

Facteurs cliniques prédictifs de lésions crâniocérébrales en cas de traumatisme crânien léger chez l'enfant : étude cas-témoins.

Clinical factors predictive of Traumatic brain injuries in case of mild traumatic brain injury in children: case-control study

Widad Gueddari¹, Amine Ouadi¹, Sanaa Talbi¹, Siham Salam², Abdelhadi Zineddine¹

¹Service d'Accueil des Urgences Pédiatriques. Hôpital Universitaire d'Enfants. Centre Hospitalier Ibn Rochd. Casablanca. Maroc

²Service de Radiologie Pédiatriques. Hôpital Universitaire d'Enfants. Centre Hospitalier Ibn Rochd. Casablanca. Maroc

R É S U M É

Introduction : Le traumatisme crânien léger (TCL) est très fréquent chez l'enfant et pose le problème d'absence de critères consensuels concernant l'indication d'une TDM cérébrale.

Objectif: déterminer les facteurs prédictifs de lésions crânio-cérébrales (LCC) en cas de TCL chez l'enfant.

Méthodes : Etude cas-témoins sur une période de 3 ans. Les enfants inclus, âgés de 1 mois à 15 ans, étaient ceux admis, au Service d'Accueil des Urgences Pédiatriques, pour TCL et qui avaient réalisé une TDM cérébrale. Le critère de jugement principal était la présence de LCC. L'analyse statistique a porté sur l'analyse univariée et multivariée et a été faite au moyen du logiciel SPSS version 16.0.

Résultats : Nous avons inclus 418 enfants. La médiane d'âge était de 6 ans avec un sexe ratio de 2.24. Les principaux mécanismes de TCL étaient les accidents de la voie publique. LA TDM cérébrale s'est révélée anormale chez 191 enfants (45,7%). Les principales lésions retrouvées étaient les fractures crâniennes, la contusion cérébrale et l'hématome extradural. Les facteurs prédictifs retenus après régression logistique étaient la présence d'une perte de connaissance initiale indépendamment de sa durée ($p=0,007$), d'un hématome du scalp ($p<0,0001$) et d'au moins un signe clinique en faveur d'une fracture de la base de crâne ($p=0,016$).

Conclusion : En cas de TCL chez l'enfant, la perte de connaissance initiale, la présence d'un hématome du scalp et la présence d'au moins un signe en faveur de fracture de la base du crâne semblent les plus prédictifs de LCC.

M o t s - c l é s

traumatisme crânien léger, enfant, lésion crânio-cérébrale, Tomodensitométrie cérébrale, étude cas-témoin

S U M M A R Y

Background: Mild head injury (MHI) is very common in children and the problem is a lack of consensus criteria for the indication of a brain CT.

Objective: To determine predictors of cranio-cerebral lesions (CCL) in the case of MHI in children.

Patients and Methods: Case-control study over a period of 3 years. Included children aged 1 month to 15 years, were those admitted to the department of Pediatric Emergencies for MHI and had performed a brain CT. The principal outcome was the presence of traumatic brain injury. Statistical analysis focused on univariate and multivariate tests was done using SPSS version 16.0.

Results: We included 418 children. The median age was 6 years with a sex ratio of 2.24. The main mechanisms of trauma were the traffic accident. Cerebral CT proved to be abnormal in 191 children (45.7%). The main lesions found were the skull fractures, brain contusion and epidural hematoma. Predictors retained after logistic regression were the presence of an initial loss of consciousness regardless of its duration ($p = 0.007$), hematoma of the scalp ($p = <0.0001$) and at least one clinical sign for a fracture of the skull base ($p = 0.016$).

Conclusion: In case of MHI in children, the initial loss of consciousness, the presence of a hematoma of the scalp and the presence of at least one sign in favor of the skull base fracture seem most predictive of cranio-cerebral lesions.

Key - words

Mild head injury, child, cranio-cerebral injury, brain CT, case-control study.

Les traumatismes crâniens (TC) représentent dans les pays développés la première cause de mortalité chez les enfants âgés de plus d'un an et 80 % des causes de décès par accident (1,2). Aux Etats Unis, les accidents représentent la première cause de morbidité et de mortalité chez les enfants âgés de plus d'un an, et le TC est présent dans 70 à 80% des cas (3,4). En plus de la mortalité immédiate par lésions cérébrales sévères, un TC peut laisser des séquelles neurologiques et psychiques. Il est considéré partout dans le monde comme un problème de santé publique.

