

Recomendaciones de la ICM-VTE: pediatría

Los delegados de pediatría de ICM-VTE*

Pregunta 1: ¿Son los factores de riesgo de tromboembolismo venoso (TEV) después de procedimientos en cirugía ortopédica diferentes entre niños y adultos?

Respuesta/Recomendación: muchos factores de riesgo para TEV en pacientes ortopédicos pediátricos son similares a los de los adultos. Estos incluyen edades mayores (adolescentes), trauma, malignidad, ciertas infecciones, trastornos de la coagulación y antecedentes personales o familiares de TEV. Sin embargo, ciertos factores de riesgo de TEV informados en la literatura para adultos (p.ej., fumar) pueden ser menos frecuentes en los niños y viceversa (p.ej., trombofilia congénita).

Fuerza de la recomendación: moderada.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstención: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificación: el TEV es una complicación común en adultos al someterse a una cirugía ortopédica y los factores de riesgo para esta condición están bien establecidos. Por el contrario, el TEV es extremadamente raro en pacientes ortopédicos pediátricos⁽¹⁾. La incidencia de TEV se ha informado en un 0,0515% para pacientes pediátricos ingresados después de procedimientos ortopédicos electivos⁽²⁾. La incidencia aumenta al 0,10% cuando se incluyen procedimientos no electivos⁽³⁾ y alcanza un máximo de 0,68% en pacientes traumatizados^(4,5).

Los datos epidemiológicos han demostrado que la incidencia de TEV pediátrico es bimodal, con las tasas de incidencia más altas en infantes y adolescentes⁽⁶⁾. Poblaciones de pacientes pediátricos con ciertas condiciones tienen un mayor riesgo de TEV. Estas condiciones incluyen: cardiopatía congénita, síndrome nefrótico, esplenectomía previa en pacientes con anemia hemolítica, colectomía en pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal, trombofilia

congénita y otras enfermedades genéticas o metabólicas⁽⁷⁾. La trombosis relacionada con el catéter es la causa más común de TEV pediátrico⁽⁸⁻¹⁰⁾. Los catéteres venosos centrales (CVC) pueden dañar la pared del vaso, aumentar la turbulencia del flujo sanguíneo, introducir sustancias que dañan las células endoteliales y contener materiales trombogénicos.

Debido a la compleja fisiopatología de los pacientes pediátricos, los pacientes ortopédicos pediátricos tienen diferentes factores de riesgo de TEV en comparación con sus homólogos no ortopédicos^(11,12). Actualmente, la literatura sugiere que los factores de riesgo más comunes para TEV en los pacientes ortopédicos pediátricos son: adolescentes, traumatismos, infecciones, cáncer, trastornos de la coagulación y antecedentes personales o familiares de TEV^(9,11,13).

Los pacientes pediátricos con trauma son un subgrupo identificable que tiene mayor riesgo de TEV⁽¹⁴⁾. Sin embargo, el riesgo de TEV no es uniforme en todos los grupos de edad y la mayoría de los casos ocurren en niños de 10 a 15 años (0,1%). En un estudio, Guzmán *et al.*⁽⁴⁾ encontraron que los pacientes pediátricos más jóvenes con traumatismos (es decir, menores de 10 años) tenían un riesgo mucho menor de TEV en comparación con los adolescentes de 13 a 15 años. Además, los pacientes adolescentes mayores (> 16 años) fisiológicamente se parecían a los adultos y tenían frecuencias de TEV similares a las de la población adulta^(4,8,11,15-18). Otra población ortopédica pediátrica específica con mayor riesgo de TEV son los niños con infecciones musculoesqueléticas como osteomielitis o artritis séptica, especialmente si la infección es por *Staphylococcus aureus*^(9,19-23). La gravedad y la duración de la elevación de la proteína C reactiva (PCR) puede predecir el desarrollo de TEV; cada aumento de 20 mg/L en la PCR se ha asociado con un aumento del 29% en el riesgo de trombosis⁽²⁴⁾.

En conclusión, existe una escasez de datos de alta calidad sobre los factores de riesgo de TEV en pa-

* Se incluye una lista de los delegados de pediatría de ICM-VTE en el apéndice al final del capítulo.

Divulgación: los formularios de **divulgación de posibles conflictos de intereses** se proporcionan *online* en el siguiente enlace al documento original en inglés: <http://links.lww.com/JBJS/G866>

cientes ortopédicos pediátricos. Los factores de riesgo de TEV en pacientes ortopédicos pediátricos son en gran parte similares a los de los adultos cuando se consideran las mismas comorbilidades. Se necesitan más estudios para desarrollar protocolos de estratificación de riesgos específicos para pacientes ortopédicos pediátricos para determinar qué subgrupo de pacientes puede beneficiarse de la profilaxis del TEV.

Graham S. Goh, John J. Corvi, Robert F. Murphy

Referencias

- Rohrer MJ, Cutler BS, MacDougall E, Herrmann JB, Anderson FA Jr, Wheeler HB. A prospective study of the incidence of deep venous thrombosis in hospitalized children. *J Vasc Surg.* 1996 Jul;24(1):46-9; discussion:50.
- Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Siparsky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of Deep Vein Thrombosis and Pulmonary Embolism in the Elective Pediatric Orthopaedic Patient. *J Pediatr Orthop.* 2016 Jan;36(1):101-9.
- Baker D, Sherrod B, McGwin G Jr, Ponce B, Gilbert S. Complications and 30-day Outcomes Associated With Venous Thromboembolism in the Pediatric Orthopaedic Surgical Population. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016 Mar;24(3):196-206.
- Guzman D, Sabharwal S, Zhao C, Sabharwal S. Venous thromboembolism among pediatric orthopedic trauma patients: a database analysis. *J Pediatr Orthop B.* 2018 Mar;27(2):93-8.
- Murphy RF, Naqvi M, Miller PE, Feldman L, Shore BJ. Pediatric orthopaedic lower extremity trauma and venous thromboembolism. *J Child Orthop.* 2015 Oct;9(5):381-4.
- Mahajerin A, Croteau SE. Epidemiology and Risk Assessment of Pediatric Venous Thromboembolism. *Front Pediatr.* 2017 Apr 10;5:68.
- Gerotziakas GT. Risk factors for venous thromboembolism in children. *Int Angiol.* 2004 Sep;23(3):195-205.
- Allen CJ, Murray CR, Meizoso JP, Ray JJ, Neville HL, Schulman CL, et al. Risk factors for venous thromboembolism after pediatric trauma. *J Pediatr Surg.* 2016 Jan;51(1):168-71.
- Kim SJ, Sabharwal S. Risk factors for venous thromboembolism in hospitalized children and adolescents: a systemic review and pooled analysis. *J Pediatr Orthop B.* 2014 Jul;23(4):389-93.
- Revel-Vilk S, Chan A, Bauman M, Massicotte P. Prothrombotic conditions in an unselected cohort of children with venous thromboembolic disease. *J Thromb Haemost.* 2003 May;1(5):915-21.
- Samineni AV, Sanborn R, Shea J, Cook D, May CJ, Heyworth BE, Shore BJ. Pediatric Venous Thromboembolism: Different Rates of Incidence, Anatomic Locations, and Risk Factors Between Orthopaedic and Nonorthopaedic Related Patients. *J Pediatr Orthop.* 2021 Jul 1;41(6):379-84.
- Spentziouris G, Scriven RJ, Lee TK, Labropoulos N. Pediatric venous thromboembolism in relation to adults. *J Vasc Surg.* 2012 Jun;55(6):1785-93.
- Shore BJ, Flaugher R, Shannon BA, Curran P, Hogue G. Preoperative Considerations for Teenagers Undergoing Orthopaedic Surgery: VTE Prevention, Mental Health Assessment, Vaping, and Drug Addiction. *J Pediatr Orthop.* 2021 Jul 1;41(Suppl 1):S64-9.
- Vavilala MS, Nathens AB, Jurkovich GJ, Mackenzie E, Rivara FP. Risk factors for venous thromboembolism in pediatric trauma. *J Trauma.* 2002 May; 52(5):922-7.
- Vu LT, Nobuhara KK, Lee H, Farmer DL. Determination of risk factors for deep venous thrombosis in hospitalized children. *J Pediatr Surg.* 2008 Jun;43(6):1095-9.
- Sabharwal S, Zhao C, Passanante M. Venous thromboembolism in children: details of 46 cases based on a follow-up survey of POSNA members. *J Pediatr Orthop.* 2013 Oct-Nov;33(7):768-74.

- Dhaliwal J. Venous Thromboembolism after Trauma: When Do Children Become Adults? *J Emerg Med.* 2014;46(6):874-5.
- Padhye K, El-Hawary R, Price V, Stevens S, Branchford B, Kulkarni K. Development of a perioperative venous thromboembolism prophylaxis algorithm for pediatric orthopedic surgical patients. *Pediatr Hematol Oncol.* 2020 Mar;37(2):109-18.
- Letts M, Lalonde F, Davidson D, Hosking M, Halton J. Atrial and venous thrombosis secondary to septic arthritis of the sacroiliac joint in a child with hereditary protein C deficiency. *J Pediatr Orthop.* 1999 Mar-Apr;19(2):156-60.
- Walsh S, Phillips F. Deep vein thrombosis associated with pediatric musculoskeletal sepsis. *J Pediatr Orthop.* 2002 May-Jun;22(3):329-32.
- Crary SE, Buchanan GR, Drake CE, Journeycake JM. Venous thrombosis and thromboembolism in children with osteomyelitis. *J Pediatr.* 2006 Oct;149(4):537-41.
- Vander Have KL, Karmazyn B, Verma M, Caird MS, Hisinger RN, Farley FA, Lubicky JP. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in acute musculoskeletal infection in children: a game changer. *J Pediatr Orthop.* 2009 Dec;29(8):927-31.
- Ligon JA, Journeycake JM, Josephs SC, Tareen NG, Lindsay EA, Copley LAB. Differentiation of Deep Venous Thrombosis Among Children With or Without Osteomyelitis. *J Pediatr Orthop.* 2018 Nov/Dec;38(10):e597-603.
- Amaro E, Marvi TK, Posey SL, Benvenuti MA, An TJ, Dale KM, et al. C-Reactive Protein Predicts Risk of Venous Thromboembolism in Pediatric Musculoskeletal Infection. *J Pediatr Orthop.* 2019 Jan;39(1):e62-7.

Pregunta 2: ¿Existen métodos de estratificación del riesgo específicos para tromboembolismo venoso (TEV) en pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica?

Respuesta/Recomendación: la adolescencia, la colocación de un catéter venoso central (CVC), la obesidad, traumatismos y el uso de anticonceptivos orales (ACO) son los factores de riesgo informados con mayor frecuencia para TEV en pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica. Actualmente, no existen herramientas estandarizadas que estén lo suficientemente bien desarrolladas para capturar todos estos factores. Debido a la baja incidencia de TEV en la población pediátrica, la profilaxis del TEV no debe usarse de forma rutinaria excepto en pacientes de alto riesgo individual que pueden ser identificados con una anamnesis detallada.

Fuerza de la recomendación: moderada.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstención: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificación: numerosos estudios han documentado el aumento del riesgo de TEV en pacientes sometidos a cirugía ortopédica. Ha sido ampliamente reportado que la incidencia de TEV es menor entre los pacientes pediátricos que en los adultos⁽²⁵⁻³⁰⁾. La literatura existente documenta varias características de los pacientes, comorbilidades y variables perioperatorias que pueden correlacionarse con un mayor riesgo de TEV entre los pacientes ortopédicos pediá-

tricos. En función de estos estudios, se han propuesto herramientas y algoritmos de evaluación y detección del riesgo de TEV para guiar la estratificación del riesgo e informar la toma de decisiones clínicas en cuanto a la utilización de estrategias de tromboprolifaxis⁽³⁷⁻³⁸⁾. Sin embargo, en comparación con las guías de TEV existentes para pacientes adultos, la información actual sobre pacientes pediátricos ha sido mal sintetizada, sin un consenso claro sobre los predictores independientes del riesgo de TEV. Los estudios anteriores se han limitado por tener un enfoque clínico limitado (p.ej., pacientes con traumatismos en las extremidades inferiores solamente), muy pocos eventos de TEV para correlaciones significativas, variables de confusión no controladas y hallazgos contradictorios con informes publicados anteriormente. Como resultado, las directrices sobre la profilaxis del TEV dependen de métodos aparentemente discordantes de estratificación del riesgo.

Realizamos una revisión de la literatura actual sobre los factores de riesgo de TEV en pacientes ortopédicos pediátricos; esto se hizo en un esfuerzo por medir la confiabilidad de estudios recientes y para evaluar los métodos de estratificación del riesgo más ampliamente adoptados para esta población.

Los estudios sobre la población pediátrica citan constantemente la edad y la adolescencia como los factores de riesgo más comunes de TEV^(26-28,34-38). Jain *et al.*⁽³⁵⁾ reportaron que, por cada año de edad, la incidencia de TEV aumentó 1,37 veces ($p < 0,01$) entre los pacientes menores de 18 años sometidos a cirugía de fusión espinal. Samineni *et al.*⁽³⁷⁾ encontraron que la edad media de TEV entre pacientes ortopédicos fue de 15,2 años, en comparación con 9,9 años para TEV entre pacientes no ortopédicos ($p < 0,0001$). Murphy *et al.* y Guzmán *et al.* informaron que las edades medias de los niños que desarrollaron y que no desarrollaron TEV fueron 16,9 *versus* 15,1 años ($p = 0,01$) y 17 vs. 12 años, respectivamente^(10,39). Van Arendonk *et al.* subdividieron su población de estudio y encontraron los siguientes perfiles de riesgo para cada subgrupo de edad: 0-12 años –*odds ratio* (OR): 1-, 13-15 años (OR: 1,96; $p < 0,001$), 16-21 años (OR: 3,77; $p < 0,001$). Solo un estudio en nuestra revisión afirmó que no encuentran asociación entre la edad y el riesgo de TEV. Sin embargo, los autores de ese estudio no pudieron identificar ningún otro factor de riesgo⁽⁴⁰⁾. En general, los estudios informaron que el aumento de la edad (generalmente pasados 12 años) incrementó el riesgo de TEV. Una variable perioperatoria reportada frecuentemente asociada con mayor riesgo de TEV es la presencia de un CVC o catéter central periférico (*peripherally inserted central catheter* –PICC–)^(34,36,38,41,42). Van Arendonk *et al.* encontraron que la presencia de un PICC aumenta la OR para el diagnóstico de TEV a

1,33 ($p < 0,001$)⁽³⁸⁾. Más recientemente, Baker *et al.* sugirieron que la fisiopatología de esta relación puede pertenecer a la infección del torrente sanguíneo asociada al CVC ($p < 0,001$)⁽⁴¹⁾.

