

Épidémiologie des traumatismes crâniocérébraux chez l'enfant

Epidemiology of traumatic brain injury in children

É. Javouhey

Reçu le 23 septembre 2013 ; accepté le 14 octobre 2013
© SRLF et Springer-Verlag France 2013

Résumé Les traumatismes crâniocérébraux (TCC) graves sont une cause fréquente de décès et de séquelles neurologiques à long terme. L'épidémiologie des TCC graves est mal connue car les définitions diffèrent selon les études. Les études basées en population sont rares, la plupart sont issues de données hospitalières prenant rarement en compte les décès préhospitaliers. L'incidence annuelle des TCC graves dans les pays riches varie de 2,3 à 17 pour 100 000 en utilisant l'échelle de Glasgow et peut atteindre 46 pour 100 000 avec d'autres classifications. Les TCC graves représentent 3 à 10 % des TCC, à l'origine d'une mortalité annuelle de 2,5 à 9 pour 100 000. Les accidents de la circulation représentent la majorité des TCC graves et des décès chez les enfants, largement devant les chutes. La part des chutes, de la maltraitance et des chocs directs est beaucoup plus importante chez les nourrissons. Les TCC infligés, probablement sous-estimés, sont des TCC graves et représentent un quart des décès par TCC graves chez le nourrisson de moins d'un an. La létalité des TCC graves est de 15-20 %. Le taux de séquelles à long terme varie selon le type de séquelles évalué et les outils de mesure. Il est plus élevé après un TCC infligé. Parmi les enfants avec TCC grave, un tiers développe des troubles psychocomportementaux, 20 à 30 % des incapacités et des troubles cognitifs, 60-70 % se plaignent de fatigue, troubles de concentration et de comportement, et dans 50 % des cas des dysfonctions familiales surviennent.

Mots clés Épidémiologie · Traumatisme crânien · Enfant · Incidence · Mortalité · Séquelles

É. Javouhey (✉)

Service d'urgences et de réanimation pédiatriques
de l'hôpital Femme-Mère-Enfant, hospices civils de Lyon,
59 boulevard Pinel, F-69677 Bron
e-mail : etienne.javouhey@chu-lyon.fr

Unité mixte de recherche et de surveillance transport travail
environnement, UMRESTTE, UMR-T 9405,
Ifsttar et Université Claude Bernard Lyon 1,
25 avenue François Mitterrand, F-69675 Bron

Abstract Severe traumatic brain injury (TBI) is a frequent cause of death and long-term disabilities. The epidemiology of severe TBI is not well-known due to variations in TBI definitions among the studies. Population based-studies are scarce, mostly including hospitalization data and rarely deaths on the scene. The annual incidence of severe TBI in the developed countries varies from 2.3 to 17 per 100,000 if based on Glasgow coma scale and reaches 46 per 100,000 if based on others classifications. Severe TBI represents 3 to 10% of all TBIs. The annual mortality rate of severe TBI varies from 2.5 to 9 per 100,000. The most frequent cause of severe TBI and TBI-related death in children is road accidents, falls being less frequent. Percentages of fall, child abuse, and direct hit by objects are higher in infants. Inflicted TBI, probably underestimated, belong to severe TBI and represent one quarter of severe TBI-related deaths in infants of less than one year. The case-fatality rate of severe TBI is around 15-20%. The rate of long-term disabilities varies according to the type of assessed disability and the tools used for its measurement. It is higher following an inflicted TBI. Among children with severe TBI, one third develops psycho-behavioral disorders, 20 to 30% disabilities and cognitive disorders and 60-70% fatigue, behavioral and concentration disorders. In more than 50% of TBI cases, familial dysfunctions occur.

Keywords Epidemiology · Traumatic brain injury · Child · Incidence · Mortality · Disability

Introduction

Les traumatismes crâniocérébraux (TCC) sont un motif très fréquent de consultation dans les services d'urgences pédiatriques. Les lésions accidentelles représentent la première cause de mortalité chez les jeunes dès l'âge d'un an et les TCC sont les plus à risque de décès. Les enfants, du fait de particularités anatomophysiologiques, sont plus à risque de TCC que les adultes. Ainsi, 75 % des enfants polytraumatisés au

cours d'un accident de la circulation ont un TCC comparé à 50 % environ chez les adultes polytraumatisés [1]. Le fardeau sociétal lié aux TCC et à leurs conséquences est majeur. Il est d'autant plus important qu'il concerne une population jeune dont l'espérance de vie est longue. D'après une estimation de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les traumatismes liés aux accidents de la circulation vont représenter le troisième rang des fardeaux liés aux maladies à l'échelle mondiale [2,3]. Les traumatismes routiers augmentent considérablement dans les pays en voie de développement alors qu'ils baissent dans les pays riches, en Europe, aux États-Unis et en Australie. L'impact des accidents de la route a été évalué à 817 000 années de vies perdues en Europe en 2000. Les traumatismes accidentels en général, qui incluent ceux consécutifs à un accident de la route, représentent alors le premier contributeur d'années de vies perdues [4].

Les séquelles des TCC, et en particuliers des TCC graves, peuvent persister à très long terme et perturber le développement de l'enfant, ses capacités d'apprentissage et son développement affectif [5,6]. L'environnement familial peut aussi être perturbé par les conséquences des TCC sur le comportement, la psychologie et les handicaps physiques de l'enfant [7]. Même si la prise en charge des enfants victimes de TCC grave progresse et fait l'objet de plusieurs recommandations ou guidelines internationaux, le niveau de preuve des traitements ou modalités de prise en charge actuellement utilisés reste très faible, du fait de la rareté des essais cliniques comparatifs [8,9]. Les études épidémiologiques basées en population sur les TCC sont rares et souffrent de biais de sélection importants ne permettant pas de calculer avec précision la taille de la population d'étude [10]. Il est également important d'intégrer les particularités géographiques, économiques et culturelles dans l'interprétation des résultats et pour leur validité externe. L'identification des populations cibles pour tester de nouveaux traitements ou de nouvelles procédures de prise en charge requiert des études épidémiologiques de qualité. De plus, une meilleure connaissance de l'épidémiologie est indispensable pour mettre en œuvre des programmes de prévention efficaces et adaptés.

