

## ORIGINAL ARTICLE

## OPEN ACCESS

# Study of Pediatric Traumatic Brain Injury: Epidemiological Profile, Clinico-Radiological Aspects and Therapeutic Results in 270 Children

Fares LAOUAR, Nadjiba ADILI, Belkacem BOUDJADJA, Malak ZEGHDOUD, Lotfi BOUBLATA

Service de neurochirurgie CHU Constantine , Algérie

### ABSTRACT

**Objectif.** Pediatric traumatic brain injury (PTBI) is the leading cause of death and a major source of morbidity in children worldwide. Despite their prevalence, our understanding of the epidemiological factors associated with these injuries remains incomplete. The aim of this study was to explore a variety of factors associated with these lesions, including mechanism, radiological diagnosis, neurosurgical management and outcome. **Methods.** This retrospective study, conducted over a 15-month period, focused on 270 cases of PTBI in children under 15 years of age admitted to the neurosurgical emergency department of Constantine University Hospital and who had received medical and surgical management for post-traumatic brain injuries. **Results.** A total of 270 patients were included in the study. The mean age was 3.5 years, with a sex ratio of 2.37. The main causes were falls (81.4%) and road traffic accidents (16.7%). The severity of the trauma was as follows: severe in 8,9% of cases, moderate in 26,3% and mild in 64,8%. The lesions identified on the CT scan were mainly cranial fractures (37,4%), epidural haematomas (32,2%) and depressed skull (14,8%). Surgery was required in 22.2% of cases, and mortality was 2,2%. Poor prognostic factors were a low Glasgow score and the severity of the injury. 14% underwent rehabilitation for minor sequelae. **Conclusion.** Falls and road traffic accidents are the main causes of head trauma in children. Most of these injuries are mild to moderate in severity, requiring CT imaging. To improve outcomes, it is imperative to devise an effective strategy to prevent falls and accidents in children.

### ARTICLE HISTORY

Received 27 Oct 2023

Accepted 16 Jan 2024

### KEYWORDS

traumatic brain injury, epidemiology, children, brain injury

### CORRESPONDING AUTHOR

Fares LAOUAR

laouarfares@hotmail.com

fares.laouar@univ-constantine3.dz

## 1. INTRODUCTION

Les traumatismes crâniens chez les enfants constituent un problème de santé mondial majeur, touchant chaque année plus de trois millions d'enfants de moins de 15 ans dans le monde et qui est en augmentation, en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire [1]. Ils représentent la principale cause de décès et de handicaps chez les enfants à l'échelle mondiale, contribuant à environ 10 % de la charge de morbidité pédiatrique totale due à des incidents involontaires, avec une prévision

alarmante d'augmentation des décès liés aux traumatismes crâniens d'ici 2030 [2].

Les traumatismes crâniens pédiatriques (TCP) suscitent une préoccupation accrue en raison de la diversité de leurs mécanismes et de leurs impact sur le développement neurocognitif des enfants. Cependant, la recherche spécifique sur les TCP reste insuffisante, la plupart des études s'étant concentrées sur les adultes [3]. Malgré la réduction du nombre d'hospitalisations dans les pays à revenu élevé, les TCP

continuent d'avoir un impact significatif. Les accidents de la route et les chutes sont les principales causes de ces traumatismes, mais leurs caractéristiques varient selon les groupes d'âge [4].

La gravité des traumatismes crâniens est traditionnellement évaluée en fonction du niveau de conscience, selon l'échelle de coma de Glasgow (GCS), et les lésions sont classées comme légères, modérées ou graves [5]. Malheureusement, les données sur les traumatismes crâniens infantiles sont limitées à tous les niveaux de gravité, en particulier dans les pays à faibles ressources, ce qui empêche de fournir des soins de la plus haute qualité [2]. Cette étude a pour objectif d'examiner les caractéristiques épidémiologiques, les mécanismes et les résultats des traumatismes crâniens chez la population pédiatrique prise en charge dans les urgences neurochirurgicales du CHU de Constantine, afin de mieux comprendre et d'améliorer les protocoles de prise en charge de ces traumatismes.

