

Caso clínico

Fractura-luxación de columna toracolumbar en paciente gestante: Diagnóstico por imagen y tratamiento

Luis Alberto Martínez-Padilla,* Miguel Ángel Santana-Reyna,* Omar Simitrio Díaz-Ruiz,*
David Silva-Escalante,* Manuel Dufoo-Olvera,** Óscar Felipe García-López,***
José de Jesús López-Palacios,*** Gabriel Alfonso Carranco-Toledo,**** José Antonio Aburto-Trejo***

Hospital General «La Villa»

RESUMEN. Antecedentes: Las fracturas-luxaciones de columna toracolumbar se asocian a un gran déficit neurológico e inestabilidad, por lo que un alto porcentaje requerirán tratamiento quirúrgico. El estado gestante no exime de la posibilidad de sufrir este tipo de lesiones. En estos casos las referencias bibliográficas son escasas y la ignorancia médico-asistencial para el tratamiento es frecuente. *Objetivo:* Presentar revisión de conceptos y especificaciones para el correcto y seguro diagnóstico imagenológico, así como consideraciones para el tratamiento quirúrgico de las pacientes que presenten lesiones de columna traumáticas toracolumbares en presencia de estado de gravidez. *Material y métodos:* Se presenta revisión bibliográfica así como caso clínico del CALRM, mujer de 31 años con fractura-luxación T12-L1 ASIA E que al momento de la lesión presenta embarazo de 9 semanas de gestación, cuyo manejo fue seguido en forma multidisciplinaria con los Servicios de Ginecoobstetricia, Pediatría, Anestesiología, Radiología e Imagen, Medicina Legal, Cirugía de Columna y el Comité de Ética del Hospital. *Resultados:* El diagnóstico y las características de la lesión pudieron determinarse adecuadamente con estudios radiográficos convencionales y con apoyo de IRM. La paciente fue sometida a estabilización posterior con sistema transpedicular durante el embarazo y

ABSTRACT. *Background:* Fracture dislocations of the thoracolumbar spine are, to a great extent, associated with neurologic deficit and instability, so a large percentage of them require surgical treatment. Being pregnant does not rule out the possibility of having this type of lesions. There are only a few bibliographic references concerning these cases and medical and treatment ignorance about them is frequent. *Objective:* Present a review of concepts and specifications for the correct and safe imaging diagnosis as well as considerations on the surgical treatment of patients with traumatic thoracolumbar spine lesions who are pregnant. *Material and methods:* A bibliographic review will be presented together with a clinical case of the CALRM, a 31-year-old female with a fracture dislocation at T12-L1, ASIA E, who at the time of the lesion was nine weeks pregnant, and was managed with a multidisciplinary approach that included the following services: Obstetrics and Gynecology, Pediatrics, Anesthesiology, Radiology and Imaging, Legal Medicine, Spine Surgery, and the hospital's Ethics Committee. *Results:* The diagnosis and characteristics of the lesion were assessed properly with standard X-rays and the support of MRI. The patient underwent posterior stabilization with a transpedicular system while she was pregnant, and bone graft harvesting and application with

Nivel de evidencia: IV (Act Ortop Mex, 2010)

* Ortopedista Columnólogo.

** Jefe del Centro de Atención para Lesionados Raquimédulares de la Ciudad de México (CALRM).

*** Médicos adscritos al CALRM.

**** Jefe de Servicio de Rehabilitación del CALRM.

Hospital General La Villa, Secretaría de Salud del Distrito Federal.

Dirección para correspondencia:

Dr. Luis Alberto Martínez Padilla

Nogales Núm. 52, Fracc. Jardines de San Mateo. Naucalpan, Estado de México. C.P. 53240 E-mail: luismtz_ort@yahoo.com.mx

TAI óseo por vía anterior una vez concluida la gestación, todo ello sin complicaciones. Conclusiones: El correcto entendimiento de la naturaleza de la radiación ionizante nos permite utilizar un rango de dosis aceptable de acuerdo al estudio realizado y la edad gestacional. Cualquier paciente con fractura-luxación de columna toracolumbar que se encuentre en condiciones de tolerar el procedimiento debe ser estabilizado. Asimismo los riesgos fetales del procedimiento quirúrgico-anestésico pueden evitarse mediante una adecuada selección de técnica y agentes anestésicos, así como una monitorización continua materna y fetal.

Palabras clave: fractura, luxación, columna, tórax, lumbar, embarazo, inestabilidad.

an anterior approach after the pregnancy, without any complications. Conclusions: The correct understanding of the nature of ionizing radiation allows using an acceptable dose range according to the study performed and the patient's gestational age. Any patient with a fracture dislocation of the thoracolumbar spine who can tolerate the procedure should be stabilized. Moreover, the fetal risks of the surgical and anesthetic procedure may be avoided with an appropriate selection of the technique and the anesthetic agents, as well as with continuous maternal and fetal monitoring.

Key words: fracture, dislocation, spine, thorax, lumbar, pregnancy, instability.

