



Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología

ISSN: 1852-7434

publicaciones@aaot.org.ar

Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología
Argentina

Fernández, Claudio A.; Moreiro, María Emilia; Miranda, María Gabriela; Romano Yalour, Nicolás

Trauma no accidental de columna toracolumbar en un niño de 10 meses

Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología,
vol. 88, núm. 6, 2023, Noviembre-Diciembre, pp. 681-688

Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología
Argentina

DOI: <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.6.1767>

- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Trauma no accidental de columna toracolumbar en un niño de 10 meses

Claudio A. Fernández,^{*} María Emilia Moreiro,^{**} María Gabriela Miranda,^{**} Nicolás Romano Yalour[#]

^{*}Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

^{**}Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital de Niños "Sor María Ludovica", La Plata, Buenos Aires, Argentina

[#]Perito Oficial, Asesoría Pericial de La Plata, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Presentamos el caso de un niño de 10 meses con fractura-subluxación inveterada de la columna toracolumbar, sin daño neurológico, a causa de un trauma no accidental por mecanismo desconocido. Para evaluar la estabilidad espinal se utilizó el sistema de clasificación de la gravedad de las lesiones toracolumbares de Vaccaro. Se realizó una osteosíntesis pedicular segmentaria. Se analizó y comparó el caso presentado con otros publicados. Se actualizaron los datos registrados por Unicef sobre violencia infantil en la República Argentina, no sin antes definir claramente el tema, el marco legal y realizar una sucinta reseña histórica.

Palabras clave: Niños; trauma no accidental; columna toracolumbar.

Nivel de Evidencia: IV

Non-accidental Trauma to the Thoracolumbar Spine in a 10-month-old Child

ABSTRACT

We present the case of a 10-month-old boy with a chronic thoracolumbar spine fracture-subluxation without neurological damage caused by an unknown mechanism of non-accidental trauma. To assess stability, we used the scoring system for thoracolumbar injuries according to Vaccaro et al. We performed a segmental pedicle osteosynthesis. We analyzed and compared our case with others in the available literature. We updated UNICEF data on child violence in Argentina, but not before clearly defining the subject, and the legal framework, and providing a brief historical review.

Keywords: Children; non-accidental trauma; thoracolumbar spine.

Level of Evidence: IV

INTRODUCCIÓN

El maltrato infantil es una problemática sociocultural harto compleja que atañe a diversos grupos sociales, culturas y etnias en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud, comprende cualquier forma de abuso o desatención que afecte a un menor de 18 años. Incluye lesiones físicas, daño afectivo, abuso sexual, negligencia y explotación comercial o de otra índole que menoscabe o pudiera perjudicar la salud, el desarrollo o la dignidad del menor o hacer peligrar su supervivencia en el contexto de una relación de responsabilidad, confianza o poder.¹ En otras palabras, una clara violación de los derechos humanos. Una forma más sutil y compleja lo constituye el síndrome de Münchhausen o trastorno facticio por poderes, es decir, simulado *ex profeso* por terceros.² El común denominador de esta violencia es la asimetría entre quien ejerce el poder y la víctima. En los últimos años, la denominación maltrato infantil ha sido reemplazada por el eufemismo lesiones no accidentales (LNA).

La violencia sufrida en la infancia existe desde tiempos inmemoriales. Los niños arrojados al Río Nilo en el Antiguo Egipto como tributo a la fertilidad de la tierra; los ofrendados a los brazos candentes de Moloc (Levítico 18:2, Reina-Valera 1960); la matanza de los Inocentes ordenada por Herodes El Grande (Mateo 2:16-18, Reina-Valera 1960); el cinturón de seda utilizado por algunos sultanes y visires en el Imperio Otomano para ahorcar sin efusión de sangre, según la interdicción de Mahoma, a menores con derecho sucesorio; en Grecia, el sometimiento sexual ejercido por los maestros en perjuicio de los efebos; el sacrificio de niños en las sociedades prehistóricas

Recibido el 23-5-2023. Aceptado luego de la evaluación el 9-8-2023 • Dr. CLAUDIO A. FERNÁNDEZ • claudioalfredofernandez619@gmail.com ID <https://orcid.org/0000-0003-2350-3885>

