



Investigación original

doi: 10.35366/111072

Revista Mexicana de
Anestesiología

Julio-Septiembre 2023
Vol. 46. No. 3. pp 173-178



Complicaciones relacionadas al manejo anestésico de pacientes pediátricos con osteogénesis imperfecta sometidos a procedimientos ortopédicos

Complications related to the anesthetic management of pediatric patients with osteogenesis imperfecta undergoing orthopedic procedures

Dr. Juan Manuel Alarcón-Almanza,* Dra. Esthela de la Luz Viazcán-Sánchez,‡
Dra. Estefanía Barrientos-Zúñiga§

Citar como: Alarcón-Almanza JM, Viazcán-Sánchez EL, Barrientos-Zúñiga E. Complicaciones relacionadas al manejo anestésico de pacientes pediátricos con osteogénesis imperfecta sometidos a procedimientos ortopédicos. Rev Mex Anestesiología. 2023; 46 (3): 173-178. <https://dx.doi.org/10.35366/111072>

RESUMEN. Introducción: la osteogénesis imperfecta es un trastorno sistémico del tejido conectivo, se caracteriza por una densidad ósea menor y variabilidad de la fragilidad ósea. **Material y métodos:** se realizó un estudio retrospectivo, observacional, descriptivo de casos consecutivos, cuyo objetivo principal fue determinar las complicaciones relacionadas al procedimiento anestésico en pacientes pediátricos con diagnóstico de osteogénesis imperfecta sometidos a procedimientos ortopédicos en el Hospital Infantil de México «Federico Gómez» mediante la revisión de expedientes clínicos. Se incluyeron pacientes con diagnóstico de osteogénesis imperfecta, menores de 18 años, sometidos a cirugía ortopédica electiva. Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión así como pruebas de hipótesis diversas. **Resultados:** se incluyeron 86 registros anestésicos. La mayoría del tipo III de osteogénesis imperfecta. La anestesia general balanceada fue la técnica más frecuente con intubación orotraqueal. De las complicaciones reportadas hubo intubación difícil en dos casos (2.3%). En seis casos (6.9%) se consideró ventilación difícil. Otra de las complicaciones reportadas fue el sangrado, encontrando un sangrado mayor al previsto en 33 casos (38.4%). **Conclusiones:** la anestesia requerida en los pacientes con osteogénesis imperfecta se llevó a cabo con un mínimo de complicaciones.

ABSTRACT. Introduction: osteogenesis imperfecta is a systemic disorder of connective tissue, characterized by decreased bone density and variability of bone fragility. **Material and methods:** a retrospective, observational, descriptive study of consecutive cases was carried out, whose main objective was to determine the complications related to the anesthetic procedure in pediatric patients with a diagnosis of osteogenesis imperfecta undergoing orthopedic procedures at the «Federico Gómez» Children's Hospital of Mexico, through the review of clinical records. Patients diagnosed with osteogenesis imperfecta, under 18 years of age, undergoing elective orthopedic surgery, were included. Measures of central tendency and dispersion were used, as well as tests of various hypotheses. **Results:** 86 anesthetic records were included. Most of the type III of osteogenesis imperfecta. Balanced general anesthesia was the most frequent technique with orotracheal intubation. Of the reported complications, difficult intubation was found in two cases (2.3%). In six cases (6.9%) ventilation was considered difficult. Another of the complications reported was bleeding, finding bleeding greater than expected in 33 cases (38.4%). **Conclusions:** the anesthesia required in patients with osteogenesis imperfecta was carried out with a minimum of complications.

Palabras clave: osteogénesis imperfecta, manejo anestésico, complicaciones anestésicas.

Keywords: osteogenesis imperfecta, anesthetic management, anesthetic complications.

* Médico adscrito al Servicio de Anestesiología.

‡ Jefe del Servicio de Anestesiología Pediátrica.