Introducción

Las fracturas de columna toracolumbares pueden ser secundarias a diversos tipos de trauma, 20-25% de ellas está asociada a déficit neurológico. En trauma de alta energía, hasta 5% de los pacientes tendrán fracturas en otros niveles de la columna y 60% de los pacientes con lesión raquímedular tendrá lesiones asociadas extraespinales,^{1,2} asimismo, es fundamental conocer las diferencias en el tratamiento y las indicaciones específicas en lesiones inestables. Debe realizarse una evaluación clínica exhaustiva con alto índice de sospecha en busca de lesiones asociadas. Son muy importantes la historia clínica, el mecanismo de lesión y la exploración física. La exploración neurológica completa (sensibilidad, fuerza muscular, tono anal, etc.) debe ser realizada y documentada repetidamente para detectar signos de déficit y deterioro en este ámbito.^{3,4} Por otra parte, el estado gestante de algunas pacientes no las exime de la posibilidad de sufrir este tipo de lesiones y la poca referencia que existe en la literatura sobre este tema es el motivo de presentación del presente trabajo.

Revisión bibliográfica

Existen diferentes estudios de imagen que proveen información distinta y complementaria respecto a las lesiones de columna toracolumbares.³ Las radiografías simples demuestran la pérdida de altura de la vértebra fracturada, la angulación cifótica vertebral de segmento y la distancia interpedicular, así como el índice interespinoso y la rotación vertebral. La tomografía computada en cortes axiales con reconstrucción sagital y coronal permite delimitar la extensión, morfología y severidad de las lesiones óseas, siendo un auxiliar de indiscutible valor en la toma de decisiones. La imagen de resonancia magnética se recomienda en pacientes con afección neurológica para determinar la extensión

de la lesión medular o de cauda equina, así como el hematoma epidural; es particularmente útil para visualización de los tejidos blandos. Una de las características más importantes que hay que identificar en la fractura es la presencia o ausencia de translación en plano coronal o sagital, lo que la define como fractura-luxación, que se asocia con un alto índice de lesiones neurológicas. Las luxaciones severas se visualizan fácilmente. Sin embargo, las sutiles también indican disrupción del ligamento longitudinal anterior, del ligamento longitudinal posterior, del ligamento amarillo, de los ligamentos capsulares y del disco. Independientemente de que la luxación sea leve, moderada o severa, la anomalía estructural es lo más importante por lo que se indica la estabilización quirúrgica. A pesar de que existen reportes de resultados controversiales con el manejo conservador de las fracturas de columna toracolumbares, cualquier paciente con una fractura luxación (por tanto inestable) que se encuentre en condiciones de tolerar el procedimiento quirúrgico debe ser estabilizada.^{3,5,6}

Las clasificaciones son la base para la toma de decisiones. Holdsworth,⁷ Denis,^{8,9} Magerl (AO)¹⁰ y McCormack^{11,12} clasifican las fracturas espinales bajo principios anatómicos y mecánicos, describiendo una visión estática del desplazamiento vertebral. La clasificación de distribución de cargas de McCormack^{11,12} se desarrolló después de reconocer y confirmar en la literatura que, cuantificando la conminución preoperatoria de la vértebra lesionada, es posible predecir la pérdida de reducción en fracturas tratadas con estabilización de segmento corto y fusión. También se cuenta con la clasificación de Paul Meyer Jr.,¹³ la cual se fundamenta en 3 componentes básicos (alteración estructural anatómica) y 2 complementarios, principalmente descriptivos. En el Centro de Atención a Lesionados Raquímedulares de la ciudad de México (CALRM), el protocolo general para el tratamiento quirúrgico de las fracturas vertebrales señala como objetivos principales: descomprimir el tejido mielorrádicular, restituir

el eje del raquis y estabilizar el segmento.¹³ La estabilización segmentaria larga (2 o más niveles arriba y abajo de la vértebra lesionada) es más fuerte y rígida que la instrumentación corta (un nivel arriba y uno abajo de la vértebra fracturada), sin embargo sacrifica movilidad espinal. La tendencia actual es tratar únicamente a las fracturas-luxaciones con instrumentación segmentaria larga y/o procedimientos por vía anterior para reconstrucción en casos de conminución extrema.³

Consideraciones especiales para el diagnóstico imagenológico en la paciente gestante

Una de las situaciones especiales en las fracturas de columna toracolumbar en la patología de la columna no sólo traumática sino en general, es cuando se presenta en pacientes en distintas etapas de gravidez. Las enfermedades durante la gestación no son poco comunes y algunas veces requieren de apoyo imagenológico para establecer un diagnóstico y tratamiento apropiados.¹⁴ Ya que la radiación ionizante (Rayos X) está compuesta por fotones de alta energía capaces de dañar al ADN y de generar radicales libres cáusticos.¹⁵ La dosis de fotones recibida por un paciente se mide en Gray (Gy) y el rem o la unidad de medida más vieja y comúnmente reconocida: el rad. Existen diversos estudios y tablas acerca del rango de dosis que se emiten de acuerdo a radiografías comunes.¹⁶⁻²⁰ La dosis acumulativa para radiación ionizante que se menciona como aceptable durante el embarazo es de 5 rad.^{15,16,19} De acuerdo a dichos estudios la dosis estimada en rad por examen radiográfico de columna lumbosacra es de 0.359, siendo aceptables entonces hasta 13 estudios para alcanzar dosis acumulada de 5 rad. En lo que respecta a columna torácica, la dosis desciende hasta 0.009 rad, lo cual teóricamente permitiría hasta 555 estudios.^{17,18} Un estudio tomográfico con 5 cortes de 10 mm grosor de columna lumbar alcanza una dosis de 3.5 rad, por lo que sólo podría permitirse un estudio de este tipo dentro del rango de seguridad.²⁰