## 2. MATERIEL ET METHODES

Il s'agit d'une étude épidémiologique rétrospective, descriptive et analytique, réalisée dans le service de neurochirurgie du CHU de Constantine. La période d'étude s'est étendue de janvier 2022 à mars 2023, couvrant ainsi une durée de 15 mois. Durant cette période, nous avons revu les dossiers de 270 enfants hospitalisés dans le service. Notre population d'étude était composée d'enfants âgés de 0 à 15 ans qui avaient été hospitalisés pour un traumatisme crânien et dont le dossier était exploitable. Les variables étudiées sont l'âge, le sexe, les circonstances de survenue du traumatisme, l'examen clinique initial, le bilan neuroradiologique, le traitement et l'évolution de ces patients. Conformément aux principes éthiques les plus élevés, cette étude a été menée en respectant rigoureusement l'anonymat des patients. Toutes les informations personnelles ont été traitées de manière confidentielle, avec un accès limité aux membres de l'équipe de recherche impliqués dans l'analyse des données. Les protocoles de l'étude ont été élaborés et mis en œuvre en stricte conformité avec les directives éthiques énoncées dans la Déclaration d'Helsinki, garantissant ainsi la protection des droits, de la confidentialité et de la dignité des participants.

## 3. RESULTATS

Sur les 650 patients hospitalisés aux urgences neurochirurgicales, nous avons identifié 270 enfants admis pour un traumatisme crânien, ce qui représente une fréquence hospitalière globale de 41,53%. L'âge moyen des patients était de 3,5 ans, avec des extrêmes allant de 1 jour à 15 ans (La figure 1, montre la répartition des cas de la série en fonction de l'âge). Parmi ces 270

enfants, nous avons identifié 190 garçons (70,4%) et 80 filles (29,6%), soit un sex-ratio de 2,37.

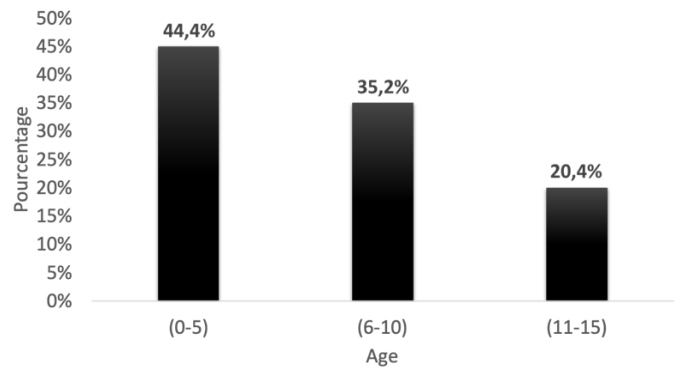
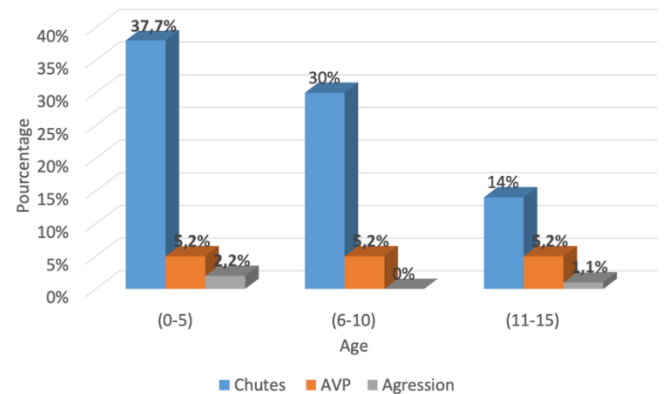


Figure 1. Répartition des patients selon l'âge.

Le traumatisme crânien était consécutif à une chute dans 220 cas (81,4%) (par ordre de fréquence : chute de sa propre hauteur, des escaliers, du bord du lit, d'un balcon ou d'une terrasse, d'un arbre), à un accident de la voie publique dans 45 cas (16,7%) et à une agression dans 5 cas (1,9%) (La figure 2 montre les circonstances traumatiques en fonction de l'âge des patients).



