en la cirugía de fusión lumbar de segmento corto.
27	Gestionar y monitorizar la profilaxis antitrombótica	Estimular la deambulacion temprana del paciente y usar profilaxis antitrombóticas mecánicas. Limitar la profilaxis antitrombótica farmacológica para pacientes pertenecientes a grupos de alto riesgo.
28	Estimular la movilización temprana	Se recomienda la movilización temprana del paciente y la incorporación a la actividad habitual en las 24 horas siguientes a la cirugía. Aplicar fisioterapia hospitalaria si se considera necesario.
29	Evaluar la aplicación y los resultados de la REPOC	Evaluar al paciente mediante el test COMI. Realizar auditorías e intercambios de información rutinarios para mejorar los resultados de la cirugía, mantener la adhesión al protocolo REPOC y conseguir mejoras en la calidad del proceso. Implementar herramientas de medición de los resultados de forma rutinaria.

AINE: antiinflamatorios no esteroideos; COMI: *Care Outcome Measures Index*; Hgb: hemoglobina; IMC: índice de masa corporal; MIS: cirugía mínimamente invasiva; NVPO: náuseas y vómitos postoperatorios; REPOC: recuperación posquirúrgica optimizada en columna; TXA: ácido tranexámico.

## Recomendaciones intraoperatorias

El objetivo principal de esta fase es reducir la respuesta al estrés quirúrgico y proporcionar un cuidado más ajustado y personalizado del paciente.

### 8 — Profilaxis antimicrobiana y preparación de la piel

Aunque diferentes ensayos clínicos han demostrado que la utilización de antibióticos profilácticos disminuye la tasa de infección posquirúrgica en cirugía de columna<sup>1,2,12,19</sup>, no existe una directriz universalmente aceptada. Usar una preparación de yodo o de clorhexidina proporciona una preparación adecuada de la piel en la fase intraoperatoria y reduce el riesgo de infección del sitio quirúrgico (ISQ)<sup>30</sup>. La alta calidad de la evidencia científica permite recomendar con grado fuerte la administración de un antibiótico de amplio espectro que cubra *Staphylococcus aureus*, con la posibilidad de repetir dosis durante cirugías más largas, y la preparación intraoperatoria de la piel mediante el uso de yodo a base de alcohol o solución de clorhexidina (tabla 2). Cada centro se ajustará a las recomendaciones de su unidad de infecciosas y medicina preventiva.

### 9 — Protocolo anestésico estándar

En la cirugía de fusión lumbar existe una amplia variedad de protocolos anestésicos debido a la amplia gama de medicamentos disponibles y modos de administración. Un gran estudio observacional no encontró diferencias entre anestésicos generales y no generales en cuanto a tasas de readmisión, complicaciones y EM<sup>31</sup>. Con evidencia moderada recomendamos con grado fuerte el uso de la anestesia multimodal moderna, incluido el uso de bloqueantes neuromusculares y técnicas neuroaxiales (tabla 2).

### 10 — Prevención de la hipotermia intraoperatoria

La hipotermia intraoperatoria se ha asociado con un aumento de la pérdida de sangre, complicaciones cardíacas, escalofríos, ISQ y una EM prolongada<sup>2,32</sup>. La alta calidad de la evidencia científica nos lleva a recomendar con grado fuerte el mantenimiento de la normotermia durante y después de la cirugía.

### 11 — Técnicas quirúrgicas

No se ha podido demostrar que ninguna técnica concreta por sí sola tenga efectos beneficiosos superiores a las demás. El uso de enfoques mínimamente invasivos es cada vez más

común en la cirugía de columna<sup>33</sup> y algunos autores afirman que sin la cirugía mínimamente invasiva el paradigma REPOC pierde su relevancia<sup>17</sup>. Debido a la falta de datos inequívocos, las técnicas quirúrgicas a usar deben decidirse caso por caso.

### 12 — Técnicas anestésicas locales y regionales

Las anestésicas locales y regionales constituyen un atractivo enfoque multimodal que puede reducir el consumo de opioides y mejorar la eficacia analgésica<sup>2,7,19</sup>. Con una calidad de la evidencia científica alta, se recomienda la utilización de morfina intratecal, analgesia epidural o infiltración de la herida con anestésicos locales de acción prolongada para mejorar el tratamiento del dolor postoperatorio (tabla 2).