Otra comorbilidad de los pacientes comúnmente citada conocida por aumentar el riesgo de TEV es la obesidad o el síndrome metabólico^(26,27,34,38). Van Arendonk *et al.* informaron una OR de 3,03 para el desarrollo de TEV entre pacientes obesos en comparación con pacientes con un índice de masa corporal (IMC) normal ($p < 0,001$)⁽³⁸⁾. La estancia hospitalaria prolongada también se ha asociado con un mayor riesgo de TEV. De todos modos, tal vez sea un desafío inferir relaciones causales con pacientes que puedan tener otras comorbilidades médicas o factores socioeconómicos, que pueden afectar esta variable^(26,34,38,41).

El enfoque clínico restringido de la mayoría de los artículos que revisamos dificultó el análisis de la distribución de los diferentes tipos de lesiones entre los pacientes que desarrollan TEV en esta configuración. En general, encontramos que los pacientes pediátricos con fracturas múltiples o las que se presentan con politraumatismos tenían más probabilidades de ser diagnosticados con TEV durante su atención ortopédica^(26,28,34,38). Además, la asociación entre la puntuación de gravedad de la lesión (*injury severity score* –ISS–) y el diagnóstico de TEV fue validada por Van Arendonk *et al.* Ellos encontraron una relación directa entre los dos: lesión leve, ISS < 9 (OR: 1; referencia); lesión moderada, ISS 9-15 (OR: 3,95; $p < 0,001$); lesión grave, ISS 16-24 (OR: 5,94; $p < 0,001$); lesión muy grave, ISS 25-75 (OR: 7,19; $p < 0,001$). Además, también encontraron una relación similar entre el riesgo de TEV y un empeoramiento de la puntuación de la escala de coma de Glasgow (*Glasgow coma scale* –GCS–)⁽³⁸⁾.

También hay alguna evidencia que sugiere que los pacientes con enfermedades neuromusculares u otras condiciones sindrómicas pueden tener mayor riesgo de TEV^(26,35). Jain *et al.* informaron que, entre pacientes pediátricos de columna, los niños con escoliosis idiopática demostraron la incidencia más baja de TEV después de la cirugía correctiva de columna (OR: 1; referencia); en comparación, los niños con escoliosis/cifoescoliosis congénita y la sindrómica tenían un riesgo mucho mayor (OR: 4,21; $p = 0,04$ y OR: 7,14; $p < 0,01$, respectivamente). Además, los niños con fracturas toracolumbares que se sometieron a cirugía de columna fueron los que presentaron la mayor incidencia de TEV (OR: 12,59; $p < 0,01$)⁽³⁵⁾. Del mismo modo, Georgopoulos *et al.* (2016) informaron que los trastornos neuromusculares y neurológicos estaban asociados significativamente con TEV ($p = 0,0042$)⁽²⁶⁾. En esta revisión se consideraron otros factores asociados con TEV. Sin embargo, el consenso sobre estas variables se basó en información limitada.

Dos estudios sugirieron que el estado de intubación del paciente se asoció con el desarrollo de TEV en la población ortopédica pediátrica^(38,41). Además, un estudio en nuestra revisión informó sobre el tiempo de torniquete prolongado en adolescentes sometidos a artroscopia de rodilla⁽⁴⁷⁾. La mayoría de las pruebas sugiere que tanto hombres como mujeres son vulnerables a TEV y que el sexo del paciente no es un predictor significativo del riesgo de TEV^(27,35,38,40).

Descubrimos que un número limitado de herramientas de detección para TEV se usaban específicamente para pacientes de ortopedia pediátrica^(31,33,39). Los factores de riesgo comúnmente destacados en la población pediátrica incluyen edad avanzada, obesidad, uso de CVC y antecedentes familiares o individuales pasados positivos de TEV. Padhye *et al.* desarrollaron una herramienta de detección que asignó un punto para cada uno de los siguientes factores de riesgo: edad > 14 años, IMC > 30 kg/m², movilidad limitada o alterada > 48 horas, anomalías del flujo cardiovascular, síndromes metabólicos, CVC, cirugía prolongada > 120 minutos y cirugía repetida/complicada. Si los pacientes tenían una puntuación de 4 o más puntos, se recomendaba derivación inmediata a hematología. Es más, estos pacientes son candidatos para profilaxis química y mecánica del TEV⁽³³⁾. En otro estudio, Ellis *et al.* informaron sobre la eficacia de una herramienta de detección que categorizó los factores de riesgo como de alto riesgo (familiares o antecedentes médicos de TEV), de riesgo mayor (ACO, CVC y cáncer) y de riesgo menor (obesidad y otras comorbilidades diversas). El uso de la herramienta de detección aumentó significativamente la sensibilidad para identificar factores de riesgo tales como antecedentes familiares de coágulos sanguíneos ($p < 0,001$), antecedentes de coágulos sanguíneos previos ($p = 0,059$), abortos recurrentes en la familia ($p = 0,010$) y exposición al tabaquismo ($p = 0,062$)⁽³¹⁾. Ambos estudios recomendaron el inicio de la profilaxis del TEV dependiendo del número y/o la gravedad de los factores de riesgo según lo determinado por su herramienta de evaluación^(31,33).

Un estudio reciente de MacNevin *et al.* evaluó la eficacia de una herramienta de detección de TEV perioroperatoria existente. Similar a las dos herramientas de detección anteriores, clasificaron a los pacientes por “niveles de riesgo” en función de sus “puntuaciones de riesgo”: nivel 1 de riesgo bajo (puntuación de riesgo 0 a 2), nivel 2 riesgo moderado (puntuación de riesgo 3) y nivel 3 de alto riesgo (puntuación de riesgo > 4). Aunque no se informaron factores de riesgo específicos en el estudio, encontraron una reducción significativa (4,09 vs. 2,13%; $p = 0,046$) con el uso de tromboprofilaxis en la cohorte de pacientes quirúrgicos después de la implementación de la herramienta de detección. Los pacientes de riesgo moderado y alto

también tenían más probabilidades de someterse a procedimientos quirúrgicos óseos, cirugía de escoliosis y cirugía de cadera⁽³²⁾.

Finalmente, en una encuesta reciente de miembros de la Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA), los encuestados reportaron el uso de ACO (81,2%), el antecedente familiar de trombosis (72,8%) y la obesidad (70,7%) como los factores de riesgo principales que utilizaron para guiar la implementación de profilaxis química y mecánica de TEV en sus pacientes⁽³⁹⁾. Procedimientos relacionados con el trauma (65%), fusión espinal (64%) y reconstrucción de cadera (60%) tenían la mayor frecuencia de uso de profilaxis del TEV; la cirugía en pacientes con diagnóstico neuromuscular previo tuvo un efecto considerablemente menor en la frecuencia (34%; $p < 0,001$)⁽³⁶⁾. Del mismo modo, Van Arendonk *et al.* informaron sobre un aumento de la OR para TEV en pacientes con trauma con una puntuación alta en la ISS⁽³⁸⁾.

En resumen, la edad avanzada, la colocación de CVC, la obesidad, el trauma y el uso de ACO son los factores de riesgo más comúnmente informados para TEV en pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica. Actualmente, no existen herramientas estandarizadas que estén lo suficientemente bien desarrolladas para capturar todos estos factores. Debido a la baja incidencia de TEV en la población pediátrica, la quimioprofilaxis del TEV no debe usarse de forma rutinaria excepto en individuos de alto riesgo que pueden ser identificados con preguntas de cribado sencillas.

Frederick Mun, Arjun Gupta,
Manjeera S.B. Rednam, Ashok N. Johari, Amit Jain

Referencias

25. Andrew M, David M, Adams M, Ali K, Anderson R, Barnard D, et al. Venous thromboembolic complications (VTE) in children: first analyses of the Canadian Registry of VTE. *Blood*. 1994 Mar 1;83(5):1251-7.
26. Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Siparsky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of Deep Vein Thrombosis and Pulmonary Embolism in the Elective Pediatric Orthopaedic Patient. *J Pediatr Orthop*. 2016 Jan;36(1):101-9.
27. Murphy RF, Heyworth B, Kramer D, Naqvi M, Miller PE, Yen YM, et al. Symptomatic Venous Thromboembolism After Adolescent Knee Arthroscopy. *J Pediatr Orthop*. 2019 Mar;39(3):125-9.
28. Murphy RF, Naqvi M, Miller PE, Feldman L, Shore BJ. Pediatric orthopaedic lower extremity trauma and venous thromboembolism. *J Child Orthop*. 2015 Oct;9(5):381-4.
29. Sandoval JA, Sheehan MP, Stonerock CE, Shafique S, Rescorla EJ, Dalsing MC. Incidence, risk factors, and treatment patterns for deep venous thrombosis in hospitalized children: an increasing population at risk. *J Vasc Surg*. 2008 Apr;47(4):837-43.
30. Victoria T, Mong A, Altes T, Jawad AF, Hernández A, González L, et al. Evaluation of pulmonary embolism in a pediatric population with high clinical suspicion. *Pediatr Radiol*. 2009 Jan;39(1):35-41.
31. Ellis HB Jr, Sabatino MJ, Clarke Z, Dennis G, Fletcher AL, Wyatt CW, et al. The Importance of a Standardized Screening Tool to Identify Thromboembolic Risk Factors in Pediatric Lower Extremity Arthroscopy Patients. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019 May 1;27(9):335-43.

32. MacNevin W, Padhye K, Alkhalife Y, Price V, El-Hawary R, Branchford BR, et al. Optimizing pharmacologic thromboprophylaxis use in pediatric orthopedic surgical patients through implementation of a perioperative venous thromboembolism risk screening tool. *Pediatr Blood Cancer*. 2021 Feb;68(2):e28803.
33. Padhye K, El-Hawary R, Price V, Stevens S, Branchford B, Kulkarni K. Development of a perioperative venous thromboembolism prophylaxis algorithm for pediatric orthopedic surgical patients. *Pediatr Hematol Oncol*. 2020 Mar;37(2):109-18.
34. Guzman D, Sabharwal S, Zhao C, Sabharwal S. Venous thromboembolism among pediatric orthopedic trauma patients: a database analysis. *J Pediatr Orthop B*. 2018 Mar;27(2):93-8.
35. Jain A, Karas DJ, Skolasky RL, Sponseller PD. Thromboembolic complications in children after spinal fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 Jul 15;39(16):1325-9.
36. Sabharwal S, Zhao C, Passanante M. Venous thromboembolism in children: details of 46 cases based on a follow-up survey of POSNA members. *J Pediatr Orthop*. 2013 Oct-Nov;33(7):768-74.
37. Samineni AV, Sanborn R, Shea J, Cook D, May CJ, Heyworth BE, Shore BJ. Pediatric Venous Thromboembolism: Different Rates of Incidence, Anatomic Locations, and Risk Factors Between Orthopaedic and Nonorthopaedic Related Patients. *J Pediatr Orthop*. 2021 Jul 1;41(6):379-84.
38. Van Arendonk KJ, Schneider EB, Haider AH, Colombani PM, Stewart FD, Haut ER. Venous thromboembolism after trauma: when do children become adults? *JAMA Surg*. 2013 Dec;148(12):1123-30.
39. Murphy RF, Williams D, Hogue GD, Spence DD, Epps H, Chambers HG, Shore BJ. Prophylaxis for Pediatric Venous Thromboembolism: Current Status and Changes Across Pediatric Orthopaedic Society of North America From 2011. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020 May 1;28(9):388-94.
40. Allahabadi S, Faust M, Swarup I. Venous Thromboembolism After Pelvic Osteotomy in Adolescent Patients: A Database Study Characterizing Rates and Current Practices. *J Pediatr Orthop*. 2021 May-Jun 1;41(5):306-11.
41. Baker D, Sherrod B, McGwin G Jr, Ponce B, Gilbert S. Complications and 30-day Outcomes Associated With Venous Thromboembolism in the Pediatric Orthopaedic Surgical Population. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016 Mar;24(3):196-206.
42. Shore BJ, Hall M, Matheney TH, Snyder B, Trenor CC 3rd, Berry JG. Incidence of Pediatric Venous Thromboembolism After Elective Spine and Lower-Extremity Surgery in Children With Neuromuscular Complex Chronic Conditions: Do we Need Prophylaxis? *J Pediatr Orthop*. 2020 May/Jun;40(5):e375-9.

Pregunta 3: En pacientes pediátricos sometidos a procedimientos de cirugía ortopédica, ¿influye la madurez esquelética y el género en la elección de la profilaxis del tromboembolismo venoso (TEV)?

Respuesta/Recomendación: el género no influye en la elección de la profilaxis del TEV. Sin embargo, los pacientes pediátricos de alto riesgo ≥ 13 años pueden beneficiarse de la administración de profilaxis del TEV.

Fuerza de la recomendación: fuerte.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstención: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificación: varias guías de práctica clínica (GPC) han identificado repetidamente a la adolescencia como un factor de riesgo para el desarrollo de TEV. Por el contrario, el género del paciente no ha sido reconocido como un factor de riesgo para el desarrollo

de TEV. La mayoría de los estudios se refieren a la madurez esquelética como edad cronológica. Terminología como “pubertad” y “adolescencia” también ha sido utilizada por algunos autores⁽⁴³⁻⁴⁸⁾. A diferencia de los adultos, hay una escasez de evidencia sobre los riesgos y beneficios de la profilaxis del TEV en niños. Además, la mayoría de los estudios existentes se realizaron en pacientes pediátricos que sufrieron lesiones traumáticas⁽⁴⁹⁻⁵²⁾, muy pocos estudios evalúan a pacientes que deben someterse a procedimientos de cirugía ortopédica electiva⁽⁵³⁻⁵⁶⁾. Las intervenciones para prevenir el TEV incluyen deambulación temprana en el postoperatorio, profilaxis mecánica y profilaxis farmacológica. El umbral de riesgo de TEV para la administración de profilaxis debe evaluar tanto el daño de un evento de TEV como los posibles efectos secundarios adversos provocados por el propio agente profiláctico⁽⁵⁷⁻⁶⁶⁾.