L'objectif de cette mise au point est de faire l'état des lieux des connaissances épidémiologiques sur les TCC de l'enfant, et plus particulièrement les TCC graves, en France et dans les pays de niveau économique similaire et de montrer les limites méthodologiques des études disponibles. Les études effectuées dans des populations en voie de développement n'ont pas été prises en compte.

Définition du TCC

La première difficulté rencontrée pour analyser l'épidémiologie des TCC est l'hétérogénéité des définitions utilisées (Tableau 1). La définition même du TCC n'est pas

consensuelle. Il est pourtant important de distinguer les TCC pour lesquels une manifestation clinique de lésion neurologique était rapportée et les TCC sans troubles neurologiques. Pour affirmer le diagnostic de TCC, il faut que dans les suites d'un impact direct à la tête, une altération de la structure cérébrale soit caractérisée par l'imagerie ou par la présence de signes cliniques en faveur d'une altération des fonctions cérébrales. La classification clinique la plus couramment admise pour évaluer le retentissement sur l'état de conscience est celle basée sur le score de coma de Glasgow (GCS) ou le score de Glasgow pédiatrique pour les enfants de moins de deux ans. Le TCC grave est défini par un GCS inférieur ou égal à 8 après stabilisation hémodynamique et respiratoire. Le TCC modéré est défini par un GCS entre 9 et 12 et on parle de TCC léger pour des GCS de 13 à 15. Cependant, d'autres manifestations neurologiques significatives peuvent ne pas se traduire par une perturbation du GCS, telles qu'un syndrome confusionnel, une amnésie post-traumatique (APT), des troubles d'équilibre, une lésion des nerfs crâniens... Ainsi, certains symptômes neurologiques traduisent un TCC modéré alors que le GCS reste normal. Chez le nourrisson, la définition de l'amnésie post-traumatique est complexe.

L'autre échelle de classification est celle utilisée en traumatologie, les TCC étant souvent associés à des lésions traumatiques d'autres zones corporelles : l'*Abbreviated Injury Scale* (AIS) qui varie de 1 à 6 (6 étant la lésion mortelle avec destruction massive du cerveau), les TCC graves étant considérés comme ayant un AIS de 3 ou 4 et plus [11]. La correspondance entre le GCS et l'AIS n'est pas parfaite et il est possible d'avoir un GCS à 15 avec des lésions d'AIS 3 ou 4. Cette classification est plus une classification lésionnelle ayant moins de pertinence en clinique.

Enfin, la plupart des études épidémiologiques sont issues de données hospitalières et basées sur la classification internationale des maladies (CIM-9 ou CIM-10) en sélectionnant les items suivants : commotion cérébrale, hématomes intracrâniens, fractures du crâne... Plusieurs études ont montré qu'une évaluation des TCC basée seulement sur la CIM sous-évaluait l'incidence. La sensibilité était faible, proche de 50 % [12]. Par ailleurs, les cliniciens neurologues et médecins rééducateurs préfèrent tenir compte de la durée de perte de connaissance (PC) ou d'amnésie post-traumatique (APT), associées ou non au GCS. Ces différentes définitions peuvent expliquer les variations d'incidence observées entre les études.

Les incidences

On définit une incidence par la survenue d'un nouveau cas de TCC dans une période donnée et dans une population déterminée. Un recueil exhaustif des cas est requis. Nous

Tableau 1 Différentes définitions de la gravité d'un traumatisme crâniocérébral (TCC)				
Type de TCC	GCS	APT	AIS	Définition du CDC [§]
Léger	13-15	Sans ou <24h	1 ou 1 et 2 pas de lésion intracrânienne ou chirurgicale	1. Au moins un épisode de confusion ou Tb de conscience ou d'amnésie < 24h ou Tb neurologiques ou neuropsychologiques cliniques (convulsion, irritabilité, léthargie ou vomissement) après un traumatisme à la tête ET 2. GCS \geq 13 à la première évaluation clinique et GCS à 15 à la sortie des urgences ou à 24h du traumatisme
Modéré	9-12	<24h ou 1-6j	2 ou 2 et 3	Critère de TCC et GCS moteur de 4 à 5 à 24h ou GCS moteur 6 mais sans critères de TCC léger
Grave	<9	>24h ou > 6j	\geq 3 ou \geq 4	Critère de TCC plus GCS moteur < 4 durant les 24h après TCC

AIS : *Abbreviated injury scale* ; APT : amnésie post-traumatique ; CDC : *centers for disease control and prevention* ; GCS : *Glasgow coma score* ; TCC : traumatisme crâniocérébral ; Tb : trouble. [§]National center for Injury Prevention and Control. Report to congress on mild Traumatic Brain Injury in the US: steps to prevent a serious public health problem. Atlanta, GA: *centers for disease control and prevention*; 2003

n'avons donc pris en compte dans notre analyse que les études qui répondaient à ces critères.

La plupart des études publiées ne concerne que les patients hospitalisés et les décès rapportés par les forces de police dans une région déterminée (Tableau 2). Souvent les décès survenus sur les lieux de l'accident ou avant l'arrivée à l'hôpital ne sont pas rapportés.

Aux États-Unis, entre 1995 et 2001, les incidences annuelles de TCC hospitalisés ou décédés ou consultant aux urgences chez les enfants de 0-4 ans étaient respectivement de 1 400/100 000 et 900/100 000 pour les garçons et les filles [13]. Entre 5 et 19 ans, les incidences respectives étaient de 900 et 600 pour 100 000. D'après les autres études épidémiologiques, l'incidence globale annuelle était proche de 250-300/100 000 par an chez les enfants (Tableau 2). Les incidences variaient de 2,3 à 17/100 000 pour les TCC graves en ne considérant que les études utilisant la GCS comme classification de la gravité et pouvaient atteindre 46/100000 selon d'autres classifications (Tableau 2) [12,14-23]. En France, d'après les données du registre des victimes d'accident de la route du Rhône, les incidences de TCC graves chez les enfants de 0-14 ans et les adolescents de 15-17 ans étaient respectivement de 9,6/100 000 (10,9 chez les garçons et 6,9 chez les filles) et 22,8/100 000 (32,7 chez les garçons et 12,5 chez les filles), de 1996 à 2001 [24]. Dans cette étude de traumatologie routière uniquement, seuls les TCC avec lésion de gravité AIS3 ou plus étaient pris en compte.