Graphique 2. Les circonstances traumatiques en fonction de l'âge des patients.

En ce qui concerne les aspects cliniques, le score de Glasgow était inférieur ou égal à 8 dans 24 cas (8,9%), entre 9 et 12 dans 71 cas (26,3%) et entre 13 et 15 dans 175 cas (64,8%) (Figure 3).

Une hypertension intracrânienne (HIC) a été observée chez 201 patients (74,4%), un déficit neurologique était présent chez 81 patients (30%) et une anisocorie chez 24 patients (8,9%). Des convulsions ont été observées dans 57 cas (21,1%), des épistaxis

dans 8 cas (2,9%), des otorragies chez 6 patients (2,2%), et des rhinorrhées chez 6 autres patients (2,2%).

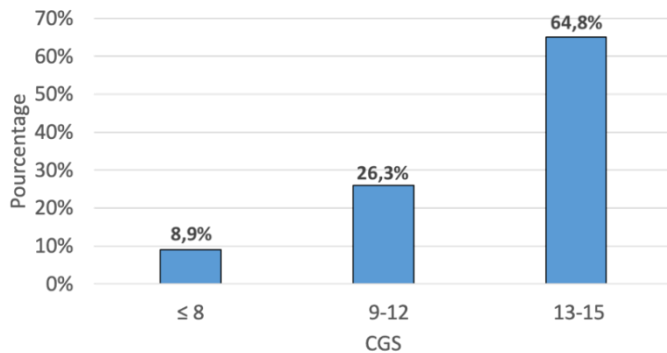


Figure 3. Score initial à l'admission.

Tous les patients ont bénéficié d'un scanner cérébral, avec un délai moyen de réalisation des examens complémentaires (TDMc) de 3 heures 45 minutes. Les fractures simples de la voûte étaient les principales lésions (37,4%), suivies par les hématomes extraduraux (32,2%) et les embarrures (14,8%) (Tableau 1).

Pendant la période d'étude, 60 patients (22,2%) ont été opérés, Les hématomes extraduraux constituant la pathologie chirurgicale la plus fréquemment opérée chez les enfants (50% ; n = 30) ainsi que les embarrures ( 25% ; n = 15) (Figure 4), les fractures en Ping-pong 11,6%, les plaies crânio-cérébrales (PCC) 8,3%, les hématomes sous-duraux (HSD) aigus et chroniques 3,3% chacun. La durée moyenne d'hospitalisation a été de 2,7 jours avec des extrêmes allant de 24 heures à 21 jours. Plus de 90 % des patients de notre étude sont rentrés chez eux après leur hospitalisation. Parmi eux, 14% ont suivi une rééducation pour des séquelles mineurs, tandis que seuls 9 % ont été transférés en unité de soins intensifs. Six décès ont été enregistrés, soit 2,2 % des cas.

Tableau 1. Principales lésions neuroradiologiques.

Lésions traumatiques	Nombre	%
Fracture de la voûte	101	37,4%
Hématome extra dural	87	32,2%
Embarrure	40	14,8%
Contusions	32	11,8%
Hémorragie méningée	23	8,5%
Plaie crânio-cérébrale	5	1,8%
Hématome sous-dural aigu	5	1,8%
Fracture de l'étage antérieur	4	1,5%
Fracture de l'étage moyen	2	0,75%