Aucune étude n'a été réalisée au Maroc à l'échelle nationale pour évaluer l'incidence des TC dans la population pédiatrique. Mais le coût minimal de la prise en charge d'un traumatisé crânien est estimé à 2000 Dhs.

La prise en charge du TC modéré ou sévère est régie par des recommandations claires; l'indication du recours à l'imagerie est orientée par plusieurs conférences d'experts (5,6). Par contre, en cas de TCL présent dans 95% des traumatismes crâniens, les recommandations ne sont pas claires et les indications d'une tomodensitométrie (TDM) cérébrale sont décidées par les praticiens selon leur expérience. En l'état actuel des données scientifiques, la TDM cérébrale est considérée comme l'examen de référence pour détecter des lésions crânio-cérébrales structurales (7-10). Elle est d'indication fréquente dans les TCL mais se révèle normale dans 88 à 93% des cas (11). Sa réalisation systématique nécessite des moyens financiers, techniques et humains considérables pour un rapport coût/efficacité discutable (12). En outre, elle présente plusieurs inconvénients notamment le risque lié à l'irradiation en particulier du jeune enfant (13,14), la nécessité d'un transport et d'une éventuelle sédation; elle engendre aussi une durée d'attente aux urgences et un coût considérables (11). D'où l'intérêt de réserver cet examen aux enfants à haut risque de lésions intracrâniennes et de développer une stratégie de décision clinique applicable en pratique courante.

Afin de déterminer les facteurs prédictifs cliniques de lésions crânio-cérébrales (LCC) et de rationaliser la demande de la TDM cérébrale en cas de TCL chez l'enfant, nous avons mené une étude cas-témoins au Service d'Accueil des Urgences Pédiatriques (SAUP) de l'Hôpital d'Enfants de Casablanca.

METHODES

Etude: type, durée et lieu

Nous avons mené une étude cas-témoins: les cas étaient les enfants inclus qui avaient une LCC tomodensitométrique; les témoins étaient issus de la même population et n'avaient aucune LCC à la TDM. Elle a été réalisée du 01 Janvier 2011 au 01 Janvier 2014 au SAUP. C'est le seul service spécialisé en urgences pédiatriques dans toute la région du grand Casablanca. Il

reçoit en moyenne 50 000 passages par an.

Population

Critères d'inclusion

Ont été inclus dans l'étude les enfants âgés de 1 mois à 15 ans, admis pour TCL et ayant bénéficié d'une TDM cérébrale.

Critères d'exclusion

Les enfants exclus de l'étude étaient ceux qui avaient un antécédent de TC, d'encéphalopathie, de coagulopathie ou d'épilepsie. Ont également été exclus les enfants qui avaient convulsé après le TC ou présenté un déficit neurologique, pour éviter la présence de tout facteur clinique pouvant orienter vers une lésion cérébrale localisée.

Définitions

Traumatisme crânien léger

Un traumatisme crânien était classé léger devant la présence à l'examen physique d'admission d'un score de Glasgow entre 13 et 15 (5).

Lésions crâniocérébrales

L'interprétation de la TDM cérébrale a été faite par un radiologue pédiatre en aveugle aux renseignements cliniques. A été retenue comme LCC toute anomalie tomodensitométrique pouvant être en rapport avec un TC. Ces lésions étaient les suivantes: fracture ou embarrure, contusion du parenchyme cérébral, hémorragie méningée ou du parenchyme cérébral, hématome sous-dural ou extradural, œdème (7).

Nombre de sujet nécessaire

Pour le calcul de la taille de l'échantillon, nous avons choisi l'OR = 2 au minimum. La proportion des témoins exposés a été estimée à 20%, le rapport témoins/cas au moins égal à 1, l'erreur de première espèce à 5% et la puissance du test à 80%. Le nombre total calculé est égal à 374 enfants.

Critère de jugement principal

La présence d'une LCC était le principal critère de jugement permettant de répartir les enfants inclus en un groupe de cas (présence de LCC) et un groupe de témoins (absence de LCC).