Certaines études incluent également les patients ayant consulté aux urgences mais n'ayant pas été hospitalisés. Une seule étude a cherché à être le plus exhaustif possible en intégrant les services publics, les organismes sportifs et l'auto-déclaration de TCC. Il s'agit de l'étude de Feigin et al. réalisée en Nouvelle-Zélande dans la région d'Hamilton et du district de Waikaito de 2010 à 2011 [20]. Dans cette étude, les TCC étaient classés selon la GCS et la durée d'APT. Pour les TCC modérés à graves, l'incidence était de 43/100 000 (Tableau 2). Environ 69 % des cas étaient âgés de moins de 35 ans.

Certaines régions sanitaires se sont organisées pour avoir un dossier patient unique ce qui permet de réaliser des études basées en population. C'est le cas de la région d'Olmsted dans le Minnesota aux États-Unis [12]. En croisant cette base de données et les codages hospitaliers à partir de la CIM-9 selon les recommandations du *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), ils ont pu évaluer précisément l'incidence des TCC dans leur région. Pour cela, ils ont utilisé une définition particulière du TCC basée sur une probabilité de lésions cérébrales, en classant les TCC en certains, probables ou possibles. Les cas possibles étant les cas symptomatiques mais sans lésion intracérébrale visible, sans fracture, sans PC ou sans APT prolongée. Cette étude montrait qu'une analyse basée sur le seul codage CIM-9 d'après les recommandations du CDC sous-estimait de 60 % l'incidence globale. Même si cette sous-estimation concernait plus les cas possibles que

Tableau 2 Principales études épidémiologiques réalisées chez les enfants victimes de traumatismes crâniocérébraux dans les pays riches : incidence, mortalité et létalité

Auteur Année	Population	Définition du TCC, Recrutement	Incidence annuelle pour 100 000 (IC95 %) selon l'âge ou la gravité	Mortalité annuelle pour 100 000	Létalité (%)
Emmanuelson, 1997 [19]	Suède 0-17 ans n =210	Hospitalisés, CIM-9 TCC sérieux : PC ≥ 1h Commotion ou contusion ou hématome cérébral	12	2,6	21,4
Engberg, 1998 [17]	Danemark 0-14 ans* n=47 794	Hospitalisés, CIM-8 1. Commotion cérébrale 2. Fracture du crâne 3. Contusions ou hémorragies intracérébrales avec ou sans fracture	240 1- entre 200 et 275 2- entre 7 et 25 3- entre 7 et 15	Garçons 4,4 Filles 3,1	Groupe 3 : 22
Reid, 2001 [22]	États-Unis 0-19 ans	Hospitalisés et décès, CIM-9 TCC grave = AIS>2 ou décès	Tous TC : 73,5 TCC graves : 26,7	9,3 5,6	12,8 21,0
Hawley, 2003 [18]	Angleterre 0-15 ans n=1553	Hospitalisés au moins 24 h Léger= GCS 13-15, PC < 15 min Modéré = GCS 9-12 Grave = GCS 3-8, PC >6h	280 TCC légers : 232 (82,7 %) TCC modérés : 25 (19,1 %) TCC graves : 17 (6,1 %)	2,0	0,84 13,7 TCC graves
Masson, 1986 [14]	France Adultes et enfants	Hospitalisés TCC = contusions, plaies, FC, lésions intracérébrales et/ou PC	294 0-4 ans : 340 5-9 ans : 272 10-13 ans : 274		0,3
Vazquez- Barquero, 1992 [64]	Espagne 1-14 ans	Hospitalisés Grave ou modéré (selon GCS) = 11,5 %	139	6,3	
Servadei, 2002 [23]	Italie Adultes et enfants	Hospitalisés, ICD 9 ; commotion cérébrale, lésions intracrâniennes, fractures du crâne 81 % de TCC légers	250,4 1-4 ans : 732,6 5-9 ans : 231,3 10-14 ans : 247,3 15-24 ans : 453,6	2,5 32,6 (5-24 ans)	1 7,2-11,5 (5-24 ans)
Feigin, 2013 [20]	Nouvelle- Zélande Adultes et enfants	N=1369 Hospitalisés ou non, tous les établissements de soin, services publics, loisirs, contact téléphonique, autodéclaration, décès inclus 95 % de légers	790 0-4 ans : 1300 5-14 ans : 818 TCC léger : 747 TCC modérés ou graves : 46	ND	ND
Rickels, 2010 [15]	Allemagne Adultes et enfants 1-16 ans : 29,7 %	Hospitalisés, CIM-10 : FC, lésions des nerfs, lésions intracrâniennes, fracas cérébraux, et signes cliniques présents	332 (670 si âge <1 an) TCC légers : 302 (90,2 %) TCC modérés : 13 (3,9 %) TCC graves : 17 (5,2 %)	3,3 11,3 % enfants 34,1 % >75 ans	1 1-5 ans 0,3 6-10 ans 0 11-15 ans 0,4 16-20 ans 0,7

(Suite page suivante)

Tableau 2 (suite)