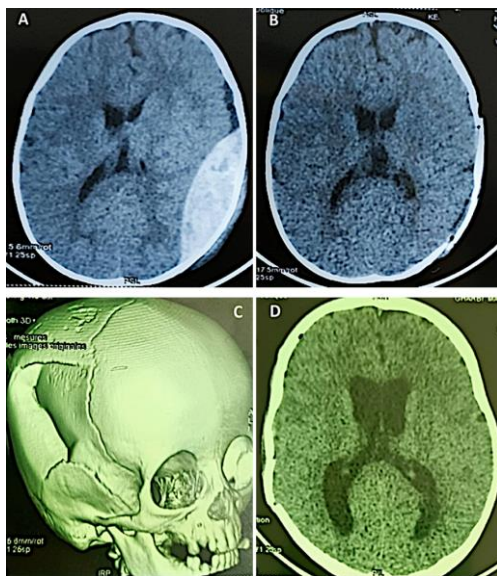


Figure 4. (A) Scanner cérébral montrant un hématome extra dural pariétal gauche (B) Scanner de contrôle après évacuation chirurgicale de l'hématome (C) Coupe 3D du crâne montrant une embarrure pariétale droite (D) Coupe axiale parenchymateuse : Résultat après réduction chirurgicale de l'embarrure.

#### 4. DISCUSSION

Les progrès de la médecine moderne ont considérablement réduit l'incidence des maladies infectieuses comme principale cause de décès chez les enfants, faisant des traumatismes la principale cause de décès infantile en Corée et aux Etats-Unis [6]. En effet, aux États-Unis, on dénombre en moyenne 697347 cas de traumatismes crâniens chez les enfants chaque année entre 2002 et 2006 [6]. Une étude régionale a révélé que ces traumatismes représentaient 32,7 % de tous les traumatismes pédiatriques [7]. Par ailleurs, aux Pays-Bas, les lésions cérébrales traumatiques modérées et graves chez les enfants sont fréquentes, avec un taux d'incidence de 14 pour 100 000 personnes/année, se rapprochant ainsi du taux d'incidence des cancers infantiles, qui était de 17 pour 100 000 personnes/année en 2017 [8]. Ces traumatismes crâniens chez les enfants touchent pratiquement toutes les populations et groupes démographiques, constituant un problème de santé publique mondial qui affecte plus de 3 millions d'enfants chaque année, dépassant même le VIH et la méningite en nombre de cas [1]. Les traumatismes crâniens chez les enfants se manifestent de manière significativement plus fréquente chez les garçons, avec une majorité de cas touchant le sexe masculin. Les données de

diverses études révèlent des ratios garçons/filles allant de 1,7:1 à 4:1 [9,10]. Au sein de la population d'enfants victimes de traumatismes crâniens au CHU de Constantine, nous avons constaté une prédominance masculine atteignant 70,4 % avec un sex-ratio de 2,37:1. Nos résultats sont relativement cohérents avec la littérature en Afrique subsaharienne, qui rapporte un sex-ratio moyen de 3:1 [11–13]. Les causes de cette disparité peuvent être attribuées aux comportements à risque, à une activité physique plus importante chez les garçons et aux rôles sociaux de genre [14]. Cette prédominance masculine persiste à différents âges, même si la répartition entre les sexes est égale chez les enfants de moins de 3 ans [1]. Les jeunes garçons, en particulier, semblent être plus exposés à ces traumatismes en raison de leur participation plus fréquente aux sports organisés et des caractéristiques physiques de leurs jeux d'enfance [1]. L'âge moyen des enfants atteints de traumatismes crâniens varie selon différentes études, avec une moyenne d'environ 7,7 ans [9]. Les groupes d'âge les plus touchés diffèrent, mais généralement, les enfants âgés de 5 à 9 ans représentent la tranche d'âge la plus touchée (44 %), suivis des adolescents âgés de 10 à 15 ans (31,8 %), tandis que les enfants de moins de 4 ans sont moins concernés (24,2 %) [9]. Cette répartition peut être influencée par une plus grande exposition aux accidents de la route, principale cause de traumatismes crâniens. Contrairement aux États-Unis, où les enfants âgés de 10 à 14 ans sont les plus touchés [6], les études menées en Corée montrent une prévalence plus élevée chez les enfants âgés de 6 à 10 ans [15]. Comme l'âge moyen dans notre série est de 3,5 ans, nous constatons que la tranche d'âge la plus touchée est celle de moins de 5 ans, avec 44,4 %, suivie de la tranche d'âge entre 6 et 10 ans, qui représente 35,2 % des cas. De nombreuses études signalent une distribution bimodale des traumatismes crâniens dans les différentes tranches d'âge, les lésions les plus importantes survenant chez les très jeunes et les adolescents [1,16]. Les traumatismes crâniens pédiatriques varient en mécanisme selon l'âge et la gravité. Les bébés sont plus susceptibles de tomber des bras de leurs parents, tandis que les tout-petits sont plus exposés aux accidents de la route en tant que piétons. Les enfants plus âgés sont souvent victimes d'accidents sportifs ou de chutes [1,17,18]. Une étude menée aux États-Unis a révélé que les chutes étaient fréquentes chez les enfants de moins de 4 ans, mais que seulement 5 % d'entre eux ont nécessité une hospitalisation [19]. Aux Pays-Bas, les accidents à vélo sont impliqués dans un pourcentage élevé des accidents de la route (plus de 50 %), ce qui justifie l'importance du port du casque pour les cyclistes [20]. Une autre étude européenne sur les traumatismes crâniens chez les enfants a révélé que seuls 25 % des victimes d'accidents de la route étaient des cyclistes [21]. Les causes les plus fréquentes de TCP dans notre étude, notamment les chutes (81,4 %) et les accidents de la route (16,7 %), ne montrent pas de différence entre les