Variables indépendantes

Pour la recherche de facteurs prédictifs de LCC, nous avons choisi comme variables indépendantes l'âge, le sexe, le mécanisme du traumatisme, la présence ou non d'une perte de connaissance initiale (PCI) et sa durée en minutes, la présence ou non de vomissements en précisant le nombre et la durée, la présence ou non de signes en faveur d'une fracture de la base du crâne à l'examen physique (épistaxis, otorragie, rhinorrhée ou

otorrhée, hémotympan, ecchymose périorbitaire), la présence ou non d'une plaie ou d'un hématome du scalp, le score de Glasgow.

Recueil des données et schéma de l'étude

Il a été fait à l'aide d'une fiche préétablie, par le résident de pédiatrie responsable de l'étude à l'arrivée au SAUP de tout enfant victime de TC et validé par un sénior urgentiste. Après ce recueil, le malade suivait le circuit habituel: tous les malades admis pour TCL ont été vus par le chirurgien de garde qui demandait systématiquement une TDM cérébrale. Le résident récupérait tous les malades et au vu des résultats de la TDM cérébrale, les répartissait ensuite dans un des groupes (cas ou témoins).

Analyse statistique

Les données ont été saisies au moyen du logiciel Excel et analysées à l'aide du logiciel SPSS version 16.0. La comparaison des pourcentages a été faite en utilisant le test Khi 2 ou le test exact de Fischer. Pour la comparaison des moyennes, on a utilisé le test d'ANOVA. Pour déterminer les facteurs prédictifs de LCC, on a utilisé la régression logistique entre les variables qui ont été significativement associées à la présence d'une LCC dans l'analyse univariée, avec mesure d'Odds Ratio. L'erreur α a été fixée à 5% et l'Intervalle de Confiance (IC) à 95%.

RESULTATS

Nous avons inclus 418 enfants âgés de 1 mois à 15 ans ayant consulté au SAUP pour TCL. Les enfants du groupe des cas étaient au nombre de 191 et de 227 dans celui des témoins. La médiane d'âge était de 6 ans avec un minimum de 8 mois et un maximum de 15 ans. La proportion d'enfants âgés de plus de 6 ans représentait 63,9% des enfants inclus, suivie de ceux âgés de 25 mois à 6 ans (26,8%). Il y avait une prédominance du sexe masculin (sex-ratio=2,24). Les mécanismes du TCL étaient dominés par les accidents de la voie publique (AVP) retrouvés dans 222 cas (53,1%), suivis par les chutes (37%) et les agressions (4%). Dans 6% des cas, le mécanisme n'a pas été précisé.

Les principaux signes cliniques retrouvés étaient les vomissements chez 237 enfants (56.7%) et la PCI chez 233 enfants (55.7%). Les autres signes cliniques sont représentés dans le tableau 1.

La TDM cérébrale s'est révélée anormale chez 191 (45,7%). Les principales lésions retrouvées sont représentées dans la figure 1. Cinq malades ont nécessité une intervention chirurgicale.

En analyse univariée, les facteurs statistiquement associés aux LCC en cas de TCL étaient le sexe masculin, la présence de PCI quel que soit sa durée, le nombre de vomissements > 3, le score de Glasgow égal

à 15, le score de Glasgow égal à 13, la présence d'au moins un signe en faveur d'une fracture de la base du crâne et l'hématome du scalp (Tableau 2). Après régression logistique, les facteurs indépendants prédictifs de LCC étaient, la présence de PCI indépendamment de sa durée, la présence d'un hématome du scalp et la présence d'au moins un signe clinique en faveur d'une fracture de la base du crâne (Tableau 3).

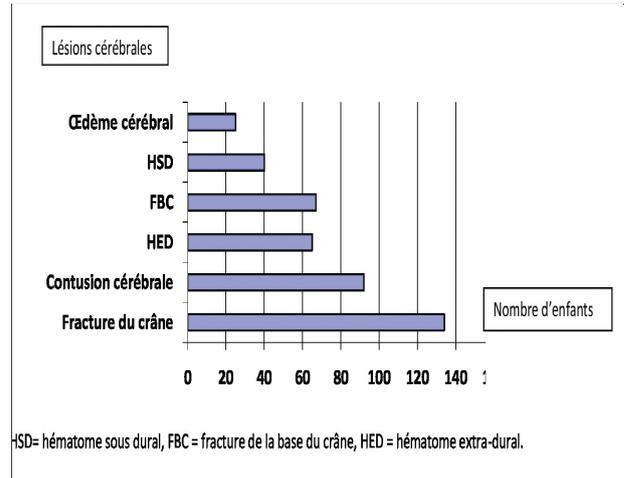


Figure 1: Lésions tomодensitométriques observées chez les enfants admis pour traumatisme crânien léger (N=418).