Dosis fetales de radiación

Varios estudios han reportado dosis medias estimadas de 9-23 mGy en proyecciones anteroposterior y lateral de columna lumbar, siendo en columna torácica de 6 a 19 mGy, calculando dosis medias de absorción fetal por examen de 0.9 a 7.5 mGy en columna lumbar y de < 0.01 mGy en torácica.²¹⁻²³

Las dosis del orden de 100 a 200 mGy inducen 1 a 2% letalidad en la etapa preimplantacional. Entre las 3 y 8 semanas de gestación no hay estudios fiables acerca de las dosis estimadas necesarias para afectar la organogénesis, siendo un mínimo de 500 mGy en animales de experimentación. En el período fetal temprano entre las 8 y 15 semanas se observó en una cohorte de 1,600 niños expuestos *in utero* de madres supervivientes de Hiroshima y Nagasaki, un aumento en la frecuencia de retraso mental severo de aproximadamente 40% por Gy y de 10% por Gy en los expuestos

entre la semana 16 y 25, asimismo presentando microcefalia en los casos afectados. En el período fetal tardío adquiere relevancia el riesgo carcinogénico.^{24,25}

Riesgo quirúrgico-anestésico de la paciente embarazada

La radiación no es el único aspecto involucrado que puede ocasionar preocupaciones de los padres y los médicos. La necesidad de anestesia y cirugía durante el embarazo ocurre en 1.5 a 2.0% de todas las gestaciones, siendo intervenciones relacionadas o no con la situación obstétrica. Los riesgos para el feto pueden originarse de los efectos teratogénicos de medicamentos administrados en el perioperatorio (incluyendo agentes anestésicos), trabajo de parto pretérmino, alteraciones en el flujo sanguíneo uteroplacentario por hipoxia y/o acidosis materna.²⁶⁻²⁹

Los factores críticos en teratología son la especificidad de la sustancia, la dosis de dicho agente y la etapa de la embriogénesis en la que se lleva a cabo la exposición. Los mecanismos de teratogenicidad incluyen mutación, disyunción cromosómica, interferencia con precursores de sustratos, depleción de fuentes de energía, inhibición enzimática, alteraciones de la permeabilidad de membrana y desequilibrio osmolar;²⁶ dado que es claro que virtualmente cualquier medicamento y agente anestésico es teratogénico para ciertas especies bajo condiciones determinadas, no hay un agente «ideal»,^{30,31} sin embargo, ninguno ha sido identificado tampoco como un teratógeno humano definitivo.²⁶ Por ejemplo, el óxido nítrico, es un agente anestésico fundamental en la historia de la anestesia general, se ha asociado *in vitro* con oxidación de la cobalamina e inhibición de la actividad de la metioninsintetasa, afectando ulteriormente la producción de ADN y la deposición de mielina.³² Aunque la evidencia es controversial, es prudente posponer la cirugía electiva hasta después de finalizada la gestación. Si esto no es posible, el uso de este tipo de agentes durante el primer trimestre debe evitarse.

Una madre sana es esencial para preservar al feto. En caso de presentar un padecimiento que requiera un procedimiento quirúrgico, la elección de agentes anestésicos debe limitarse a aquéllos con alto índice de éxito y seguridad. Siempre que sea posible se intentará anestesia regional. La hipotensión, la compresión aortocava, la hipoxia materna y acidosis deberán evitarse y/o tratarse oportunamente.²⁶ El monitoreo esencial incluye tensión arterial, frecuencia cardíaca, electrocardiograma, respiraciones, temperatura y oximetría de pulso. Debe evitarse la hiperventilación, dada la facilidad para producir alcalosis por la reducción de la capacidad residual funcional durante el embarazo.^{28,29} El monitoreo fetal en una edad gestacional pertinente puede ser útil para identificar condiciones transquirúrgicas que afecten el flujo uteroplacentario y la oxigenación fetal.³³ Dentro de las consideraciones mayores en estos procedimientos es necesario incluir la necesidad de hacer los ajustes necesarios en la técnica de acuerdo a los resultados.³⁴⁻³⁶

Presentación de caso clínico

Se trata de paciente femenino de 31 años de edad que es ingresada al CALRM con el diagnóstico de fractura luxación T12-L1 ASIA E + embarazo de aproximadamente 9 semanas de gestación. Sin antecedentes familiares ni personales de importancia para su padecimiento. Antecedentes gineco-obstétricos: menarca a los 12 años, ritmo 28 x 4 regular, gesta II, cesárea I hace 6 años, fecha de última menstruación 9 semanas antes de su ingreso; grupo sanguíneo O+, no antecedentes alérgicos ni transfusionales, cirugías únicamente amigdalectomía y cesárea previa. Presenta lesión vertebral secundaria a contusión directa en región dorsal, ocasionando mecanismo de flexión excéntrica y rotación posterior a lo cual presenta dolor intenso sin datos de déficit neurológico,