groupes d'âge. Ces résultats ne correspondent pas à ceux observés dans la plupart des études, où les accidents de la route constituent la première cause, suivis des chutes, et révèlent des différences significatives entre les groupes d'âge [22–24]. Dans l'étude d'El-Menyar et al. au Qatar, toutes les causes liées à la circulation routière représentaient 68,9 %, mais chez les enfants de moins de 4 ans, les chutes prédominaient, avec 51,3 % [22]. D'autres études françaises et asiatiques ont rapporté la même prédominance des chutes chez les enfants de moins de 2 ans et dans la tranche d'âge 3-6 ans [25,26]. Nos résultats corroborent la littérature existante concernant la gravité des TCP, révélant que la plupart de ces traumatismes sont légers (80 %), évalués par un score de Glasgow GCS  $\geq$  13, avec des résultats d'imagerie négatifs [1]. Dans de nombreux pays, la prise en charge de ces patients se limite à une courte période d'observation. Les cas graves de TCP impliquent principalement des fractures du crâne et des contusions, nécessitant rarement une intervention neurochirurgicale. Les séries incluant des cas plus graves de traumatismes crâniens présentaient des taux plus bas de retour à domicile et une proportion réduite de patients bien rétablis, comme prévu [1]. Notre étude a révélé que les fractures du crâne constituaient la lésion la plus fréquente, représentant 54,2 % des cas, englobant les fractures de la voûte et de la base, ainsi que les embarrures. Ces résultats sont cohérents avec une étude coréenne qui a rapporté un taux similaire de 51,2 % [6]. Les auteurs de cette étude ont signalé que la majorité des cas d'hématomes intracrâniens étaient des hématomes extraduraux (HED) à 31,3 %, suivis des hématomes sous-duraux (HSD) à 17,6 % [6]. Cependant, dans notre série, nous avons observé une incidence de 32,2 % pour les HED et de 1,8 % pour les HSD en ce qui concerne les hématomes intracrâniens. Selon les résultats de l'imagerie par scanner, les autres lésions cérébrales les plus fréquemment constatées étaient les contusions et les hémorragies méningées, présentes dans environ 20% des cas. Dans l'étude menée par El-Menyar et al., la fracture du crâne, la contusion cérébrale et l'œdème cérébral étaient également les plus courants, avec des taux respectifs de 62 %, 50 % et 31 % [22,25]. Les patients pédiatriques atteints de traumatismes crâniens graves nécessitent une observation et un traitement appropriés, mais peu d'entre eux bénéficient d'un plan de réadaptation après leur sortie de l'hôpital. Dans le cas des patients classés comme ayant un traumatisme crânien modéré ou sévère à leur admission, seule une minorité est transférée vers une unité de réadaptation pédiatrique [10]. Les guidelines scandinaves recommandent une surveillance pour les traumatismes crâniens légers à haut risque, même lorsque la tomodensitométrie du crâne est normale. Les enfants de moins d'un an doivent être admis après un traumatisme crânien, quels que soient les symptômes [10]. Le score GCS à l'admission ne suffit pas à lui seul pour déterminer la nécessité d'une surveillance, car les symptômes liés au traumatisme crânien, tels