La mayoría de los estudios que evalúan la incidencia de TEV en pacientes pediátricos no mostraron diferencia en el riesgo con respecto al género⁽⁶⁷⁻⁷⁵⁾. Algunos estudios aislados identificaron el género femenino como un factor contribuyente; sin embargo, el nivel de contribución al riesgo fue insignificante en comparación con otros factores de riesgo⁽⁷⁶⁻⁷⁷⁾. La edad precisa a la que los pacientes pediátricos están en su punto más alto de riesgo de TEV sigue siendo desconocida. La evidencia hasta la fecha sugiere que, en pacientes pediátricos que se someten a procedimientos ortopédicos, los mayores de 13 años tienen mayor riesgo de desarrollo de TEV^(78,79).

Debido a la baja incidencia de TEV en pacientes quirúrgicos ortopédicos pediátricos y a los considerables riesgos asociados con la administración de tromboprophylaxis, no se puede recomendar la tromboprophylaxis universal⁽⁷²⁾. La edad a la que un paciente pediátrico se considera en riesgo significativo de desarrollar TEV sigue siendo un tema polémico. Los límites de edad para el riesgo de TEV tienden al rango de 9 a 15. La ambivalencia hacia la edad y el riesgo está mejor reflejada en un estudio de consenso multidisciplinario nacional sobre TEV en trauma pediátrico. Descubrieron que el riesgo de TEV parece aumentar en la adolescencia temprana y continúa aumentando en la adultez joven⁽⁷²⁾. Una encuesta de centros de trauma pediátrico indicó que el 13% de estos describieron el uso de profilaxis con heparina de bajo peso molecular (HBPM) en pacientes de 11 a 15 años como “a menudo” o “siempre”. Además, la incidencia aumentó al 57% en pacientes de 16 a 20⁽⁴⁶⁾.

En 2017, la Pediatric Trauma Society (PTS), en conjunto con la Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST), realizó una revisión sistemática y publicó una GPC sobre profilaxis frente a TEV en trauma pediátrico⁽⁸⁰⁾. Recomendaron que se considere la

trombopprofilaxis farmacológica y/o mecánica en todos los pacientes pediátricos con trauma ≥ 15 años de edad que tienen bajo riesgo de sangrado. Sin embargo, debido a la insuficiencia de los datos disponibles, la importancia de estas GPC fue limitada. Además, no hay evidencia para apoyar la vigilancia de rutina con ecografía para TEV en niños traumatizados⁽⁸¹⁾.

En un estudio, Hanson *et al.*⁽⁷⁹⁾ concluyeron que, a pesar de la baja incidencia de TEV, los datos emergentes indican que los pacientes adolescentes críticamente lesionados corren un riesgo significativo de desarrollar TEV. Como el riesgo de sangrado con dosis profilácticas de HBPM es bastante bajo, los pacientes adolescentes con lesiones críticas son una población que se beneficiará enormemente de la implementación de un protocolo para la profilaxis del TEV. Junto con la profilaxis mecánica, la HBPM es apropiada para muchos pacientes adolescentes lesionados críticos que tienen un bajo riesgo de sangrado. GPC sobre la movilización postoperatoria temprana y agresiva han ayudado drásticamente reducir la ocurrencia de TEV, por lo que debe continuar siendo parte del estándar de cuidado de estos pacientes. En un metaanálisis reciente de estudios sobre factores de riesgo de TEV y los modelos de evaluación de riesgo de TEV, Mahajerin *et al.*⁽⁸⁰⁾ encontraron que, en niños con bajo riesgo de sangrado hospitalizados por una lesión traumática, se debe considerar la profilaxis farmacológica para los mayores de 15 años, en los pospuberales más jóvenes y en niños con una puntuación de gravedad de lesión (*injury severity score* –ISS–) > 25 . Además, recomendaron en contra el uso de profilaxis farmacológica de rutina en niños prepuberales, incluso aquellos con ISS > 25 . De manera similar, las pautas de la EAST actuales establecen que la profilaxis solo debe usarse en niños ≥ 15 años, niños mayores o pospuberales menores de 15 años con un ISS mayor de 25. Sin embargo, estas pautas no son definitivas debido a la falta de datos de apoyo y la baja calidad de la evidencia.

A pesar de la escasez de evidencia que sustente algoritmos de tratamiento fiables, se han establecido GPC sobre el manejo del TEV en pediatría. En general, todos han identificado la adolescencia y una mayor edad como factores de riesgo independientes e identificado límites de edad particulares para la administración de agentes profilácticos específicos de TEV^(82,83). Si bien la incidencia general de TEV en pacientes pediátricos sigue siendo baja, la identificación de un agente profiláctico que sea seguro y eficaz sigue siendo un desafío. Actualmente, no existe un algoritmo de tratamiento fiable para el manejo del TEV en pacientes pediátricos, requiriendo más ensayos con diseños de estudio innovadores para ayudar a su desarrollo.

Enric Castellet, Miriam Basagaña-Farres

Referencias

43. Euling SY, Herman-Giddens ME, Lee PA, Selevan SG, Juul A, Sørensen TI, et al. Examination of US puberty-timing data from 1940 to 1994 for secular trends: panel findings. *Pediatrics*. 2008 Feb;121(Suppl 3):S172-91.
44. Ishola T, Kirk SE, Guffey D, Voigt K, Shah MD, Srivaths L. Risk factors and co-morbidities in adolescent thromboembolism are different than those in younger children. *Thromb Res*. 2016 May;141:178-82.
45. Meier KA, Clark E, Tarango C, Chima RS, Shaughnessy E. Venous thromboembolism in hospitalized adolescents: an approach to risk assessment and prophylaxis. *Hosp Pediatr*. 2015 Jan;5(1):44-51.
46. O'Brien SH, Haley K, Kelleher KJ, Wang W, McKenna C, Gaines BA. Variation in DVT prophylaxis for adolescent trauma patients: a survey of the Society of Trauma Nurses. *J Trauma Nurs*. 2008 Apr-Jun;13(2):53-7.
47. Sherrod BA, McClugage SG 3rd, Mortellaro VE, Aban IB, Rocque BG. Venous thromboembolism following inpatient pediatric surgery: Analysis of 153,220 patients. *J Pediatr Surg*. 2019 Apr;54(4):631-9.
48. Van Arendonk KJ, Schneider EB, Haider AH, Colombani PM, Stewart FD, Haut ER. Venous thromboembolism after trauma: when do children become adults? *JAMA Surg*. 2013 Dec;148(12):1123-30.
49. Hanson SJ, Punzalan RC, Christensen MA, Ghanayem NS, Kuhn EM, Havens PL. Incidence and risk factors for venous thromboembolism in critically ill children with cardiac disease. *Pediatr Cardiol*. 2012 Jan;33(1):103-8.
50. Harris DA, Lam S. Venous thromboembolism in the setting of pediatric traumatic brain injury. *J Neurosurg Pediatr*. 2014 Apr;13(4):448-55.
51. O'Brien SH, Candrilli SD, O'Brien SH. In the absence of a central venous catheter, risk of venous thromboembolism is low in critically injured children, adolescents, and young adults: evidence from the National Trauma Data Bank. *Pediatr Crit Care Med*. 2011 May;12(3):251-6.
52. Chima RS, Hanson SJ. Venous Thromboembolism in Critical Illness and Trauma: Pediatric Perspectives. *Front Pediatr*. 2017 Mar 13;5:47.
53. Murphy RF, Williams D, Hogue GD, Spence DD, Epps H, Chambers HG, Shore BJ. Prophylaxis for Pediatric Venous Thromboembolism: Current Status and Changes Across Pediatric Orthopaedic Society of North America From 2011. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020 May 1;28(9):388-94.
54. Jain A, Karas DJ, Skolasky RL, Sponseller PD. Thromboembolic complications in children after spinal fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 Jul 15;39(16):1325-9.
55. Odent T, de Courtivron B, Gruel Y. Thrombotic risk in children undergoing orthopedic surgery. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020 Feb;106(15):S109-14.
56. Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Spirsaky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of Deep Vein Thrombosis and Pulmonary Embolism in the Elective Pediatric Orthopaedic Patient. *J Pediatr Orthop*. 2016 Jan;36(1):101-9.
57. Azu MC, McCormack JE, Scriven RJ, Brebbia JS, Shapiro MJ, Lee TK. Venous thromboembolic events in pediatric trauma patients: is prophylaxis necessary? *J Trauma*. 2005 Dec;59(6):1345-9.
58. Badawy SM, Rychlik K, Sharathkumar AA. Current Practice of Pharmacological Thromboprophylaxis for Prevention of Venous Thromboembolism in Hospitalized Children: A Survey of Pediatric Hemostasis and Thrombosis Experts in North America. *J Pediatr Hematol Oncol*. 2016 May;38(4):301-7.
59. Bidlingmaier C, Kenet G, Kurnik K, Mathew P, Manner D, Mitchell L, et al. Safety and efficacy of low molecular weight heparins in children: a systematic review of the literature and meta-analysis of single-arm studies. *Semin Thromb Hemost*. 2011 Oct;37(7):814-25.
60. Culbert MH, Hamidi M, Zeeshan M, Hanna K, Romero A, Joseph B, O'Keefe T. Retrospective Analysis of Low-Molecular-Weight Heparin and Unfractionated Heparin in Pediatric Trauma Patients: A Comparative Analysis. *J Surg Res*. 2020 May;249:121-9.
61. Faustino EVS, Hanson S, Spinella PC, Tucci M, O'Brien SH, Nunez AR, et al; PROphylaxis against ThRombosis prACTICE (PROTRACT)

- Study Investigators of the PALISI BloodNet. A multinational study of thromboprophylaxis practice in critically ill children. *Crit Care Med.* 2014 May;42(5):1232-40.
62. Faustino EVS, Patel S, Thiagarajan RR, Cook DJ, Northrup V, Randolph AG. Survey of pharmacologic thromboprophylaxis in critically ill children. *Crit Care Med.* 2011 Jul;39(7):1773-8.
 63. Hofmann S, Knoefler R, Lorenz N, Siegert G, Wendisch J, Mueller D, et al. Clinical experiences with low-molecular weight heparins in pediatric patients. *Thromb Res.* 2001 Sep 1;103(5):345-53.
 64. O'Brien SH, Klimka J, Gaines BA, Betz S, Zenati MS. Utilization of low-molecular-weight heparin prophylaxis in pediatric and adolescent trauma patients. *J Trauma Nurs.* 2012 Apr-Jun;19(2):117-21.
 65. Raffini L, Trimarchi T, Beliveau J, Davis D. Thromboprophylaxis in a pediatric hospital: a patient-safety and quality-improvement initiative. *Pediatrics.* 2011 May; 127(5):e1326-32.
 66. Thompson AJ, McSwain SD, Webb SA, Stroud MA, Streck CJ. Venous thromboembolism prophylaxis in the pediatric trauma population. *J Pediatr Surg.* 2013 Jun;48(6):1413-21.
 67. Atchison CM, Arlikar S, Amankwah E, Ayala I, Barrett L, Branchford BR, et al. Development of a new risk score for hospital-associated venous thromboembolism in noncritically ill children: findings from a large single-institutional case-control study. *J Pediatr.* 2014 Oct;165(4):793-8.
 68. Faustino EVS. It's Time to ROCKIT: Predicting Venous Thrombosis in Children After Trauma. *Pediatr Crit Care Med.* 2016 May;17(5):458-9.
 69. Guzman D, Sabharwal S, Zhao C, Sabharwal S. Venous thromboembolism among pediatric orthopedic trauma patients: a database analysis. *J Pediatr Orthop B.* 2018 Mar;27(2):93-8.
 70. Mahajerin A, Branchford BR, Amankwah EK, Raffini L, Chalmers E, van Ommen CH, Goldenberg NA. Hospital-associated venous thromboembolism in pediatrics: a systematic review and meta-analysis of risk factors and risk-assessment models. *Haematologica.* 2015 Aug;100(8):1045-50.
 71. Mahajerin A, Croteau SE. Epidemiology and Risk Assessment of Pediatric Venous Thromboembolism. *Front Pediatr.* 2017 Apr 10;5:68.
 72. MacNevin W, Padhye K, Alkhalife Y, Price V, El-Hawary R, Branchford BR, et al. Optimizing pharmacologic thromboprophylaxis use in pediatric orthopedic surgical patients through implementation of a perioperative venous thromboembolism risk screening tool. *Pediatr Blood Cancer.* 2021 Feb; 68(2):e28803.
 73. Padhye K, El-Hawary R, Price V, Stevens S, Branchford B, Kulkarni K. Development of a perioperative venous thromboembolism prophylaxis algorithm for pediatric orthopedic surgical patients. *Pediatr Hematol Oncol.* 2020 Mar;37(2):109-18.
 74. Sharathkumar AA, Biss T, Kulkarni K, Ahuja S, Regan M, Male C, Revel-Vilk S; SSC Subcommittee on Pediatrics and Neonatal T&H of the ISTH. Epidemiology and outcomes of clinically unsuspected venous thromboembolism in children: A systematic review. *J Thromb Haemost.* 2020 May;18(5):1100-12.
 75. Yen J, Van Arendonk KJ, Streiff MB, McNamara L, Stewart FD, Conner KG, et al. Risk Factors for Venous Thromboembolism in Pediatric Trauma Patients and Validation of a Novel Scoring System: The Risk of Clots in Kids With Trauma Score. *Pediatr Crit Care Med.* 2016 May;17(5):391-9.
 76. Connelly CR, Laird A, Barton JS, Fischer PE, Krishnaswami S, Schreiber MA, et al. A Clinical Tool for the Prediction of Venous Thromboembolism in Pediatric Trauma Patients. *JAMA Surg.* 2016 Jan;151(1):50-7.
 77. Carrillo LA, Kumar A, Harting MT, Pedroza C, Cox CSJ Jr. Venous thromboembolism risk factors in a pediatric trauma population. *Pediatr Surg Int.* 2019 Apr;35(4):487-93.
 78. Petty JK. Venous thromboembolism prophylaxis in the pediatric trauma patient. *Semin Pediatr Surg.* 2017 Feb;26(1):14-20.
 79. Hanson SJ, Faustino EVS, Mahajerin A, O'Brien SH, Streck CJ, Thompson AJ, et al. Recommendations for venous thromboembolism prophylaxis in pediatric trauma patients: A national, multidisciplinary consensus study. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016 May;80(5):695-701.
 80. Mahajerin A, Petty JK, Hanson SJ, Thompson AJ, O'Brien SH, Streck CJ, et al. Prophylaxis against venous thromboembolism in pediatric trauma: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and the Pediatric Trauma Society. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017 Mar; 82(3):627-36.
 81. Landisch RM, Hanson SJ, Punzalan RC, Braun K, Cassidy LD, Gourlay DM. Efficacy of surveillance ultrasound for venous thromboembolism diagnosis in critically ill children after trauma. *J Pediatr Surg.* 2018 Nov;53(11):2195-201.
 82. Braga AJ, Young AER. Preventing venous thrombosis in critically ill children: what is the right approach? *Paediatr Anaesth.* 2011 Apr;21(4):435-40.
 83. Monagle P, Chan AKC, Goldenberg NA, Ichord RN, Journeycake JM, Nowak-Göttl U, Vesely SK. Antithrombotic therapy in neonates and children: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest.* 2012 Feb; 141(2)(Suppl):e737S-801S. Erratum in: *Chest.* 2014 Dec;146(6):1694.

