

## Indicaciones de TAC de cráneo simple en pacientes menores de 2 años con trauma encefalocraneano leve

Indications for head computed tomography in patients younger than 2 years old with minor head injuries

Evelyn Fábregas Castilla (1), Lilia Sánchez (2), Jorge Acosta-Reyes (3)

### RESUMEN

Existe gran variabilidad en la práctica clínica en cuanto al uso de estudios imagenológicos, específicamente de la tomografía de cráneo simple en los casos de trauma encefalocraneano leve, más aun en pacientes menores de 2 años.

En la mayoría de estos pacientes existe bajo riesgo de injuria intracraneal, sin embargo, este grupo etario plantea mayores retos diagnósticos por las dificultades en su evaluación y las pocas manifestaciones clínicas que podrían presentar dado a sus características anatómicas.

Resulta necesario acogerse a las guías de práctica clínica que contengan reglas de decisión clínicas, que incluyan los signos y/o síntomas con mayor valor predictivo para detectar injuria intracraneal, costo efectivas y redundando en el beneficio del paciente.

**PALABRAS CLAVE:** trauma encefalocraneano leve, lactantes, injuria intracraneal, tomografía computarizada de cráneo simple, reglas de decisión clínica, guías de práctica clínica (DeCS).

### SUMMARY

There is great variability in clinical practice with the use of imaging studies, specifically head computed tomography in cases of minor head injuries, even more so in patients younger than 2 years old.

Most of these patients have low risk of intracranial injury; however, this age group represents greater challenges in the diagnosis, because of the difficulties in their assessment and lack of clinical results that could be present due to their anatomical characteristics.

It is necessary to make clinical practice guidelines that include some key points like clinical signs and/or symptoms with greater predictive value for detecting intracranial injury, cost-effective interventions resulting in benefits for the patients.

**KEY WORDS:** mild head injury, infants, intracranial injury, head computed tomography, clinical prediction rules, clinical guideline (MeSH).

### INTRODUCCIÓN

El trauma encefalocraneano (TEC) se define como un intercambio brusco de energía mecánica causado por una fuerza externa que tiene como resultado una alteración a nivel anatómico y/o funcional (motora, sensorial y/o cognitiva) del encéfalo y sus envolturas, en forma precoz o tardía, permanente o transitoria<sup>1,2</sup>. Se clasifica según la escala de coma de Glasgow (ECG), en severo si la puntuación es ≤ de

8 o baja dos o más puntos de la escala en 1 hora, moderado con un puntaje de 9 a 12 y leve de 13 a 15<sup>1,3</sup>.

Específicamente el TEC leve se refiere a la historia de pérdida del estado de conciencia o amnesia post traumática en un paciente que al momento de la evaluación tiene un puntaje de Glasgow de 13 a 15 y en quien la exploración neurológica es completamente normal<sup>4</sup>. En este sentido, el término concusión, entendido como un síndrome clínico

(1) Residente de tercer año de Pediatría, Universidad del Norte Barranquilla, Colombia

(2) Neuropediatra, Hospital Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

(3) Departamento de Salud Pública, Universidad del Norte Barranquilla, Colombia

caracterizado por una alteración funcional del cerebro, que típicamente afecta la memoria y orientación de manera transitoria y que además puede involucrar o no pérdida de la conciencia, también hace parte del TEC leve e implica una alteración funcional, no estructural, en la que la tomografía axial computarizada (TAC) de cráneo simple es normal<sup>5-11</sup>. De esta manera, el TEC leve puede subdividirse en TEC menor o trivial, que constituye el trauma producto de un mecanismo de baja energía (ejemplo: chocar con objetos estacionarios o caídas al estar de pie o sentado) y TEC leve complicado que abarca la concusión y el TEC leve propiamente dicho, en los que la recuperación podría ser un poco más demorada de lo proyectado y la diferencia entre estos radica en los hallazgos imagenológicos como se refirió anteriormente<sup>12</sup>.

Resulta importante aclarar esta terminología, ya que no todo paciente con historia de pérdida de conciencia o de vómitos necesariamente presenta injuria intracraneal (IIC) y no es indicación absoluta de realización de estudios imagenológicos, es decir, son estos pacientes los que plantean un reto diagnóstico al personal de urgencias, ya en que aquellos con TEC moderado o severo es imperativo la realización de imágenes.

Esta revisión se basará en el uso racional de la TAC de cráneo simple en pacientes menores de 2 años con TEC leve según la evidencia científica.