§ Médico Anestesiólogo Pediátrica del Hospital Materno Infantil de la Caja Nacional de Salud Regional Santa Cruz. Bolivia.

Correspondencia:

Dr. Juan Manuel Alarcón-Almanza
Hospital Infantil de México
«Federico Gómez».
Dr. Márquez Núm. 162,
Col. Doctores, México, CDMX.
Tel. 52289917, ext. 2230.
E-mail: alarcnalmanza@
yahoo.com.mx

Recibido: 22-12-2022

Aceptado: 01-04-2023



INTRODUCCIÓN

La osteogénesis imperfecta (OI) engloba un conjunto de enfermedades hereditarias producidas por un desorden heterogéneo del tejido conectivo que afecta a la producción de colágeno tipo I. La osteogénesis imperfecta es un trastorno sistémico del tejido conectivo caracterizado por una densidad ósea menor y variabilidad de la fragilidad ósea, resultando en mayor susceptibilidad para fracturas óseas, compresiones vertebrales, deformidades variables de los huesos largos, columna y costillas, además de deficiencia sustancial en el desarrollo pondo-estatural. Debido a la alteración de los tejidos conectivos existe un amplio complejo de características secundarias asociadas que se superponen, como escleras azules, pérdida auditiva conductiva o sensorial, dentinogénesis imperfecta, mal oclusión basilar, estrechamiento del foramen magnum, escoliosis, alteración de la función pulmonar, anomalías de la válvula cardíaca, debilidad muscular y laxitud ligamentaria⁽¹⁾. Es la enfermedad hereditaria asociada a fragilidad ósea más frecuente de la infancia, afecta aproximadamente de seis a siete por 100,000 personas y se presenta en 1/10,000 a 1/20,000^(2,3) nacidos vivos, también es conocida como la «enfermedad de los huesos de cristal», afecta en igual proporción al género masculino y femenino⁽⁴⁾. Sillence y colaboradores⁽⁴⁾ clasificaron cuatro síndromes de acuerdo a características clínicas, radiográficas y patrón de herencia como tipo I a IV. Esta clasificación fue expandida en 2004 con los avances de la genética, reconociendo los tipos V a VII, el tipo VIII fue propuesto en 2007^(5,6) y, posteriormente los tipos IX a XVII fueron descritos más tarde^(7,8).

La presencia de múltiples afecciones durante la infancia y adolescencia obliga al paciente con OI a varios momentos de abordaje quirúrgico tanto de padecimientos ortopédicos como cardiovasculares así como de rehabilitación oral, con el consiguiente desafío en el manejo para el anestesiólogo. El manejo médico de estos pacientes requiere de un equipo multidisciplinario con estrecha comunicación en su manejo durante los diferentes estadios preoperatorio, transoperatorio y postoperatorio así como en el período de rehabilitación. Existen múltiples consideraciones para el anestesiólogo al abordar un paciente con OI, que requieren enfoques dirigidos y preparación específica.

Consideraciones clínicas

Las características específicas preoperatorias que deben ser consideradas por el equipo anestésico son: anomalías de las vías respiratorias, problemas del sistema nervioso central, estado laboratorial, posibles anomalías cardiovasculares y las alteraciones osteogénicas. La evaluación de la vía aérea es importante para prevenir lesiones y anticipar posibles dificultades en la vía aérea. Las características pueden incluir