Auteur Année	Population	Définition du TCC, Recrutement	Incidence annuelle pour 100 000 (IC95 %) selon l'âge ou la gravité	Mortalité annuelle pour 100 000	Létalité (%)
Koepsell, 2011 [16]	États-Unis (King county) Enfants 0-17 ans	Hospitalisés, CIM-9 ou TCC rapporté avec signes cliniques ou au scanner Décès sur les lieux inclus	304 (702 si âge 0-4 ans) TCC légers 296 (221-375) TCC modérés et graves 7,6 (5,2-10,6)	Globale (0-17 ans) 3,53	1,16 (globale 0-17 ans)
De Kloet, 2013 [21]	Pays-Bas Enfants 0-14 ans et jeunes de 15-24 ans	Hospitalisés, codes diagnostiques, TCC selon échelle GCS, décès préhospitaliers non inclus	288,9 (0-14 ans) et 296,5 (15-24 ans) TCC léger : 271,2 et 296,5 TCC modéré : 15,4 et 27,0 TCC grave : 2,3 et 7,9	ND	1,1 (globale)
Leibson, 2012 [12]	États-Unis (région d'Olmsted) Adultes et enfants	Hospitalisés et consultants, tous les décès inclus, dossier patient unique, croisement avec codes CIM-9. TCC certains (lésion intracrânienne, APT >24h, PC >30', GCS <13), TCC probable (FC, APT < 24h, PC < 30'), TCC possible (PC ≥ 30')	790 (719-867), 0-16 ans 480 (16-64 ans) TCC certain : 35 (22-55) = 8 % (4 % chez <16 ans) TCC probable : 271 (230-318) = 34 % TCC possible : 484 (428-545) = 61 %	ND	ND

AIS : *Abbreviated injury scale* ; APT : amnésie post-traumatique ; CIM : classification internationale des maladies ; FC : fracture du crâne ; GCS : *Glasgow coma score* ; IC95 % : intervalle de confiance à 95 % ; ND : non déterminé ; PC : perte de connaissance ; TCC : traumatisme crâniocérébral

certain, 3 % des cas manqués étaient des cas certains et 30 % des cas probables. La répartition schématique des niveaux de gravité de TCC chez l'enfant serait d'après ces études de 90-95 % de TCC légers, et moins de 10 % pour l'ensemble TCC modérés et graves. Ces pourcentages varient si seuls les patients hospitalisés sont étudiés avec une répartition de 80/10/10 (Tableau 2).

Les taux de mortalité

En gardant à l'esprit que les critères de recrutement varient considérablement entre les études et que les décès préhospitaliers ne sont que rarement pris en compte, la mortalité liée aux TCC chez l'enfant varie de 2,5 à 9/100 000 par an alors qu'elle peut atteindre 15/100 000 chez les adultes, en particulier en raison de la forte létalité observée chez les patients âgés (Tableau 2). Diamond et al. ont étudié les décès traumatiques chez les enfants de moins de 16 ans en Ontario au Canada de 2001 à 2003 [25]. Le taux de mortalité global était de 3,2/100 000 par an, avec un taux de lésions crâniocervicales graves de 84 %. Cette étude soulignait que trois quarts des décès survenaient sur les lieux de l'accident et

uniquement 5 % après 24h. La cause principale était les accidents de la circulation qui représentaient 54 % des causes avant l'âge de quatre ans et de 70 à 92 % des causes de décès pour les enfants de plus de quatre ans. Les homicides étaient particulièrement fréquents (28 %) chez les enfants de moins de quatre ans. D'après les données du registre du Rhône, la mortalité annuelle chez les enfants de moins de 15 ans victimes de TCC graves par accident de la route était de 2,5/100 000, en cohérence avec l'étude de l'Ontario [24].

Les taux de létalité

La létalité est le pourcentage de décès parmi la population d'enfants avec TCC. Bien entendu il varie avec la gravité du TCC et la prise en compte ou non des décès préhospitaliers. Parmi la population des TCC graves, elle varie de 14 à 22 %, et dans la population globale des TCC elle varie de 0,5 à 1 % (Tableau 3). Par comparaison, chez l'adulte elle varie de 3 % à 11 % pour les études incluant les décès pré-hospitaliers [10]. D'après le registre du Rhône, la létalité par TCC grave lié aux accidents de la circulation est de 20 % dans la fourchette de létalité donnée plus haut [24]. Dans les deux grands

Tableau 3 Répartition des causes des traumatismes crâniocérébraux (toutes gravités confondues) selon les catégories d'âge dans les principales études épidémiologiques récentes

Auteur	Classes d'âge	Année	Chutes (%)	Accident de la route (%)	Chocs directs/ objet (%)	Sports et loisirs (%)	Violence/ maltraitance (%)
Rickels, 2010 [15]	0-16 ans		62,7	26,3	ND*	6,9	14,2
	population globale		52,5				
Koepsell, 2011 [16]	0-4 ans		86,4	1,8	9,6	ND	Non inclus
	5-9 ans		56,3	12,8	29,8		
	10-14 ans		40,2	20,5	39,3		
	15-17 ans		28,6	28,6	41,4		
Feigin, 2013 [20]	0-4 ans		76	5,3	15,3	ND	1,2
	5-14 ans		37	19,4	30		7,4
	15-34 ans		19	24	25		27,6
	population globale		38	20	21		17
Leibson, 2012 [12]	0-16 ans		34	6	3 [§]	45	3
	16-64 ans		17	42	8	16	9

ND : non déterminé. *Les chocs directs n'étaient pas individualisés en tant que tels et étaient probablement inclus dans les chutes ou les accidents de sport. [§]Une grande partie des chocs directs étaient inclus dans la catégorie sports/loisirs

essais randomisés réalisés récemment sur les TCC graves, la létalité trouvée dans ces populations sélectionnées variaient de 5 à 21 % [26,27]. D'autres séries hospitalières rapportaient des taux de létalité plus élevés, de 19,5 à 30 %, car elles incluaient les enfants avec un GCS à 3 et pupilles fixes dilatées et ceux avec arrêt cardiaque préhospitalier [28,29]. Les principaux facteurs de risque de létalité après un TCC grave sont la gravité des lésions (*Injury severity score*, ISS ou AIS) et du coma (GCS <5), la survenue d'une hypotension artérielle, une hypoxie, une hypertension intracrânienne, une hypoxie, une hyperglycémie, une coagulation intravasculaire disséminée et une hypothermie ou une hyperthermie [29-32]. L'âge de moins de deux ans est retrouvé dans certaines études comme facteur de risque indépendant de létalité [29].