Cómo citar este artículo: Fernández CA, Moreiro ME, Miranda MG, Romano Yalour N. Trauma no accidental de columna toracolumbar en un niño de 10 meses. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2023;88(6):681-688. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.6.1767>

ejecutado por los sacerdotes Mexicas en Tenochtitlán y los Mayas en Chichén Itzá; la muerte y enterramiento de infantes provenientes de la realeza Inca o *capacocha* (en lengua quechua, obligación real).³ En la Edad Moderna y particularmente en la Contemporánea, los ejemplos abundan, notoriamente luego de la Revolución Industrial y el hacinamiento en las grandes ciudades, la génesis del proletariado, la imposición del biopoder y la explotación laboral infantil. En los Estados Unidos, el interés público por el abuso infantil comenzó con el caso Mary Ellen Wilson, una niña violentada quien, a falta de legislación *ad hoc*, tuvo que ser defendida por la Sociedad Protectora contra la Crueldad hacia los Animales. Muchos secretos ocultos de la sociedad europea disciplinaria de los siglos XIX y XX fueron develados por el psicoanálisis de Sigmund Freud.

En 1989, la Convención de los Derechos del Niño reconoció a todas las personas menores de 18 años como sujetos de pleno derecho. Esto incluye la protección de toda forma de violencia o trato negligente. Nuestro país ratificó la citada Convención con rango constitucional en 1990 y 1994, año último de sanción de la Ley Nacional de Protección contra la Violencia Familiar N.º 24.417, taxativa en cuanto a la *obligación* de denuncia por parte del personal sanitario, tanto en el ámbito estatal como privado. En 2005, se aprobó la Ley Nacional N.º 26.061 de Protección Integral de los Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes (NNyA).

Unicef junto con el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación publicó los datos de denuncias de violencia padecidas por NNyA en el período octubre 2021-septiembre 2022. Sobre un total de 9970 casos, 6770 (45%) ocurrieron en el entorno familiar; en el 90% de la casuística, los agresores fueron, por orden decreciente, el padre, la madre o el padrastro. El 63% de las denuncias provinieron del Área Metropolitana de Buenos Aires. La violencia camuflada como *cultura disciplinadora hogareña* es muy significativa entre las edades de dos a cuatro años (72,9%). Siete de cada 10 niños padecen estos métodos en la Argentina.⁴ Como un oxímoron, el 95% de los adultos encuestados refiere rechazar los castigos corporales, ¡pero más del 70% los ejecutan!⁴ Con el advenimiento de la pubertad es notorio el incremento de los abusos sexuales y psicológicos en niñas. Los tipos de violencia suelen estar interrelacionados. Las LNA constituyeron el 33% del total.⁴ Según la base de datos REUNA (Registro Estadístico Unificado de Niñez y Adolescencia) de la provincia de Buenos Aires, sobre 5341 denuncias de violencia en 2010, al maltrato físico le correspondió el 43,7%, electivamente en niños, en tanto que el abuso sexual ocurrió preferentemente en niñas.⁵ En ambas bases de datos, no está detallada la prevalencia de las lesiones por áreas anatómicas o discriminación topográfica.

Según la bibliografía, la prevalencia de traumatismo espinal en la infancia es del 2%. Sus causas, por orden de frecuencia, son: accidentes de tránsito, lesiones de alta energía en el deporte y LNA. Se han publicado unos 50 casos de fracturas toracolumbares pediátricas, el 38% de ellas atribuidas a LNA en menores de dos años.^{6,7} Lamentablemente, la omisión o el diagnóstico tardío afectan a más de un tercio de las víctimas. En este sentido, se han comunicado fracturas de huesos largos en un 77% y traumatismo craneoencefálico en el 50% de los casos.^{2,8}

El propósito de esta investigación es presentar a un niño de 10 meses con una LNA de la columna toracolumbar, en el contexto de la problemática social detallada. Se describe la anatomopatología traumática de la región, se analiza y discute la terapéutica comparada con publicaciones disponibles de la especialidad. Estudio observacional, retrospectivo.