Pregunta 4: ¿Es necesaria la profilaxis rutinaria del tromboembolismo venoso (TEV) en niños con afecciones neuromusculares crónicas?

Respuesta/Recomendación: el riesgo general de TEV en niños con enfermedad neuromuscular crónica es muy bajo. La profilaxis rutinaria del TEV en niños con afecciones neuromusculares crónicas no es necesaria, a menos que se identifiquen factores de riesgo de TEV adicionales.

Fuerza de la recomendación: moderada.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstención: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificación: en comparación con los adultos, la incidencia de TEV en niños es significativamente menor^(84,86). Grandes investigaciones multicéntricas sobre TEV pediátrico han informado una incidencia de 5,3 por 10.000 ingresos hospitalarios y 0,7 por 100.000 niños^(86,87). Más del 80% de los eventos de TEV pediátricos ocurren en niños con 1 o más factores de riesgo⁽⁸⁸⁾. Además, la incidencia de TEV 'idiopático' es solo del 5% en niños, en comparación con el 40% en adultos⁽⁸⁹⁻⁹⁴⁾. La incidencia pediátrica de TEV tiene una distribución bimodal, con las proporciones más altas notificadas en lactantes de 1 a 23 meses y mujeres adolescentes⁽⁹⁰⁻⁹⁵⁾. La incidencia alcanza su punto máximo en adolescentes debido al consumo de anti-coceptivos orales, el tabaquismo y la obesidad.

Además, el sistema hemostático de los adolescentes no está maduro, se encuentra en transición hacia el sistema del adulto^(96,97). A pesar de las diferencias significativas en la epidemiología y la fisiopatología del TEV entre niños y adultos, la mayoría de las guías de manejo clínico para pacientes pediátricos se extrapolan de la literatura para adultos sin evidencia específica^(97,98). En 2000, Feudtner *et al.*⁽⁹⁹⁾ desarrollaron la definición de niños con condiciones crónicas complejas (CCC), clasificándolos en 12 categorías. Las CCC neuromusculares (NCCC) se definieron para abarcar una serie de condiciones que incluyen parálisis cere-

bral, espina bífida, malformaciones cerebrales, distrofia muscular y trastorno convulsivo⁽¹⁰⁰⁾. Ocurren eventos de TEV con mucha menor frecuencia en niños discapacitados que en su contraparte de adultos⁽¹⁰¹⁾. Los niños con NCCC frecuentemente requieren cirugía de columna y cadera, que es costosa en recursos⁽¹⁰²⁾. Además, la cirugía de la columna vertebral y la cirugía ortopédica de las extremidades inferiores se pueden asociar con un aumento sustancial en el riesgo de TEV, atribuido a la inmovilización y al uso inconsistente de trombotoprofilaxis⁽¹⁰³⁾. Sin embargo, en niños con NCCC con inmovilización crónica, el consenso general es que el riesgo de TEV es raro, aunque existe poca evidencia para apoyar esta afirmación.

Se ha demostrado que los adultos con enfermedades neuromusculares que se someten a una artroplastia total de articulación (ATA) experimentarían un mayor riesgo de complicaciones perioperatorias⁽¹⁰⁴⁻¹⁰⁷⁾. Específicamente, anomalías en el tono muscular asociadas con la parálisis cerebral, entre otras, se asocian con una alta tasa de complicaciones del sistema vascular, especialmente trombosis venosa profunda (TVP)⁽¹⁰⁸⁾. En un estudio de adultos de 28 pacientes con déficit motor severo y discapacidades intelectuales, los autores encontraron que la tasa de TVP asintomática fue alta. Además, la trombosis estuvo ausente en las venas de los sóleos, pero presente en las venas femorales⁽¹⁰⁸⁾. Por el contrario, no se han encontrado hallazgos similares en niños.

Durante un periodo de 4 años en una institución de rehabilitación, fueron revisadas 532 historias clínicas de niños (< 18 años), 9 de los cuales fueron diagnosticados con una TVP. Los autores encontraron que la mayoría de estos niños habían sufrido una lesión de la médula espinal, que conduce a un cambio agudo en su movilidad⁽¹⁰¹⁾. En este estudio, la mayoría de los pacientes diagnosticados con TVP tenían más de 13 años de edad, lo que lleva a los autores a concluir que la quimioprofilaxis del TEV en la población pediátrica discapacitada, especialmente en pacientes prepuberales, debe ser cuestionada.

Investigaciones anteriores han demostrado que las tasas generales de complicaciones son considerablemente más altas entre los pacientes que se someten a una corrección quirúrgica de la escoliosis neuromuscular, en comparación con aquellos sometidos a corrección quirúrgica por escoliosis idiopática⁽¹⁰⁹⁻¹¹¹⁾. El TEV es una complicación conocida después de la cirugía de fusión espinal pediátrica⁽¹¹²⁾. Sin embargo, una revisión detallada de las complicaciones neuromusculares de la Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality (SRMM) mostró que la tasa anual de TEV fue baja, variando entre 0 y 0,31%.

Shore *et al.*⁽¹⁰⁰⁾ utilizaron la base de datos Pediatric Health Information System Plus (PHIS+) para

evaluar la incidencia de TEV después de cirugía electiva de cadera y columna en niños con NCCC. Descubrieron que, de 4.583 pacientes pediátricos con diagnóstico de parálisis cerebral sometidos a cirugía ortopédica, solo 4 experimentaron un evento de TEV. Sin embargo, 2 de los 4 niños experimentaron un episodio de TEV antes de la cirugía, lo que resultó en una tasa de TEV corregida de 0,04%. También es importante señalar que, en ambos casos de TEV, los pacientes tenían un diagnóstico preoperatorio de trastorno de la coagulación, lo que lleva a los autores a concluir que, según sus hallazgos, no se requiere profilaxis en niños con NCCC sometidos a cirugía electiva de cadera y columna, a menos que otros factores de riesgo conocidos también estén presentes.

El TEV en pacientes ortopédicos pediátricos es una ocurrencia rara. Actualmente se dispone de datos limitados para orientar la toma de decisiones en la práctica clínica. Se ha demostrado que la presencia de un trastorno neuromuscular aumenta el riesgo de TEV en adultos sometidos a ATA en un 30%⁽¹⁰⁷⁾. A pesar de esto, no se ha demostrado una asociación similar en la literatura en pacientes pediátricos.

En resumen, según la evidencia limitada disponible hasta la fecha, la profilaxis para el TEV en niños con NCCC sometidos a cirugía ortopédica no se recomienda, a menos que existan factores de riesgo adicionales identificados para trombosis.

Benjamin J. Shore, Syeda Mehwish, Muhammad A. Chinoy

Referencias

84. Carpenter SL, Richardson T, Hall M. Increasing rate of pulmonary embolism diagnosed in hospitalized children in the United States from 2001 to 2014. *Blood Adv.* 2018 Jun 26;2(12):1403-8.
85. Andrew M, Michelson AD, Bovill E, Leaker M, Massicotte MP. Guidelines for antithrombotic therapy in pediatric patients. *J Pediatr.* 1998 Apr;132(4):575-88.
86. Andrew M, Mitchell L, Vegh P, Ofosu F. Thrombin regulation in children differs from adults in the absence and presence of heparin. *Thromb Haemost.* 1994 Dec; 72(6):836-42.
87. Victoria T, Mong A, Altes T, Jawad AF, Hernández A, González L, et al. Evaluation of pulmonary embolism in a pediatric population with high clinical suspicion. *Pediatr Radiol.* 2009 Jan;39(1):35-41.
88. Morgan J, Checketts M, Arana A, Chalmers E, Maclean J, Powis M, Morton N; Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland Guidelines Working Group on Thromboprophylaxis in Children. Prevention of perioperative venous thromboembolism in pediatric patients: Guidelines from the Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland (APAGBI). *Paediatr Anaesth.* 2018 May;28(5):382-91.
89. Connelly CR, Laird A, Barton JS, Fischer PE, Krishnaswami S, Schreiber MA, et al. A Clinical Tool for the Prediction of Venous Thromboembolism in Pediatric Trauma Patients. *JAMA Surg.* 2016 Jan;151(1):50-7.
90. Prandoni P, Bernardi E. Upper extremity deep vein thrombosis. *Curr Opin Pulm Med.* 1999 Jul;5(4):222-6.
91. Raffini L, Huang YS, Witmer C, Feudtner C. Dramatic increase in venous thromboembolism in children's hospitals in the United States from 2001 to 2007. *Pediatrics.* 2009 Oct;124(4):1001-8.

92. Baker D, Sherrod B, McGwin G Jr, Ponce B, Gilbert S. Complications and 30-day Outcomes Associated With Venous Thromboembolism in the Pediatric Orthopaedic Surgical Population. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016 Mar;24(3):196-206.

93. Guzman D, Sabharwal S, Zhao C, Sabharwal S. Venous thromboembolism among pediatric orthopedic trauma patients: a database analysis. *J Pediatr Orthop B.* 2018 Mar;27(2):93-98.

94. Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Siparsky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of Deep Vein Thrombosis and Pulmonary Embolism in the Elective Pediatric Orthopaedic Patient. *J Pediatr Orthop.* 2016 Jan;36(1):101-9.

95. Monagle P, Adams M, Mahoney M, Ali K, Barnard D, Bernstein M, et al. Outcome of pediatric thromboembolic disease: a report from the Canadian Childhood Thrombophilia Registry. *Pediatr Res.* 2000 Jun;47(6):763-6.

96. Kuhle S, Massicotte P, Chan A, Adams M, Abdolell M, de Veber G, Mitchell L. Systemic thromboembolism in children. Data from the 1-800-NO-CLOTS Consultation Service. *Thromb Haemost.* 2004 Oct;92(4):722-8.

97. Andrew M, Vegh P, Johnston M, Bowker J, Ofosu F, Mitchell L. Maturation of the hemostatic system during childhood. *Blood.* 1992 Oct 15;80(8):1998-2005.

98. Andrew M, Paes B, Johnston M. Development of the hemostatic system in the neonate and young infant. *Am J Pediatr Hematol Oncol.* 1990 Spring;12(1):95-104.

99. Feudtner C, Christakis DA, Connell FA. Pediatric deaths attributable to complex chronic conditions: a population-based study of Washington State, 1980-1997. *Pediatrics.* 2000 Jul;106(1 Pt 2):205-9.

100. Shore BJ, Hall M, Matheny TH, Snyder B, Trenor CC 3rd, Berry JG. Incidence of Pediatric Venous Thromboembolism After Elective Spine and Lower-Extremity Surgery in Children With Neuromuscular Complex Chronic Conditions: Do we Need Prophylaxis? *J Pediatr Orthop.* 2020 May/ Jun;40(5):e375-9.

101. Radecki RT, Gaebler-Spira D. Deep vein thrombosis in the disabled pediatric population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75(3):248-50.

102. Berry JG, Glotzbecker M, Rodean J, Leahy I, Cox J, Singer SJ, et al. Perioperative Spending on Spinal Fusion for Scoliosis for Children With Medical Complexity. *Pediatrics.* 2017 Oct;140(4):e20171233.

103. Murphy NA. Deep venous thrombosis as a result of hypotonia secondary to intrathecal baclofen therapy: a case report. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002 Sep;83(9):1311-2.

104. Tigani D, Fosco M, Amendola L, Boriani L. Total knee arthroplasty in patients with poliomyelitis. *Knee.* 2009 Dec;16(6):501-6.

105. Houdek MT, Watts CD, Wyles CC, Trousdale RT, Milbrandt TA, Taunton MJ. Total Hip Arthroplasty in Patients with Cerebral Palsy: A Cohort Study Matched to Patients with Osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2017 Mar 15;99(6):488-93.

106. Houdek MT, Watts CD, Wyles CC, Trousdale RT, Milbrandt TJ, Taunton MJ. Total Knee Arthroplasty in Patients With Cerebral Palsy: A Matched Cohort Study to Patients With Osteoarthritis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017 May;25(5):381-8.

107. Cichos KH, Lehtonen EJ, McGwin G Jr, Ponce BA, Ghanem ES. In-hospital Complications of Patients With Neuromuscular Disorders Undergoing Total Joint Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019 Jun 1;27(11):e535-43.

108. Ohmori H, Ochi F, Tanuma N, Ohnuki E, Yamasaki M, Takesue H, et al. Deep vein thrombosis in patients with severe motor and intellectual disabilities. *Ann Vasc Dis.* 2013;6(4):694-701.