que les céphalées, la sensibilité à la lumière et au son, ou les symptômes d'amnésie post-traumatique, doivent également être pris en compte [10]. Une réadaptation continue pourrait être bénéfique pour tous les patients pédiatriques, qu'ils présentent des symptômes prolongés à la suite d'un traumatisme crânien, quel que soit le degré de gravité [10]. Dans notre étude, les traumatismes crâniens sévères et modérés, définis par un score GCS de 3-8 et 9-13 respectivement, se sont révélés être des prédicteurs significatifs de mortalité, mettant en évidence l'importance du GCS en tant que prédicteur du décès. De plus, ces traumatismes crâniens sévères et modérés étaient également associés à un état fonctionnel moins favorable, car les patients présentant un GCS plus bas étaient plus susceptibles de présenter des incapacités. En outre, les patients présentant des lésions cérébrales graves, comme une lésion axonale diffuse (LAD), une hémorragie sous-arachnoïdienne ou une intraventriculaire, ainsi que des hématomes sou-duraux, avaient un pronostic médiocre, soulignant ainsi la nécessité d'une surveillance attentive de ces cas. Ces résultats sont similaires à d'autres études qui ont montré que la combinaison d'un faible score GCS et d'une LAD était un élément important pour le pronostic [6]. Les enfants montrent généralement des taux de survie et de rétablissement plus élevés que les adultes en cas de traumatismes crâniens modérés et sévères, bien que les résultats fonctionnels chez les enfants soient plus difficiles à évaluer [27]. La mortalité varie en fonction de l'âge, avec des débats sur la mortalité la plus élevée chez les enfants de moins de 2 ans ou les enfants plus âgés [28]. Dans les pays à ressources limitées, les taux de mortalité sont plus élevés en raison de facteurs systémiques tels que l'hypotension, l'anémie et l'hyperthermie [1,29]. La prise en charge des TCP nécessite des ajustements locaux, notamment des soins préhospitaliers adaptés, une meilleure organisation des services d'urgence et une formation des soignants [1,29]. L'absence de décès chez les enfants opérés souligne l'importance de maintenir des unités neurochirurgicales pour les traumatismes pédiatriques [30]. Les rapports futurs devraient inclure des mesures à long terme des résultats pour évaluer les implications socio-économiques potentielles des déficits cognitifs subtils.

## 5. CONCLUSION

Les traumatismes crâniens chez les enfants présentent des caractéristiques épidémiologiques spécifiques qui méritent une attention particulière. Les garçons sont plus fréquemment touchés, surtout à un âge avancé. Bien que les chutes et les accidents de la route soient les principales causes, la gravité des lésions varie considérablement. Cette gravité, évaluée à l'aide du score de Glasgow (GCS) et de l'imagerie cérébrale, combinée à la

durée des symptômes, doit être prise en compte lors de l'évaluation des patients nécessitant un suivi et une rééducation.

La plupart des enfants atteints de traumatismes crâniens ne développent pas de séquelles spécifiques et ont un pronostic favorable, mais ceux présentant des lésions graves nécessitent une observation plus attentive. Il est essentiel d'identifier les facteurs de risque et d'adapter les mesures préventives en conséquence.