dimorfismo facial, apnea del sueño⁽⁹⁾ megalocéfalo, macroglosia, inestabilidad cervical, cuello corto⁽¹⁰⁾, dentinogénesis imperfecta y traqueomalacia. Existe mayor riesgo de complicación en el manejo de la vía aérea por la posibilidad de inestabilidad de la columna cervical. El cráneo puede asentarse en la unión craneovertebral causando compresión del tronco cerebral^(11,12), subluxación e hidrocefalia. La translocación de la columna cervical distorsionará las vías respiratorias, acortará la distancia entre la barbilla y el pecho, y limitará el movimiento del cuello, haciendo una intubación ya de por sí difícil, aún más desafiante. La sobreextensión del cuello puede conducir a la compresión de la arteria vertebral, lo que resulta en isquemia cerebral. Las anomalías cardiovasculares se han asociado con trastornos del tejido conectivo, incluida la insuficiencia aórtica/dilatación de la raíz, regurgitación mitral⁽¹³⁾ y prolapso; también se han descrito defectos septales tipo auricular y ventricular. Otras deformidades de la columna vertebral y costillas presentes o adquiridas de forma congénita a partir de fracturas, pueden producir anomalías de la pared torácica, cifoescoliosis y enfermedad pulmonar restrictiva⁽¹³⁾. La severidad creciente de la escoliosis se correlacionaba con una disminución en la función pulmonar, específicamente la capacidad vital, lo que conduce a una enfermedad pulmonar restrictiva. Están documentadas las tendencias de sangrado y hematomas en pacientes con OI⁽¹⁴⁾. Puede existir disminución de la producción de factor VIII y deficiencias de otros factores de coagulación. La anemia en forma leve, que puede ser secundaria a la enfermedad crónica, es una consideración importante en conjunto con el tipo de cirugía y técnica ortopédica, huesos abordados y duración de la cirugía para la solicitud y transfusión de hemoderivados durante el transoperatorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, observacional, descriptivo de casos consecutivos, cuyo objetivo principal fue determinar las complicaciones relacionadas al procedimiento anestésico en pacientes pediátricos con diagnóstico de osteogénesis imperfecta sometidos a procedimientos ortopédicos en el Hospital Infantil de México «Federico Gómez» mediante la revisión de expedientes clínicos en el período de 2010 a 2020. Se incluyeron pacientes con diagnóstico clínico de osteogénesis imperfecta, menores de 18 años, pacientes sometidos a cirugía ortopédica electiva. Para el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia central, y dispersión para aquellas variables expresadas en escala continua o discreta. La asociación entre las técnicas o manejo anestésico y las complicaciones registradas se realizó mediante pruebas de hipótesis diversas dependiendo de la naturaleza de las variables analizadas, ya sea que se utilicen pruebas paramétricas y no paramétricas.

RESULTADOS

En los últimos 10 años en el Hospital Infantil de México «Federico Gómez» se registraron 45 pacientes con diagnóstico de osteogénesis imperfecta, del total de estos pacientes, 12 expedientes no se encontraron en archivo/almacén, y de los 33 expedientes revisados, 11 pacientes no fueron sometidos a cirugía ortopédica. Se encontraron sólo 22 pacientes con sus respectivos expedientes clínicos que fueron sometidos a cirugía ortopédica bajo anestesia en varias ocasiones, recolectándose 86 registros anestésicos. Siendo estos registros los participantes del estudio. En cuanto al género, se observó mayor prevalencia en el sexo masculino con 48 procedimientos (56%). La edad media de los pacientes que se sometieron a procedimiento fue de 8.7 años. El peso medio fue de 20.6 kg y la talla media fue de 99 cm. Durante los procedimientos quirúrgicos a los que se sometieron estos pacientes, predominó la intervención de los huesos largos y la cantidad de huesos intervenidos fueron en su mayoría un hueso. Según la clasificación Sillence, la prevalencia de los tipos de OI fue de los casos no clasificados 18%, tipo I 32%, tipo III 36%, tipo IV 9% y el tipo VII 5%. En los estudios de laboratorio, la alteración hematológica se presentó en 16 casos (18.60%), de los cuales: ocho casos mostraron coagulopatía (9.3%), anemia siete casos (8.1%), y un caso combinado de anemia más coagulopatía. Dentro de las coagulopatías, se tuvo un caso de enfermedad de Von Willebrand concomitante. En

la evaluación preanestésica las principales características clínicas observadas se muestran en la **Figura 1**.