109. Mohamad F, Parent S, Pavlelek J, Marks M, Baström T, Faro F, Newton P. Perioperative complications after surgical correction in neuromuscular scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2007 Jun;27(4):392-7.

110. Sharma S, Wu C, Andersen T, Wang Y, Hansen ES, Bünger CE. Prevalence of complications in neuromuscular scoliosis surgery: a literature meta-analysis from the past 15 years. *Eur Spine J.* 2013 Jun;22(6):1230-49.

111. Fernandes CJ, Fernandes CJ, Chong DY. Intraoperative Pulmonary Embolism in an Adolescent Patient with Type III Spinal

Muscular Atrophy: A Case Report. *JBJS Case Connect.* 2020 Jul-Sep;10(3):e2000087.

112. De la Garza Ramos R, Goodwin CR, Abu-Bonsrah N, Jain A, Miller EK, Huang N, et al. Patient and operative factors associated with complications following adolescent idiopathic scoliosis surgery: an analysis of 36,335 patients from the Nationwide Inpatient Sample. *J Neurosurg Pediatr.* 2016 Dec;25(6):730-6.

Pregunta 5: ¿Los pacientes pediátricos tratados con yeso en la extremidad inferior requieren profilaxis de rutina para el tromboembolismo venoso (TEV)?

Respuesta/Recomendación: no se recomienda la tromboprofilaxis de rutina en pacientes pediátricos con inmovilización con yeso. La edad es un factor protector contra la trombosis venosa profunda (TVP) en niños. A diferencia de la población adulta, la asociación entre la inmovilización con yeso de la extremidad inferior y el riesgo de TEV no se ha establecido en niños. Como el desarrollo de TVP aguda es inusual en niños, no se recomienda la profilaxis de rutina. Sin embargo, tampoco hay recomendaciones claras para los niños con más de 3 factores de riesgo para el desarrollo de TEV.

Fuerza de la recomendación: débil.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstención: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificación: la presencia de factores de riesgo tromboembólico específico como la edad avanzada, junto con la naturaleza de la lesión de la extremidad, es el principal determinante a la hora de decidir si administrar tromboprofilaxis en pacientes con traumatismos del miembro inferior inmovilizados con yeso o férula⁽¹⁴³⁻¹⁴⁵⁾. Entre los pacientes hospitalizados por trauma pediátrico, los que tienen entre 16 y 21 años tenían un aumento de 4 veces en el riesgo de desarrollar TEV, en comparación con pacientes de 12 años o menos. Además, los pacientes de 16 a 21 años también tenían probabilidades significativamente más altas de desarrollo de TEV en comparación con los de 13 a 15 años.

No se identificó ninguna asociación significativa entre la edad de los pacientes y la gravedad de la lesión. El cribado clínico para valorar el riesgo de TEV puede aplicarse a grupos de mayor edad (≥ 13 años). Además, debe establecerse un protocolo de profilaxis del TEV en pacientes > 16 años, ya que el riesgo de TEV aumenta dramáticamente a los 16 años, después de un periodo de aumento más discreto a los 13 años⁽¹⁴⁶⁾.

Se ha demostrado en pacientes adultos la asociación entre TEV y movilidad limitada. Sin embargo, hay escasez de datos sobre TEV después de la inmovilización con yeso en niños. Se sabe que la

disminución de la movilidad, incluso sin el uso de un yeso, aumenta el riesgo de TVP. De manera similar, la inmovilización por más de 3 días ($p < 0,0001$) y la hospitalización ≥ 7 días ($p < 0,0001$) son factores de riesgo potenciales para el desarrollo de TEV en pacientes pediátricos ingresados (< 20 años)⁽¹¹⁷⁾. La definición de 'inmovilización' es un desafío en los niños, ya que los bebés más pequeños pueden no deambular. Se necesita más evidencia basada en estudios prospectivos para validar estos hallazgos.

El uso de anticonceptivos orales (ACO) es un factor de riesgo común para TEV en mujeres adolescentes. Viajes largos, inmovilización con yeso y/o trauma son factores de riesgo transitorios que pueden desencadenar eventos de TEV en usuarias de ACO⁽¹¹⁸⁾. Factores de riesgo comunes de TEV en adultos con trombofilia hereditarias no parecen aumentar el riesgo trombótico en niños que son portadores del gen mutado de sus padres. Hacer un cribado para la trombofilia en niños sanos (< 15 años edad) con antecedentes familiares de trastornos de la coagulación parece injustificado⁽¹¹⁹⁾.

El Polish Consensus Statement (PCS) de 2017 no recomienda tromboprolifaxis de rutina en pacientes con trauma del miembro inferior inmovilizado con escayola (recomendación clase C)⁽¹²⁰⁾. Desde entonces, sus hallazgos han sido validados por varios estudios⁽¹²¹⁻¹²⁴⁾. Por otro lado, el PCS sí recomienda profilaxis del TEV en pacientes con riesgo de TEV moderado a alto inmovilizados después de un traumatismo en las extremidades inferiores. Además, recomiendan la administración de heparina de bajo peso molecular (HBPM) en esta población de pacientes. Además, se recomienda la HBPM profiláctica durante la inmovilización y durante los 5 a 7 días posteriores. Sin embargo, todo lo anterior se basa en estudios en poblaciones adultas. Actualmente, ningún estudio sugiere lo anterior en el grupo de edad pediátrica.

Testroote *et al.* recomendaron que todos los pacientes adultos tratados con inmovilización con yeso deben ser considerados para recibir profilaxis del TEV^(113,125-127). Sin embargo, en función de los estudios limitados disponibles en la literatura, la incidencia de TEV en pacientes que reciben inmovilización con yeso no es lo suficientemente grande como para justificar la profilaxis farmacológica en todos estos pacientes, ya que los costos adicionales y los riesgos de sangrado asociado a la farmacoterapia también deben ser considerados (0,3% de sangrado mayor)⁽¹²⁸⁾. Haque *et al.* desarrollaron un cuestionario cuyo objetivo principal fueron pacientes ambulatorios manejados con inmovilización con yeso para fracturas de pie y tobillo basado en las directrices del National Institute for Health and Care Excel-

lence (NICE) británico para pacientes hospitalizados, así como las del College of Emergency Medicine (CEM) del Reino Unido para pacientes externos.

Los factores de riesgo incluyeron: edad > 65 años, yeso por encima de la rodilla, viajes largos, terapia de reemplazo hormonal o anticonceptivos que contengan estrógenos, venas varicosas, enfermedad activa (corazón, pulmón, intestinal o articular), índice de masa corporal (IMC) > 30 kg/m², antecedentes personales de trombosis, antecedentes familiares de primer grado de trombosis, trombofilia conocida, embarazada o dentro de las 6 semanas posteriores al parto, hospitalización en las últimas 6 semanas, cáncer activo o que recibe tratamiento contra el cáncer (incluido tamoxifeno y raloxifeno) y rotura del tendón de Aquiles. Los pacientes se clasificaron como de alto o bajo riesgo de TEV y se les administró HBPM en consecuencia⁽¹²⁹⁾. Además, se desarrolló la puntuación de predicción de riesgo de trombosis de Leiden (Leiden-Thrombosis Risk Prediction -L-TRiP- cast) para pacientes adultos con inmovilización con yeso y tiene un punto de corte de 10 puntos para estratificar individuos en categorías de alto y bajo riesgo⁽¹²⁸⁾. Esta puntuación fue desarrollada con datos del estudio *Multiple Environmental and Genetic Assessment (MEGA)* de los factores de riesgo de trombosis e incluye pacientes de 18 a 70 años. Se requieren estudios para desarrollar modelos de predicción de riesgo similares en niños. La diferencia en la fisiopatología de la coagulación en los niños, en comparación con sus contrapartes adultas, parece confiere protección contra TEV en pacientes más jóvenes.

Dada la baja incidencia de TEV en la población pediátrica, los riesgos asociados con la administración de profilaxis rutinaria del TEV y la falta de evidencia disponible para recomendar exámenes de detección regulares, no se puede recomendar la profilaxis del TEV de rutina en pacientes pediátricos tratados con inmovilización con yeso. Como se ha hecho en el pasado para la población adulta, los esfuerzos en la investigación deben centrarse en el desarrollo de modelos de estratificación del riesgo que incluyan una recomendación para el tipo y la duración del agente profiláctico a recibir en pacientes pediátricos con inmovilización con yeso.

Manjeera S.B. Rednam, Ashok N. Johari, Sanjeev Sabharwal

Referencias

113. Decramer A, Lowyck H, Demuyck M. Parameters influencing thromboprophylaxis management of a lower leg trauma treated with a cast/splint. *Acta Orthop Belg.* 2008 Oct;74(5):672-7.
114. Horner D, Pandor A, Goodacre S, Clowes M, Hunt BJ. Individual risk factors predictive of venous thromboembolism in patients

with temporary lower limb immobilization due to injury: a systematic review. *J Thromb Haemost*. 2019 Feb;17(2):329-44.

115. Kocialkowski C, Bhosale A, Pillai A. Venous thromboembolism prophylaxis in patients immobilised in plaster casts. *Clin Res Foot Ankle*. 2016;4(3).
116. Van Arendonk KJ, Schneider EB, Haider AH, Colombani PM, Stewart FD, Haut ER. Venous thromboembolism after trauma: when do children become adults? *JAMA Surg*. 2013 Dec;148(12):1123-30.
117. Sharathkumar AA, Mahajerin A, Heidt L, Doerfer K, Heiny M, Vik T, et al. Risk-prediction tool for identifying hospitalized children with a predisposition for development of venous thromboembolism: Peds-Clot clinical Decision Rule. *J Thromb Haemost*. 2012 Jul;10(7):1326-34.
118. Dulíček P, Malý J, Pecka M, Beránek M, Cermáková E, Malý R. Venous thromboembolism in young female while on oral contraceptives: high frequency of inherited thrombophilia and analysis of thrombotic events in 400 czech women. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2009 Oct;15(5):567-73.
119. Tormene D, Simioni P, Prandoni P, Franz F, Zerbinati P, Tognin G, Girolami A. The incidence of venous thromboembolism in thrombophilic children: a prospective cohort study. *Blood*. 2002 Oct 1;100(7):2403-5.
120. Tomkowsky W, Kuca P, Urabnek T, Chmielewski D, Krasifski Z, Pruszczyk P, et al. Venous thromboembolism — recommendations on the prevention, diagnostic approach and management. The 2017 Polish Consensus Statement. *Acta Angiologica*. 2017;23:35-71.
121. Giannadakis K, Gehling H, Sitter H, Achenbach S, Hahne H, Gotzen L. [Is a general pharmacologic thromboembolism prophylaxis necessary in ambulatory treatment by plaster cast immobilization in lower limb injuries?]. *Unfallchirurg*. 2000 Jun;103(6):475-8. German.
122. Lapidus LJ, Ponzer S, Elvin A, Levander C, Lärfors G, Rosfors S, de Bri E. Prolonged thrombophylaxis with Dalteparin during immobilization after ankle fracture surgery: a randomized placebo-controlled, double-blind study. *Acta Orthop*. 2007 Aug;78(4):528-35.
123. Gehling H, Leppke R, Künneke M, Gotzen L, Giannadakis K, Henkel J. [Is prevention of thromboembolism in ambulatory and conservative therapy of rupture of the fibular ligament of the upper ankle joint necessary?]. *Unfallchirurg*. 1994 Jul;97(7):362-5. German.
124. Selby R, Geerts WH, Kreder HJ, Crowther MA, Kaus L, Sealey F. Symptomatic venous thromboembolism uncommon without thromboprophylaxis after isolated lower-limb fracture: the knee-to-ankle fracture (KAF) cohort study. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 May 21;96(10):e83.
125. Healy B, Beasley R, Weatherall M. Venous thromboembolism following prolonged cast immobilisation for injury to the tendo Achillis. *J Bone Joint Surg Br*. 2010 May;92(5):646-50.
126. Testroote M, Stigter W, de Visser DC, Janzing H. Low molecular weight heparin for prevention of venous thromboembolism in patients with lower-leg immobilization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008 Oct 8;(4):CD006681.
127. Zee AAG, van Lieshout K, van der Heide M, Janssen L, Janzing HMJ. Low molecular weight heparin for prevention of venous thromboembolism in patients with lower-limb immobilization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Aug 6;8(8):CD006681.
128. Nemeth B, van Adrichem RA, van Hylckama Vlieg A, Bucciarelli P, Martinelli I, Baglin T, et al. Venous Thrombosis Risk after Cast Immobilization of the Lower Extremity: Derivation and Validation of a Clinical Prediction Score, L-TRIP(cast), in Three Population-Based Case-Control Studies. *PLoS Med*. 2015 Nov 10;12(11):e1001899;discussion:e1001899.
129. Haque S, Bishnoi A, Khairandish H, Menon D. Thromboprophylaxis in Ambulatory Trauma Patients With Foot and Ankle Fractures: Prospective Study Using a Risk Scoring System. *Foot Ankle Spec*. 2016 Oct 9(5):388-93.

Pregunta 6: ¿La deambulacion temprana y/o dispositivos de movilizaci3n intermitente son suficientes para la profilaxis del tromboembolismo venoso (TEV) en pacientes pediátricos sanos sometidos a procedimientos de ortopedia?

Respuesta/Recomendaci3n: teniendo en cuenta la rareza de los eventos de TEV en pacientes pediátricos y pacientes adolescentes sometidos a procedimientos ortopédicos electivos, la deambulaci3n temprana y/o los dispositivos de movilizaci3n intermitentes son suficientes para la prevenci3n del TEV. Los pacientes pediátricos sometidos a cirugía después de un trauma mayor, así como pacientes que se someten a una reconstrucci3n mayor que resulta en inmovilizaci3n o requieren cuidados intensivos pueden exhibir otros factores de riesgo de TEV y en esos casos la profilaxis con un agente farmacológico complementario debe considerarse.