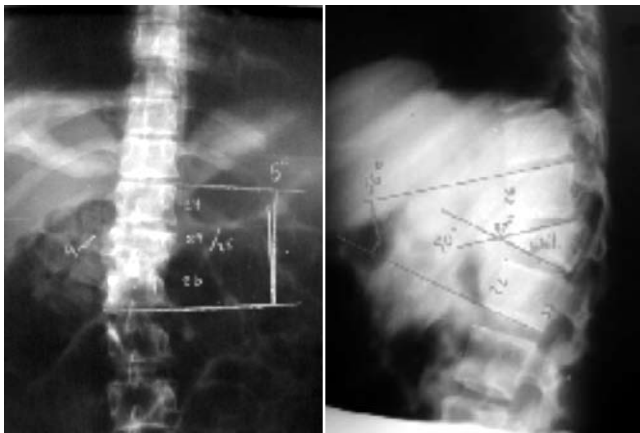


Figura 1. Radiografías iniciales en las que se observa pérdida de continuidad ósea a nivel de L1 con 66% de colapso de muro anterior, 36° de xifosis del segmento y 40° de acuñamiento, con 5° de angulación lateral izquierda y apertura del espacio interpedicular, asimismo con pérdida de congruencia articular T12-L1 (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM).

co, asimismo sin presentar pérdidas transvaginales ni dolor abdominal, determinándose por Servicio de Ginecología y Obstetricia la ausencia de riesgo obstétrico al momento de su ingreso. Se realizan estudios radiográficos anteroposterior y lateral de columna toracolumbar con protección de región abdominopélvica (*Figura 1*) integrando el diagnóstico arriba mencionado. Se continúa protocolo de estudio, mediante realización de resonancia magnética (*Figura 2*); no se realizó estudio tomográfico.

Durante su estancia se mantiene en condiciones generales estables, sin presentar datos de compromiso neurológico, cardiopulmonar, abdominal ni obstétrico. Se realiza sesión clínica multidisciplinaria (cirugía de columna, ginecología y obstetricia, anestesiología, pediatría, radiología e imagen, así como Comité de Ética) determinando la necesidad de manejo quirúrgico de la paciente, consistente en estabilización posterior de segmento largo 2 niveles por arriba y 2 por debajo de la lesión y posterior al egreso y manejo prospectivo con ortesis de tres puntos, un segundo tiempo para estabilización por vía anterior una vez resuelto el embarazo. Se programa y realiza tratamiento quirúrgico previa autorización y firma de documento validado de consentimiento informado por la paciente y su cónyuge. Previo a la cirugía se realiza ultrasonograma, documentando embarazo de 12 semanas de gestación de características normales (*Figura 3*). Es intervenida quirúrgicamente, realizando estabilización posterior con sistema Dufoo transpedicular T11, T12-L2, L3 y artrodesis mediante colocación de injerto óseo autólogo de cresta ilíaca en posición posterolateral, realizando control radiográfico con intensificador de imágenes 2 tomas en cada proyección (anteroposterior y lateral) para colocación de señaladores y de tornillos pediculares definitivos respectivamente. No se presentaron incidentes ni accidentes en período transquirúrgico ni complicaciones ulteriores. Se realiza control radiográfico postquirúrgico consistente a su vez en 2 proyecciones, an-

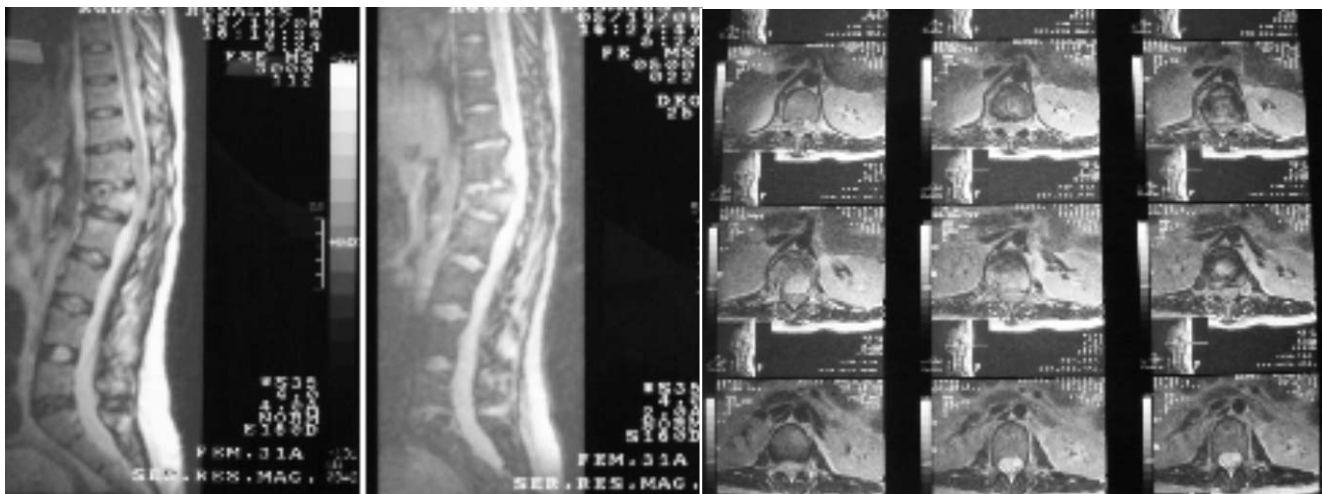


Figura 2. Imagen de resonancia magnética. Existe invasión a canal raquídeo aproximadamente en 25% por fragmentos de pared posterior del soma de L1 sin datos de afección medular. (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico CALRM).

teroposterior y lateral de la región, observando reducción y estabilización adecuada (*Figura 4*). Su evolución clínica postoperatoria fue hacia la mejoría, neurológicamente íntegra, sin datos de alarma obstétrica, siendo egresada de la unidad con indicación de uso de ortesis de 3 puntos tipo Jewett® para protección.