## EPIDEMIOLOGÍA

El TEC leve es afortunadamente el que se presenta con más frecuencia en la población pediátrica<sup>13-15</sup>. En Estados Unidos se estima que representa alrededor de medio millón de visitas a los servicios de urgencias pediátricas y cerca de 29.000 admisiones hospitalarias por año<sup>16</sup>. En nuestro país la epidemiología reciente en cuanto a este aspecto es escasa, sin embargo, en un estudio realizado en el servicio de urgencias pediátricas del Hospital San Vicente de Paul en Medellín, Antioquia, entre los años 2003 y 2004, en 90 lactantes mayores y preescolares se encontró que en 37 pacientes (41.1 %) el TEC fue de intensidad moderada o grave, lo cual permite inferir que en su mayoría se trató de casos leves<sup>17</sup>. Asimismo, en otro estudio realizado en la ciudad de Manizales, Caldas en el que se evaluaron 159 casos de niños con diagnóstico de TEC entre los meses de enero a julio de 2002, se encontró que el 68.6 % de los casos correspondía a episodios leves<sup>18</sup>.

## Utilidad de neuroimágenes en TEC

La evaluación inicial de los pacientes con TEC se basa en la historia clínica, el examen físico, que incluye la valoración neurológica según la escala de Glasgow y los estudios

imagenológicos. La tomografía axial computarizada de cráneo simple es la prueba diagnóstica de elección, debido a su alta sensibilidad y especificidad para detectar lesiones intracraneales postraumáticas.

La radiografía de cráneo ha entrado en desuso debido a que no es útil para evidenciar daño intracraneal, el cual se puede presentar en ausencia de fracturas; y su uso ha quedado establecido para el estudio de pacientes con sospecha de maltrato infantil. Por otra parte, la ecografía transfontanelar podría ser útil en el grupo etario implicado en nuestra revisión, dado que es una prueba restringida a lactantes con la fontanela permeable a través de la cual se podría detectar hemorragias intra y extraparenquimatosas de forma rápida e incluso sin requerir sedación, sin embargo, da una ventana de exploración limitada y no permite evaluar la superficie cerebral en su totalidad. La resonancia magnética, a pesar de tener mayor resolución que la TAC, no constituye la primera elección, dado a las limitaciones en su disponibilidad, necesidad de traslado del paciente, tiempo requerido para la realización del estudio y dificultad para monitorizar un paciente inestable. Este estudio, es a su vez más sensible para detectar lesiones del tronco cerebral, contusiones corticales no hemorrágicas y lesión axonal difusa, pero no supera la tomografía en la detección de lesiones óseas y/o hemorrágicas y su principal indicación sería en pacientes en quienes la clínica no se explica por los hallazgos de la TAC, en el seguimiento evolutivo del TEC y ante la sospecha de lesiones medulares asociadas<sup>19-21</sup>.

La TAC de cráneo simple constituye entonces el gold estándar en pacientes con TEC, dado que provee una rápida identificación de las lesiones que amenazan la vida. Sin embargo, estas lesiones son poco comunes en pacientes con TEC leve y el riesgo de irradiación del cerebro en desarrollo y de sedación en los pacientes pediátricos, además del costo no despreciable del estudio, hace necesario seleccionar cuidadosamente los pacientes que tienen más probabilidad de tener un trauma mayor, en quienes se requiere su realización<sup>20,22-28</sup>. La literatura sugiere que una sola tomografía de cráneo o cara en un niño aumenta significativamente el riesgo de padecer una malignidad fatal. Este riesgo disminuye a mayor edad, pero se estima que es tan alto como de 1 en 1.200 en niños menores de 13 meses<sup>6,7,16,22,29,30</sup>.

Está bien establecido que pacientes con bajo riesgo de injuria intracraneal corren mayor riesgo con la realización de una tomografía injustificada, no obstante, alrededor de más de un tercio de los pacientes pediátricos con TEC leve son sometidos a la irradiación que implica este estudio<sup>31</sup>.

## TEC en menores de 2 años

Debido a sus características anatómicas, los niños y en particular los lactantes (< 2 años), son más susceptibles de

presentar IIC posterior a un traumatismo encefalocraneano; entendiéndose por ésta el desarrollo de hematomas epi o subdurales, hemorragia intraventricular o subaracnoidea, contusiones cerebrales y lesión axonal difusa<sup>6</sup>. Esto se debe a que poseen una cabeza desproporcionadamente más grande y pesada, una musculatura cervical más débil, un cráneo más complaciente, el cual muchas veces tiene fontanelas y suturas abiertas, que con frecuencia ocasiona que no presenten manifestaciones clínicas en forma inmediata, y lo más importante, sus neuronas no se encuentran completamente mielinizadas, lo cual los hace más susceptibles de daño axonal ante fuerzas de aceleración y desaceleración<sup>6,7,19</sup>. Dado a este mayor riesgo de presentar IIC, existe la tendencia a un sobreuso de la TAC de cráneo simple, dejando a un lado el riesgo de irradiación que implica este estudio, específicamente en esta población.