Fuerza de la recomendaci3n: moderada.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstenci3n: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificaci3n: estudios de bases de datos nacionales han encontrado que la incidencia de TEV después de procedimientos ortopédicos pediátricos es generalmente bastante baja. Las tasas de incidencia más bajas de TEV se han informado en pacientes pediátricos sometidos a procedimientos ortopédicos, con estimaciones tan bajas como 0,0515%⁽³³⁰⁾ y 0,04%⁽³³¹⁾. La incidencia de TEV aumentó al 0,10% cuando se incluyen pacientes sometidos a cualquier procedimiento ortopédico, incluidos pacientes en los que la indicaci3n fue traumatismo o infecci3n⁽³³²⁾. Las tasas más altas han sido reportadas en estudios de pacientes ortopédicos pediátricos sometidos a cirugía en el contexto de trauma (hasta 0,68%)⁽³³³⁻³³⁴⁾.

La literatura actual también es considerablemente limitada cuando examina las tasas de aparici3n de TEV en pacientes pediátricos con condiciones o procedimientos ortopédicos específicos. En un estudio de adolescentes sometidos a artroscopia de rodilla, el 0,25% de los pacientes experimentó un evento de TEV sintomático⁽³³⁵⁾. Además, Jain *et al.* encontraron que en una revisi3n de la muestra nacional de pacientes hospitalizados (National Inpatient Sample –NIS–), 0,21% de los pacientes pediátricos sometidos a cirugía de fusi3n espinal experimentó un evento de TEV⁽³³⁶⁾. El resto de los estudios fueron encuestas de los miembros actuales de la Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA)⁽³³⁷⁻³³⁹⁾. Las guías de práctica clínica (GPC) de la American Academy of Pediatrics (AAP) recomiendan que la decisi3n de si usar profilaxis mecá-

nica o química sea determinada según el nivel de riesgo individual de TEV de cada paciente⁽¹⁴⁰⁾. Desafortunadamente, el único factor de riesgo específico en procedimientos ortopédicos electivos fue la reconstrucción de cadera y rodilla. Además, la única referencia ortopédica proviene de las directrices del American College of Chest Physicians (ACCP), que se centran en procedimientos de reconstrucción en adultos⁽¹⁴¹⁾. Sin embargo, las pautas de la AAP encontraron que la deambulación temprana y la profilaxis mecánica fueron adecuadas para la prevención del TEV después de la mayoría de los tratamientos ortopédicos pediátricos quirúrgicos. Sin embargo, enumeran ciertos escenarios de alto riesgo en los que debe considerarse la profilaxis química. Estos incluyen pacientes con antecedentes de TEV previo, obesidad, inmovilización y trauma. Del mismo modo, las recomendaciones sobre modelos efectivos de estratificación de riesgos han sido proporcionadas por la Association of Pediatric Anesthetists de Gran Bretaña e Irlanda⁽¹⁴²⁾.

En conclusión, la utilización de la estratificación de riesgo existente, herramientas y algoritmos de predicción puede ayudar a definir qué pacientes tienen un mayor riesgo de TEV después de un tratamiento o procedimiento ortopédico⁽¹⁴³⁻¹⁴⁵⁾.

Robert F. Murphy, Chadi Tannoury

Referencias

130. Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Siparsky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of Deep Vein Thrombosis and Pulmonary Embolism in the Elective Pediatric Orthopaedic Patient. *J Pediatr Orthop*. 2016 Jan;36(1):101-9.
131. Shore BJ, Hall M, Matheny TH, Snyder B, Trenor CC 3rd, Berry JG. Incidence of Pediatric Venous Thromboembolism After Elective Spine and Lower-Extremity Surgery in Children With Neuromuscular Complex Chronic Conditions: Do we Need Prophylaxis? *J Pediatr Orthop*. 2020 May/June;40(5):e375-9.
132. Baker D, Sherrod B, McGwin G Jr, Ponce B, Gilbert S. Complications and 30-day Outcomes Associated With Venous Thromboembolism in the Pediatric Orthopaedic Surgical Population. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016 Mar;24(3):196-206.
133. Murphy RF, Naqvi M, Miller PE, Feldman L, Shore BJ. Pediatric orthopaedic lower extremity trauma and venous thromboembolism. *J Child Orthop*. 2015 Oct;9(5):381-4.
134. Guzman D, Sabharwal S, Zhao C, Sabharwal S. Venous thromboembolism among pediatric orthopedic trauma patients: a database analysis. *J Pediatr Orthop B*. 2018 Mar;27(2):93-8.
135. Murphy RF, Heyworth B, Kramer D, Naqvi M, Miller PE, Yen YM, et al. Symptomatic Venous Thromboembolism After Adolescent Knee Arthroscopy. *J Pediatr Orthop*. 2019 Mar;39(3):125-9.
136. Jain A, Karas DJ, Skolasky RL, Sponseller PD. Thromboembolic complications in children after spinal fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 Jul 15;39(16):1325-9.
137. Sabharwal S, Passanante MR. Venous thromboembolism in children: preliminary results of a survey of POSNA members. *J Pediatr Orthop*. 2013 Dec;33(8):852-6.
138. Sabharwal S, Zhao C, Passanante M. Venous thromboembolism in children: details of 46 cases based on a follow-up survey of POSNA members. *J Pediatr Orthop*. 2013 Oct-Nov;33(7):768-74.
139. Murphy RF, Williams D, Hogue GD, Spence DD, Epps H, Chambers HG, Shore BJ. Prophylaxis for Pediatric Venous Thromboembolism: Current Status and Changes Across Pediatric Orthopaedic Society of North America From 2011. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020 May 1;28(9):388-94.
140. Meier KA, Clark E, Tarango C, Chima RS, Shaughnessy E. Venous thromboembolism in hospitalized adolescents: an approach to risk assessment and prophylaxis. *Hosp Pediatr*. 2015 Jan;5(1):44-51.
141. Falck-Ytter Y, Francis CW, Johanson NA, Curley C, Dahl OE, Schulman S, et al. Prevention of VTE in orthopedic surgery patients: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2012 Feb; 141(2)(Suppl):e278S-325S.
142. Morgan J, Checketts M, Arana A, Chalmers E, Maclean J, Powis M, Morton N; Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland Guidelines Working Group on Thromboprophylaxis in Children. Prevention of perioperative venous thromboembolism in pediatric patients: Guidelines from the Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland (APAGBI). *Paediatr Anaesth*. 2018 May;28(5):382-91.
143. Cunningham AJ, Dewey E, Hamilton NA, Schreiber MA, Krishnaswami S, Jafri MA. Validation of a venous thromboembolism prediction algorithm for pediatric trauma: A national trauma data bank (NTDB) analysis. *J Pediatr Surg*. 2020 Jun;55(6):1127-33.
144. Connelly CR, Laird A, Barton JS, Fischer PE, Krishnaswami S, Schreiber MA, et al. A Clinical Tool for the Prediction of Venous Thromboembolism in Pediatric Trauma Patients. *JAMA Surg*. 2016 Jan;151(1):50-7.
145. Atchison CM, Arlikar S, Amankwah E, Ayala I, Barrett L, Branchford BR, et al. Development of a new risk score for hospital-associated venous thromboembolism in noncritically ill children: findings from a large single-institutional case-control study. *J Pediatr*. 2014 Oct;165(4):793-8.

Pregunta 7: En cuanto al riesgo de tromboembolismo venoso (TEV), ¿qué cirugías se pueden considerar mayores y qué cirugías se pueden considerar menores en ortopedia pediátrica?

Respuesta/Recomendación: el riesgo general de TEV en pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica es bajo. Pacientes ortopédicos pediátricos sometidos a cirugía para el manejo de ciertos trastornos infecciosos severos musculoesqueléticos (*Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina -SARM- con leucocidina de Pantón-Valentine -LPV- +) tienen un mayor riesgo de TEV. De igual forma, la cirugía de cadera, columna y de medicina deportiva se han identificado como factores de riesgo de TEV. El riesgo de TEV después de la cirugía ortopédica pediátrica parece ser mayor en adolescentes. Asimismo, los trastornos de la coagulación (como la trombofilia familiar), así como la presencia de catéteres venosos centrales (CVC) permanentes, aumentaron el riesgo de TEV sustancialmente más que cualquier procedimiento quirúrgico ortopédico específico. En conclusión, los adolescentes con factores de riesgo de TEV identificables se beneficiarían en gran medida de la utilización de herramientas de detección de TEV perioperatorio y modelos de estratificación del riesgo.

Fuerza de la recomendación: moderada.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstención: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificación: el TEV, un proceso de enfermedad que abarca tanto la trombosis venosa profunda (TVP) como la embolia pulmonar (PE), es una ocurrencia rara en pacientes pediátricos. Las estimaciones sitúan la aparición de TEV en pacientes pediátricos entre 0,07 a 0,49 por 10.000. Sin embargo, es la segunda causa más común de morbilidad adquirida en el hospital para pacientes pediátricos en Estados Unidos, con una incidencia reportada de 5,3 por 10.000 niños/admisiones hospitalarias⁽¹⁴⁶⁻¹⁵⁰⁾. La literatura revisada ha demostrado que la incidencia de TEV en pacientes pediátricos tiene una distribución bimodal, con las proporciones más altas reportadas en infantes de 1 a 23 meses y en mujeres adolescentes^(150,151). En pacientes pediátricos hospitalizados, los factores de riesgo para el desarrollo de TEV incluyen el cateterismo venoso/vía central, malignidad, infección/sepsis, cardiopatía congénita, trauma/cirugía y trombofilia hereditaria. De la lista anterior, la presencia de un CVC/vía central demostró el mayor riesgo de desarrollo de TEV⁽¹⁵²⁻¹⁵⁴⁾. A pesar de esto, hay escasez de literatura pediátrica específica dirigida a determinar el riesgo de TEV después de cirugía ortopédica.

Estudios recientes han demostrado que la incidencia de TEV en pacientes pediátricos ha aumentado en las últimas 2 décadas^(146,155-157). Se plantea la hipótesis de que este aumento puede atribuirse a una combinación de factores. Estos incluyen: el mayor conocimiento sobre el TEV pediátrico, el aumento de la complejidad médica de los pacientes pediátricos y una mayor frecuencia de aplicación de acceso venoso central⁽¹⁵⁸⁾. En adultos, ciertos procedimientos ortopédicos están asociados con un mayor riesgo de TEV. A pesar de esto, no se ha demostrado la misma asociación en pacientes pediátricos. Por el contrario, en pacientes pediátricos, los atributos individuales son más predictivos del riesgo de TEV que el procedimiento realizado. Georgopoulos *et al.*⁽¹⁵⁹⁾ informaron por primera vez sobre la incidencia de TEV pediátrico después de cirugía ortopédica electiva. En un estudio que evalúa la base de datos del Pediatric Health Information System (PHIS), los autores encontraron que la incidencia de TEV después de la cirugía ortopédica electiva fue del 0,0515%. Mayor edad, diagnóstico de afección metabólica (como pérdida de niveles de líquido y desequilibrio de electrolitos), obesidad y complicaciones asociadas con implantes, dispositivos y/o procedimientos quirúrgicos fueron identificados de forma independiente como factores de riesgo significativos para el desarrollo de TEV. Se ha notificado que la trombosis relacionada con el ca-

téter central tiene el mayor riesgo de desarrollar TEV en pacientes pediátricos⁽¹⁶⁰⁾.

En un estudio retrospectivo de 78 pacientes, Sandoval *et al.*⁽¹⁴⁶⁾ encontraron que en pacientes con un CVC, el 45% experimentó un episodio de TVP, de los cuales el 50% se produjo en la vena femoral. En resumen, el reconocimiento del aumento del riesgo de TEV en pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica con un CVC colocado es fundamental. Por lo tanto, la retirada inmediata del catéter tan pronto como ya no sea necesario es crucial.

La infección es un factor de riesgo conocido para el desarrollo de TEV, ya que los mediadores inflamatorios contribuyen a la activación de la cascada de la coagulación de la sangre⁽¹⁶¹⁾. Este riesgo se agrava en pacientes inmovilizados con infecciones musculoesqueléticas tales como osteomielitis o artritis séptica de la extremidad inferior⁽¹⁶²⁾. En particular, los niños que sufren de diseminación musculoesquelética de una infección por *Staphylococcus aureus* parecen tener mayor riesgo de desarrollo de TEV⁽¹⁶²⁾. Específicamente, la infección con SARM que posee el gen *LPV* ha sido implicada⁽¹⁶³⁾. En un estudio, Cray *et al.*⁽¹⁶²⁾ revisaron retrospectivamente a 35 pacientes con osteomielitis confirmada. Descubrieron que el 29% de los pacientes con una infección activa por SARM desarrollaron TVP durante la fase de infección aguda, de las cuales 8 ocurrieron adyacentes a una infección y 2 secundarias al uso de CVC. Además, Hollmig *et al.*⁽¹⁶⁴⁾ encontraron que los pacientes > 8 años que presentan SARM y una proteína C reactiva > 6 mg/dL tienen mayor riesgo de desarrollar TEV. Los médicos deben reconocer el aumento del riesgo de TEV en pacientes pediátricos con infección musculoesquelética diseminada sometidos a cirugía ortopédica y considerar la quimioprofilaxis del TEV en esta población. La edad es un factor importante cuando se considera el riesgo de TEV en pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica. Cuando se estratifica por edad, la incidencia varía de 0,02% para pacientes < 5 años al 0,13% en los de 10-15 años. Una encuesta a 10 años de un solo centro de trauma reportó cero casos de TEV en pacientes < 13 años⁽¹⁶⁵⁾. Además, recientemente el American National Trauma Bank sugiere que la incidencia de TEV es del 0,1% en pacientes < 12 años, del 0,3% en los de 13 a 15 años y del 0,8% en pacientes > 16 años⁽¹⁶⁶⁾.