Évolution temporelle

La plupart des études rapportées sont déjà assez anciennes. Or, l'incidence des TCC graves diminue avec le temps, en grande partie grâce à la réduction des traumatismes liés aux accidents de la circulation [1]. Ainsi, il a été observé depuis 2002 en France, une diminution de l'incidence annuelle des TCC graves par accident de la circulation (AIS3+) à 6,07 cas pour 100 000 chez les 0-17 ans (données du registre du Rhône 2002-2011). Parallèlement, dans la même population, la mortalité annuelle diminuait à moins de 1/100 000 (0,95/100 000). Cette évolution s'observe dans les pays

riches mais est inverse dans les pays en voie de développement, le potentiel d'inclusion dans les essais cliniques devant dès lors tenir compte de cette tendance évolutive.

Les causes de TCC

Il est aussi difficile de donner de manière précise la répartition par causes de TCC car les classifications utilisées par les auteurs ne sont pas les mêmes (Tableau 3). Certains distinguent les chutes et les traumatismes directs suite à un choc à la tête par un objet fixe ou projeté alors que d'autres incluent ces derniers dans les chutes ou dans les accidents de sport ou loisir [12,15,16,20]. La répartition des causes de TCC grave est peu rapportée mais deux grandes causes dominent : les chutes et en particulier les défenestrations ou chutes de balcons-terrasses et les accidents de la circulation. Viennent ensuite les traumatismes directs par objets lourds (portail, télévision, armoire, tronc d'arbre...) et les TCC infligés qui appartiennent aux maltraitances (enfants secoués, enfants battus).

Les chutes représentent la cause la plus fréquente de TCC toute gravité confondue chez l'enfant. Plus l'enfant est jeune plus la part des chutes dans les causes de TCC augmente (Tableau 3). Ainsi, dans l'étude néozélandaise de Feigin et al., les chutes représentaient 76 % des causes dans la population des enfants de moins de cinq ans alors qu'elles ne représentaient que 38 % des causes dans la population globale adulte et pédiatrique [20]. Ce n'est que vers

l'adolescence que les chutes deviennent minoritaires, les accidents de la route et les traumatismes directs devenant plus fréquents. Parmi les chutes, celles qui sont particulièrement à risque de TCC chez les enfants de moins de cinq ans sont les chutes des escaliers, des bras d'un adulte, les chutes d'une hauteur > 90 cm et celles survenant chez le nourrisson de moins de trois mois [33,34]. Dans ce groupe d'âge de moins d'un an, il faut être particulièrement vigilant avec le diagnostic différentiel de TC infligé. L'étude de Chadwick et al. avait ainsi montré que le risque de décès après une chute de moins d'un mètre était sept fois plus élevé qu'après une chute de plus de 6 m [35]. Il concluait que les mécanismes exacts des chutes rapportées par des témoins proches de l'enfant n'étaient pas toujours les mécanismes réels et qu'il fallait savoir évoquer un TCC infligé. Il évaluait d'ailleurs dans une autre étude que le taux de mortalité après une chute de faible hauteur (moins de 3 m) était inférieur à 0,48 pour un million par an [36].

Pour les enfants plus âgés, la part des défenestrations parmi les TCC graves est prépondérante avec deux pics de fréquence, chez les enfants de deux à cinq ans et les adolescents. Dans une étude réalisée en Île-de-France, les défenestrations représentaient 72 % des TCC graves par chute des enfants de moins de six ans hospitalisés dans le service de réanimation pédiatrique de l'hôpital Necker à Paris [37].

Dans l'étude néozélandaise, la part des TCC par accidents de la circulation augmente de 15 à 40 % entre 0-5 ans et 15-19 ans. D'après les données issues de l'analyse bibliographique, la part des accidents de la route augmente de 10 % environ chez les moins de cinq ans, à 30 % chez les 5-9 ans et 55 % chez les 10-14 ans. Plus le traumatisme est grave, plus la part des accidents de la route augmente. Levin et al., aux États-Unis, trouvaient ainsi 46 % d'accidents de la route dans les étiologies de TCC graves chez les moins de cinq ans et 75 % chez les 5-10 ans [38]. Dans la plupart des études récentes sur les TCC graves, la part des accidents de la route variait de 58 à 80 % [26,27,29]. Les statistiques françaises et européennes sur le nombre d'enfants tués ou blessés à la suite d'un accident de la route reposent essentiellement sur les données des forces de l'ordre (police et gendarmerie). Plusieurs études ont montré que ces données sous-estiment le nombre de blessés mais aussi, dans une moindre mesure, le nombre de tués [39,40]. Amoros et al. ont ainsi montré que le taux de recensement des blessés par accident de la route dans le Rhône était de 37,7 % pour la période 1997-2001 [39]. Par une méthode de capture-recapture, Amoros et al. ont montré que les forces de l'ordre recensaient au plus 25 % des blessés légers et 57 % des blessés modérés à graves alors que le taux de couverture du registre du Rhône était de 72 % pour les blessés légers et de 86 % pour les blessés graves [40]. Puisque les enfants de moins de cinq ans victimes de lésions traumatiques par accident de la circulation sont essentiellement des piétons et

des passagers de voiture, à partir de cinq ans, la part des accidents en tant que cyclistes devient significative, et à partir de dix ans celle des occupants de deux-roues motorisés (motos, scooters et mobylettes) devient de plus en plus importante [41]. Les enfants découvrent leur environnement dans des activités de loisirs et se développent en jouant. Ainsi, les accidents surviendront préférentiellement pendant les jours libres (sans école), en particulier le mercredi, le week-end et durant les mois de printemps et d'été [41].

Une des particularités des accidents de la route chez les enfants est qu'ils sont, la plupart du temps, évitables et prévisibles. Les enfants sont plus souvent non responsables de leurs accidents que les adultes. Les enfants de moins de 15 ans blessés en voiture ou en deux-roues motorisé sont plus souvent passagers (98 % et 75 % respectivement) que les adultes (26 % et 6 % respectivement) [42]. La prévention des accidents de la route pour les enfants aura pour but la sécurisation des moyens de transport des enfants, la protection des zones de jeux et de loisirs, ainsi que celle des abords des écoles et des trajets scolaires.