### Injuria intracraneal

En contexto con la semiología con que podría debutar un paciente con IIC, es necesario señalar que ciertos signos y/o síntomas podrían alarmar a los padres y contribuir a que en el personal de salud se genere el temor de pasar por alto una lesión de este tipo, de ellos talvez los más frecuentes son los vómitos, la somnolencia, cefalea, irritabilidad o cambios en el comportamiento, el antecedente de pérdida del estado de conciencia, entre muchos otros. En cuanto a su sensibilidad para predecir IIC, se han hecho estudios con este fin, de los cuales se detallaran algunos a continuación.

En un estudio que tenía como criterio de inclusión el tener historia de pérdida de conciencia evidenciada o amnesia post traumática en un paciente que se presenta con una escala de Glasgow de 14-15 a la exploración médica (TEC leve); la intención era determinar si la presencia de alguno de los siguientes signos o síntomas asociados aumentaba el riesgo de presentar IIC: cefalea, somnolencia, estado de alerta alterado/confusión, vómitos/nauseas, convulsiones post trauma, anomalía neurológica (alteración en fuerza muscular, sensibilidad, reflejos), visión borrosa, vértigo y hemotímpano. A todos los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión asociados o no a algunas de las manifestaciones clínicas descritas se les realizó TAC de cráneo, se encontró que un mayor número de pacientes que presentaron tal sintomatología tenían alteraciones intracraneales como hemorragia subaracnoidea, intraparenquimatosa o hematoma subdural y que el mayor valor predictivo para lesión post traumática, la mostraron la somnolencia, el estado de alerta alterado/confusión y la convulsión post traumática. El resto de variables mostraron una significancia débil como predictores de injuria intracraneal post trauma<sup>4</sup>.

Por otra parte, en una revisión sistemática realizada con el fin de determinar la exactitud de ciertas características

clínicas para identificar anormalidades en la TAC de cráneo luego de un TEC leve, se encontró que las fracturas deprimidas y de base de cráneo fueron la característica clínica más útil para predecir IIC en niños y adultos. Otras características útiles incluyen: déficit neurológico focal, convulsiones post traumáticas, vómitos persistentes y coagulopatía. Y aquellas que tuvieron un limitado valor diagnóstico en niños fueron los hematomas y laceraciones de cuero cabelludo<sup>32</sup>.

Otros estudios realizados muestran que ninguno de los siguientes signos y/o síntomas en forma aislada, es decir en ausencia de alguna otra manifestación clínica asociada, aumentan el riesgo de presentar lesión intracraneal en pacientes con TEC leve: cefalea, pérdida de conciencia y/o amnesia y vómitos<sup>33-36</sup>. Con respecto a la última variable, existen controversias acerca del número de episodios que podrían tomarse como de mayor riesgo; un estudio indica que no encontró diferencia significativa en la presentación de IIC con la manifestación de uno, dos o tres vómitos aislados<sup>35</sup>, sin embargo, otras literaturas sugieren que debería de tenerse en cuenta tres o más episodios en un periodo de 4 horas<sup>37</sup>.

Pese a que se observan algunas diferencias entre aquellas lesiones que podrían significar un riesgo mayor, parece que hay mayor acuerdo en aquellas que de forma aislada se asociarían en muy raras ocasiones a injuria intracraneal. Todo esto nos debe llevar a ser más cautos en el uso de imágenes en los pacientes con TEC leve y sopesar el beneficio que podría significar la observación clínica en los servicios de urgencias en comparación con la irradiación generada por una tomografía<sup>38-42</sup>.

### Reglas de decisión clínica

Se han creado reglas de decisión clínica que incluyen grupos de signos y/o síntomas, algunos relacionados con riesgo de IIC y que orientan al clínico a determinar con mayor certeza aquellos pacientes que podrían presentar una lesión o complicación secundaria al TEC y que por tanto necesitarían de la realización de estudios imagenológicos o por lo menos de un periodo de observación clínica y de esta manera contribuyen al reducir el uso innecesario de TAC de cráneo simple<sup>43</sup>. En una revisión sistemática de las reglas de decisión clínica publicada en 2012, los tres estudios que mostraron tener la mejor calidad y precisión fueron CHALICE (*Children's Head Injury Algorithm for the Prediction of Important Clinical Events*), CATCH (*Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury*) y PECARN (*Pediatric Emergency Care Applied Research Network*)<sup>20,44</sup>.