En la evaluación de la vía aérea se observó: dismorfia en 20 casos (23.26%). Con Mallampati mayor o igual a III: ocho casos, limitación de articulación atlanto-occipital evaluada con escala Bellhouse-Doré mayor o igual a III: seis casos, además de implantación auricular baja y cuello corto, se presentaron 28 casos. En relación al manejo anestésico, observamos que en relación a la técnica anestésica utilizada: en 67 casos se ofreció anestesia general balanceada (77.9%), se manejaron con anestesia regional 19 casos (22.1%), de los cuales de forma combinada se empleó en 10 casos (11.6%), y la anestesia general inhalatoria en nueve casos (10.5%). La instrumentación de vía aérea se efectuó en 79 casos (91.9%). La intubación orotraqueal se empleó en el mayor número de casos para el abordaje de la vía aérea 51 casos (59.3%), siguiendo en frecuencia el uso de mascarilla laríngea con 18 casos (20.9%). Uso de video laringoscopia, seis casos (7%).

De las **complicaciones transanestésicas** reportadas en el estudio, encontramos intubación difícil en dos casos (2.3%). Uno de ellos registrado con tres intentos de intubación, y el otro caso requirió en el segundo intento de intubación una hoja McCoy. Durante la ventilación en seis casos (6.9%) se consideró ventilación difícil. Otra de las complicaciones importantes observadas en la investigación fue el sangrado, determinado por la pérdida mayor de 10% del volumen sanguíneo estimado. Hubo un sangrado mayor que el previsto en

Figura 1:

Características clínicas prequirúrgicas de pacientes con osteogénesis imperfecta.
OI = osteogénesis imperfecta.

Fuente: Datos del estudio. Hospital Infantil de México «Federico Gómez».

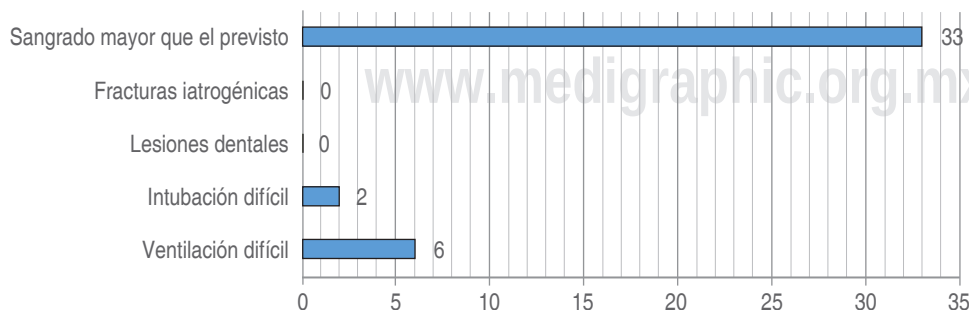
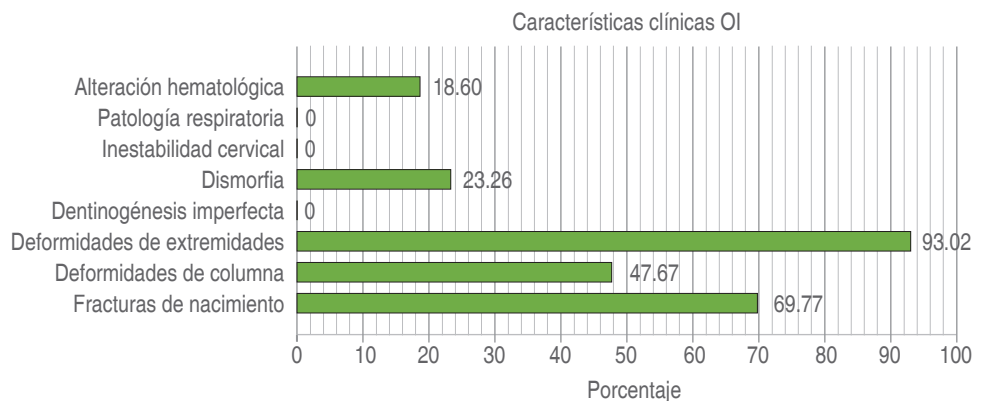


Figura 2:

Complicaciones transanestésicas en procedimientos ortopédicos.