El manejo ambulatorio de la paciente no presentó complicaciones, se muestran imágenes clínicas (*Figura 5*) y de gabinete (*Figura 6*) de control al cursar con embarazo de 23 semanas de gestación, con parámetros ultrasonográficos normales (*Figura 6B*) buenas condiciones clínicas generales, herida quirúrgica perfectamente cicatrizada y con deambulación indolora, a pesar

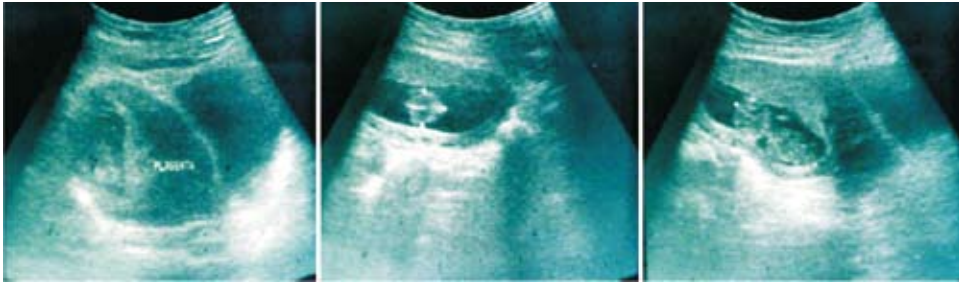


Figura 3. Imagen por ultrasonografía obstétrica 5 días previos al evento quirúrgico. Se observa embarazo de 12 semanas de gestación por fetometría, producto único vivo presentación libre, placenta grado I de maduración, líquido amniótico de características normales (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM).

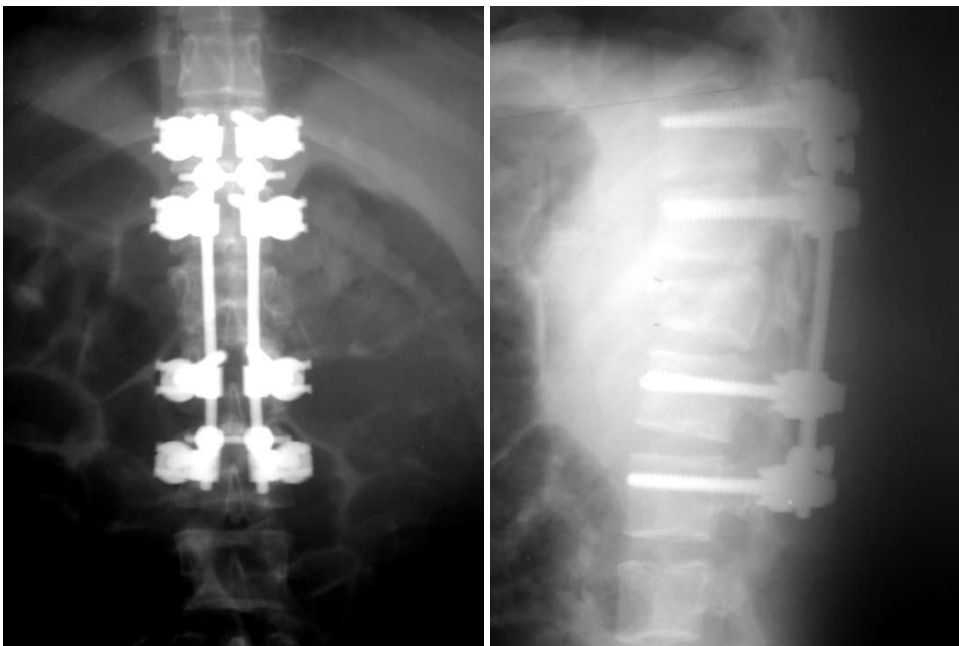


Figura 4. Radiografías anteroposterior y lateral en postquirúrgico inmediato observando reexpansión del cuerpo vertebral de L1 con colapso residual de 36% con angulación de segmento de 10° y corrección de la angulación lateral previa (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM).



Figura 5. Imágenes clínicas de la paciente, 10 semanas de postoperada con 23 semanas de gestación, obsérvese que continúa con uso de ortesis la cual se ha ajustado de acuerdo a altura del fondo uterino. Se refirió asintomática. (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM, con autorización de la paciente).