Le cas particulier des TC infligés et des violences

Il existe très peu d'études épidémiologiques sur les TCC infligés. La plupart des études sont des séries de cas ou des cohortes de patients hospitalisés [41-45]. Pour réaliser de telles études la définition et le degré de certitude diagnostique doivent être précisés. Les TCC infligés sont plus fréquents avant l'âge d'un an. Ils s'intègrent dans le cadre de la maltraitance et regroupent le syndrome du bébé secoué (avec ou sans impact), les TCC par coups portés directement à la tête, les TCC par chutes provoquées et projection qui peuvent s'intégrer ou non dans un syndrome de Silverman avec fractures multiples [46]. Le syndrome du bébé secoué représente le cas le plus fréquent avec un pic d'incidence vers 4-5 mois [46]. Les enfants battus (syndrome de Silverman) sont plus fréquents après un an. Keenan et al. ont évalué l'incidence des TCC infligés chez les nourrissons de moins de deux ans, dans la région de Caroline du Nord aux États-Unis entre 2000 et 2001 [47]. Ils ont inclus tous les enfants hospitalisés en réanimation pédiatrique dans les hôpitaux de la région avec un diagnostic de TCC et les enfants décédés avec TCC en incluant les équivalents des instituts de médecine légale américains. Le diagnostic de TC infligé était retenu s'il y avait eu des aveux ou si une commission multidisciplinaire avait retenu le diagnostic. L'incidence était de 17,0 [intervalle de confiance à 95 % IC95 % (13,3-20,7)] pour 100 000, avec une nette prédominance avant un an (29,7 versus 3,8). L'incidence était plus élevée chez les garçons (21 vs 13 /100 000). Comparativement, l'incidence des TCC accidentels était de 15,3 (11,8-18,8) pour 100 000 [47]. L'incidence des TCC infligés était probablement sous-évaluée car de nombreux cas n'étaient

pas identifiés comme tels et certains enfants n'étaient pas admis en réanimation pédiatrique. Une autre étude plus ancienne réalisée au Pays de Galle trouvait une incidence de cas graves de maltraitance chez les nourrissons de moins d'un an de 54/100 000, 9,2 pour les 1-4 ans et 0,47 pour les 5-13 ans [48]. Cependant, cette étude incluait aussi les maltraitances sans TCC. Dans plusieurs études, les TCC infligés étaient la première cause de décès traumatiques chez les enfants de moins d'un an (9,1/100 000 naissances vivantes, 26 % des décès traumatiques) [49,50]. C'est pourquoi, tout TCC infligé devrait être considéré comme un TCC grave car il est clairement démontré que le risque de séquelles après TCC infligé est beaucoup plus important qu'après un TCC grave accidentel [43,51]. Une des explications les plus fréquemment avancées est la coexistence de lésions anoxiques et de lésions post-traumatiques du fait de la grande fréquence des apnées et des arrêts respiratoires dans ces situations [43,52].

Les séquelles

Une des particularités des TCC chez l'enfant est qu'il perturbe les enfants dans leurs capacités d'apprentissage et de développement alors qu'ils sont en pleine phase de croissance. Ainsi, les études prospectives les plus récentes suggèrent que plus le traumatisme survient tôt chez l'enfant, plus les conséquences neuropsychologiques et comportementales seront importantes [53,54]. C'est pourquoi il est nécessaire d'évaluer à très long terme les déficiences et incapacités des enfants victimes de TCC. L'autre particularité des séquelles des TCC des enfants est que la plupart d'entre eux vont bien récupérer sur le plan moteur alors que les séquelles cognitives et comportementales vont persister et devenir de plus en plus invalidante dans leur vie scolaire, professionnelle et sociale. Certains ont parlé alors de séquelles invisibles qui requièrent un certain degré d'expertise dans l'évaluation neuropsychologique des enfants après un TCC [55]. Les études ont montré également que le devenir variait beaucoup en fonction du terrain antérieur de l'enfant et en fonction de son environnement familial [56,57]. Le taux de séquelles à long terme varie aussi selon le type de séquelles évalué et les outils de mesure. Il est plus élevé après un TCC infligé [43,51]. Parmi les enfants avec TCC graves, globalement un tiers développent des troubles psychocomportementaux, 20 à 30 % des incapacités et des troubles cognitifs, et 60-70 % se plaignent de fatigue, troubles de concentration et de comportement [5,6,57-62]. Le retentissement familial est majeur avec, dans plus de 50 % des cas, une altération du fonctionnement familial [56,58].

La gravité du traumatisme est souvent un facteur majeur de risque de séquelles mais une évaluation précise et approfondie du terrain et de l'environnement est nécessaire pour

accompagner au mieux l'enfant et lui donner toutes ses chances d'adaptation à une vie adulte la plus autonome possible.

Conclusion

La connaissance de l'épidémiologie précise des TCC chez l'enfant comme chez l'adulte se heurte à plusieurs difficultés. La définition du TCC n'est pas univoque et diffère selon que les chercheurs soient cliniciens, traumatologues ou épidémiologistes. Comme il s'agit d'un traumatisme très fréquent, les études basées en population et cherchant à recueillir tous les événements même s'il n'y a pas eu consultation ni hospitalisation sont extrêmement complexes et coûteuses à mettre en place. C'est pourquoi de nombreuses études utilisent des bases de données hospitalières, de services de santé et des instituts médico-légaux pour évaluer l'incidence et la mortalité des TCC. Les études rapportant les cas hospitalisés ou consultant à l'hôpital à partir des codes diagnostiques de la CIM sous-estiment l'incidence et sont probablement biaisées. Elles recensent plus facilement les cas graves ou modérés que les cas légers. La plupart des études n'incluent pas les décédés sur les lieux de l'accident ou durant le transport. Or, la part des décès préhospitaliers dans le nombre total de décès est très importante, pouvant atteindre 75 % chez les enfants. L'inclusion des cas recensés dans les instituts médico-légaux et les funérariums ou dans les certificats de décès est nécessaire pour évaluer correctement la mortalité globale et pour définir les meilleures actions de prévention. Même si la majorité de ces cas correspondent à des fracas crâniocérébraux en dehors de toutes ressources thérapeutiques, il est possible d'agir sur une certaine part de ces décès préhospitaliers comme le suggèrent certaines études [63]. Néanmoins, les études basées sur des données hospitalières sont utiles pour apprécier le nombre d'enfants accessibles à un traitement ou une prise en charge spécifique et pour dimensionner avec plus de précision l'effectif de la population à inclure dans les essais cliniques. Pour agir sur le devenir neurologique à long terme, ce qui est l'enjeu majeur pour les TCC graves de l'enfant, les études de cohorte sont nécessaires afin de mieux définir les critères de jugement d'une diminution des séquelles.