Las reglas del CHALICE fueron creadas por el UK *Emergency Medicine Research Group* y publicadas en el 2006. Su objetivo es identificar qué niños menores de 16 años con TEC de cualquier gravedad tienen alto riesgo de lesión intracraneal clínicamente significativa, definida como muerte

resultado del trauma, necesidad de intervención neuroquirúrgica o anomalía notable en la TAC. Poseen una sensibilidad del 98 % y una especificidad del 87 % para detectar lesión intracraneal clínicamente significativa y recomiendan la TAC en todo niño con TEC que cumpla con alguno de los puntos mencionados en la tabla 1<sup>20,45</sup>.

Las reglas de decisión clínica del CATCH fueron creadas por el *Pediatric Emergency Research Canada Head Injury Study Group* y publicadas en 2010. Su objetivo es determinar niños menores de 16 años con trauma craneoencefálico leve (historia de pérdida del estado de conciencia, amnesia o desorientación, más de un episodio de emesis o irritabilidad persistente en menores de 2 años en un paciente con un puntaje por GCS de 13 a 15) dentro de las 24 horas de la presentación del mismo que requieren intervención neurológica.

Estas resultaron 100 % sensibles y 70 % específicas en la determinación de necesidad de intervención quirúrgica en el grupo de “alto riesgo”, y fue 98 % sensible y 50 % específica para la identificación de lesiones cerebrales en la TAC en el grupo de riesgo medio<sup>20,45,46</sup>. Consideran realización de TAC en todo niño con trauma craneoencefálico leve y cualquiera de los hallazgos que se mencionan en la tabla 1.

Finalmente, las reglas de decisión clínica del PECARN fueron desarrolladas por el *Pediatric Emergency Care Applied Research Network* de los Estados Unidos y se publicaron en 2009. El objetivo es identificar los pacientes menores de 18 años con TEC leve (ECG) con riesgo muy bajo de lesiones cerebrales clínicamente importantes y que por lo tanto no requieren TAC. Definen una lesión cerebral clínicamente importante como aquella que resultó en muerte, interven-

**Tabla 1. Reglas de decisión clínica para el uso de tomografía en pacientes menores de 18 años con trauma encefalocraneano**

CHALICE	CATCH	PECARN	PECARN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida evidenciada de la conciencia &gt; de 5 minutos.</li> <li>• Amnesia &gt; de 5 minutos</li> <li>• Somnolencia.</li> <li>• 3 o más episodios de emesis en 4 horas.</li> <li>• Sospecha de traumatismo no accidental.</li> <li>• Convulsiones en un paciente sin epilepsia.</li> <li>• Mecanismo de lesión por colisión de vehículo motor de alta velocidad, caída de más de 3 m o golpe en la cabeza por un objeto de alta velocidad.</li> <li>• GCS menor de 14 (o &lt;15 si es menor de 1 año).</li> <li>• Trauma penetrante o fractura deprimida.</li> <li>• Fontanela abombada.</li> <li>• Signos de fractura de base de cráneo.</li> <li>• Examen neurológico anormal.</li> <li>• Edema del cuero cabelludo, hematomas o laceraciones de más de 5 cm en el &lt; de 1 año.</li> </ul>	<p><b>Riesgo alto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GCS menor de 15, dos horas después de la lesión.</li> <li>• Sospecha de fractura craneal abierta o deprimida.</li> <li>• Dolor de cabeza que empeora.</li> <li>• Irritabilidad al examen físico.</li> </ul> <p><b>Riesgo medio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signos de fractura de base de cráneo.</li> <li>• Gran hematoma en cuero cabelludo.</li> <li>• Mecanismo de lesión (caída <math>\geq 3</math> pies (<math>\geq 91</math> cm) o 5 escaleras, colisión de vehículo motor de alta velocidad, caída de una bicicleta sin caso).</li> </ul>	<p><b>Niños menores de 2 años</b></p> <p><b>Riesgo Alto+:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GCS = 14</li> <li>• Otros signos de alteración del estado de conciencia*</li> <li>• Fractura de cráneo palpable.</li> </ul> <p><b>Riesgo Medio++:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hematoma del cuero cabelludo no frontal</li> <li>• Historia de pérdida de la conciencia de 5 segundos o más.</li> <li>• Mecanismo severo de la lesión **</li> <li>• No actúa normal según los padres.</li> </ul> <p><b>Riesgo Bajo+++.</b></p>	<p><b>Niños mayores de 2 años</b></p> <p><b>Riesgo Alto+:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GCS = 14</li> <li>• Otros signos de alteración del estado de conciencia*</li> <li>• Signos de fractura de base de cráneo.</li> </ul> <p><b>Riesgo Medio++:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia de pérdida de la conciencia</li> <li>• Historia de vómitos</li> <li>• Mecanismo severo de la lesión **</li> <li>• Cefalea severa</li> </ul> <p><b>Riesgo Bajo+++.</b></p>