Fuente: Datos del estudio. Hospital Infantil de México «Federico Gómez».

Tabla 1: Complicaciones transanestésicas en relación con el tipo de osteogénesis imperfecta. N = 86.

Complicaciones transanestésicas	Tipo de osteogénesis imperfecta					χ^2
	No clasificada n = 25	Tipo I n = 22	Tipo III n = 22	Tipo IV n = 6	Tipo VII n = 11	p
Intubación difícil	0 (0)	2 (9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0.277
Ventilación difícil	3 (12)	2 (9)	1 (4.5)	0 (0)	0 (0)	0.934
Sangrado mayor que el previsto	11 (44)	11 (22)	6 (27.2)	2 (33.3)	3 (27.2)	0.519
Lesiones dentales	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Fracturas iatrogénicas	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	

Fuente: Datos del estudio. Hospital Infantil de México «Federico Gómez».

33 casos (38.4%), de los cuales sólo un procedimiento requirió transfusión de concentrado eritrocitario transanestésico, en los otros 32 casos frente a compromiso hemodinámico se realizó manejo con cargas hídricas (Figura 2).

En cuanto a las complicaciones transanestésicas y su relación con el tipo de OI, no se detectó asociación alguna, con valores de p no significativo (Tabla 1).

DISCUSIÓN

La enfermedad de los huesos de cristal, una patología rara, de la cual se han llegado a reportar uno en 20,000 nacidos vivos^(2,3). A nivel internacional existen múltiples reportes de casos de complicaciones perioperatorias específicas en pacientes con OI, pero escasos desde el enfoque anestesiológico, y aún más escasas investigaciones con poblaciones/muestras representativas, secundario a la rareza de la patología. Nuestra investigación se inclinó por estudiar las complicaciones relacionadas al manejo anestésico, lo que nos permite conocer los posibles riesgos, a partir de los cuales se puede intervenir, efectuar maniobras y disminuir su incidencia. Estudios transoperatorios previos enfocan su investigación en la hipertermia maligna. Hall y colaboradores⁽¹⁵⁾ realizan revisión de 266 anestесias en un período de 30 años, con descripción de la técnica anestésica y complicaciones anestésicas enfocándose en el control de la temperatura transoperatoria, la presencia de hipertermia maligna y la introducción del concepto de hipermetabolismo en pacientes con OI. Posteriormente, casi 20 años después, Bojanic y colaboradores⁽¹⁶⁾ realizan la revisión de 49 pacientes con OI, y 180 procedimientos, enfocándose en la presencia de hipertermia intraoperatoria, sin registrar complicaciones anestésicas. En nuestra investigación como parte del monitoreo transoperatorio se incluía la toma de la temperatura, cursando todos los pacientes con normotermia (en ningún momento se incluyó como una complicación).

Recientemente Rothschild y colaboradores⁽¹⁷⁾ realizan una revisión retrospectiva de 83 pacientes con diagnóstico de OI

en un período de siete años en un centro hospitalario de tercer nivel, registraron un total de 205 anestесias, abordando las complicaciones anestésicas en un análisis retrospectivo (de asociación de variables) con el tipo de OI. Nuestra investigación contiene algunas semejanzas con este autor en cuanto a la utilización de variables de complicaciones anestésicas tales como hemorragia, problemas en la ventilación o presencia de vía aérea difícil. Mohmmad y su equipo⁽¹⁸⁾ en su estudio (2020) realizaron un registro en 17 años de 93 procedimientos anestésicos ortopédicos y no ortopédicos de un total de 39 pacientes. Incluyeron variables de características preoperatorias muy semejantes a las nuestras como características de posible vía aérea difícil (reducción de la apertura oral, Mallampati, disminución del movimiento del cuello), deformaciones de la columna, alteraciones clínicas cardiológicas y pulmonares, características de la anestesia, complicaciones transoperatorias como dificultades en el manejo de la vía aérea, del abordaje de la anestesia regional, transfusión sanguínea transoperatoria. Este autor, a diferencia de nuestro estudio, registra mayor incidencia en el género femenino.