CASO CLÍNICO

Los abuelos paternos de un niño de 10 meses consultaron en diciembre de 2015, porque habían observado un bulto en la región toracolumbar de su nieto, un niño prematuro de una madre primípara de 19 años; edad gestacional de 28 semanas, nacido por cesárea por amenaza de parto prematuro, APGAR 3/6 y peso al nacer 1125 g. Permaneció 75 días en una unidad de terapia intensiva y recibió asistencia respiratoria mecánica durante 14 días. La madre sufrió un complejo cuadro psiquiátrico puerperal que derivó en una conducta agresiva hacia las personas de su entorno. Los abuelos sospechan que su nieto ha sido zamarreado, jamás notaron estigmas externos, como hematomas u otras lesiones de superficie. Se trata de una familia de un estrato sociocultural medio. Se realizó la denuncia correspondiente.

El examen general del niño fue normal: pautas madurativas acordes a su edad, peso 7800 g, talla 68 cm. Se observó una cifosis toracolumbar clínicamente estructurada con estatus neurológico Frankel E. No se detectaron otras afectaciones del aparato locomotor ni lesiones extraesqueléticas, ni patología congénita (Figura 1).

En las radiografías, se constató una subluxación de T12-L1, una fractura por flexión en L2, una cifosis de la charnela toracolumbar de 25° y una inversión de la cifosis fisiológica o lordosis torácica <20°, hallazgos estos últimos que precisarían el carácter inveterado de la lesión (Figura 2).



Figura 1. Aspecto clínico. Nótese la giba toracolumbar.

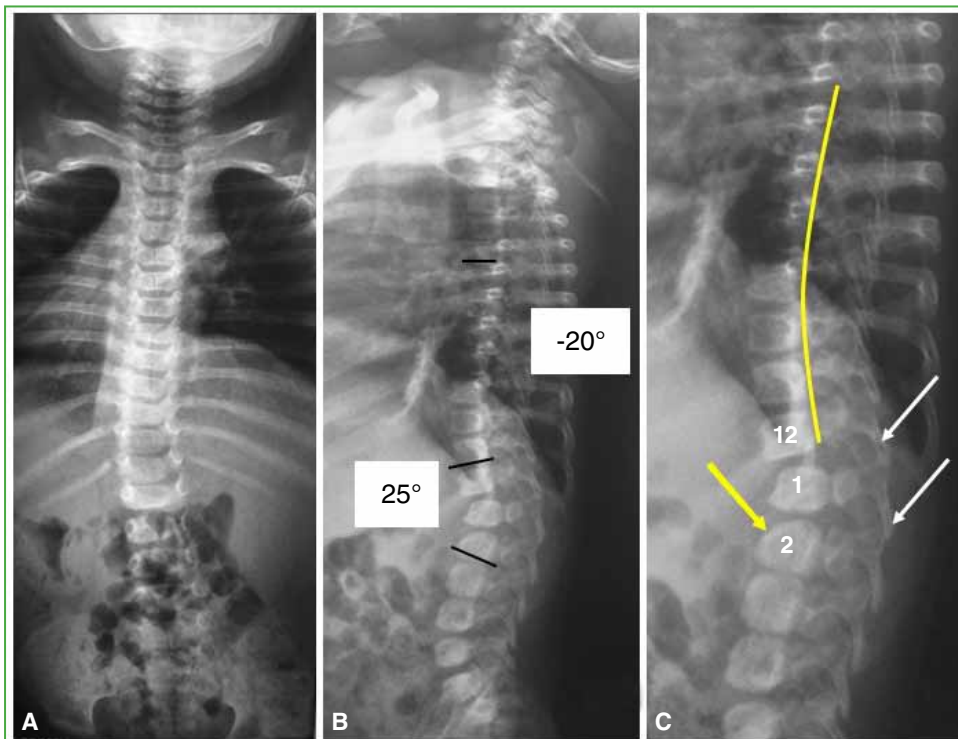


Figura 2. Radiografías iniciales de columna vertebral. **A.** De frente. **B y C.** De perfil estándar y ampliado. Fractura del cuerpo de L2 (flecha amarilla), disminución del contacto facetario (flechas blancas). Subluxación de T12-L1. Cifosis de la charnela de 25°, lordosis torácica -20°.