Conflit d'intérêt : l'auteur déclare ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Références

1. Javouhey E, Guérin AC, Chiron M, et al (2006) [Epidemiology and prevention of head trauma in children]. *Arch Pediatr* 13: 528-30

2. Peden M, Sminkey L (2004) World Health Organization dedicates World Health Day to road safety. *Inj Prev* 10:67
3. Ameratunga S, Hajar M, Norton R (2006) Road-traffic injuries: confronting disparities to address a global-health problem. *Lancet* 367:1533–40
4. Segui-Gomez M, MacKenzie EJ (2003) Measuring the public health impact of injuries. *Epidemiol Rev* 25:3–19
5. Anderson V, Godfrey C, Rosenfeld JV, et al (2012) 10 years outcome from childhood traumatic brain injury. *Int J Dev Neurosci* 30:217–24
6. Rivara FP, Koepsell TD, Wang J, et al (2012) Incidence of disability among children 12 months after traumatic brain injury. *Am J Public Health* 102:2074–9
7. Wade SL, Taylor HG, Drotar D, et al (2002) A prospective study of long-term caregiver and family adaptation following brain injury in children. *J Head Trauma Rehabil* 17:96–111
8. Carney NA, Chesnut R, Kochanek PM (2003) Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. *Pediatr Crit Care Med* 4:S1
9. Kochanek PM, Carney N, Adelson PD, et al (2013) Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents—second edition. *Pediatr Crit Care Med* 13 Suppl 1:S1–82
10. Tagliaferri F, Compagnone C, Korsic M, et al (2006) A systematic review of brain injury epidemiology in Europe. *Acta Neurochir (Wien)* 148:255–68
11. AAAM (1990) The abbreviated injury scale-1990 revision (AIS-90), ed. Plaines D, III:Association for the Advancement of Automotive Medicine
12. Leibson CL, Brown AW, Ransom JE, et al (2011) Incidence of traumatic brain injury across the full disease spectrum: a population-based medical record review study. *Epidemiology* 22:836–44
13. Langlois JA, Rutland-Brown W, Thomas KE (2005) The incidence of traumatic brain injury among children in the United States: differences by race. *J Head Trauma Rehabil* 20:229–38
14. Masson F, Thicoipe M, Aye P, et al (2001) Epidemiology of severe brain injuries: a prospective population-based study. *J Trauma* 51:481–9
15. Rickels E, von Wild K, Wenzlaff P (2010) Head injury in Germany: A population-based prospective study on epidemiology, causes, treatment and outcome of all degrees of head-injury severity in two distinct areas. *Brain Inj* 24:1491–504
16. Koepsell TD, Rivara FP, Vavilala MS, et al (2011) Incidence and descriptive epidemiologic features of traumatic brain injury in King County, Washington. *Pediatrics* 128:946–54
17. Engberg A, Teasdale TW (1998) Traumatic brain injury in children in Denmark: a national 15-year study. *Eur J Epidemiol* 14:165–73
18. Hawley CA, Ward AB, Long J, et al (2003) Prevalence of traumatic brain injury amongst children admitted to hospital in one health district: a population-based study. *Injury* 34:256–60
19. Emanuelson I, v Wendt L (1997) Epidemiology of traumatic brain injury in children and adolescents in south-western Sweden. *Acta Paediatr* 86:730–5
20. Feigin VL, Theadom A, Barker-Collo S, et al (2013) Incidence of traumatic brain injury in New Zealand: a population-based study. *Lancet Neurol* 12:53–64
21. de Kloet AJ, Hilberink SR, Roebroek ME, et al (2013) Youth with acquired brain injury in The Netherlands: a multi-centre study. *Brain Inj* 27:843–9
22. Reid SR, Roesler JS, Gaichas AM, et al (2001) The epidemiology of pediatric traumatic brain injury in Minnesota. *Arch Pediatr Adolesc Med* 155:784–9
23. Servadei F, Antonelli V, Betti L, et al (2002) Regional brain injury epidemiology as the basis for planning brain injury treatment. The Romagna (Italy) experience. *J Neurosurg Sci* 46:111–9
24. Javouhey E, Guerin AC, Chiron M (2006) Incidence and risk factors of severe traumatic brain injury resulting from road accidents: a population-based study. *Accid Anal Prev* 38:225–33
25. Diamond IR, Parkin PC, Wales PW, et al (2009) Pediatric blunt and penetrating trauma deaths in Ontario: a population-based study. *J Trauma* 66:1189–94
26. Adelson PD, Wisniewski SR, Beca J, et al (2013) Comparison of hypothermia and normothermia after severe traumatic brain injury in children (Cool Kids): a phase 3, randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 12:546–53
27. Hutchison JS, Ward RE, Lacroix J, et al (2008) Hypothermia therapy after traumatic brain injury in children. *N Engl J Med* 358:2447–56
28. Schirmer-Mikalsen K, Moen KG, Skandsen T, et al (2013) Intensive care and traumatic brain injury after the introduction of a treatment protocol: a prospective study. *Acta Anaesthesiol Scand* 57:46–55
29. Tude Melo JR, Di Rocco F, Blanot S, et al (2010) Mortality in children with severe head trauma: predictive factors and proposal for a new predictive scale. *Neurosurgery* 67:1542–7
30. Vavilala MS, Bowen A, Lam AM, et al (2003) Blood pressure and outcome after severe pediatric traumatic brain injury. *J Trauma* 55:1039–44
31. Ducrocq SC, Meyer PG, Orliaguet GA, et al (2006) 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* 7:461–7
32. Sigurtà A, Zanaboni C, Canavesi K, et al (2013) Intensive care for pediatric traumatic brain injury. *Intensive Care Med* 39:129–36
33. Claudet I, Gurrera E, Honorat R, et al (2013) [Home falls in infants before walking acquisition]. *Arch Pediatr* 20:484–91
34. Pomerantz WJ, Gittelman MA, Hornung R, et al (2012) Falls in children birth to 5 years: different mechanisms lead to different injuries. *J Trauma Acute Care Surg* 73:S254–7
35. Chadwick DL, Chin S, Salerno C, et al (1991) Deaths from falls in children: how far is fatal? *J Trauma* 31:1353–5
36. Chadwick DL, Bertocci G, Castillo E, et al (2008) Annual risk of death resulting from short falls among young children: less than 1 in 1 million. *Pediatrics* 121:1213–24
37. Melo JR, Di Rocco F, Lemos-Júnior LP, et al (2009) Defenestration in children younger than 6 years old: mortality predictors in severe head trauma. *Childs Nerv Syst* 25:1077–83
38. Levin HS, Aldrich EF, Saydjari C, et al (1992) Severe head injury in children: experience of the Traumatic Coma Data Bank. *Neurosurgery* 31:435–43
39. Amoros E, Martin JL, Laumon B (2006) Under-reporting of road crash casualties in France. *Accid Anal Prev* 38:627–35
40. Amoros E, Martin JL, Laumon B (2006) Estimating non-fatal road casualties in a large French county, using the capture-recapture method. *Accid Anal Prev* 39:483–90
41. Durkin MS, Laraque D, Lubman I, et al (1999) Epidemiology and prevention of traffic injuries to urban children and adolescents. *Pediatrics* 103:e74
42. Javouhey E, Guerin AC, Gadegbeku B, et al (2006) Are restrained children under 15 years of age in cars as effectively protected as adults? *Arch Dis Child* 91:304–8
43. Hymel KP, Makoroff KL, Laskey AL, et al (2007) Mechanisms, clinical presentations, injuries, and outcomes from inflicted versus noninflicted head trauma during infancy: results of a prospective, multicentered, comparative study. *Pediatrics* 119:922–9
44. Barlow KM, Thomson E, Johnson D, et al (2005) Late neurologic and cognitive sequelae of inflicted traumatic brain injury in infancy. *Pediatrics* 116:e174–85