En los estudios de Rothschild y de Mohmmad el tipo III de OI, al igual que en nuestro estudio, fue el que se sometió con más frecuencia a cirugía ortopédica debido a su mayor severidad y requerimiento de intervención quirúrgica por fractura y deformaciones de las extremidades. La intervención quirúrgica de las extremidades pélvicas fue más frecuente en nuestro estudio, similar al estudio de Mohmmad, el único que registra esta característica transoperatoria. A diferencia de su estudio donde la anemia preoperatoria se encuentra con una incidencia de 65%, en nuestros resultados de evaluación preanestésica tenemos un porcentaje de 81% de estudios laboratoriales normales, y como alteración hematológica más frecuente, la coagulopatía presente en nueve pacientes, incluyendo un caso de enfermedad de Von Willebrand concomitante, que requirió la administración de complejo protrombínico perioperatorio, sin la necesidad de administración de hemoderivados. En nuestros resultados observamos la complicación de sangrado significativo transoperatorio

en 33% de la muestra, principalmente en aquellos pacientes con OI tipo I y OI no clasificado al momento de la cirugía. Esta incidencia fue mayor que la registrada en el estudio de Rothschild y colaboradores con 17% observada en OI tipo III y tipo IV, (asociada posiblemente a la cantidad de huesos abordados de forma quirúrgica que se traduce en tiempos quirúrgicos mayores). En nuestros pacientes sólo en un caso se requirió transfusión transoperatoria (1.16%) a diferencia de lo reportado en el estudio de Mohammad y colaboradores, en el que un mayor número de pacientes requirieron transfusión sanguínea (6.5%). Hubo una gran diferencia con lo reportado por Hall y su equipo, donde más de la mitad de sus pacientes requirieron transfusión sanguínea, probablemente debido a las grandes incisiones quirúrgicas en los pacientes pediátricos sometidos a procedimientos quirúrgicos que a la curva de aprendizaje; las técnicas ortopédicas han ido evolucionando. A pesar de que nuestro registro de patología respiratoria o inestabilidad cervical no reporta ningún caso, esto puede ser debido a la falta de abordaje por el equipo multidisciplinario, o la ausencia de conocimiento al momento de requerir estudios, tipo de radiografías cervicales y pruebas funcionales pulmonares, sobre todo en pacientes con alteraciones de la caja torácica, que pueden determinar la presencia de insuficiencia respiratoria secundaria a cifoescoliosis, algo parecido a lo encontrado con Mohammad y colaboradores con la falta de reporte de estudios complementarios, aunque observaron 17% de anomalías en las radiografías torácicas, sin mencionar cuáles fueron éstas.

La alteración del colágeno tipo I, presente en el colágeno miocárdico y vascular, puede determinar alteraciones cardíacas, incluyendo prolapso e incompetencia de la válvula mitral, dilatación de la raíz aórtica, incompetencia aórtica e incluso ruptura ventricular, como lo describen Weis y colaboradores⁽¹⁹⁾, Wong y su equipo⁽²⁰⁾, y Oakley y colegas⁽²¹⁾. Lo ideal es que se incluya la valoración cardiológica en este tipo de pacientes cuando se sometan a algún procedimiento anestésico quirúrgico. Mohammad sólo reporta el estudio ecocardiográfico en 3.2%, no realiza estudios o valoración cardiológica en casi la mayoría de sus pacientes; en nuestro estudio tenemos un mejor número de casos con valoración cardiológica, siendo menos de la mitad que cuenta con éste (44%) en los cuales se determina ausencia de alteraciones estructurales y funcionales.