\* Agitación, somnolencia, estado confusional, bradipsíquico.

\*\* Ser expulsado de un auto que colisiona, muerte de otro pasajero, ciclista sin casco o peatón arrollados por una motocicleta, caída de más de 3 pies en menores de 2 años y más de 5 pies en mayores de 2 años, golpe en la cabeza por objeto a alta velocidad.

+ Realizar una TAC de urgencias en todo paciente con cualquiera de las características de esta categoría.

++ Si ninguna de las características mencionadas en la categoría de riesgo alto está presente la TAC vs. un periodo de observación de 4-6 horas puede considerarse en caso de alguna de las siguientes, según la preferencia del médico.

+++ Si ninguna de las características mencionadas en las categorías anteriores está presente no se recomienda la tomografía.

[CHALICE (Children's Head Injury Algorithm for the Prediction of Important Clinical Events), CATCH (Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury) y PECARN (Pediatric Emergency Care Applied Research Network).

ción neuroquirúrgica, intubación durante más de 24 horas o ingreso hospitalario durante 2 noches o más. Considera en forma separada a los pacientes menores y mayores de 2 años y plantea la posibilidad de la observación clínica teniendo en cuenta además el criterio médico<sup>47,48</sup>. En los menores de 2 años las reglas tuvieron una sensibilidad de 100 % y especificidad de 53.7 % para lesión cerebral significativa. En mayores de 2 años la sensibilidad fue del 96.8 % y la especificidad de 58.5 %<sup>20,45</sup>. Las variables consideradas se incluyen en la tabla 1.

Dado que estas reglas de decisión clínica difieren entre sí, requieren ser validadas en una misma población para evaluar su impacto en la práctica clínica. Este estudio se realizó en Denver, Colorado, Estados Unidos y pese a las limitaciones planteadas por los autores debido al tamaño de muestra, se encontró que de todas ellas la más sensible para detectar IIC fue la de PECARN y la más específica fue la CHALICE, la cual a su vez falló sólo en la detección de un caso que requirió neurocirugía<sup>31</sup>. Teniendo en cuenta estos resultados, la adecuada sensibilidad y mayor especificidad de las reglas derivadas del estudio CHALICE y que en su diseño no toma en cuenta signos y/o síntomas aislados como predictores de IIC según lo mostrado en la evidencia científica anteriormente referenciada, podríamos sugerir

que esta regla de decisión clínica sería la más costo efectiva (dato reportado también en la guía de TEC de NICE)<sup>37</sup>; y es además la única que ha sido adoptada dentro de una guía de práctica clínica por una entidad de gran reconocimiento mundial como es el *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE).

En la tabla 2, se muestran las indicaciones de TAC en niños sugeridas en esta guía.

Las guías de práctica clínica (GPC) basadas en evidencia son declaraciones que incluyen recomendaciones, cuya finalidad es optimizar el cuidado de los pacientes, producidas a través de revisiones sistemáticas de la evidencia y la evaluación de los riesgos y beneficios de las alternativas de opciones de cuidado<sup>49</sup>. De esta manera, buscan mantener la calidad asistencial mediante el uso adecuado de los recursos disponibles, evitar decisiones clínicas no fundamentadas científicamente y reducir la variabilidad de la práctica médica. En Colombia no existen GPC acerca del manejo del TEC en niños, solo se encuentra disponible en el Ministerio de Protección Social una guía de diagnóstico y tratamiento de TEC severo en adultos, proponemos por tanto se adopten las indicaciones de la guía NICE en TEC pediátrico para el uso racional de TAC de cráneo simple, específicamente en los menores de 2 años<sup>50</sup>.