### 13 — Control perioperatorio de líquidos

Varios metaanálisis y revisiones cuantitativas han reportado una mejora de los resultados perioperatorios cuando se llevó a cabo el control de líquidos<sup>9,13,19</sup>, que es un elemento habitual en los protocolos REPOC. Aunque la calidad de la evidencia científica es moderada, recomendamos que los líquidos intravenosos se mantengan en estado casi euvoléxico (tabla 2 y tabla 3).

### 14 — Nutrición oral postoperatoria temprana

La vuelta a la ingesta normal de alimentos lo antes posible se considera un componente esencial de la REPOC<sup>1,2,4,11-14</sup>. A pesar de ello, no se ha investigado la asociación directa de la alimentación temprana postoperatoria con la recuperación tras la cirugía de columna. Por lo tanto, aunque la evidencia científica es baja, se recomienda, con grado de recomendación fuerte, la estimulación de la vuelta temprana a una dieta normal.

### 15 — Drenaje urinario

El drenaje urinario prolongado tras la intervención está asociado con infecciones de las vías urinarias, ISQ y retención de la orina. Estas complicaciones se pueden reducir con una cateterización limitada<sup>2,6,7,12</sup>. Con calidad de la evidencia moderada, no se recomienda el uso rutinario de catéteres urinarios para fusiones de la columna lumbar de segmento corto y, si se utilizan, deben retirarse en las horas siguientes a la cirugía con una estrecha vigilancia (tabla 2).

### 16 — Cierre de heridas

La incidencia de ISQ es mayor en la cirugía de columna, particularmente la fusión vertebral, que en otro tipo de cirugías ortopédicas<sup>19,34,35</sup>. El cierre exitoso de la herida juega un papel importante en los resultados de la intervención<sup>35,36</sup>. Aunque existen varios métodos de cerrado de la herida, no hay una evidencia científica que permita decidir la técnica óptima para el cierre de heridas en la cirugía de columna<sup>37</sup>. Debido a la baja calidad de la evidencia, no podemos hacer ninguna recomendación (tabla 2 y tabla 3).

### 17 — Uso de hemostáticos

La pérdida significativa de sangre en cirugías de columna se ha asociado con un aumento de las complicaciones y de los costes<sup>38</sup>. La literatura actual, en consonancia con la filosofía de la REPOC, apoya la combinación de técnicas y el enfoque multimodal para minimizar la pérdida de sangre durante

la intervención<sup>38</sup>. No obstante, existe una sólida evidencia para el uso del ácido tranexámico (TXA) como un agente hemostático eficaz y de uso común para reducir la pérdida de sangre, tiempo de quirófano y EM hospitalaria en cirugía lumbar de columna, aunque sin diferencias significativas en cuanto a tasa de transfusión, función hepatorenal, riesgo trombotico, estenosis o inestabilidad del paciente<sup>38-42</sup>. Con una calidad alta de la evidencia científica, recomendamos (grado de recomendación fuerte) el uso de TXA en las intervenciones de cirugía de fusión lumbar.

## Recomendaciones postoperatorias

El objetivo principal de esta fase es incorporar la atención centrada en objetivos y el seguimiento después de la cirugía para optimizar los resultados finales.

### 18 — Analgesia postoperatoria

Múltiples estudios han demostrado la eficacia de la analgesia perioperatoria multimodal en el alivio del dolor postoperatorio y en la mejora de los resultados finales<sup>7,13,43</sup>. El paracetamol y los AINE, incluidos los inhibidores selectivos de la COX-2, han demostrado ser eficaces en la reducción del dolor y deben formar parte de esta estrategia analgésica, a menos que existan contraindicaciones específicas del paciente<sup>7,13</sup>. Aunque la evidencia sea moderada, se recomienda, con grado de recomendación fuerte, el uso rutinario de pautas analgésicas multimodales para mejorar el control del dolor y reducir el consumo de opioides. Las particularidades dependerán de las disponibilidades de cada centro.

### 19 — Náuseas y vómitos postoperatorios (NVPO)

Las NVPO provocan deshidratación, retraso en la vuelta a la ingesta normal, aumento de la administración de líquidos intravenosos, prolongación de la EM y aumento de los costes hospitalarios<sup>2,7,9</sup>. La evaluación preoperatoria de los factores de riesgo para las NVPO es importante en la aplicación de protocolos REPOC. Se recomienda la evaluación del riesgo de NVPO y el uso rutinario de profilaxis multimodal (tabla 2 y tabla 3).