Tableau 1 : Symptômes et signes physiques des enfants admis pour traumatisme crânien léger (N = 418).

Symptômes et signes physiques	Nombre des malades (n)	Pourcentage des malades (%)	Intervalle de confiance
Perte de connaissance initiale	233	55,7	[51% - 60,4%]
Vomissements	237	56,7	[52% - 61,4%]
Nombre > 3 épisodes	104	24,9	[20,7% - 29%]
Durée > 6 heures	33	7,9	[5,3% - 10,4%]
Score de Glasgow (SG)			
SG = 13	40	9,6	[6,8% - 12,4%]
SG = 14	69	16,5	[12,9% - 20%]
SG = 15	309	73,9	[69,7% - 78,1%]
Agitation	13	3,10	[1,5% - 4,7%]
Signes d'une fracture de la base du crâne	114	27,3	[23,1% - 31,5%]
Hématome du scalpe	158	37,8	[33,3% - 42,3%]
Plaie du scalpe	116	27,8	[23,7% - 31,9%]

Tableau 2: Analyse comparative clinique entre le groupe des témoins (G1) et le groupe des enfants ayant une lésion à la TDM cérébrale (G2). (N = 418).

	G1 (N=227)	G2 (N=191)	p
Sexe masculin	148	141	0.036
Age (μ)	7.4ans+/-3.5	6.95ans+/-3.95	0.19
Age<24mois	22	17	0.45
PCI	101	132	<0.001
Durée de la PCI (μ)	26.7min+/-42.2	37.5min+/-39.6	0.058
Vomissements	92	145	<0.0001
Vomissements>3	30	74	0.002
Vomissements>6h	16	17	0.08
AVP avec enfant éjecté ou décès d'un tiers	35	29	0.51
Piéton renversé	48	36	0.77
Chute d'un lieu élevé >3m	37	30	0.85
SG à 15	188	121	<0.0001
SG à 14	36	33	0.39
SG à 13	3	37	<0.0001
Otorragie	16	19	0.18
Ecchymose périorbitaire bilatérale	50	44	0.44
Ecchymose rétro-auriculaire	5	5	0.51
Présence d'au moins un signe de fracture de la base du crâne	42	72	<0.0001
Plaie du scalp	56	60	0.77
PCI = perte de connaissance initiale Hématome du scalp μ=moyenne, AVP= accident voie publique	46	112	<0.0001
GCS = Glasgow coma score			

Tableau 3: Analyse multivariée avec régression logistique incluant les facteurs prédictifs de lésions crâniocérébrales en cas de traumatisme crânien léger chez l'enfant.

	Groupe 1 N = 227	Groupe 2 N = 191	Valeur P	Odds Ratio	IC
Sexe masculin	148	141	0.556	1.36	0.48-3.80
PCI	101	132	0.007	3.44	1.41-8.39
Vomissements plus de 3 fois	30	74	0.063	2.35	0.95-5.82
SG = 15	188	121	0.291	1.7	0.62-4.76
SG = 13	3	37	0.997	8.69	0.56-11.68
Hématome du scalpe	46	112	< 0.0001	11.52	4.5-29.49
Au moins un signe en faveur d'une FBC	42	72	0.016	2.66	1.70-4.15