**Tabla 2. Indicaciones de tomografía en niños según guía NICE de trauma encefalocraneano**

1. Para niños con TEC que tienen algunas de las siguientes, realizar una TAC de cráneo dentro de la primera hora:
  - Sospecha de traumatismo no accidental
  - Convulsión post traumática en un paciente sin epilepsia
  - Durante la evaluación inicial de urgencias, GCS menor de 14 (o <15 si es menor de 1 año)
  - Dos horas después del trauma, GCS < 15
  - Sospecha de fractura abierta o deprimida o fontanela abombada
  - Signos de fractura de base de cráneo (hemotímpano, ojos de mapache, signo de Battle, salida de LCR por nariz u oídos)
  - Déficit neurológico focal
  - Edema del cuero cabelludo, hematomas o laceraciones de más de 5 cm en el < de 1 año
2. Si dos o más de las siguientes, realizar una TAC de cráneo dentro de la primera hora, de lo contrario si solo cumple con un criterio dejar en observación por 4 horas\*:
  - Pérdida evidenciada de la conciencia mayor de 5 minutos
  - Somnolencia
  - 3 o más episodios de emesis en 4 horas
  - Mecanismo de lesión (accidente de tráfico a alta velocidad ya sea de peatón, ciclista u ocupante del vehículo, caer desde una altura > de 3 metros, lesión de alta velocidad de un proyectil u otro objeto)
  - Amnesia (retrógrada o anterógrada) de más de 5 minutos

\*Durante este periodo cualquier deterioro clínico es indicativo de imágenes (vómitos adicionales, somnolencia, GCS <15)

NICE: National Institute for Health and Care Excellence

## CONCLUSIÓN

Se hace necesario la aplicación de reglas de decisión clínica y/o guías de práctica clínica con el fin de disminuir los riesgos de una tomografía innecesaria en pacientes menores de 2 años con TEC leve y optimizar el uso de los recursos disponibles. Proponemos la aplicación de la recomendación específica de la guía de TEC del NICE.

## Agradecimientos

Al personal de conmutación bibliográfica de la Universidad del Norte por su colaboración.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