### 20 — Gestión postoperatoria de drenajes

El drenaje postoperatorio es frecuente en la cirugía lumbar, aunque los datos sobre su utilidad son de baja calidad<sup>44</sup>. En el caso de la artrodesis de segmento corto, el uso de drenaje se asoció con diversas complicaciones, como retraso en la deambulacion y mayor dolor<sup>45</sup>. No se recomienda el drenaje rutinario de la herida para la cirugía de fusión lumbar de segmento corto (tabla 2).

### 21 — Profilaxis contra la tromboembolia

Teniendo en cuenta el coste relativamente bajo, las bajas tasas de complicaciones y la eficacia documentada, se debe considerar la profilaxis mecánica en los pacientes sometidos a cirugía de columna, aunque el uso de quimioprofilaxis es más controvertido. Esta última sería más apropiada para pacientes de alto riesgo, como aquellos de edad avanzada, déficits neurológicos y antecedentes de tromboembolia venosa<sup>2,19</sup>. Con una calidad de la evidencia científica moderada, se recomienda la deambulacion temprana y el uso de profilaxis mecánica en todos los pacientes

después de la cirugía de columna (grado de recomendación fuerte).

## 22 — Movilización temprana y fisioterapia hospitalaria

En numerosos estudios de cohortes, se ha relacionado la movilización temprana con una reducción de la morbilidad y de la EM<sup>19,46</sup>. La intervención fisioterapéutica temprana puede aumentar la movilización posquirúrgica y evitar los efectos negativos del reposo prologado; sin embargo, la necesidad de la fisioterapia aún no ha sido demostrada de forma concluyente. Se recomienda (con grado fuerte) la movilización temprana del paciente y el retorno a la actividad normal (tabla 2).

## 23 — Mejora y auditorías continuas

A pesar de sus demostradas ventajas, la implementación del paradigma REPOC aún adolece de ciertas deficiencias. Por ejemplo, las auditorías en la implementación de estos protocolos son escasas y los estudios prospectivos están aún por desarrollarse. No obstante, la medicina basada en la evidencia, como es el caso de la REPOC, mejora el rendimiento personal y eleva el estándar general de la atención médica<sup>47</sup>. Muchos profesionales sanitarios tienen una opinión positiva sobre la implementación de la REPOC, pero consideran el proceso difícil<sup>48</sup>. Para asegurar una aplicación exitosa de las directrices REPOC son esenciales la supervisión, la retroalimentación de los procesos y la implementación de herramientas de medición de los resultados, en un proceso iterativo de mejora<sup>2-4,6,13,18</sup>. Nuestro concepto de REPOC, por lo tanto, supone una herramienta viva de evaluación continua y un compromiso de revisión periódica. Este periodo podría ser anual o bianual, dependiendo de las características de cada centro.

## El futuro de la REPOC en la cirugía de columna

La filosofía de la REPOC se centra en la experiencia del paciente, basándose en la evidencia científica, el trabajo en equipo, la recopilación y análisis de los datos, y la revisión iterativa del proceso para mejorar el protocolo en todas las fases<sup>1,3,9,12</sup>. Para que los programas REPOC sean efectivos, se requiere el cumplimiento y el seguimiento de todas las partes implicadas, incluyendo paciente, cirujano y demás proveedores de la atención a dicho paciente<sup>12,17</sup>. Por lo tanto, la presencia de un equipo dedicado y una curva de aprendizaje son esenciales<sup>4,12</sup>.

Las barreras más usuales para la implementación de la REPOC son la resistencia al cambio, la falta de tiempo y de personal, las deficiencias en la comunicación y en la formación de los profesionales implicados en el proceso, la falta de seguimientos precisos y la aprensión inicial del médico a dar de alta antes a los pacientes, además de la falta de liderazgo, coordinación y colaboración<sup>4,10-14,17,19,21</sup>. Por otra parte, no todos los pacientes ni todos los procedimientos son adecuados para formar parte de un programa REPOC, y no todos los hospitales pueden ofrecerlo<sup>17,21</sup>. Sin embargo, dado que se pronostica que las patologías degenerativas lumbares suponen una carga sanitaria creciente en los países occidentales<sup>17,29</sup>, la optimización de los costes y de los resultados a través de paradigmas como la REPOC es casi de obligado cumplimiento.