DISCUSSION

Le TCL pose particulièrement la problématique de la demande large et parfois abusive de la TDM cérébrale. Notre étude est la première réalisée chez l'enfant au Maroc. Elle a permis de déterminer trois facteurs cliniques prédictifs de la présence de LCC en cas de TCL: la PCI indépendamment de sa durée (OR= 3.44 [1,41-8,39]), l'hématome du scalp (OR=11.52 [4,5-29,49]) et la présence d'au moins un signe clinique en faveur d'une

fracture de la base de crâne (OR=2,66[1,70-4,15]). Ces résultats rejoignent ceux de plusieurs études (5,15, 16). Dans une méta-analyse (17), les auteurs avaient montré l'existence de quatre règles décisionnelles cliniques précisant l'indication d'une TDM cérébrale en cas de TCL chez l'enfant: trois règles américaines (NEXUS II, PECARN, UCD) (18-20) et une canadienne (CATCH) (21). Dans cette dernière, l'hématome du scalp ou un signe en faveur d'une fracture de la base du crâne étaient considérés comme facteurs de risque modérés pour prédire une LCC. A la différence de notre travail, le mécanisme du TC et le score de Glasgow < 15 étaient aussi des facteurs prédictifs de LCC. Sauf que, l'étude canadienne était une cohorte de 3866 enfants et le critère de jugement principal était la présence d'une LCC nécessitant une intervention neurochirurgicale. Dans l'étude PECARN (19), Kupperman avait réparti les enfants inclus en deux groupes d'âge (< 2 ans, ≥ 2 ans) et étudié les facteurs qui avaient une valeur prédictive négative de 100% pour éliminer la présence d'une LCC. Parmi ces facteurs il y avait chez les nourrissons l'absence: d'un hématome du scalp en dehors de la région frontale, d'une perte de connaissance initiale et d'un mécanisme grave occasionnant le TC. En plus de ces facteurs, il faut rajouter l'absence de signes en faveur d'une fracture de la base du crâne chez les enfants de plus de 2 ans. Dans notre étude, tous ces facteurs, à l'exclusion du mécanisme du TC, étaient prédictifs de la présence de LCC. Toutefois, l'évaluation de ces facteurs en tant que tests diagnostiques ne faisait pas partie des objectifs de notre travail.

Les caractéristiques épidémiologiques de notre cohorte étaient similaires à celles rapportées dans la littérature. La médiane d'âge de notre population était de 6 ans. Elle correspond à la médiane d'âge rapportée par plusieurs auteurs qui varie entre 5 et 9 ans (19, 22, 23, 24, 25,26). Cependant, l'âge dans notre étude n'était pas corrélé à la survenue d'une LCC, à la différence des résultats de Greenes (27) qui rapporte une incidence plus élevée (13%) de LCC chez les nourrissons âgés de moins de 3 mois. Ceci peut s'expliquer par le nombre faible des nourrissons inclus dans notre étude (39/418).

Dans notre cohorte, les garçons étaient plus nombreux que les filles. Ce résultat concorde avec celui de plusieurs études décrites dans la littérature (19, 22, 23, 24, 25, 26). Cette prédominance dans toutes les études peut s'expliquer par la turbulence des garçons.

Nos résultats n'ont pas révélé d'association statistiquement significative entre le mécanisme du TC et la survenue d'une LCC. A l'inverse, dans l'étude canadienne CATCH (21), les auteurs considéraient le mécanisme lésionnel comme un facteur prédictif indiquant la réalisation immédiate d'une TDM cérébrale. Dans cette étude, tout enfant ayant comme mécanisme lésionnel un AVP à haute cinétique, une chute de plus de 3 mètres de hauteur ou un TC par objet lancé à grande

vitesse doit bénéficier d'une TDM cérébrale. Par contre, dans l'étude PECARN (19), Kupperman ne recommande la réalisation systématique de la TDM cérébrale devant un mécanisme lésionnel grave que chez le nourrisson de moins de 3 mois.

Dans les autres situations, il préconise la surveillance et ne réalise une TDM cérébrale que devant la détérioration de l'état clinique, ou l'association à d'autres facteurs notamment un hématome du scalp, une PCI de plus de 5 secondes ou un comportement anormal. Il recommande également la prise en compte de l'expérience du clinicien et des préférences de la famille dans l'appréciation de l'état du traumatisé.