Los pacientes mayores de 13 años tienen un mayor riesgo de desarrollar TEV después de una cirugía ortopédica. Además, la profilaxis química debe iniciarse en esta población de pacientes si se identifican factores de riesgo adicionales antes de la operación. Aunque las tasas de TEV en pacientes < 15 años son unas 100 veces menores en comparación con las tasas de TEV en un paciente de 80 años, se sabe que los adolescentes tienen un riesgo significativamente mayor

de TEV después de un trauma que sus contrapartes más jóvenes^(166,167). En un estudio de la base de datos PHIS, Murphy *et al.*⁽¹⁶⁸⁾ encontraron que la incidencia de TEV era del 0,058% después de un traumatismo en las extremidades inferiores. Además, Allen *et al.*⁽¹⁶⁹⁾ encontraron que, en una sola institución, la incidencia de TEV después de un traumatismo ortopédico fue del 1,1%. Curiosamente, en esta cohorte, el 86% de los niños que desarrollaron TEV estaban recibiendo tromboprofilaxis. Se encontró que las lesiones y la cirugía ortopédica son predictores sinérgicos para el desarrollo de TEV después de un trauma ortopédico.

La consideración del mecanismo de lesión, la edad del paciente y la identificación del riesgo comórbido adicional es primordial en estos pacientes. Debido al alto riesgo de aparición de TEV, se justifica el uso de quimioprofilaxis en pacientes traumatizados. La incidencia de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) en pacientes de 15 a 18 años casi se ha duplicado en los últimos 10 años⁽¹⁷⁰⁾. Aunque las principales complicaciones después de la artroscopia de rodilla son raras, alguna vez se ha informado TEV pediátrico después de una artroscopia de rodilla electiva⁽¹⁷¹⁾. En un estudio, Murphy *et al.*⁽¹⁷¹⁾ informaron una incidencia de TEV del 0,25% en una sola institución. De igual forma, en un estudio de la base de datos del National Health Service (NHS), Nogaro *et al.*⁽¹⁷²⁾ encontraron que la incidencia de TEV en pacientes sometidos a reconstrucción del LCA era aproximadamente del 0,37%. En un estudio más reciente, Ellis *et al.*⁽¹⁷³⁾ encontraron que los factores de riesgo para el desarrollo de TEV estaban presentes en el 32,5% de los adolescentes sometidos a procedimientos artroscópicos electivos. En conclusión, los hallazgos de los estudios antes mencionados sugieren que los adolescentes que se someten a una artroscopia de rodilla pueden beneficiarse de la utilización de una herramienta de detección del riesgo de TEV preoperatoria.

La escoliosis idiopática del adolescente (EIA) es la causa más común de deformidad espinal estructural en pacientes entre 10 y 18 años⁽¹⁷⁴⁾. Aunque la corrección quirúrgica proporciona buenos resultados para la mayoría de los pacientes, conlleva un riesgo significativo de complicaciones médicas, incluido TEV⁽¹⁷⁵⁾. En un estudio de la base de datos del National Inpatient Sample (NIS), la tasa general de complicaciones de la cirugía de EIA fue del 7,6%, donde el 0,2% de los pacientes experimentaron un evento de TEV⁽¹⁷⁶⁾. Jain *et al.*⁽¹⁷⁷⁾ encontraron, usando la misma base de datos, que la incidencia de TEV en pacientes pediátricos durante un periodo de 10 años fue baja. Además, el análisis univariante identificó el aumento de la edad y la presencia de escoliosis congénita o sindrómica como factores de riesgo independientes para el desarrollo de TEV.

El TEV fatal es una ocurrencia rara después de una cirugía de columna pediátrica. Sin embargo, el riesgo de hemorragia tras la administración de la quimioprofilaxis está bien establecido. Por lo tanto, la opinión de los expertos está en contra del uso rutinario de profilaxis química en esta población de pacientes⁽¹⁷⁸⁾. A pesar de esto, la quimioprofilaxis del TEV siempre debe considerarse en pacientes pediátricos con cirugía de columna inmovilizados por periodos prolongados de tiempo^(176,178).

Aunque la literatura reciente ha demostrado un aumento en la incidencia de TEV pediátrico, la tasa general de aparición de TEV en pacientes ortopédicos pediátricos sigue siendo bastante baja. Es más, factores de riesgo particulares específicos de pacientes individuales, en lugar del tipo de procedimiento ortopédico, son más predictivos del riesgo de desarrollo de TEV en esta población de pacientes. En conclusión, la profilaxis química debe considerarse tanto en pacientes pediátricos como en pacientes con infección musculoesquelética diseminada (especialmente SARM LPV+) y en adolescentes sometidos a procedimientos ortopédicos que tienen factores de riesgo adicionales para el desarrollo de TEV.

Benjamin J. Shore, Samir Sabharwal, Sanjeev Sabharwal

Referencias

146. Sandoval JA, Sheehan MP, Stonerock CE, Shafique S, Rescorla FJ, Dalsing MC. Incidence, risk factors, and treatment patterns for deep venous thrombosis in hospitalized children: an increasing population at risk. *J Vasc Surg.* 2008 Apr;47(4):837-43.
147. Connelly CR, Laird A, Barton JS, Fischer PE, Krishnaswami S, Schreiber MA, et al. A Clinical Tool for the Prediction of Venous Thromboembolism in Pediatric Trauma Patients. *JAMA Surg.* 2016 Jan;151(1):50-7.
148. Monagle P, Chan AKC, Goldenberg NA, Ichord RN, Journeycake JM, Nowak-Göttl U, Vesely SK. Antithrombotic therapy in neonates and children: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest.* 2012 Feb; 141(2)(Suppl):e737S-801S. Erratum in: *Chest.* 2014 Dec;146(6):1694.
149. Andrew M, Mitchell L, Vegh P, Ofosu F. Thrombin regulation in children differs from adults in the absence and presence of heparin. *Thromb Haemost.* 1994 Dec;72(6):836-42.
150. Stein PD, Kayali F, Olson RE. Incidence of venous thromboembolism in infants and children: data from the National Hospital Discharge Survey. *J Pediatr.* 2004 Oct;145(4):563-5.
151. Victoria T, Mong A, Altes T, Jawad AF, Hernández A, González L, et al. Evaluation of pulmonary embolism in a pediatric population with high clinical suspicion. *Pediatr Radiol.* 2009 Jan;39(1):35-41.
152. Spentzouris G, Scriven RJ, Lee TK, Labropoulos N. Pediatric venous thromboembolism in relation to adults. *J Vasc Surg.* 2012 Jun;55(6):1785-93.
153. Kim SJ, Sabharwal S. Risk factors for venous thromboembolism in hospitalized children and adolescents: a systemic review and pooled analysis. *J Pediatr Orthop B.* 2014 Jul;23(4):389-93.
154. Kerlin BA. Current and future management of pediatric venous thromboembolism. *Am J Hematol.* 2012 May;87(Suppl 1):S68-74.

155. Raffini L, Huang YS, Witmer C, Feudtner C. Dramatic increase in venous thromboembolism in children's hospitals in the United States from 2001 to 2007. *Pediatrics*. 2009 Oct;124(4):1001-8.
156. Vu LT, Nobuhara KK, Lee H, Farmer DL. Determination of risk factors for deep venous thrombosis in hospitalized children. *J Pediatr Surg*. 2008 Jun;43(6):1095-9.
157. Wright JM, Watts RG. Venous thromboembolism in pediatric patients: epidemiologic data from a pediatric tertiary care center in Alabama. *J Pediatr Hematol Oncol*. 2011 May;33(4):261-4.
158. Revel-Vilk S, Chan A, Bauman M, Massicotte P. Prothrombotic conditions in an unselected cohort of children with venous thromboembolic disease. *J Thromb Haemost*. 2003 May;1(5):915-21.
159. Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Siparsky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of Deep Vein Thrombosis and Pulmonary Embolism in the Elective Pediatric Orthopaedic Patient. *J Pediatr Orthop*. 2016 Jan;36(1):101-9.
160. Oschman A, Kuhn RJ. Venous thromboembolism in the pediatric population. *Orthopedics*. 2010 Mar;33(3):180-4.
161. Amaral A, Opal SM, Vincent JL. Coagulation in sepsis. *Intensive Care Med*. 2004 Jun;30(6):1032-40.
162. Cray SE, Buchanan GR, Drake CE, Journeycake JM. Venous thrombosis and thromboembolism in children with osteomyelitis. *J Pediatr*. 2006 Oct;149(4):537-41.
163. Martínez-Aguilar G, Avalos-Mishaan A, Hulten K, Hammerman V, Mason EO Jr, Kaplan SL. Community-acquired, methicillin-resistant and methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* musculoskeletal infections in children. *Pediatr Infect Dis J*. 2004 Aug;23(8):701-6.
164. Hollmig ST, Copley LA, Browne RH, Grande LM, Wilson PL. Deep venous thrombosis associated with osteomyelitis in children. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Jul;89(7):1517-23.
165. Azu MC, McCormack JE, Scriven RJ, Brebbia JS, Shapiro MJ, Lee TK. Venous thromboembolic events in pediatric trauma patients: is prophylaxis necessary? *J Trauma*. 2005 Dec;59(6):1345-9.
166. Van Arendonk KJ, Schneider EB, Haider AH, Colombani PM, Stewart FD, Haut ER. Venous thromboembolism after trauma: when do children become adults? *JAMA Surg*. 2013 Dec;148(12):1123-30.
167. White RH. The epidemiology of venous thromboembolism. *Circulation*. 2003 Jun 17;107(23)(Suppl 1):I4-8.
168. Murphy RF, Naqvi M, Miller PE, Feldman L, Shore BJ. Pediatric orthopaedic lower extremity trauma and venous thromboembolism. *J Child Orthop*. 2015 Oct;9(5):381-4.
169. Allen CJ, Murray CR, Meizoso JP, Ray JJ, Neville HL, Schulman CL, et al. Risk factors for venous thromboembolism after pediatric trauma. *J Pediatr Surg*. 2016 Jan;51(1):168-71.
170. Herzog MM, Marshall SW, Lund JL, Pate V, Mack CD, Spang JT. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Among Adolescent Females in the United States, 2002 Through 2014. *JAMA Pediatr*. 2017 Aug 1;171(8):808-10.
171. Murphy RF, Heyworth B, Kramer D, Naqvi M, Miller PE, Yen YM, et al. Symptomatic Venous Thromboembolism After Adolescent Knee Arthroscopy. *J Pediatr Orthop*. 2019 Mar;39(3):125-9.
172. Nogaro MC, Abram SGF, Alvand A, Bottomley N, Jackson WFM, Price A. Paediatric and adolescent anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Bone Joint J*. 2020 Feb;102-B(2):239-45.
173. Ellis HB Jr, Sabatino MJ, Clarke Z, Dennis G, Fletcher AL, Wyatt CW, et al. The Importance of a Standardized Screening Tool to Identify Thromboembolic Risk Factors in Pediatric Lower Extremity Arthroscopy Patients. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019 May 1;27(9):335-43.
174. James JJ. Idiopathic scoliosis; the prognosis, diagnosis, and operative indications related to curve patterns and the age at onset. *J Bone Joint Surg Br*. 1954 Feb;36-B(1):36-49.
175. Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berken S, Hanson DS, Mudiayam R, et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Feb 1;31(3):345-9.
176. De la Garza Ramos R, Goodwin CR, Abu-Bonsrah N, Jain A, Miller EK, Huang N, et al. Patient and operative factors associated with complications following adolescent idiopathic scoliosis surgery: an analysis of 36,335 patients from the Nationwide Inpatient Sample. *J Neurosurg Pediatr*. 2016 Dec;25(6):730-6.
177. Jain A, Karas DJ, Skolasky RL, Sponseller PD. Thromboembolic complications in children after spinal fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 Jul 15;39(16):1325-9.
178. Cheng JS, Arnold PM, Anderson PA, Fischer D, Dettori JR. Anticoagulation risk in spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Apr 20;35(9)(Suppl):S117-24.

Pregunta 8: ¿Qué procedimientos pediátricos requieren de rutina la administración de profilaxis del tromboembolismo venoso (TEV)?

Respuesta/Recomendación: a falta de otros factores de riesgo identificables de TEV, la quimioprofilaxis para el TEV no debe prescribirse de forma rutinaria en pacientes menores de 13 años que se someten a procedimientos ortopédicos.

Fuerza de la recomendación: débil.

Voto de los delegados: de acuerdo: 100,00%; en desacuerdo: 0,00%; abstención: 0,00% (consenso fuerte unánime).

