

Université de Montréal

Validation externe des critères de gravité du saignement intracrânien  
chez les patients avec un traumatisme crâniocérébral léger

Par  
Justine Lessard

Faculté de médecine  
Programme de maîtrise en sciences biomédicales  
Option recherche clinique

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention  
du grade de Maître ès Science (M.Sc.) en sciences biomédicales  
(Option recherche clinique)

Déposé le 25 janvier 2021

© Justine Lessard, 2021



Ce mémoire intitulé

Validation externe des critères de gravité du  
saignement intracrânien  
chez les patients avec un traumatisme crâniocérébral  
léger

Présenté par  
Justine Lessard

A été évalué par un jury composé de

Dr Raoul Daoust  
Directeur de recherche

Dr Alexis Cournoyer  
Co-directeur de recherche

Dr Jean-Marc Chauny  
Co-directeur de recherche

Dr Nadia Sourial  
Président-rapporteur

Dr Christian Malo  
Membre du jury



## RESUME

---

**Introduction :** Il existe beaucoup d'hétérogénéité dans la prise en charge des patients se présentant au département d'urgence avec un traumatisme crâniocérébral léger (TCCL) et des lésions à la tomodensitométrie (TDM) cérébrale. L'objectif principal de cette étude est de valider des critères de gravité du saignement intracrânien afin de prédire le besoin d'intervention neurochirurgicale puis, en deuxième lieu, valider si ces mêmes critères peuvent également prédire le besoin d'admission en centre de neurotraumatologie.

**Méthodes :** Cette étude est une analyse rétrospective d'une cohorte de patients adultes avec TCCL se présentant au département d'urgence d'un centre de neurotraumatologie, de 2008 à 2012. Le besoin d'intervention neurochirurgicale et d'admission était laissé à la discrétion du médecin traitant. La sensibilité et la spécificité des critères de gravité ont été calculées avec des intervalles de confiance à 95% (IC95%).

**Résultats :** En tout, 678 patients (homme = 65.9%, âge moyen = 62.5 ans) ont été inclus. Parmi eux, 114 (16.8%) ont subi une intervention neurochirurgicale. Tous les patients ayant nécessité une intervention neurochirurgicale remplissaient des critères de lésions significatives à leur TDM initiale (sensibilité 100% [IC95% 96.8-100]). Par contre, la spécificité était faible, soit 34.8% (IC95% 30.8-38.8) : 196 (28.9%) patients n'ayant pas nécessité d'intervention neurochirurgicale n'avaient pas de critères de lésions significatives. Ces critères ont une sensibilité de 78.3% (IC95% 74.6-81.7) et une spécificité de 55.9% (IC95% 47.4-64.2) afin de prédire l'admission en centre de neurotraumatologie.

**Conclusion :** Les critères de gravité du saignement intracrânien ont identifié tous les patients ayant requis une intervention neurochirurgicale, sans toutefois démontrer une forte spécificité. Ils étaient moins sensibles, mais plus spécifiques, pour prédire l'admission en centre de neurotraumatologie.

**Mots clés :** traumatisme crâniocérébral léger, règles de décision clinique, prise en charge, intervention neurochirurgicale, imagerie médicale, validation

## ABSTRACT

---

**Background:** There is variability in the management of patients presenting to the emergency department (ED) with mild traumatic brain injury (MTBI) and abnormal findings on their initial head computed tomography (CT). The main objective of this study was to validate the value of the Important Brain Injury (IBI) criteria, introduced by the Canadian CT-Head Rule, in predicting the need for surgical intervention. The secondary objective was to evaluate the usefulness of IBI criteria to predict admission to a tertiary care hospital.

**Methods:** This is a post hoc analysis of a prospective cohort of adult patients presenting to the ED of one tertiary care, academic center, between 2008 and 2012, with MTBI and an abnormal initial head CT. Neurosurgical intervention and tertiary center admission were at the discretion of the treating physician. The sensitivity and specificity of the IBI criteria were calculated with their 95% confidence intervals (95%CI).

**Results:** A total of 678 patients (male = 65.9%, mean age = 62.5 years) were included, of whom 114 (16.8%) required neurosurgical intervention. All patients requiring neurosurgical intervention met IBI criteria on their initial head CT (sensitivity of 100% [95%CI 96.8-100]). However, only 196 (28.9%) patients who did not require neurosurgical intervention were correctly identified using these criteria (specificity of 34.8% [95%CI 30.8-38.8]). The IBI criteria had sensitivity of 78.3% (CI 74.6-81.7) and specificity of 55.9% (CI 47.4-64.2) to predict admission to a tertiary care center.

**Conclusion:** The IBI criteria for MTBI identified all patients who required neurosurgical intervention, but did not show a high specificity. They were less sensitive, but more specific, in predicting admission to a tertiary care center.