Dentro de las principales complicaciones registradas en los estudios de reporte de casos está la vía aérea difícil debido a anatomía anormal, fracturas mandibulares y dentición anormal. Se adicionan las deformaciones de la espina cervical y la caja torácica, que requieren consideraciones especiales en la manipulación de la cabeza y de la articulación atlanto-occipital. En nuestro estudio sólo encontramos dos (2.2%) casos de vía aérea difícil, hallazgos muy seme-

jantes a los del estudio de Rothschild y colaboradores, el cual reportó sólo tres casos (1.5%) que requerían manejo de fibro o videolaringoscopia posterior a laringoscopia fallida; Mohammad de igual manera reporta sólo tres casos (3.2%) de vía aérea difícil, en ambos estudios se detectó OI tipo III, a diferencia de nuestros resultados, donde la vía aérea difícil estuvo presente en OI tipo I. En nuestra investigación se observó que en el primer caso de vía aérea difícil se registra una intubación orotraqueal con más de tres intentos asociada a cuello corto, Bellhouse grado II y escoliosis; y en el segundo caso, la presencia de vía aérea fue difícil con un Cormack IV, con la necesidad de hoja McCoy asociada a Bellhouse grado II, Mallampati II.

La ausencia de fracturas iatrogénicas concuerda con el estudio de Sullivan y colaboradores⁽²²⁾ en 2019, que en una revisión determinan la ausencia de fracturas por toma de presión arterial no invasiva, torniquetes y posicionamiento en el transanestésico. A diferencia de Rothschild, el cual reporta la presencia de 1%, con dos casos de fracturas en el postoperatorio inmediato, sin determinar la causa. La ausencia de las fracturas iatrogénicas puede relacionarse con mayores cuidados que se establecen durante el transanestésico de estos pacientes, información obtenida y recopilada en relación a estudios previos.

No se observó diferencia en la incidencia de complicaciones por tipo de OI. Sin embargo, nuestro estudio arrojó datos donde la OI no clasificada tuvo más casos de sangrado mayor que el previsto así como de ventilación. La OI tipo I presentó la mayor cantidad de complicaciones en conjunto con: sangrado mayor que lo esperado, ventilación difícil, intubación difícil. Esto difiere de los resultados de la investigación de Rothschild⁽¹⁷⁾, único estudio que determina las complicaciones de acuerdo al tipo de OI, donde el tipo III seguido del IV tuvieron más casos de sangrado mayor que lo previsto, falla en la colocación de bloqueos neuroaxiales y en mínima proporción la dificultad en el manejo de vía aérea.

CONCLUSIONES

La mayoría de los pacientes sometidos a cirugía ortopédica fueron del tipo III de OI. Las anestесias requeridas se llevaron a cabo con una minoría de complicaciones transanestésicas registradas. La anestesia general balanceada fue la técnica más frecuente con intubación orotraqueal, con un mínimo de complicación en la instrumentación de la vía aérea. La incidencia de transfusión sanguínea transoperatoria fue mínima a pesar del sangrado transoperatorio significativo, se apostó por el manejo conservador, evitando mayores riesgos asociados a la transfusión en pacientes pediátricos.