45. Scavarda D, Gabaudan C, Ughetto F, et al (2010) Initial predictive factors of outcome in severe non-accidental head trauma in children. *Childs Nerv Syst* 26:1555–61
46. Laurent-Vannier A, Nathanson M, Quiriau F, et al (2011) A public hearing “Shaken baby syndrome: guidelines on establishing a robust diagnosis and the procedures to be adopted by healthcare and social services staff”. Guidelines issued by the Hearing Commission. *Ann Phys Rehabil Med* 54:600–25
47. Keenan HT, Runyan DK, Marshall SW, et al (2003) A population-based study of inflicted traumatic brain injury in young children. *JAMA* 290:621–6
48. Sibert JR, Payne EH, Kemp AM, et al (2002) The incidence of severe physical child abuse in Wales. *Child Abuse Negl* 26:267–76
49. Cummings P, Theis MK, Mueller BA, et al (1994) Infant injury death in Washington State, 1981 through 1990. *Arch Pediatr Adolesc Med* 148:1021–6
50. Collins KA, Nichols CA (1999) A decade of pediatric homicide: a retrospective study at the Medical University of South Carolina. *Am J Forensic Med Pathol* 20:169–72
51. Keenan HT, Runyan DK, Marshall SW, et al (2004) A population-based comparison of clinical and outcome characteristics of young children with serious inflicted and noninflicted traumatic brain injury. *Pediatrics* 114:633–9
52. Squier W (2011) The “Shaken Baby” syndrome: pathology and mechanisms. *Acta Neuropathol* 122:519–42
53. Karver CL, Wade SL, Cassidy A, et al (2012) Age at injury and long-term behavior problems after traumatic brain injury in young children. *Rehabil Psychol* 57:256–65
54. Anderson V, Catroppa C, Morse S, et al (2005) Functional plasticity or vulnerability after early brain injury? *Pediatrics* 116:1374–82
55. Laurent-Vannier A, Brugel DG, De Agostini M (2000) Rehabilitation of brain-injured children. *Childs Nerv Syst* 16:760–4
56. Wade SL, Gerry Taylor H, Yeates KO, et al (2006) Long-term parental and family adaptation following pediatric brain injury. *J Pediatr Psychol* 31:1072–83
57. Taylor HG, Yeates KO, Wade SL, et al (2002) A prospective study of short- and long-term outcomes after traumatic brain injury in children: behavior and achievement. *Neuropsychology* 16:15–27
58. Javouhey E, Chiron M, SERACgroup (2010) Child handicap due to road trauma in France. Study on the follow-up of children admitted to intensive care after a road accident (SERAC study). *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire* 16-17:187–190
59. McCarthy ML, MacKenzie EJ, Durbin DR, et al (2006) Health-related quality of life during the first year after traumatic brain injury. *Arch Pediatr Adolesc Med* 160:252–60
60. Hawley CA, Ward AB, Magnay AR, et al (2004) Outcomes following childhood head injury: a population study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 75:737–42
61. Emanuelson I, von Wendt L, Beckung E, et al (1998) Late outcome after severe traumatic brain injury in children and adolescents. *Pediatr Rehabil* 2:65–70
62. Yeates KO, Armstrong K, Janusz J, et al (2005) Long-term attention problems in children with traumatic brain injury. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 44:574–84
63. Sharples PM, Storey A, Aynsley-Green A, et al (1990) Causes of fatal childhood accidents involving head injury in northern region, 1979-86. *BMJ* 301:1193–7
64. Vázquez-Barquero A, Vázquez-Barquero JL, Austin O, et al (1992) The epidemiology of head injury in Cantabria. *Eur J Epidemiol* 8:832–7