Dans notre analyse univariée, les facteurs associés à la présence d'une LCC après un TCL, en plus des facteurs prédictifs de l'analyse multivariée, étaient le sexe masculin, les vomissements et particulièrement un nombre d'épisodes supérieurs à 3, le score de Glasgow égal à 13 et à 15. En dehors du sexe, la majorité des règles décisionnelles cliniques incluent un score de Glasgow < 15 et les vomissements surtout persistant (19-21). Dans son étude, Palchak (20) a considéré qu'un nombre de vomissements au moins égal à 3 épisodes était un facteur indépendant de survenue d'une LCC indiquant la réalisation immédiate d'une TDM cérébrale. Par contre dans la règle de Nexus II (18), les auteurs ont retenu les vomissements persistants de plus de 6 heures comme facteur prédictif et n'avaient pas précisé le nombre d'épisodes. Dans notre étude, nous avons inclus dans l'analyse univariée les vomissements se répétant plus de 3 fois et ceux durant plus de 6 heures. Dans les deux cas, les vomissements n'étaient plus prédictifs de LCC dans la régression logistique. La petite taille de notre population et le caractère rétrospectif de l'étude pourraient expliquer cette association non significative.

Concernant le Score de Glasgow, 121 parmi nos enfants inclus avaient un score égal à 15 et présentaient des LCC mais aucun n'a nécessité une intervention chirurgicale. Le nombre d'enfants qui n'avaient aucune LCC avec un score égal à 13 n'était que de trois. Une nouvelle fois, la taille de notre population et surtout le critère de jugement qui n'était pas une LCC nécessitant une intervention

chirurgicale, comme dans les autres études, semblent être à l'origine de cette association non significative dans notre travail.

Dans une étude récente (28) comparant les trois règles décisionnelles cliniques (PECARN, CATCH, CHALICE), les auteurs ont conclu que PECARN a une sensibilité de 100% pour identifier les enfants ayant une lésion traumatique cérébrale cliniquement importante (décès, besoin de traitement neurochirurgical, intubation > 24 heures, hospitalisation > 2 nuits) et une spécificité de 62%. Il a été également démontré que la décision des praticiens basée sur leur expérience était sensible à 95%. En 2017, Kentaro (29) a mené une étude rétrospective dans un hôpital pédiatrique tertiaire au Japon pour évaluer la précision diagnostique de la règle PECARD dans l'identification des enfants ayant une lésion traumatique cérébrale cliniquement importante. Il a conclu qu'en dehors du traumatisme lié aux sévices, la règle PECARD avait une sensibilité de 100% et une spécificité de 73,5%.

Au total, nous avons pu déterminer qu'en cas de TCL la présence d'une PCI, d'un hématome du scalp ou d'un signe en faveur d'une fracture de la base du crâne était prédictive d'une LCC. A la différence des autres études rapportées, notre critère de jugement principal était très large et n'avait pas systématiquement une implication thérapeutique. Nos critères cliniques prédictifs de LCC sont inclus entre autres dans la règle PECARD qui a été ainsi largement validée.

CONCLUSION

La réalisation de la TDM cérébrale chez tout enfant victime de TCL doit être bannie de nos pratiques aux urgences. Une PCI, un hématome du scalp ou un signe en faveur d'une fracture de la base du crâne sont très prédictifs de la présence d'une LCC. La validation de la règle PECARD dans notre population pédiatrique aurait une implication thérapeutique en plus de la diminution des risques de l'irradiation liée à la TDM cérébrale.

Références

1. Segui-Gomez M, Mackenzie EJ. Measuring the public health impact of injuries. *Epidemiol Rev* 2003;25:3-19.
2. Masson F, Thicoipe M, Aye P, et al. Epidemiology of severe brain injuries: a prospective population-based study. *J Trauma* 2001;51:481-9.
3. Mazurek A. Pediatric injury patterns. *Pediatric Trauma Anesthesia. Intern Anesthesiol Clin* 1994;32:11-25.
4. Mazurek AJ, Meyer PG, Rasmussen GE. Prehospital trauma management of the pediatric patient. In: Soreide E, Grande GM. eds. *Prehospital Trauma Care*. New York. Marcel Dekker 2001;421-440.
5. Schutzman SA, Barnes P, Duhaime AC, Greenes D, Homer C, Jaffe D, et al. Evaluation and management of children younger than two years old with apparently minor head trauma: proposed guidelines. *Pediatric* 2001;107 (5):983-993.
6. Masters SJ, Mcclean PM, Arcares JS, Brown RF, Campbell JA, Freed HA, et al. Skull x-ray examinations after head trauma. Recommendations by a multidisciplinary panel and validation study. *N Engl. J Med* 1987;316(2):84-91.
7. Orliaguet G, Meyer P. Epidémiologie, physiopathologie et pronostic du traumatisme crânien chez l'enfant. In: SFAR. éd. *Médecine d'urgence*. Paris. Elsevier.1996:87-98.