REFERENCIAS

1. Kliegman RM, Stanton BF, St Geme. Nelson Textbook of Pediatrics. 19th ed. Elsevier Health Sciences, 2011. Behrman RE, 2437-2440.
2. Shaker JL, Albert C, Fritz J et al. Recent developments in osteogenesis imperfecta. *F1000Res*. 2015;4:681.
3. Lim J, Grafe I, Alexander S, et al. Genetic causes and mechanisms of osteogenesis imperfecta. *Bone*. 2017;102:40-49.
4. Sillence DO, Senn A, Danks DM. Genetic heterogeneity in osteogenesis imperfecta. *J Med Genet*. 1979;16:101-116.
5. Rauch F, Glorieux FH. Osteogenesis imperfecta. *Lancet*. 2004;363:1377-1385.
6. Cabral WA, Chang W, Barnes AM, et al. Prolyl 3-hydroxylase 1 deficiency causes a recessive metabolic bone disorder resembling lethal/severe osteogenesis imperfecta. *Nat Genet*. 2007;39:359-365.
7. Shaker JL, Albert C, Fritz J, et al. Recent developments in osteogenesis imperfecta. *F1000Res*. 2015;4:681.
8. Mendoza-Londono R, Fahiminiya S, Majewski J, et al. Recessive osteogenesis imperfecta caused by missense mutations in SPARC. *Am J Hum Genet*. 2015;96:979-985.
9. Lauritzen C, Lilja J, Jarlstedt J. Airway obstruction and sleep apnea in children with craniofacial anomalies. *Plast Reconstr Surg*. 1986;77:1-6.
10. Libman R. Anesthetic considerations for the patient with osteogenesis imperfecta. *Clin Orthop Relat Res*. 1981;159:123-125.
11. Hayes M, Parker G, Ell J, Sillence D. Basilar impression complicating osteogenesis imperfecta type IV: the clinical and neuroradiological findings in four cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1999;66:357-364.
12. Sawin PD, Menezes AH. Basilar invagination in osteogenesis imperfecta and related osteochondrodysplasias: medical and surgical management. *J Neurosurg*. 1997;86:950-960.
13. Widmann RF, Bitan FD, Laplaza FJ, et al. Spinal deformity, pulmonary compromise, and quality of life in osteogenesis imperfecta. *Spine*. 1999;24:1673-1678.
14. Edge G, Okafor B, Fennelly ME, Ransford AO. An unusual manifestation of bleeding diathesis in a patient with osteogenesis imperfecta. *Eur J Anaesthesiol*. 1997;14(2):215-219.
15. Hall RMO, Henning RD, Brown TCK, Cole WG. Anaesthesia for children with osteogenesis imperfecta-a review covering 30 years and 266 anesthetics. *Pediatr Anesth*. 1992;2:115-121.
16. Bojanic K, Kivela J, Gurrieri C, Deutsch E, Flick R, Sprung J, Weingarten T. Perioperative course and intraoperative temperatures in patients with osteogenesis imperfecta. *Eur J Anaesthesiol*. 2011;28:370-375.
17. Rothschild L, Goeller JK, Voronov P, Barabanova A, Smith P. Anesthesia in children with osteogenesis imperfecta: Retrospective chart review of 83 patients and 205 anesthetics over 7 years. *Pediatr Anesth*. 2018;28:1050-1058.
18. Mohammad M, Cronjé L, Kusel B. A retrospective study to evaluate the anaesthetic choices and complications for patients with osteogenesis imperfecta at a quaternary referral hospital. *South African J Anaesth Analg*. 2020;26:45-50.
19. Weis SM, Emery JL, Becker KD, McBride DJ Jr, Omens JH, McCulloch AD. Myocardial mechanics and collagen structure in the osteogenesis imperfecta murine. *Circ Res*. 2000;87:663-676.
20. Wong RS, Follis FM, Shively BK, Wernly JA. Osteogenesis imperfecta and cardiovascular diseases. *Ann Thorac Surg*. 1995;60:1439-1443.
21. Oakley I, Reece LP. Anesthetic implications for the patient with osteogenesis imperfecta. *AANA J*. 2010;78:47-53.
22. Sullivan BT, Margalit A, Garg VS, Njoku DB, Sponseller PD. incidence of fractures from perioperative blood pressure cuff use, tourniquet use, and patient positioning in osteogenesis imperfecta. *J Pediatr Orthop*. 2019;39:e68-e70.