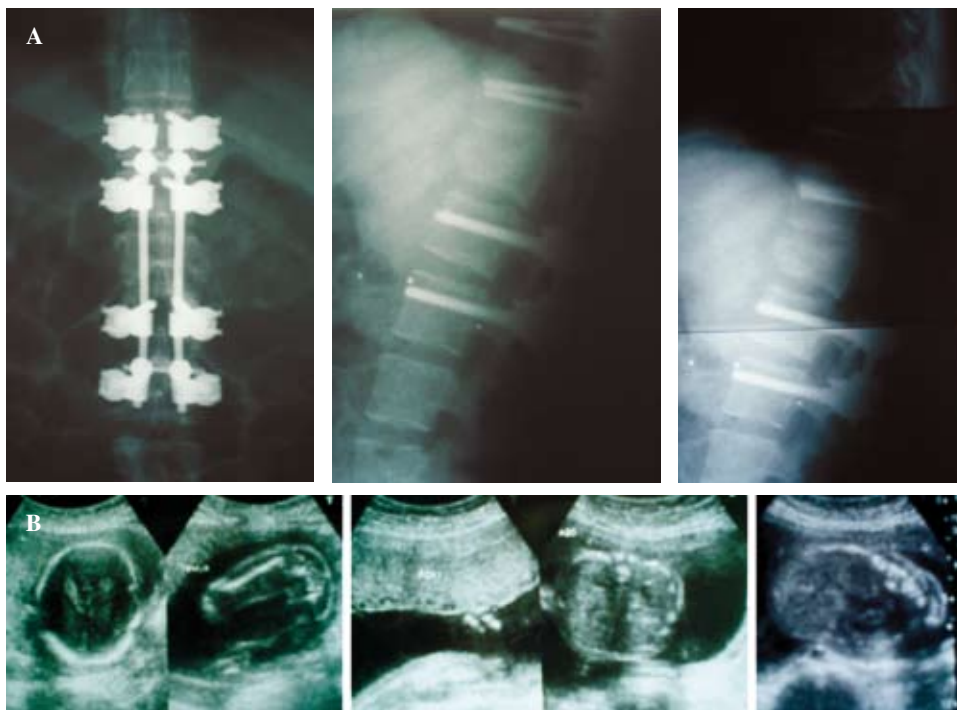


Figura 6. Control radiográfico 10 semanas de postoperatorio. Se observa ahora colapso anterior residual de 40% del cuerpo de L1 con ángulo de segmento de 14°. No se repitieron las proyecciones de mala calidad para no aumentar la dosis de radiación acumulada; (B) Ultrasonido obstétrico 10 semanas posterior al evento quirúrgico. Se corrobora embarazo de 23 semanas de gestación con producto único vivo en situación longitudinal, presentación cefálica, actividad somática y función cardíaca normales, 160 latidos por minuto, normocéfalo, líquido amniótico, cordón umbilical y placenta de características normales (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM).

de haber aumentado aproximadamente 5 kg de peso a expensas de útero grávido, con fondo uterino a 17 cm desde borde de sínfisis púbica, lo que requirió frecuente ajuste de la ortesis, la cual fue bien tolerada (*Figura 5*). Radiográficamente se documentó a las 10 semanas de postoperatorio discreta pérdida de la corrección alcanzada en postoperatorio inmediato (*Figura 6A*) sin traducción clínica importante.

El embarazo llegó a término sin mayores eventualidades, programándose su interrupción por cesárea por el Servicio de Ginecoobstetricia, obteniéndose producto único vivo de sexo masculino de 3,500 g de peso y puntuación Apgar de 8, 9, sin documentarse patologías agregadas en la madre o el recién nacido. Seis semanas posteriores a la terminación del embarazo se programa para segundo tiempo quirúrgico de columna vertebral realizando aporte de injerto óseo autólogo tricortical de T12 a L2 por vía anterior sin complicaciones (*Figuras 7 y 8*).

Resultados

La evolución global fue hacia la mejoría, retirando la ortesis al presentar datos radiográficos de integración del injerto y con presencia de marcha indolora. Por otra parte, las valoraciones pediátricas subsecuentes no encontraron alteraciones congénitas, teratológicas, mutaciones o alguna patología en el producto de la gestación. La paciente se refiere satisfecha del tratamiento otorgado, así como de los resultados obtenidos (*Figura 9*).

Discusión

Siendo necesario el correcto entendimiento de la naturaleza de la radiación ionizante, existen diversos estudios y tablas

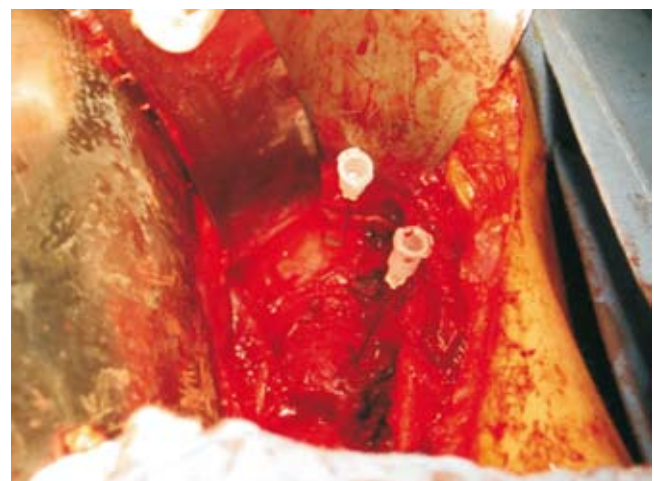


Figura 7. Colocación del injerto óseo en área previamente labrada entre los cuerpos vertebrales T12 a L2 (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM).

acerca del rango de dosis aceptable de acuerdo al estudio radiográfico a realizar y la edad gestacional, para corroboración diagnóstica de la patología de la columna vertebral. Asimismo, de acuerdo a la literatura mundial el tratamiento conservador o no quirúrgico de la fractura-luxación toracolumbar conlleva el riesgo del eventual colapso vertebral, cambios y deformidades en las curvaturas de la columna tanto en plano coronal como sagital, así como probable deterioro neurológico. Por lo tanto se considera que todo paciente con dicha lesión que se encuentre en condiciones de tolerar el tratamiento quirúrgico debe ser estabilizado. La tendencia actual es realizar instrumentación segmentaria larga y/o cirugía por