- Wegner A, Céspedes P. Traumatismo encefalocraneano en pediatría. *Revista Chilena de Pediatría*. 2011;82(3):175-90.
- Maxwell W. Traumatic brain injury in the neonate, child and adolescent human: An overview of pathology. *Int. J. Devl Neuroscience*. 2012;30(3):167-83.
- Ling G, Marshall S, Moore D. Diagnosis and management of traumatic brain injury. *Continuum Lifelong Learning Neurol*. 2010;16(6):27-40.
- Żyluk A. Indications for CT scanning in minor head injuries: A review. *Neurologia i neurochirurgia polska*. 2015;49(1):52-57.
- Levin H, Diaz-Arrastia R. Diagnosis, prognosis, and clinical management of mild traumatic brain injury. *Lancet Neurol*. 2015;14(5):506-17.
- Bharadwaj S, Rocker J. Minor head injury: limiting patient exposure to ionizing radiation, risk stratification, and concussion management. *Curr Opin Pediatr*. 2016;28(1):121-31.
- Caskey R, Nance L. Management of Pediatric Mild Traumatic Brain Injury. *Advances in Pediatrics*. 2014;61(1):271-286.
- Schunk J, Schutzman S. Pediatric Head Injury. *Pediatrics in Review*. 2012;33(9):398-411.
- Sean R, Weber K, Collen J, Heyer G. The Diagnosis and Management of Concussion in Children and Adolescents. *Pediatr Neurol*. 2015;53(2):108-18.
- Simma B, Lütsch J, Callahan J. Mild head injury in pediatrics: algorithms for management in the ED and in young athletes. *Am J Emerg Med*. 2013;31(7):1133-138.
- Hamilton N, Keller M. Mild traumatic brain injury in children. *Semin Pediatr Surg*. 2010;19(4): 271-78.
- Catroppa C, Anderson V, Beauchamp M, Owen Yeates K. Mechanism and pathophysiology. En: Catroppa C, Anderson V, Beauchamp M, Owen Yeates K. *New frontiers in pediatric traumatic brain injury: an evidence base for clinical practice*. AACN /Routledge, New York, NY: 2016. P. 14-22.
- Amaranath J, Ramanan M, Reagh J, Saekang E, Prasad N, Chaseling R, et al. Epidemiology of traumatic head injury from a major paediatric trauma centre in New South Wales, Australia. *ANZ J Surg*. 2014;84(6):424-28.
- P Burrows, L Trefan, R Houston, J Hughes, G Pearson, R J Edwards, et al. Head injury from falls in children younger than 6 years of age. *Arch Dis Child*. 2015; 100(11):1032-1037.
- Quayle KS, Holmes JF, Kuppermann N. Epidemiology of blunt head trauma in children in U.S. emergency departments. *N Engl J Med*. 2014;371(20):1945-7.
- Tavarez M, Atabaki S, Teach S. Acute evaluation of pediatric patients with minor traumatic brain injury. *Curr Opin Pediatr*. 2012;24(3):307-13.
- Arango Soto D, Quevedo Vélez A, Montes Gallo A, Cornejo Ochoa W. Epidemiología del trauma encefalocraneano (TEC) en 90 lactantes mayores y preescolares atendidos en un servicio de urgencias pediátricas de tercer nivel, en Medellín, Colombia. *IATREIA*. 2008;21(3):271-79.
- Principales causas del trauma craneoencefálico en niños. Hospital infantil universitario. Enero a Julio de 2002. *Archivos de Medicina*. Facultad de Medicina. Universidad de Manizales. [http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/medicina/archivos\\_medicina/html/publicaciones/edicion\\_7/7\\_trauma\\_craneo\\_en%20ninos.pdf](http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/medicina/archivos_medicina/html/publicaciones/edicion_7/7_trauma_craneo_en%20ninos.pdf) (Fecha de consulta: 21 de Marzo, 2016).
- Maya Hijuelos L. Evaluación y tratamiento de niños con traumatismo craneoencefálico. Vol. 3. Falta el lugar de publicación: Sociedad Colombiana de Pediatría. *Precop*;2014. P. 16-29.
- Wing R, James C. Pediatric Head Injury and Concussion. *Emerg Med Clin N Am*. 2013;31(3): 653-75.
- Silva Higuero N; García Ruano A. Traumatismos craneoencefálicos. *Pediatr Integral*. 2014;18(4):207-18.
- Mechtler L, Shastri K, Crutchfield K. Advanced Neuroimaging of Mild Traumatic Brain Injury. *Neurol Clin*. 2014;32(1):31-58.
- Kocycigit A, Serinken M, Ceven Z, Yilmaz A, Kaya F, Hatipoglu C, et al. A strategy to optimize CT use in children with mild blunt head trauma utilizing clinical risk stratification; Could we improve CT use in children with mild head injury?. *Clinical Imaging*. 2014;38(3):236-40.
- Melnick ER, Szlezak CM, Bentley SK, Dziura JD, Kotlyar S, Post LA. CT overuse for mild traumatic brain injury. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2012;38(11):483-89.
- Pearce M, Salotti J, Little M, McHugh K, Lee C, Kim K, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2012;380(9840):499-505.
- Mathews J, Forsythe A, Brady Z, Butler M, Goergen S, Byrnes G, et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*. 2013;346:f2360: 1-18.
- Hennelly K, Mannix R, Nigrovic L, Lee L, Thompson K, Monuteaux M, et al. Pediatric Traumatic Brain Injury and Radiation Risks: A Clinical Decision Analysis. *J Pediatr*. 2013;162(2):392-97.