La resonancia magnética no aportó datos de interés y la tomografía computarizada fue indispensable para comprobar una denudación facetaria de T12-L1-L2 izquierda y para detallar los aspectos anatómicos de los pedículos (Figura 3).

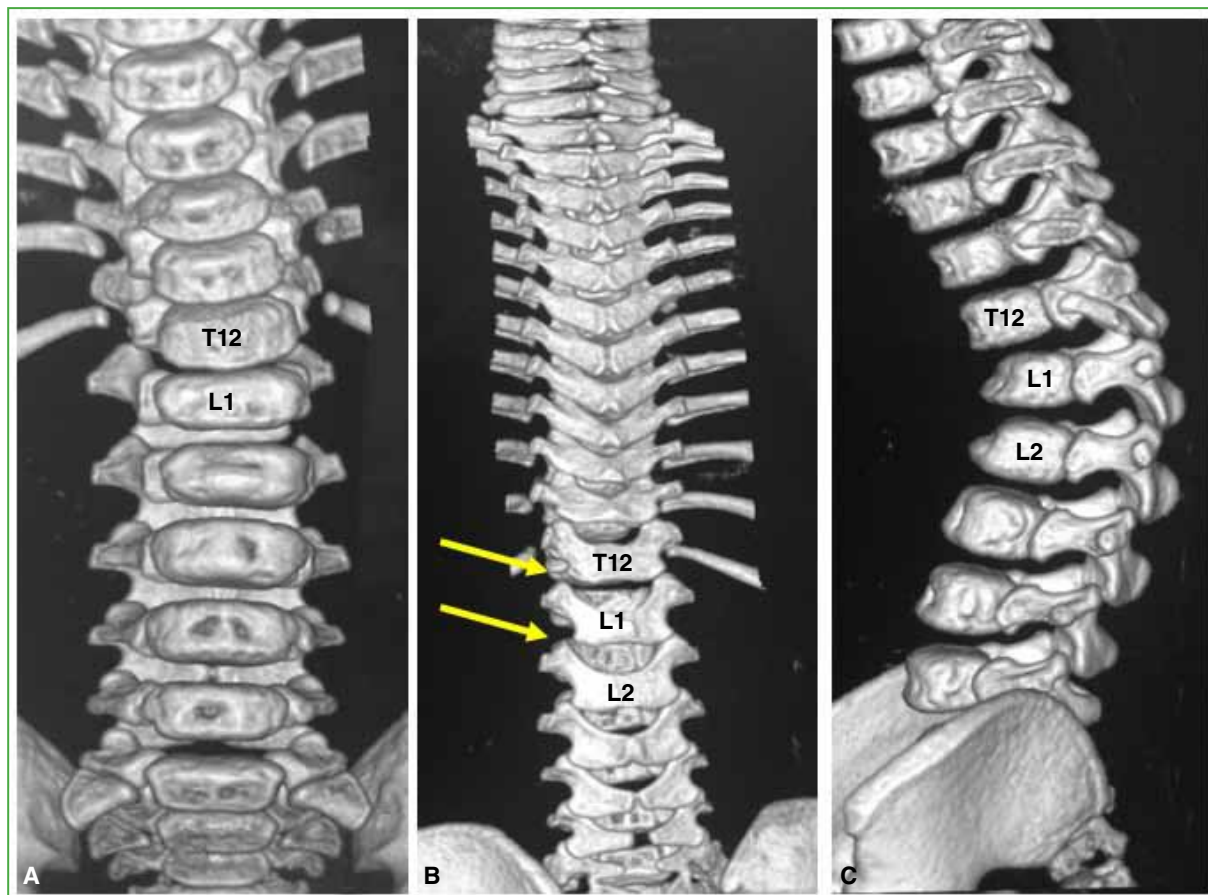


Figura 3. Reconstrucción 3D por tomografía computarizada. **A.** Nótese que las fracturas compresivas de los cuerpos vertebrales L1 y L2 son asimétricas. **B.** Denudación facetaria derecha (flechas amarillas). **C.** Plano sagital. Subluxación de T12-L1 y contacto escasísimo de facetas T12-L1-L2.