**Déclaration d'intérêts :** les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

## 6. REFERENCES

1. Dewan MC, Mummareddy N, Wellons JC, Bonfield CM. Epidemiology of Global Pediatric Traumatic Brain Injury: Qualitative Review. *World Neurosurg.* 2016 Jul;91:497-509.e1.
2. Barcnas LK, Appenteng R, Sakita F, O'Leary P, Rice H, Mmbaga BT, et al. The epidemiology of pediatric traumatic brain injury presenting at a referral center in Moshi, Tanzania. Conroy AL, editor. *PLOS ONE.* 2022 Oct 5;17(10):e0273991.
3. Dewan MC, Rattani A, Fieggen G, Arraez MA, Servadei F, Boop FA, et al. Global neurosurgery: the current capacity and deficit in the provision of essential neurosurgical care. Executive Summary of the Global Neurosurgery Initiative at the Program in Global Surgery and Social Change. *J Neurosurg.* 2018 Apr 27;130(4):1055-64.
4. Thurman DJ. The Epidemiology of Traumatic Brain Injury in Children and Youths: A Review of Research Since 1990. *J Child Neurol.* 2016 Jan;31(1):20-7.
5. Hansen C, Battikha M, Teramoto M. Complicated Mild Traumatic Brain Injury at a Level I Pediatric Trauma Center: Burden of Care and Imaging Findings. *Pediatr Neurol.* 2019 Jan;90:31-6.
6. Jeong HW, Choi SW, Youm JY, Lim JW, Kwon HJ, Song SH. Mortality and Epidemiology in 256 Cases of Pediatric Traumatic Brain Injury : Korean Neuro-Trauma Data Bank System (KNTDBS) 2010-2014. *J Korean Neurosurg Soc.* 2017 Nov 1;60(6):710-6.
7. Kim HB, Kim DK, Kwak YH, Shin SD, Song KJ, Lee SC, et al. Epidemiology of Traumatic Head Injury in Korean Children. *J Korean Med Sci.* 2012 Apr;27(4):437-42.
8. Jochems D, Van Rein E, Niemeijer M, Van Heijl M, Van Es MA, Nijboer T, et al. Epidemiology of paediatric moderate and severe traumatic brain injury in the Netherlands. *Eur J Paediatr Neurol.* 2021 Nov;35:123-9.
9. Egbohoh P, Mouzou T, Tchétike P, Sama HD, Assenouwe S, Akala-Yoba G, et al. Epidemiology of Pediatric Traumatic Brain Injury at Sylvanus Olympio University Hospital of Lomé in Togo. *Anesthesiol Res Pract.* 2019 Aug 1;2019:1-6.
10. Dahl HM, Andelic N, Løvstad M, Holthe IL, Hestnes M, Diseth TH, et al. Epidemiology of traumatic brain injury in children 15 years and younger in