Aún quedan deficiencias que solventar. La escasez de literatura con respecto a la evidencia de la metodología REPOC relacionada con la cirugía de fusión lumbar representa un factor limitante que obstaculiza su desarrollo y validación. La evidencia actual está restringida a estudios retrospectivos, datos no aleatorizados y estudios de cohortes que carecen de grupos control formales<sup>16</sup>. En un futuro próximo, ECA más rigurosos, con periodos de seguimiento más largos, servirán para proporcionar una evidencia adicional robusta y mejorar los programas de recuperación para poblaciones específicas de pacientes<sup>3,16</sup>. A medida que la experiencia y el cuerpo de datos aumente, se agilizarán las intervenciones y se proporcionará a los cirujanos de columna sistemas estandarizados de práctica clínica que reducirán la morbilidad y la mortalidad por todas las causas, así como la reducción de los costes médicos<sup>3,17,19</sup>. Las tendencias actuales anuncian el desarrollo de una medicina inteligente, más personalizada y enfocada en el paciente, a la que se le puede denominar «atención médica 4.0»<sup>49</sup>. En este sentido, el enfoque REPOC que aquí describimos está en consonancia con esta nueva forma de trabajar en salud, lo que supone un mayor empoderamiento y una mayor participación del paciente.

Otra ventaja de los protocolos REPOC es la naturaleza modular de los mismos. Aunque un determinado centro no logre aplicar todas las recomendaciones listadas en el presente escrito de consenso (tabla 2), ni completar todos los puntos de la lista de verificación (tabla 3), los distintos ítems pueden ser implementados de forma independiente. Futuros estudios podrán analizar y verificar la eficiencia, eficacia y rentabilidad de cada recomendación según la tipología del enfermo, tipo de cirugía y patología en particular. De esta manera se podrá conseguir una mayor optimización y un mejor ajuste de los protocolos REPOC a las circunstancias específicas de cada centro, cada tipo de intervención y cada paciente.

## Conclusiones

La cirugía de columna es conocida por su molesto y engorroso proceso de recuperación<sup>5,6</sup>. La mayoría de los estudios revisados reportaron que la implementación de protocolos REPOC en cirugía de columna era factible y se asoció con una EM más corta, recuperación funcional acelerada, disminución de los costes y menor consumo de opioides, sin aumentar las tasas de complicaciones o reingresos<sup>4-6,9,11,12,14,16,18</sup>. Por lo tanto, la aplicación del enfoque REPOC a pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico vertebrales, incluidas la artrodesis lumbar, es segura y eficaz. No obstante, la implementación exitosa de estos programas depende de la integración de diversos elementos clave, como son la comunicación clara entre todas las partes, la educación de pacientes y cuidadores, y una secuencia de cuidado clínico bien estructurada y organizada. Hasta la fecha, los resultados son prometedores, pero nuevos estudios son necesarios para justificar la expansión de la REPOC en el campo de la cirugía de columna.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia V.

## Financiación

Este artículo ha sido elaborado con la ayuda de Johnson & Johnson España.

## Conflicto de intereses

LAG ha trabajado como consultor en DePuy Synthes, Zimmer Biomet, NuVasive y Spineart. Los demás autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en relación con la investigación, autoría y publicación de este artículo.

## Agradecimientos

A Johnson & Johnson por actuar como facilitador del equipo de trabajo (Javier Quintana, Pablo Torres y Jorge Navarrete) y a Novaquality Consulting S.L. por la ayuda en la redacción del documento (José Luis Ramírez).