Justificación: el TEV, un proceso de enfermedad que abarca tanto la trombosis venosa profunda (TVP) como la embolia pulmonar (PE), está bien estudiado en la población adulta. Sin embargo, en la población ortopédica pediátrica, la ocurrencia de TEV aún es rara. Estimaciones recientes han colocado la incidencia de TEV postoperatorio entre 0,05 y 0,1%⁽¹⁷⁹⁾. Debido a una escasez de evidencia que recomiende la profilaxis farmacológica de rutina para pacientes ortopédicos pediátricos, intentamos identificar la incidencia informada de TEV en ciertos procedimientos ortopédicos de "alto riesgo" en la población pediátrica. En un estudio de la base de datos del Pediatric Health Information System (PHIS), Georgopoulos *et al.*⁽¹⁸⁰⁾ informaron una incidencia de TEV del 0,063% en pacientes pediátricos sometidos a procedimientos ortopédicos electivos. Sin embargo, esta base de datos puede resultar en una subestimación de la verdadera incidencia de TEV. Es más, después de realizar un análisis multivariado, no se identificó ningún procedimiento electivo que aumentara significativamente el riesgo de TEV. En otro estudio de la base de datos del National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP), la incidencia de TEV, TVP y EP en pacientes ortopédicos pediátricos fue del 0,1, el 0,09 y el 0,01%, respectivamente. Además, la mayor prevalencia de TEV fue informada en pacientes sometidos a procedimientos relacionados con infecciones⁽¹⁸¹⁾. En 2 estudios separados, se informó que las tasas de TEV en pacientes pediátricos sometidos a artroscopia de rodilla eran de entre 0,25 y 0,27%. Adicionalmente, encontraron que la mayoría de los eventos de TEV ocurrieron en pacientes

con factores de riesgo predisponentes^(182,183). En otro estudio, Allahabadi *et al.*⁽¹⁸⁴⁾ informaron que la incidencia de TEV fue del 0,61% en adolescentes que se sometieron a una osteotomía pélvica. Sorprendentemente, de los 9 pacientes que desarrollaron TEV, casi la mitad (4/9 pacientes) había recibido profilaxis farmacológica en el postoperatorio. En un estudio de la base de datos PHIS, Shore *et al.*⁽¹⁸⁵⁾ encontraron que la incidencia de TEV después de cirugía electiva de columna y cadera en niños con trastornos neuromusculares fue del 0,04%. Además, los 2 pacientes que experimentaron un evento de TEV tenían antecedentes de un trastorno de la coagulación. Por lo tanto, en ausencia de factores de riesgo conocidos, la administración de quimioprofilaxis para el TEV en este contexto puede ser innecesaria. En una encuesta de centros de escoliosis escandinavos entre 1963 y 1976, la incidencia notificada de TVP fue del 0,65%⁽¹⁸⁶⁾. En otro estudio, se realizó una ecografía Doppler de seguimiento en 40 adolescentes pospuberales consecutivos que se sometieron a instrumentación espinal posterior. De los 40 pacientes, en 2 se identificaron casos de trombosis transitoria, los cuales se resolvieron espontáneamente⁽¹⁸⁷⁾. Además, en un estudio de 1.471 pacientes pediátricos sometidos a cirugía de escoliosis, Erkilinc *et al.*⁽¹⁸⁸⁾ informaron que la incidencia de TVP fue del 0,13%. Por lo tanto, los autores concluyeron que la profilaxis mecánica era suficiente en este procedimiento. En un estudio de la base de datos de la National Inpatient Sample (NIS), Jain *et al.*⁽¹⁸⁹⁾ encontraron que, en pacientes pediátricos sometidos a cirugía de columna, la incidencia de TVP fue del 0,21%. En comparación con los niños con escoliosis idiopática, aquellos con etiología congénita, síndromica o traumática experimentaron una mayor incidencia de TEV⁽¹⁹⁰⁾. Varios estudios han evaluado la incidencia de TEV en pacientes traumatológicos pediátricos. En un estudio de la base de datos PHIS, Murphy *et al.*⁽¹⁹¹⁾ encontraron que la incidencia de TEV en pacientes con traumatismo en las extremidades inferiores fue del 0,058%. Por el contrario, en otro estudio que utilizó la Kid's Inpatient Database (KID), la incidencia de TEV en pacientes pediátricos con trauma ortopédico fue del 0,68%. Sin embargo, la incidencia de TEV en pacientes pediátricos con fracturas aisladas de los miembros inferiores fue del 0,25%, frente al 0,32% en pacientes con lesiones pélvicas⁽¹⁹²⁾. En otro estudio, Greenwald *et al.*⁽¹⁹³⁾ encontraron que, durante un periodo de 20 años, la incidencia de TVP en pacientes con fracturas femorales fue del 0,17%. Adicionalmente, no hubo casos notificados de EP o mortalidad secundaria a TEV. Además, la fijación interna de las fracturas de los miembros inferiores se cita comúnmente como un factor de riesgo para el desarrollo de TEV⁽¹⁹³⁾. A pesar de esto,

no encontramos ningún dato que respalde esta afirmación. Los datos actuales sugieren que la incidencia de TEV en pacientes pediátricos es mayor durante la adolescencia⁽¹⁸¹⁾. De manera similar, una encuesta de seguimiento reciente de la Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA) para 46 casos de TEV encontró que la edad promedio al momento del diagnóstico fue de 14,3 años⁽¹⁹⁴⁾. Además, Murphy *et al.*⁽¹⁸⁵⁾ encontraron que los pacientes que experimentaron un evento de TEV tenían entre 15 y 18 años, y al menos otro factor de riesgo identificable de TEV. Estos incluyeron: uso de anticonceptivos orales (ACO), tabaquismo, obesidad, un procedimiento abierto asistido por artroscopia o torniquete > 60 minutos. Además, 2 estudios separados con grandes cohortes identificaron la edad como un factor de riesgo independiente estadísticamente significativo para el desarrollo de TEV. O'Brien *et al.*⁽¹⁹⁵⁾ identificaron los 14 años como el umbral para el aumento de riesgo de TEV. Adicionalmente, Vavilala *et al.*⁽¹⁹³⁾ encontraron que había un aumento de 5 veces en el riesgo de TVP entre las edades de 10 y 15 años. Por otra parte, Meier *et al.*⁽¹⁹⁶⁾ establecieron recientemente las guías de práctica clínica (GPC) Best Evidence Statement (BEST) para profilaxis del TEV en niños. Encontraron que la edad > 10 años y la movilidad limitada fueron los 2 factores más importantes para considerar iniciar profilaxis del TEV. Varios estudios han demostrado que la presencia de un CVC conlleva el mayor riesgo individual de desarrollo de TVP en la población pediátrica. Además, algunos estudios han estimado que entre el 33 y el 80% de todas las TVP pediátricas se pueden atribuir a la presencia de un CVC^(188,197-200).

En un estudio retrospectivo de casos y controles, Stokes *et al.*⁽²⁰¹⁾ demostraron una correlación entre la obesidad y la TVP. Encontraron que los pacientes pediátricos obesos eran 2,1 veces más propensos a experimentar un evento de TEV, en comparación con los pacientes no obesos. De manera similar, un estudio reciente de una gran base de datos demostró un aumento del riesgo de TVP en pacientes obesos en comparación con pacientes no obesos⁽²⁰²⁾. La infección es un factor de riesgo común y bien establecido para el desarrollo de TEV^(181,203,204). La trombosis séptica extensa se asocia con infecciones causadas por microorganismos que producen toxinas necrosantes, como la leucocidina de Pantón-Valentine (LPV). En conclusión, la infección por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina justifica el uso de tromboprofilaxis⁽²⁰³⁾. La baja incidencia de TVP, la heterogeneidad de los estudios clínicos, la multiplicidad de factores de riesgo y de factores relacionados con la edad, junto a la variabilidad en los niveles de riesgo, han hecho difícil establecer directrices basadas en la evidencia para la quimioprofilaxis en pacientes

pediátricos sometidos a procedimientos ortopédicos. En conclusión, se debe considerar la tromboprofilaxis en adolescentes con factores de riesgo identificables adicionales. Específicamente, se debe considerar la tromboprofilaxis en pacientes pediátricos con osteomielitis o infección diseminada y en pacientes pediátricos con una vía venosa central.

Cecilia A. Méndez, Juan M. Del Castillo, Eduardo I. Vilensky, Muhammad A. Chinoy, Syeda Mehwish

Referencias

179. Padhye K, El-Hawary R, Price V, Stevens S, Branchford B, Kulkarni K. Development of a perioperative venous thromboembolism prophylaxis algorithm for pediatric orthopedic surgical patients. *Pediatr Hematol Oncol.* 2020 Mar;37(2):109-18.
180. Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Siparsky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of Deep Vein Thrombosis and Pulmonary Embolism in the Elective Pediatric Orthopaedic Patient. *J Pediatr Orthop.* 2016 Jan;36(1):101-9.
181. Baker D, Sherrod B, McGwin G Jr, Ponce B, Gilbert S. Complications and 30-day Outcomes Associated With Venous Thromboembolism in the Pediatric Orthopaedic Surgical Population. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016 Mar;24(3):196-206.
182. Lau BC, Jagodzinski J, Pandya NK. Incidence of Symptomatic Pulmonary Embolus and Deep Vein Thrombosis After Knee Arthroscopy in the Pediatric and Adolescent Population. *Clin J Sport Med.* 2019 Jul;29(4):276-80.
183. Murphy RF, Heyworth B, Kramer D, Naqvi M, Miller PE, Yen YM, et al. Symptomatic Venous Thromboembolism After Adolescent Knee Arthroscopy. *J Pediatr Orthop.* 2019 Mar;39(3):125-9.
184. Allahabadi S, Faust M, Swarup I. Venous Thromboembolism After Pelvic Osteotomy in Adolescent Patients: A Database Study Characterizing Rates and Current Practices. *J Pediatr Orthop.* 2021 May-Jun 1;41(5):306-11.
185. Shore BJ, Hall M, Matheny TH, Snyder B, Trenor CC 3rd, Berry JG. Incidence of Pediatric Venous Thromboembolism After Elective Spine and Lower-Extremity Surgery in Children With Neuromuscular Complex Chronic Conditions: Do we Need Prophylaxis? *J Pediatr Orthop.* 2020 May/June;40(5):e375-9.
186. Udén A. Thromboembolic complications following scoliosis surgery in Scandinavia. *Acta Orthop Scand.* 1979 Apr;50(2):175-8.
187. Kaabachi O, Alkaissi A, Koubaa W, Aloufi N, Toumi NelH. Screening for deep venous thrombosis after idiopathic scoliosis surgery in children: a pilot study. *Paediatr Anaesth.* 2010 Feb;20(2):144-9.
188. Erkilinc M, Clarke A, Poe-Kochert C, Thompson GH, Hardesty CK, O'Malley N, Mistovich RJ. Is There Value in Venous Thromboembolism Chemoprophylaxis After Pediatric Scoliosis Surgery? A 28-Year Single Center Study. *J Pediatr Orthop.* 2021 Mar 1;41(3):138-42.
189. Jain A, Karas DJ, Skolasky RL, Sponseller PD. Thromboembolic complications in children after spinal fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014 Jul 15;39(16):1325-9.
190. Greenwald LJ, Yost MT, Sponseller PD, Abdullah F, Ziegfeld SM, Ain MC. The role of clinically significant venous thromboembolism and thromboprophylaxis in pediatric patients with pelvic or femoral fractures. *J Pediatr Orthop.* 2012 Jun;32(4):357-61.
191. Murphy RF, Naqvi M, Miller PE, Feldman L, Shore BJ. Pediatric orthopaedic lower extremity trauma and venous thromboembolism. *J Child Orthop.* 2015 Oct;9(5):381-4.
192. Grandas OH, Klar M, Goldman MH, Filston HC. Deep venous thrombosis in the pediatric trauma population: an unusual event: report of three cases. *Am Surg.* 2000 Mar;66(3):273-6.
193. Vavilala MS, Nathens AB, Jurkovich GJ, Mackenzie E, Rivara FP. Risk factors for venous thromboembolism in pediatric trauma. *J Trauma.* 2002 May;52(5):922-7.
194. Sabharwal S, Passannante MR. Venous thromboembolism in children: preliminary results of a survey of POSNA members. *J Pediatr Orthop.* 2013 Dec;33(8):852-6.
195. O'Brien SH, Candrilli SD. In the absence of a central venous catheter, risk of venous thromboembolism is low in critically injured children, adolescents, and young adults: evidence from the National Trauma Data Bank. *Pediatr Crit Care Med.* 2011 May;12(3):251-6.
196. Meier KA, Clark E, Tarango C, Chima RS, Shaughnessy E. Venous thromboembolism in hospitalized adolescents: an approach to risk assessment and prophylaxis. *Hosp Pediatr.* 2015 Jan;5(1):44-51.
197. Mahajerin A, Branchford BR, Amankwah EK, Raffini L, Chalmers E, van Ommen CH, Goldenberg NA. Hospital-associated venous thromboembolism in pediatrics: a systematic review and meta-analysis of risk factors and risk-assessment models. *Haematologica.* 2015 Aug;100(8):1045-50.
198. Wright JM, Watts RG. Venous thromboembolism in pediatric patients: epidemiologic data from a pediatric tertiary care center in Alabama. *J Pediatr Hematol Oncol.* 2011 May;33(4):261-4.
199. Morgan J, Checketts M, Arana A, Chalmers E, Maclean J, Powis M, Morton N; Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland Guidelines Working Group on Thromboprophylaxis in Children. Prevention of perioperative venous thromboembolism in pediatric patients: Guidelines from the Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland (APAGBI). *Paediatr Anaesth.* 2018 May;28(5):382-91.
204. Kim SJ, Sabharwal S. Risk factors for venous thromboembolism in hospitalized children and adolescents: a systemic review and pooled analysis. *J Pediatr Orthop B.* 2014 Jul;23(4):389-93.

Apéndice

El material de soporte aportado por los autores está disponible *online* y en inglés como material suplementario de este capítulo en [jbsj.com](http://links.lww.com/JBJS/G867) (<http://links.lww.com/JBJS/G867>).

Los delegados de pediatría de ICM-VTE incluyen a: Sanjeev Sabharwal, MD, MPH, UCSF Benioff Children's Hospital, Oakland, California; Miriam Basagaña-Farrés, LA, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, Spain; Enric Castellet, MD, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, Spain; Muhammad A. Chinoy, MD, The Indus Hospital & Health Network, Karachi, Pakistan; Emanuele Chisari, MD, Rothman Orthopaedic Institute, Philadelphia, Pennsylvania; John J. Corvi, BS, School of Medicine, Drexel University, Philadelphia, Pennsylvania; Juan M. Del Castillo, MD, Clínica Traumatología Universidad de la República, Montevideo, Uruguay; Graham S. Goh, MD, Rothman Orthopaedic Institute, Philadelphia, Pennsylvania; Arjun Gupta, MD, Department of Orthopaedic Surgery, Johns Hopkins Medicine, Baltimore, Maryland; Amit Jain, MD, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland; Ashok N. Johari, MD, Children's Orthopaedic Centre, Mumbai, India; Syeda Mehwish, MD, The Indus Hospital & Health Network, Karachi, Pakistan; Cecilia A. Méndez, MD, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay; Frederick Mun, MD, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland; Robert F. Murphy, MD, Medical University of South Carolina, Charleston, South Carolina; Manjeera S.B. Rednam, MD, Children's Orthopaedic Centre, Mumbai, India; Javad Parvizi, MD, FRCS, Rothman Orthopaedic Institute, Philadelphia, Pennsylvania; Camilo Restrepo, MD, Rothman Orthopaedic Institute, Philadelphia, Pennsylvania; Samir Sabharwal, MD, MPH, Department of Orthopaedic Surgery, Johns Hopkins Medicine, Baltimore, Maryland; Benjamin J. Shore, MD, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts; Chadi Tannoury, MD, Boston University Medical Center, Boston, Massachusetts; Saad Tarabichi, MD, Rothman Orthopaedic Institute, Philadelphia, Pennsylvania; and Eduardo I. Vilensky, MD, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.