En concreto, se trata de un niño con una secuela de una LNA de la columna toracolumbar por flexodistracción. La estabilidad espinal fue evaluada por el sistema de clasificación de Vaccaro validado para la población pediátrica por Daniels y cols., y Savage y cols., y cuya sumatoria determinó inestabilidad (Tabla).⁹⁻¹¹ Por lo tanto, se realizó una osteosíntesis desde T12 hasta L2 con tornillos pediculares poliaxiales de titanio, de 3,5 mm de diámetro por 14 mm de longitud y barras de 4 mm de diámetro. La colocación se controló por palpación intraósea e intensificador de imágenes en planos coronal-sagital-oblicuos. Se adicionó un injerto autólogo ilíaco (Figura 4).

Un médico neurofisiólogo realizó el monitoreo neurológico multimodal. La evolución posoperatoria inmediata y diferida fue satisfactoria. Debido a la personalidad inquieta del niño se indicó un corsé termoplástico diurno por un año. El seguimiento actual es de siete años y el estado neurológico del niño es normal (Figura 5).

Tabla. Clasificación de las lesiones toracolumbares y puntaje de gravedad

Parámetro	Puntaje
Morfología	
Compresión	1
Estallido	2
Traslación-rotación	3
Distracción	4
Estado neurológico	
Intacto	0
Lesión radicular	2
Lesión completa de médula o cono medular	2
Lesión incompleta de médula o cono medular	3
Cauda equina	3
Complejo ligamentario posterior	
Intacto	0
Intermedio	2
Roto	3

Recomendaciones terapéuticas: <3, tratamiento ortopédico, 4, discutible, ≥5, cirugía.

**Figura 4.** Aspecto clínico y radiográfico a los 2 meses de la cirugía.

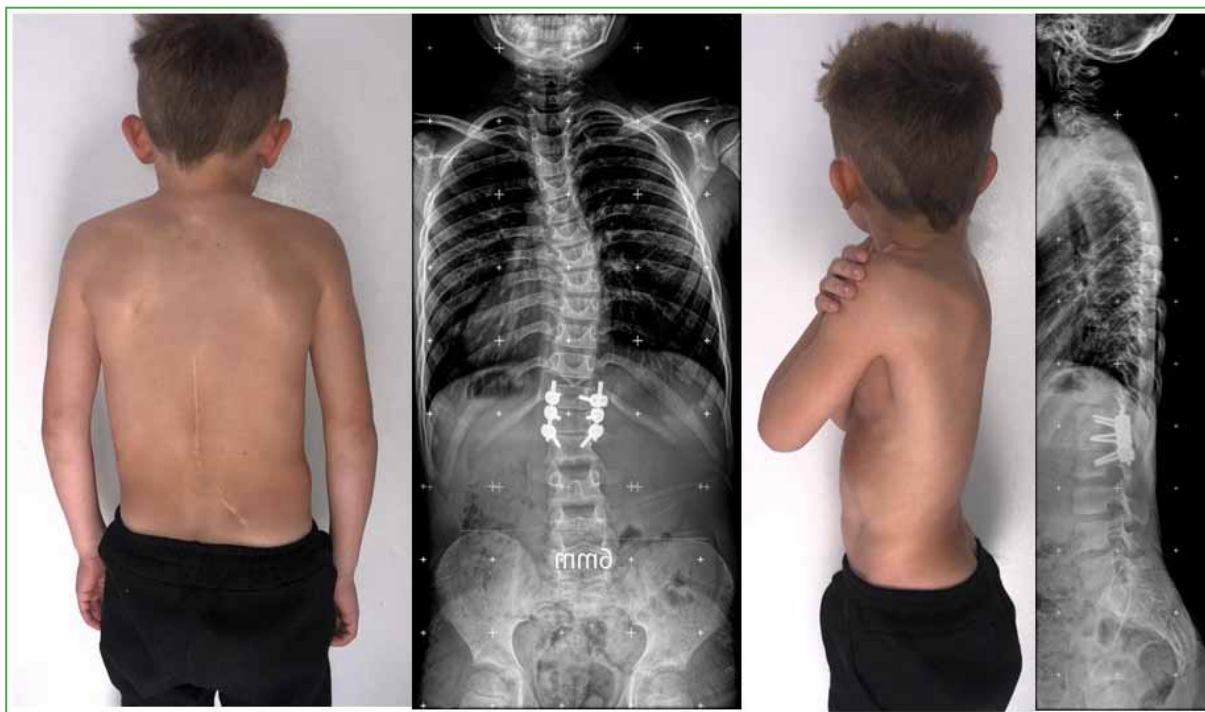


Figura 5. Aspecto clínico y radiográfico a los 7 años de seguimiento.