## Bibliografía

- Smith J, Probst S, Calandra C, Davis R, Sugimoto K, Nie L, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) program for lumbar spine fusion. *Perioper Med (Lond)*. 2019;8:4, <http://dx.doi.org/10.1186/s13741-019-0114-2>.
- Debono B, Wainwright TW, Wang MY, Sigmundsson FG, Yang MMH, Smid-Nanninga H, et al. Consensus statement for perioperative care in lumbar spinal fusion: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. *Spine J*. 2021;21:729–52, <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2021.01.001>.
- Dietz N, Sharma M, Adams S, Alhourani A, Ugiliweneza B, Wang D, et al. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) for Spine Surgery: A Systematic Review. *World Neurosurg*. 2019;130:415–26, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2019.06.181>.
- Staartjes VE, de Wispelaere MP, Schröder ML. Improving recovery after elective degenerative spine surgery: 5-year experience with an enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol. *Neurosurg Focus*. 2019;46:E7, <http://dx.doi.org/10.3171/2019.1.FOCUS18646>.
- Grasu RM, Cata JP, Dang AQ, Tatsui CE, Rhines LD, Hagan KB, et al. Implementation of an Enhanced Recovery After Spine Surgery program at a large cancer center: a preliminary analysis. *J Neurosurg Spine*. 2018;29:588–98, <http://dx.doi.org/10.3171/2018.4.SPINE171317>.
- Wang MY, Chang PY, Grossman J. Development of an enhanced recovery after surgery (ERAS) approach for lumbar spinal fusion. *J Neurosurg Spine*. 2017;26:411–8, <http://dx.doi.org/10.3171/2016.9.SPINE16375>.
- Basques BA, Ferguson J, Kunze KN, Phillips FM. Lumbar spinal fusion in the outpatient setting: an update on management, surgical approaches and planning. *J Spine Surg*. 2019;5 Suppl 2:S174–80, <http://dx.doi.org/10.21037/jss.2019.04.14>.
- Kobayashi K, Ando K, Nishida Y, Ishiguro N, Imagama S. Epidemiological trends in spine surgery over 10 years in a multicenter database. *Eur Spine J*. 2018;27:1698–703, <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-018-5513-4>.
- Tong Y, Fernandez L, Bendo JA, Spivak JM. Enhanced Recovery After Surgery Trends in Adult Spine Surgery: A Systematic Review. *Int J Spine Surg*. 2020;14:623–40, <http://dx.doi.org/10.14444/7083>.
- Brindle M, Nelson G, Lobo DN, Ljungqvist O, Gustafsson UO. Recommendations from the ERAS® Society for standards for the development of enhanced recovery after surgery guidelines. *BJS Open*. 2020;4:157–63, <http://dx.doi.org/10.1002/bjs5.50238>.
- Wilches C, Sulbarán JD, Fernández JE, Gisbert JM, Bausili JM, Pelfort X. Fast-track recovery technique applied to primary total hip and knee replacement surgery. Analysis of costs and complications. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2017;61:111–6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2016.10.002>.
- Ali ZS, Ma TS, Ozturk AK, Malhotra NR, Schuster JM, Marcotte PJ, et al. Pre-optimization of spinal surgery patients: Development of a neurosurgical enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol. *Clin Neurol Neurosurg*. 2018;164:142–53, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clineuro.2017.12.003>.
- Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced Recovery After Surgery: A Review. *JAMA Surg*. 2017;152:292–8, <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4952>.
- Dang JT, Szeto VG, Elnahas A, Ellsmere J, Okrainec A, Neville A, et al. Canadian consensus statement: enhanced recovery after surgery in bariatric surgery. *Surg Endosc*. 2020;34:1366–75, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-019-06911-x>.
- Liu VX, Rosas E, Hwang J, Cain E, Foss-Durant A, Clopp M, et al. Enhanced recovery after surgery program implementation in 2 surgical populations in an integrated health care delivery system. *JAMA Surg*. 2017;152:e171032, <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2017.1032>.
- Elsarrag M, Soldozy S, Patel P, Norat P, Sokolowski JD, Park MS, et al. Enhanced recovery after spine surgery: a systematic review. *Neurosurg Focus*. 2019;46:E3, <http://dx.doi.org/10.3171/2019.1.FOCUS18700>.
- Comiola MV, Debono B, Joswig H, Lemée JM, Tesitore E. Enhanced recovery after spine surgery: review of the literature. *Neurosurg Focus*. 2019;46:E2, <http://dx.doi.org/10.3171/2019.1.FOCUS18657>.
- Soffin EM, Vaishnav AS, Wetmore DS, Barber L, Hill P, Gang CH, et al. Design and Implementation of an Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Program for Minimally Invasive Lumbar Decompression Spine Surgery: Initial Experience. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019;44:E561–70, <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0000000000002905>.
- Chakravarthy VB, Yokoi H, Coughlin DJ, Manlapaz MR, Krishnaney AA. Development and implementation of a comprehensive spine surgery enhanced recovery after surgery protocol: the Cleveland Clinic experience. *Neurosurg Focus*. 2019;46:E11, <http://dx.doi.org/10.3171/2019.1.FOCUS18696>.
- Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008;336:924–6, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.39489.470347.AD>.
- Grupo Español de Rehabilitación Multimodal (GERM). Indicaciones generales de rehabilitación pre y posquirúrgica. Guía para pacientes. 2012. [consultado Sept 2021]. Disponible en: <https://grupogerm.es/guia-para-pacientes-de-cirugia-como-parte-de-un-programa-de-recuperacion-avanzada/>.
- Mannion AF, Vila-Casademunt A, Domingo-Sàbat M, Wunderlin S, Pellisé F, Bago J, et al. The Core Outcome Measures Index (COMI) is a responsive instrument for assessing the outcome of treatment for adult spinal deformity. *Eur Spine J*. 2016;25:2638–48, <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-015-4292-4>.
- Xu B, Xu WX, Lao YJ, Ding WG, Lu D, Sheng HF. Multimodal nutritional management in primary lumbar spine surgery: a randomized controlled trial. *Spine*. 2019;44:967–74, <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0000000000002992>.
- Grønkvær M, Eliassen M, Skov-Ettrup LS, Tolstrup JS, Christiansen AH, Mikkelsen SS, et al. Preoperative smoking status and postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg*. 2014;259:52–71, <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182911913>.

25. Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures: an updated report by the American society of anesthesiologists task force on preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration. *Anesthesiology*. 2017;126:376–93, <http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0000000000001452>.
26. Dilmen OK, Yentur E, Tunali Y, Balci H, Bahar M. Does preoperative oral carbohydrate treatment reduce the postoperative surgical stress response in lumbar disc surgery? *Clin Neurol Neurosurg*. 2017;153:82–6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clineuro.2016.12.016>.
27. Ruiz-Fernández C, Vera F, Pino J, Mera A, González-Gay MA, Gómez R, et al. Molecular Relationships among Obesity Inflammation and Intervertebral Disc Degeneration: Are Adipokines the Common Link? *Int J Mol Sci*. 2019;20:2030, <http://dx.doi.org/10.3390/ijms20082030>.
28. Jackson KL, Devine IJG. The effects of obesity on spine surgery: a systematic review of the literature. *Global Spine J*. 2016;6:394–400, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1570750>.
29. Basora M, Colomina MJ. Tranexamic acid in orthopaedic surgery: A paradigm shift in transfusion. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed)*. 2020;64:1–3, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2019.09.007>.
30. Ghobrial GM, Wang MY, Green BA, Levene HB, Manzano G, Vanni S, et al. Preoperative skin antisepsis with chlorhexidine gluconate versus povidone-iodine: a prospective analysis of 6959 consecutive spinal surgery patients. *J Neurosurg Spine*. 2018;28:209–14, <http://dx.doi.org/10.3171/2017.5.SPINE17158>.
31. Wahood W, Yolcu Y, Alvi MA, Goyal A, Long TR, Bydon M. Assessing the differences in outcomes between general and non-general anesthesia in spine surgery: Results from a national registry. *Clin Neurol Neurosurg*. 2019;180:79–86, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clineuro.2019.03.021>.
32. Connelly L, Cramer E, DeMott Q, Piperno J, Coyne B, Winfield C, et al. The optimal time and method for surgical prewarming: a comprehensive review of the literature. *J Perianesth Nurs*. 2017;32:199–209, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jopan.2015.11.010>.
33. Goldstein CL, Macwan K, Sundararajan K, Rampersaud YR. Perioperative outcomes and adverse events of minimally invasive versus open posterior lumbar fusion: meta-analysis and systematic review. *J Neurosurg Spine*. 2016;24:416–27, <http://dx.doi.org/10.3171/2015.2.SPINE14973>.
34. Ando M, Tamaki T, Yoshida M, Sasaki S, Toge Y, Matsu-moto T, et al. Surgical site infection in spinal surgery: a comparative study between 2-octyl-cyanoacrylate and staples for wound closure. *Eur Spine J*. 2014;23:854–62, <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-014-3202-5>.
35. Yilmaz E, Tawfik T, O'Lynnngger TM, Iwanaga J, Blecher R, Abdul-Jabbar A, et al. Wound Closure After Posterior Multi-level Lumbar Spine Surgery: An Anatomical Cadaver Study and Technical Note. *Cureus*. 2018;10:e3595, <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.3595>.
36. Johnston SS, Fortin SP, Pracyk JB, Tommaselli GA, Elan-govanraaj N, Chen BP. Economic and clinical outcomes of spinal fusion surgeries with skin closure through skin staples plus waterproof wound dressings versus 2-octyl cyanoacrylate plus polymer mesh tape. *Spine J*. 2021;21:45–54, <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2020.08.017>.