8. Plantier D, Bussy E, Rimbot A, Maszelin P, Tournebise H. La neuro-imagerie après traumatisme crânien léger : mise au point et recommandations pratiques. EMC. Ed Elsevier Masson. Chirurgie Maxillo-faciale 2006;218-232.
9. Beaudoux J-L. La protéine S100B : premier marqueur biologique pour le diagnostic du traumatisme crânien mineur ou modéré. Ann Pharm Françaises 2009;67:187-194.
10. Boddaert N, Grevent D, Brunelle F. Imagerie cérébrale : scanner ou IRM. Available from http://www.jpédiatrie.com/pdf/livre-2010/Article12_Boddaert.
11. Martinot A, Chartier A, Hue V, Dubos F. Apport des règles de décision clinique aux indications de tomodensitométrie cérébrale dans les traumatismes crâniens de l'enfant. Arch pédiatr 2008;15(5):721-723.
12. Mannix R, Meehan WP, Monuteaux MC, Bachur RG. Computed tomography for minor head injury: Variation and trends among major U.S. Pediatric Emergency Departments. J Pediatr 2012;160(1):136-139.
13. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography- an increasing source of radiation exposure. N Engl J Med 2007;357(22): 2277-84.
14. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimates of the cancer risks from pediatric CT radiation are not merely theoretical: comment on "point/counterpoint: in x-ray computed tomography, technique factors should be selected appropriate to patient size. Against the proposition". Med Phys 2001;28(11):2387-2398.
15. Dunning J, Batchelor J, et al. A meta-analysis of variables that predict significant intracranial injury in minor head trauma. Arch Dis Child 2004;89 (7): 653-9.
16. Homer CJ, Kleinman L. Technical report: minor head injury in children. Pediatrics 1999;104(6):e78.
17. Maguire JL, Boutis K, Uleryk EM, Laupacis A, Parkin PC. Should a head-injured child receive a head CT scan? A systematic review of clinical prediction rules. Pediatrics 2009;124(1):145-54.
18. Oman J, Cooper R, Holmes JF, et al. Performance of a decision rule to predict need for computed tomography among children with blunt head trauma. Pediatrics 2000;117: 238-46.
19. Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, et al. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. Lancet 2009;374:1160-70.
20. Palchak M, Holmes JF, Vance C, et al. A decision rule for identifying children at low risk for brain injuries after blunt head trauma. Ann Emerg Med 2003;42: 492-506.
21. Osmond MH, Klassen TP, Wells G, Corll R, Jarvis A, Joubert G, et al. CATCH: a clinical decision rule for the use of computed tomography in children with minor head injury. CMAJ 2010;182(4):341-8.
22. Dunning J, Mackway JK, et al. Derivation of the children's head injury algorithm for the prediction of important clinical events decision rule for head injury in children. Arch Dis child 2006;91(11):885-891.
23. Greens D, Schutzman S. Clinical significance of scalp abnormalities in asymptomatic head-injured infants. Pediatric Emerg Care 2011;17: 88-92.
24. Stiell I, Wells G. Methodologic standards for the development of clinical decision rules in emergency medicine. Ann Emerg Med 1999;33(4):437-47.
25. Atabaki S, Steill I, et al. A clinical decision rule for cranial computed tomography in minor pediatric head trauma. Arch Pediatr Adolesc Med 2008;162(5): 439-45.
26. National Institut for Health and Clinical Excellence. Head Injury, Triage, assessment, investigation and early management of head injury in infants, children and adults. London: National Collaborative Centre for acute care. 2007.
27. Greens D, Schutzman. Clinical indicators of intracranial injury in head injured infants. Pediatrics 1999;104: 861-7.
28. Easter JS, Bakes K, Dhaliwal J, Miller M, Caruso E, and Haukoos Jason S. Comparison of PACARN, CATCH, and CHALICE rules for children with minor head injury: A prospective cohort study. Ann Emerg Med 2014;64(2):145-152.
29. Kentaro I, Satoko U, Kenichi T, Satoshi Y, Takahiro K, Tohru K. External Validation of the PECARN Head Trauma Prediction Rules in Japan. Acad Emerg Med 2017;24(3):308-314.