- South-Eastern Norway in 2015–16. Implications for prevention and follow-up needs. *Eur J Paediatr Neurol*. 2021 Mar;31:70–7.
11. Onyemaechi N, Nwankwo O, Ezeadawi R. Epidemiology of Injuries Seen in a Nigerian Tertiary Hospital. *Niger J Clin Pract*. 2018 Jun;21(6):752–7.
  12. Abdelgadir J, Punchak M, Smith ER, Tarnasky A, Muhindo A, Nickenig Vissoci JR, et al. Pediatric traumatic brain injury at Mbarara Regional Referral Hospital, Uganda. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas*. 2018 Jan;47:79–83.
  13. Quinsey C, Eaton J, Northam W, Gilleskie M, Charles A, Hadar E. Challenges and opportunities for effective data collection in global neurosurgery: traumatic brain injury surveillance experience in Malawi. *Neurosurg Focus*. 2018 Oct;45(4):E10.
  14. Creighton GM, Oliffe JL, McMillan E, Saewyc EM. Living for the moment: men situating risk-taking after the death of a friend. *Sociol Health Illn*. 2015 Mar;37(3):355–69.
  15. Park CO, Chae KB, Lee SD, Jeon HK, Kim Y, Ha YS. A Clinical Observation on Head Injuries in Infants and Children. *J Korean Neurosurg Soc*. 2016 Jun 10;21(2):176–85.
  16. Arambula SE, Reinl E, El Demerdash N, McCarthy MM, Robertson CL. Sex Differences in Pediatric Traumatic Brain Injury. *Exp Neurol*. 2019 Jul;317:168–79.
  17. de Kloet AJ, Hilberink SR, Roebroek ME, Catsman-Berrevoets CE, Peeters E, Lambregts S a. M, et al. Youth with acquired brain injury in The Netherlands: a multi-centre study. *Brain Inj*. 2013;27(7–8):843–9.
  18. Keenan HT, Bratton SL. Epidemiology and outcomes of pediatric traumatic brain injury. *Dev Neurosci*. 2006;28(4–5):256–63.
  19. Haarbauer-Krupa J, Haileyesus T, Gilchrist J, Mack KA, Law CS, Joseph A. Fall-related traumatic brain injury in children ages 0-4 years. *J Safety Res*. 2019 Sep;70:127–33.
  20. Hill CS, McLean AL, Wilson MH. Epidemiology of Pediatric Traumatic Brain Injury in a Dense Urban Area Served by a Helicopter Trauma Service. *Pediatr Emerg Care*. 2018 Jun;34(6):426–30.
  21. Riemann L, Zweckberger K, Unterberg A, El Damaty A, Younsi A, Collaborative European NeuroTrauma Effectiveness Research in Traumatic Brain Injury (CENTER-TBI) Investigators and Participants. Injury Causes and Severity in Pediatric Traumatic Brain Injury Patients Admitted to the Ward or Intensive Care Unit: A Collaborative European Neurotrauma Effectiveness Research in Traumatic Brain Injury (CENTER-TBI) Study. *Front Neurol*. 2020;11:345.
  22. El-Menyar A, Consunji R, Al-Thani H, Mekkodathil A, Jabbour G, Alyafei KA. Pediatric Traumatic Brain Injury: a 5-year descriptive study from the National Trauma Center in Qatar. *World J Emerg Surg WJES*. 2017;12:48.
  23. Grivna M, Eid HO, Abu-Zidan FM. Pediatric and youth traffic-collision injuries in Al Ain, United Arab Emirates: a prospective study. *PLoS One*. 2013;8(7):e68636.
  24. Alhabdan S, Zamakhshary M, Al Naimi M, Mandora H, Alhamdan M, Al-Bedah K, et al. Epidemiology of traumatic head injury in children and adolescents in a major trauma center in Saudi Arabia: implications for injury prevention. *Ann Saudi Med*. 2013;33(1):52–6.
  25. Ducrocq SC, Meyer PG, Orliaguette GA, Blanot S, Laurent-Vannier A, Renier D, et al. Epidemiology and early predictive factors of mortality and outcome in children with traumatic severe brain injury: experience of a French pediatric trauma center. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2006 Sep;7(5):461–7.
  26. Assiry KA, Abdulmutali HA, Alqahtani AA, Alyahya AA, Elawad ME. Traumatic head injuries in children: experience from Asir, KSA. *Online J Med Med Sci Res*. 2014;3(5):44–7.
  27. Figaji AA. Anatomical and Physiological Differences between Children and Adults Relevant to Traumatic Brain Injury and the Implications for Clinical Assessment and Care. *Front Neurol*. 2017;8:685.
  28. Sarnaik A, Ferguson NM, O'Meara AMI, Agrawal S, Deep A, Buttram S, et al. Age and Mortality in Pediatric Severe Traumatic Brain Injury: Results from an International Study. *Neurocrit Care*. 2018 Jun;28(3):302–13.
  29. Kiragu AW, Dunlop SJ, Mwarumba N, Gidado S, Adesina A, Mwachiro M, et al. Pediatric Trauma Care in Low Resource Settings: Challenges, Opportunities, and Solutions. *Front Pediatr*. 2018 Jun 4;6:155.
  30. Tasker RC, Morris KP, Forsyth RJ, Hawley CA, Parslow RC. Severe head injury in children: emergency access to neurosurgery in the United Kingdom. *Emerg Med J EMJ*. 2006 Jul;23(7):519–22.