DISCUSIÓN

Los mecanismos cinéticos etiológicos frecuentes de las LNA de la columna toracolumbar en la infancia son la flexión y la flexodistracción debidos (tal vez) a la génesis del trauma por zamarreo o eyeción del niño a distancia. Los casos publicados de LNA por hiperextensión son exigüos. Muchas características anatómicas de las lesiones se explican por el mayor componente viscoelástico de los tejidos y, con ello, la mayor capacidad para disipar energía. La médula espinal, carente de esta propiedad, corre un alto riesgo de daño intrínseco.

Algunas investigaciones *post mortem* describen la penetración de condrocitos y sustancia fundamental epifisaria en el estroma óseo del soma resultante de fuerzas compresivas, en tanto que la adición de un vector de flexodistracción es causa de dilaceración y hemorragias del complejo capsuloligamentario posterior y una variedad de epifisiólisis del cuerpo vertebral similares a las descritas por Salter-Harris para huesos largos.^{12,13} El cuadro de SCIWORA (*Spinal Cord Injury Without Radiologic Abnormality*) es excepcional en la columna toracolumbar.¹⁴

Además del daño neurológico, estas lesiones pueden asociarse a quilo o hemotórax, hematoma retroperitoneal, dilaceración de la arteria mesentérica superior o de la aorta, lesiones del páncreas, bazo o hígado, entre otras.^{6,10} En una investigación prospectiva de una cohorte de 50 niños con fracturas toracolumbares con indemnidad neurológica, se detectó que el 58% refería una sensación de ahogo por dificultad respiratoria, independientemente del hallazgo radiográfico, aunque en todos, la resonancia magnética fue muy elocuente para detectar la lesión y con una altísima sensibilidad estadística.¹⁵ Un tercio de las lesiones traumáticas espinales suele coexistir con otras en segmentos adyacentes o alejados. Es muy significativa la asociación o el antecedente de traumatismo craneoencefálico; por lo tanto, resulta de vital importancia, en niños pequeños, medir las suturas sagitales y coroneales por tomografía computarizada comparadas con las estandarizadas disponibles en la bibliografía; todo aumento es altamente predictivo de LNA.¹⁶

La evaluación completa del niño según el protocolo institucional, la internación y la denuncia de la sospecha al comité específico resultan fundamentales.

En cuanto al tratamiento, el denominador común en la bibliografía es la falta de consenso. Sieradzki y cols. obtuvieron un resultado excelente con reducción y yeso en hiperextensión en un niño de 14 meses sin daño neurológico.¹⁷ Otros autores no recomiendan el tratamiento ortopédico si la cifosis es $>20^\circ$, ya que el severo daño ligamentario condicionaría la reproducción de la deformidad.¹⁸ Otras publicaciones refieren una reducción quirúrgica

como único gesto o con la adición de alambre sublaminaar.⁶ Bode y cols. realizaron una osteosíntesis pedicular en un niño de 8 meses y basaron esa indicación en la mayor estabilidad de los tornillos comparados con los ganchos.¹⁹ Desde el punto de vista anatómico, es absolutamente posible el uso de tornillos pediculares y cuentan con el aval científico en niños pequeños.^{20,21} Recientemente, Thornley y cols. realizaron una fijación con tornillos pediculares en una lesión de máxima inestabilidad por flexorrotación en un niño de 2 años con compromiso neurológico e insuficiencia respiratoria debida a un quilotórax masivo. La evolución fue excelente; a los 18 meses de seguimiento, cuando consideraron que la lesión estaba cicatrizada, retiraron el implante.⁶ Atravesar la sincondrosis neurocentral en niños pequeños podría, teóricamente, inducir una deformidad, un canal neural estrecho o alterar el crecimiento del cuerpo vertebral o de los pedículos; sin embargo, varias publicaciones con rigor científico han refutado este concepto.²³⁻²⁵ Aunque algunas investigaciones en animales lo han sugerido, otras han rechazado esas hipótesis.²³ En otras palabras, no hay aval académico concreto que justifique el retiro de la osteosíntesis.