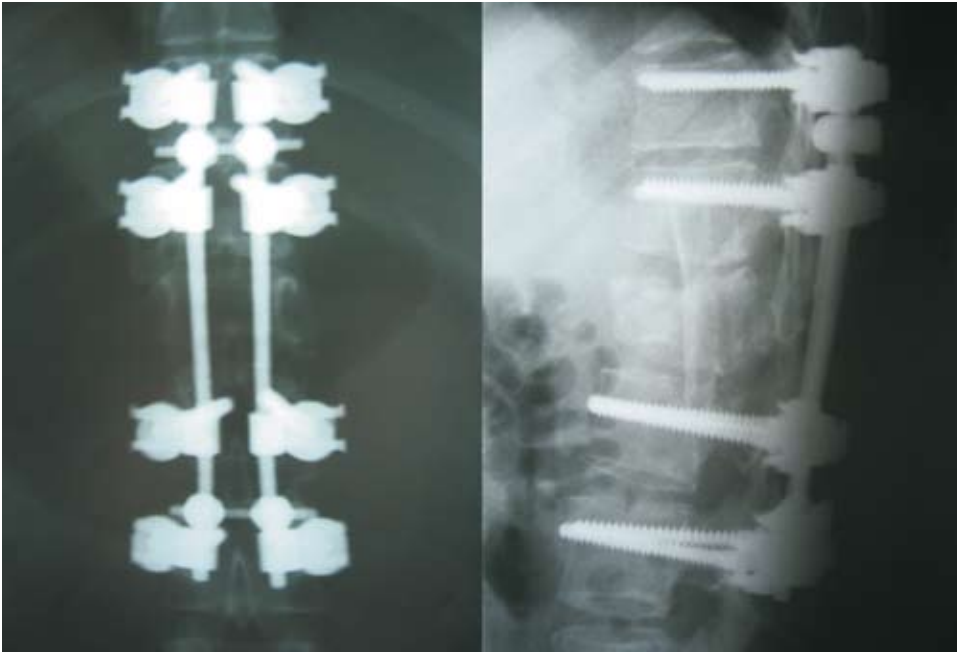


Figura 8. Proyecciones radiográficas finales en las que se observa funcionalidad del sistema transpedicular, así como adecuado apuntalamiento anterior mediante la colocación de injerto autólogo (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM).



Figura 9. Foto clínica postquirúrgica final de la paciente presentada en adecuadas condiciones generales sin presencia de complicación alguna en ella o en el producto de su embarazo (Fuente: Archivo Clínico y Radiográfico del CALRM).

vía anterior para reconstrucción. Los riesgos fetales del procedimiento quirúrgico-anestésico pueden evitarse mediante una adecuada selección de técnica y agentes anestésicos, así como monitorización continua materna y fetal.³⁷

En el caso aquí presentado no se excedieron las dosis acumulativas permisibles de radiación en el uso de métodos auxiliares de diagnóstico, de igual manera y de acuerdo a sesión clínica multidisciplinaria realizada en nuestra unidad

el procedimiento quirúrgico-anestésico realizado al final del primer trimestre fue correctamente indicado y llevado a cabo sin presencia de complicaciones obstétricas³⁸ en perioratorio. El embarazo de acuerdo a evaluaciones periódicas fue normoevolutivo, llegando a buen término posterior a lo cual se realizó el segundo procedimiento quirúrgico de la columna vertebral, pero esta vez por vía anterior, sin presencia de complicaciones.

Conclusiones

Continúa siendo controversial e incluso alarmante la toma de decisiones en pacientes gestantes respecto al uso de apoyo imagenológico (por uso de radiación) para establecer un diagnóstico y tratamiento apropiados y la necesidad de procedimientos quirúrgico-anestésicos (asociados a teratogenicidad, aborto o parto pretérmino, hipoxia fetal, alteraciones metabólicas, etc.); lo anterior aunado al temor a los problemas médico-legales puede influir en la atención de estas pacientes de manera negativa, derivando en una atención deficiente y en desinformación. El embarazo no es una contraindicación absoluta para la atención adecuada y oportuna de estas pacientes.

Bibliografía

1. Henderson RL, Reid DC, Saboe LA: Multiple noncontiguous spine fractures. *Spine* 1991; 16: 128-31.
2. Saboe LA, Reid DC, Davis LA, Warren SA, Grace MG: Spine trauma and associated injuries. *J Trauma* 1991; 31: 43-8.
3. Dashti H, Lee HC, Karaikovic EE, Gaines Jr RW: Decision making in thoracolumbar fractures. *Neurol India* 2005; 53: 534-41.
4. Dufoo OM, García LO, López PJ, Carranco TG, et al: Historia clínica secuencial para la evaluación de pacientes con trauma raquimedular. Descripción, análisis y experiencia de 14 años. *Rev Mex Ortop Traum* 1998; 12(6): 483-90.