28. Kuppermann N, Holmes J, Dayan P, Hoyle J, Atabaki S, Holubkov R, et al, for the Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN). Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. *Lancet*. 2009;374(9696):1160–70.
29. Buttram S, Garcia-Filion P, Miller J, Youssfi M, Brown D, Dalton H, et al. Computed Tomography Vs Magnetic Resonance Imaging for Identifying Acute Lesions in Pediatric Traumatic Brain Injury. *Hospital Pediatrics*. 2014;5(2):79–84.
30. Nishijima D, Yang Z, Urbich M, Holmes J, Zwienenberg-Lee M, Melnikow J, et al. Cost-Effectiveness of the PECARN Rules in Children with Minor Head Trauma. *Ann Emerg Med*. 2015;65(1):72–80.
31. Easter J, Bakes K, Dhaliwal J, Miller M, Caruso E, Haukoos J. Comparison of PECARN, CATCH, and CHALICE Rules for Children With Minor Head Injury: A Prospective Cohort Study. *Ann Emerg Med*. 2014;64(2):145–152.
32. Pandor A, Harnan S, Goodacre S, Pickering A, Fitzgerald P, Rees A. Diagnostic Accuracy of Clinical Characteristics for Identifying CT Abnormality after Minor Brain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Neurotrauma*. 2012;29(5):707–718.
33. Dayan P, Holmes J, Hoyle Jr. J, Atabaki S, Tunik M, Lichenstein R. Headache in Traumatic Brain Injuries From Blunt Head Trauma. *Pediatrics* 2015; 135: 504–512.
34. Palchak M, Holmes J, Vance C, Gelber R, Schauer R, Harrison M, et al. Does an Isolated History of Loss of Consciousness or Amnesia Predict Brain Injuries in Children After Blunt Head Trauma?. *Pediatrics*. 2004;113:e507–e513.
35. Dayan P, Holmes J, Atabaki S, Hoyle Jr. J, Tunik M, Lichenstein R, et al, for the Traumatic Brain Injury Study Group of the Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN). Association of Traumatic Brain Injuries With Vomiting in Children With Blunt Head Trauma. *Ann Emerg Med*. 2014;63(6):657–665.
36. Lee L, Monroe D, Bachman M, Glass T, Mahajan P, Cooper A, et al. Isolated Loss of Consciousness in Children With Minor Blunt Head Trauma. *JAMA Pediatr*. 2014;168(9):837–43.
37. Commissioned by the National Institute for Health and Care Excellence. Head Injury Triage, assessment, investigation and early management of head injury in children, young people and adults. [Internet]. UK: National Clinical Guideline Centre; Enero 22 de 2014. [Actualizado en Enero 22 de 2014; Citado en Mayo de 2016]. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg176>.
38. Nigrovic L, Schunk J, Foerster A, Cooper A, Miskin M, Atabaki S, et al. The Effect of Observation on Cranial Computed Tomography Utilization for Children After Blunt Head Trauma. *Pediatrics*. 2011;127(6):1067–73.
39. Giza C. Pediatric Issues in Sports Concussions. *Continuum (Minneapolis, Minn)*. 2014; 20(6):1570–87.
40. Lockie F, Dalton S, Oakley E, Babl F. Triggers for head computed tomography following paediatric head injury: Comparison of physicians' reported practice and clinical decision rules. *Emerg Med Australas*. 2013;25(1):75–82.
41. Sodhia K, Krishnaa S, Saxena A, Sinha A, Khandelwala N, Leeb E. Clinical application of 'Justification' and 'Optimization' principle of ALARA in pediatric CT imaging: "How many children can be protected from unnecessary radiation?". *Eur J Radiol*. 2015;84(9):1752–57.
42. Nigrovic L, Stack A, Mannix R, Lyons T, Samnaliev M, Bachur R, et al. Quality Improvement Effort to Reduce Cranial CTs for Children With Minor Blunt Head Trauma. *Pediatrics*. 2015;136(1):e227–33.
43. Ip I, Raja A, Gupta A, Andruchow J, Sodickson A, Khorasani R. Impact of clinical decision support on head computed tomography use in patients with mild traumatic brain injury in the ED. *Am J Emerg Med*. 2015;33(3):320–325.
44. Babl F, Lyttle M, Bressan S, Borland M, Phillips N, Kochar A, et al. A prospective observational study to assess the diagnostic accuracy of clinical decision rules for children presenting to emergency departments after head injuries : the Australasian Paediatric Head Injury Rules Study (APHIRST). *BMC Pediatrics*. 2014;14:148.[Protocolo]
45. Lyttle M, Crowe L, Oakley E, Dunning J, Babl F. Comparing CATCH, CHALICE and PECARN clinical decision rules for paediatric head injuries. *Emerg Med J*. 2012;29(10):785– 794.
46. Osmond M, Klassen T, Wells G, Correll R, Jarvis A, Joubert G, et al. Pediatric Emergency Research Canada (PERC) Head Injury Study Group. CATCH: a clinical decision rule for the use of computed tomography in children with minor head injury. *CMAJ*. 2010;182(4):341–48.
47. Bressan S, Romanato S, Mion T, Zanconato S, Da Dalt L. Implementation of Adapted PECARN Decision Rule for Children With Minor Head Injury in the Pediatric Emergency Department. *Acad Emerg Med*. 2012;19(7):801–807.
48. Atabaki S. Updates in the General Approach to Pediatric Head Trauma and Concussion. *Pediatr Clin N Am*. 2013;60(5):1107–22.
49. Duarte, A., Torres, A., Vélez, C. Manual de implementación de guías de práctica clínica basadas en evidencia, en instituciones prestadoras de servicios de salud en Colombia. [Internet]. Bogotá-Colombia, Marzo de 2014. [Actualizado en Marzo de 2014; Citado en Mayo de 2016]Disponible en: <http://es.calameo.com/read/003231959485b3ef1a22d>
50. Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social, Colciencias, Fundación MEDITECH. Guía de práctica clínica para diagnóstico y tratamiento de adultos con trauma craneoencefálico severo. SGSS – 2014 Guía No. 30GPC-TCE. Bogotá, 2014.