A nuestro paciente se le tomaron mediciones por radiografía y resonancia magnética del canal neural y del tamaño de los pedículos instrumentados, las cuales fueron comparadas con datos publicados, y no se hallaron efectos anómalos.^{21,22,25}

El ideal de una elección terapéutica es la sustentación en la medicina basada en la evidencia científica. Nuestra indicación se fundamentó en el análisis de la lesión según el TLICS (*Thoracolumbar Injury Classification System*) que tiene en cuenta los siguientes ítems: morfología o tipo de lesión, apariencia del complejo ligamentario posterior y estado neurológico.⁹⁻¹¹ Un valor equivalente o superior a 4 implica inestabilidad y, en consecuencia, la necesidad de una fijación. Nuestro paciente tenía un puntaje de 6. También consideramos las recomendaciones ya referidas de Arkader y cols.

En conclusión, las LNA pueden involucrar el raquis de manera electiva, incluir otros huesos u órganos y asociarse con violencia psicológica o sexual. La sensación de ahogo al respirar es predictiva de lesión toracolumbar, aun con indemnidad neurológica. Considerar las potenciales asociaciones, ya que algunas implican riesgo inminente de óbito. La osteosíntesis pedicular en niños pequeños es factible y segura; no está demostrado un efecto perjudicial sobre el crecimiento. El TLICS es útil para el análisis y la indicación terapéutica. Además del problema traumatológico, el médico se verá inmerso en una tragedia social, su deber ineludible es la denuncia y la protección del niño.

La civilización anhela ser sinónimo de evolución, la humanidad actual coexiste con una maravillosa revolución tecnológico-científica, pero el drama abyecto del maltrato infantil perdura, así como sus potenciales secuelas nocivas: déficit cognitivo, enfermedades psiquiátricas, alteraciones endocrinas y propensión al consumo de drogas en la adolescencia, delincuencia y perpetuación de la espiral violenta.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de M. E. Moreiro: <https://orcid.org/0009-0000-5590-9738>
ORCID de M. G. Miranda: <https://orcid.org/0000-0003-4949-9407>

ORCID de N. Romano Yalour: <https://orcid.org/0000-0002-9848-3092>

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Maltrato infantil. 2022. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/child-maltreatment> [Consulta: 23 de marzo, 2023].
2. Romano Yalour N, Fernández C. Maltrato infantil. En: Romano O, Fernández C (coord.). *Lo esencial en Ortopedia y Traumatología*. La Plata: EDULP; 2023, cap. 22 [En prensa]
3. Pinto Cortez C. Perspectiva histórica en el estudio del maltrato infantil. *Poiésis* 2009;9(17). Disponible en: <https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/poiesis/article/view/166> [Consulta: 29 de marzo, 2023]
4. UNICEF y Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Argentina. Serie Violencia contra Niñas, Niños y Adolescentes. Fascículo N.º 9. Un análisis de los datos del Programa “Las Víctimas Contra las Violencias” 2020-2021. Disponible en: <https://www.unicef.org/argentina/informes/serie-violencia-contra-ninas-ninos-y-adolescentes#> [Consulta: 23 de marzo, 2023]