5. Anderson PA, Rivara FP, Maier RV, Drake C: The epidemiology of seatbelt-associated injuries. *J Trauma* 1991; 31: 60-7.
6. Gumley G, Taylor TK, Ryan MD: Distraction fractures of the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Br* 1982; 64: 520-5.
7. Holdsworth F: Fractures, Dislocations and Fracture-Dislocations of the Spine. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52: 1534-51.
8. Denis F: Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop* 1984; 189: 65-76.
9. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8: 817-31.
10. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 1994; 3: 184-201.
11. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW: The load sharing classification of spine fractures. *Spine* 1994; 19: 1741-4.
12. Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW: Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: a consecutive 4 1/2-year series. *Spine* 2000; 25: 1157-70.
13. Dufoo OM, Carranco TG, López PJ, García LO: Nuevo sistema para clasificación de fracturas en la columna vertebral del Dr. Paul R. Meyer Jr. Experiencia en el Centro de Atención a Lesionados Raquimedulares de la Ciudad de México en 120 pacientes. *Rev Mex Ortop Traum* 1998; 12(6): 549-53.
14. Toppenberg KS, Hill DA, Miller DP: Safety of radiographic imaging during pregnancy. *Am Fam Physician* 1999; 29(7): 1813-20.
15. Hall EJ: Scientific view of low-level radiation risks. *Radiographics* 1991; 11: 509-18.
16. National Council on Radiation Protection and Measurements. Medical radiation exposure of pregnant and potentially pregnant women. NCRP Report no. 54. Bethesda, Md.: The Council, 1977.
17. Brent RL, Gorson RO: Radiation exposure in pregnancy. In: Current Problems in Radiology. Technic of pneumoencephalography. *Chicago: Year Book Medical* 1972: 1-47.
18. Cunningham FG, MacDonald PC, Gant NF, Leveno KJ, Gilstrap LC, et al: Williams Obstetrics. 20th ed. Stamford, Conn.: Appleton & Lange, 1997: 1045-57.
19. American College of Obstetricians and Gynecologists, Committee on Obstetric Practice. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy. ACOG Committee opinion no. 158. Washington, D.C.: ACOG, 1995.
20. Gray JE: Safety (risk) of diagnostic radiology exposures. In: American College of Radiology. Radiation risk: a primer. Reston, Va.: American College of Radiology, 1996.
21. Shrimpton PC, Wall BF, Jones DG, Fisher ES, Hillier MC, Kendall GM, et al. A national survey of doses to patients undergoing a selection of routine X-ray examinations in English hospitals. NRPB-R200. London:HMSO, 1986.
22. Hart D, Hillier MC, Wall BF, Shrimpton PC, Bungay D: Doses to patients from medical X-ray examinations in the UK-1995 review, NRPB-R289. London:HMSO, 1996.
23. Osei EK, Faulkner K: Fetal doses from radiological examinations. *Br J Radiol* 1999; 72(860): 773-80.
24. Pérez MR, Gisone PA: La protección del embrión durante el embarazo. Mitos y verdades. Las nuevas recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP-84). 13° Cong Arg Biol Med Nucl, Argentina 2001: 131-44.
25. Ritenour ER: Health effects of low level radiation: carcinogenesis, teratogenesis, and mutagenesis. *Semin Nucl Med* 1986; 16(2): 106-17.
26. Kuczkowski KM: Nonobstetric surgery during pregnancy: What are the Risks of Anesthesia? *Obstet Gynecol Surv* 2004; 59(1): 52-6.
27. Cohen SE: Nonobstetric surgery during pregnancy. In: Chestnut DH et al: Obstetric Anesthesia: Principle and Practice. St. Louis: Mosby; 1999: 279-99.
28. Rosen MA: Management of anesthesia for the pregnant surgical patient. *Anesthesiology* 1999; 91: 1159-63.
29. Nuevo FR: Anesthesia for nonobstetric surgery in the pregnant patient. In: Birnbach DJ, Gatt SP, Datta S et al. Textbook of Obstetric Anesthesia. New York: Churchill Livingstone; 2000: 289-98.
30. Duncan PG, Pope WDB, Cohen MM, et al: Fetal risk of anesthesia and surgery during pregnancy. *Anesthesiology* 1986; 64: 790-4.
31. Leicht CH: Anesthesia for the pregnant patient undergoing nonobstetric surgery. *Anesthesiol Clin North Am* 1990; 8: 131-42.
32. Baden JM, Serra M, Mazze RI: Inhibition of rat fetal methionine synthase by nitrous oxide: An *in vitro* study. *Br J Anaesth* 1987; 59: 1040-3.
33. Goodman S: Anesthesia for nonobstetric surgery in the pregnant patient. *Semin Perinatol* 2002; 26: 136-45.
34. de Perrot M, Jenny A, Morales M, et al: Laparoscopic appendectomy during pregnancy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2000; 10: 368-71.
35. Brown MD, Levi AD: Surgery for lumbar disc herniation during pregnancy. *Spine* 2001; 26: 440-3.
36. Kuczkowski KM: The safety of anaesthetics in pregnant women. *Expert Opinion Drug Saf* 2006; 5(2): 251-64.
37. Brent RL: The effect of embryonic and fetal exposure to X-ray, microwaves, and ultrasound: counseling the pregnant and nonpregnant patient about these risks. *Semin Oncol* 1989; 16: 347-68.
38. Kuczkowski KM: The parturient with cardiac disease: anesthetic considerations. *Progress in Anesthesiology* 2003; 27: 63-76.