37. Yilmaz E, Blecher R, Moisi M, Ankush C, O'Lynnngger TM, Abdul-Jabbar A, et al. Is There an Optimal Wound Closure Technique for Major Posterior Spine Surgery? A Systematic Review. *Global Spine J*. 2018;8:535–44, <http://dx.doi.org/10.1177/2192568218774323>.
38. Mikhail C, Pennington Z, Arnold PM, Brodke DS, Chapman JR, Chutkan N, et al. Minimizing Blood Loss in Spine Surgery. *Global Spine J*. 2020;10 1 Suppl:715–835, <http://dx.doi.org/10.1177/2192568219868475>.
39. Fatima N, Barra ME, Roberts RJ, Massaad E, Hadzipasic M, Shankar GM, et al. Advances in surgical hemostasis: a comprehensive review and meta-analysis on topical tranexamic acid in spinal deformity surgery. *Neurosurg Rev*. 2021;44:163–75, <http://dx.doi.org/10.1007/s10143-020-01236-z>.
40. Gong M, Liu G, Chen L, Chen R, Xiang Z. The Efficacy and Safety of Intravenous Tranexamic Acid in Reducing Surgical Blood Loss in Posterior Lumbar Interbody Fusion for the Adult: A Systematic Review and a Meta-Analysis. *World Neurosurg*. 2019;122:559–68, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2018.09.115>.
41. Bai J, Zhang P, Liang Y, Wang J, Wang Y. Efficacy and safety of tranexamic acid usage in patients undergoing posterior lumbar fusion: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20:390, <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-019-2762-2>.
42. Hui S, Xu D, Ren Z, Chen X, Sheng L, Zhuang Q, et al. Can tranexamic acid conserve blood and save operative time in spinal surgeries? A meta-analysis. *Spine J*. 2018;18:1325–37, <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2017.11.017>.
43. Ruiz Ibán MA, Maculé F, Torner P, Gil Garay E, Oteo-Álvaro A, López Millán JM, et al. SECOT-GEDOS consensus on pre-surgical pain management in knee and hip arthrosis. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2015;59:186–99, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2014.09.005>.
44. Patel SB, Griffiths-Jones W, Jones CS, Samartzis D, Clarke AJ, Khan S, et al. The current state of the evidence for the use of drains in spinal surgery: systematic review. *Eur Spine J*. 2017;26:2729–38, <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-017-4983-0>.
45. Hung PI, Chang MC, Chou PH, Lin HH, Wang ST, Liu CL. Is a drain tube necessary for minimally invasive lumbar spine fusion surgery? *Eur Spine*. 2017;26:733–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-016-4672-4>.
46. Epstein NE. A review article on the benefits of early mobilization following spinal surgery and other medical/surgical procedures. *Surg Neurol Int*. 2014;5:S66–73, <http://dx.doi.org/10.4103/2152-7806.130674>.
47. Cunningham BP, Bakker CJ, Parikh HR, Johal H, Swiontkowski MF. Physician behavior change: a systematic review. *J Orthop Trauma*. 2019;33 Suppl 7:S62–72, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000001616>.
48. Cohen R, Goberman-Hill R. Staff experiences of enhanced recovery after surgery: systematic review of qualitative studies. *BMJ Open*. 2019;9:e022259, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2018-022259>.
49. Chen C, Loh EW, Kuo KN, Tam KW. The Times they Are a-Changin' - Healthcare 4.0 Is Coming! *J Med Syst*. 2019;44:40, <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-019-1513-0>.