5. Sánchez NI, Cuenya L. Estudio sobre maltrato infantil en niños y adolescentes de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento* 2011;3(3):8-15. <https://doi.org/10.32348/1852.4206.v3.n3.5200>
6. Thornley P, Peterson D, Kishta W. Child abuse with thoracolumbar fracture-dislocation treated with pedicle screw fixation in a 2-year-old: A case report. *JBJS Case Connect* 2021;11(4). <https://doi.org/10.2106/JBJS.CC.21.00129>
7. Jauregui JJ, Perfetti DC, Cautela FS, Frumberg DB, Naziri Q, Paulino CB. Spine injuries in child abuse. *J Pediatr Orthop* 2019;39(2):85-9. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000877>
8. Kemp AM, Joshi AH, Mann M, Tempest V, Liu A, Holden S, et al. What are the clinical and radiological characteristics of spinal injuries from physical abuse: a systematic review. *Arch Dis Child* 2010;95(5):355-60. <https://doi.org/10.1136/adc.2009.169110>
9. Vaccaro AR, Lehman RA Jr, Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(20):2325-33. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000182986.43345.cb>
10. Daniels AH, Sobel AD, Ebersson CP. Pediatric thoracolumbar spine trauma. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21(12):707-16. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-21-12-707>
11. Savage JW, Moore TA, Arnold PM, Thakur N, Hsu WK, Patel AA, et al. The reliability and validity of the Thoracolumbar Injury Classification System in Pediatric Spine Trauma. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015;40(18):E1014-8. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001011>
12. Kleinman PK, Marks SC. Vertebral body fractures in child abuse. Radiologic-histopathologic correlates. *Invest Radiol* 1992;27(9):715-22. <https://doi.org/10.1097/00004424-199209000-00013>
13. Aufdermaur M. Spinal injuries in juveniles. Necropsy findings in twelve cases. *J Bone Joint Surg Br* 1974;56(3):513-9. PMID: 4417629
14. Carroll T, Smith CD, Liu X, Bonaventura B, Mann N, Liu J, et al. Spinal cord injuries without radiologic abnormality in children: a systematic review. *Spinal Cord* 2015;53(12):842-8. <https://doi.org/10.1038/sc.2015.110>
15. Leroux J, Vivier PH, Ould Slimane M, Foulongne E, Abu-Amara S, Lechevallier J, et al. Early diagnosis of thoracolumbar spine fractures in children. A prospective study. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99(1):60-5. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.10.009>
16. Mitchell LA, Kitley CA, Armitage TL, Krasnokutsky MV, Rooks VJ. Normal sagittal and coronal suture widths by using CT imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011;32(10):1801-5. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A2673>
17. Sieradzki JP, Sarwark JF. Thoracolumbar fracture-dislocation in child abuse: case report, closed reduction technique and review of the literature. *Pediatr Neurosurg* 2008;44(3):253-7. <https://doi.org/10.1159/000121475>
18. Arkader A, Warner WC Jr, Tolo VT, Sponseller PD, Skaggs DL. Pediatric chance fractures: a multicenter perspective. *J Pediatr Orthop* 2011;31(7):741-4. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31822f1b0b>
19. Bode KS, Newton PO. Pediatric nonaccidental trauma thoracolumbar fracture-dislocation: posterior spinal fusion with pedicle screw fixation in an 8-month-old boy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(14):E388-93. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318067dcad>
20. Zindrick MR, Knight GW, Sartori MJ, Carnevale TJ, Patwardhan AG, Lorenz MA. Pedicle morphology of the immature thoracolumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25(21):2726-35. <https://doi.org/10.1097/00007632-200011010-00003>
21. Ruf M, Harms J. Pedicle screws in 1- and 2-year-old children: technique, complications, and effect on further growth. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27(21):E460-6. <https://doi.org/10.1097/00007632-200211010-00019>
22. Olgun ZD, Demirkiran G, Ayvaz M, Karadeniz E, Yazici M. The effect of pedicle screw insertion at a young age on pedicle and canal development. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012;37(20):1778-84. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182553ae0>
23. Kahraman S, Karadereler S, Cobanoglu M, Yilar S, Mutlu A, Ulusoy LO, et al. Does pedicle screw fixation under age 5 cause spinal canal narrowing? A CT study with minimum 5 years follow-up. *Eur Spine J* 2016;25(6):1665-73. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4484-6>
24. Wang X, Zhang SJ, Zhang YZ, Li XH, Zhang ZF, et al. Three-dimensional digitizing and anatomic study of lumbar vertebral canal and pedicle in children. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne* 2018;13(4):518-24. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2018.77554>
25. Hinck VC, Clark WM Jr, Hopkins CE. Normal interpediculate distances (minimum and maximum) in children and adults. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1966;97(1):141-53. <https://doi.org/10.2214/ajr.97.1.141>