**Keywords:** Mild traumatic brain injury, guidelines, management, neurosurgical intervention, head computed tomography, validation



# TABLE DES MATIERES

---

Résumé .....	5
Abstract.....	7
Table des matières.....	9
Liste des Figures & Tableaux .....	13
Liste des abréviations .....	14
Remerciements.....	16
1 Introduction.....	18
1.1 Épidémiologie du Trauma crânien.....	19
1.2 Définition du traumatisme Crâniocérébral léger.....	21
1.2.1 Utilisation du score de Glasgow pour définir le TCCL .....	22
1.2.2 Définition clinique du TCCL.....	24
1.2.3 Autres outils pour définir le TCCL.....	28
1.3 Le traumatisme crâniocérébral léger complexe .....	29
1.3.1 Pronostic .....	30

1.4	Recommandations & Guides de Pratique de Prise en charge des TCCL complexes	33
1.5	Prise en charge du TCCL complexe	34
1.5.1	Indication d'imagerie cérébrale	34
1.5.2	Consultation en neurochirurgie	36
1.5.3	Admission	38
1.5.4	Transfert en centre de neurotraumatologie	43
1.6	Facteurs de risque de l'intervention neurochirurgicale, de détérioration neurologique et d'admission	44
1.6.1	Facteurs radiologiques	45
1.6.2	Facteurs cliniques	47
1.7	Types de lésions cérébrales associées à l'intervention neurochirurgicale ou à l'admission	50
2	Objectifs et Hypothèses	55
3	Article	56
4	Discussion	72
4.1	Limites de l'étude	82

5	Conclusion .....	85
6	Bibliographie.....	87
	Annexe I: Le score de Glasgow (GCS) .....	98
	Annexe II : Canadian CT Head Rule.....	99
	Annexe III: Algorithme de l'INESSS .....	100



## LISTE DES FIGURES & TABLEAUX

---

Tableau 1 : Définitions du traumatisme crâniocérébral léger (TCCL) .....	25
Tableau 2 : Définition des critères de saignement significatif et non-significatif selon les trouvailles à la TDM cérébrale (Stiell 2001).....	53
Tableau 3: Definition of IBI and CUBI according to the Head CT findings .....	68
Tableau 4: Demographic and clinical characteristics of the included patients .....	69
Tableau 5: Radiologic characteristics on head computed tomography .....	70
Tableau 6: Multivariate analysis for the admission to a tertiary care center outcomes, adjusted for demographic and clinical variables.....	71
Figure 1 : Study flow chart.....	72
Tableau 7 : Lésions « importantes » selon Atzema <i>et coll.</i> , 2005 .....	75
Tableau 8: Les critères « Brain Injury Guidelines » (Joseph <i>et coll.</i> , 2014).....	78
Tableau 9 : Le score de Glasgow (GCS) .....	99
Tableau 10 : La règle de décision clinique « Canadian CT Head Rule » .....	100

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

---

CCHR	Canadian CT-Head Rule
GCS	Glasgow Coma Scale
HSA	Hémorragie sous-arachnoïdienne
HIP	Hématome intraparenchymateux
HSD	Hématome sous-dural
INESSS	Institut national de l'excellence en santé et en services sociaux
INR	International normalized ratio
TCC	Traumatisme crâniocérébral
TCCL	Traumatisme crâniocérébral léger
TDM	Tomodensitométrie



## REMERCIEMENTS

---

Je voudrais remercier Dr Raoul Daoust et Dr Jean-Marc Chauny, pour m'avoir encouragée à poursuivre dans la voie de la recherche dès mes premiers balbutiements en médecine d'urgence. J'aspire tous les jours à devenir un maître comme vous.

Merci à Chantal Lanthier, qui m'a harcelée quotidiennement à terminer ma maîtrise. Je peux enfin affirmer que tes efforts ont porté fruit !

Merci à Grégoire, pour ton support indéfectible dès le début dans mes aspirations universitaires, en plus de ta présence continue pour notre famille.

Merci Philippe et Mathias : vous demeurez, à ce jour, ma plus grande réussite.



# 1 INTRODUCTION

---

Le traumatisme crâniocérébral léger (TCCL) est une des lésions traumatiques les plus fréquentes et est la cause principale d'handicap chronique chez les enfants et jeunes adultes en plus d'affecter la société au niveau économique avec des coûts estimés à plus de 12 milliards de dollars américains par an(1). Annuellement, on estime que 10 millions de personnes en seront atteintes aux États-Unis seulement : les enfants et les jeunes adultes représentent près de 70% des cas, et l'incidence est deux fois plus grande chez la population masculine (2, 3). Au Québec, plus de 700 patients ont été hospitalisés suite à un TCCL entre 2013 et 2016, représentant 1.5% de toutes les hospitalisations liées à la traumatologie(4).

Les patients victimes de TCCL se présentent régulièrement au département d'urgence : c'est d'ailleurs un des motifs de consultation les plus fréquemment rencontrés par les médecins d'urgence en Amérique du Nord(5). Leur prise en charge peut être complexe et le médecin doit identifier rapidement les patients les plus à risque de se détériorer ou de nécessiter des soins et des interventions critiques. Mais quelles sont les caractéristiques qui vont permettre d'identifier ces patients à risque? Afin de répondre à cette question, nous avons effectué une revue de la littérature : les mots suivants ont été utilisés sur les moteurs de recherche Pubmed et OVID afin de questionner les bases de données Medline et Embase : « mild traumatic brain injury », « hemorrhage », « neurosurgical intervention »,

et « admission ». La bibliographie de tous les articles ainsi identifiés a également été révisée. La revue de littérature s'est limitée aux articles publiés et écrits en langue française et anglaise.

## **1.1 ÉPIDÉMIOLOGIE DU TRAUMA CRÂNIEN**

Le traumatisme crânien est un événement tragique et malheureusement trop fréquent en Amérique du Nord et de par le monde. C'est un problème de santé publique critique, par exemple, l'Organisation Mondiale de la Santé publie son programme de prévention primaire « Helmet » pour favoriser le port du casque international sur les routes pour les vélos et motocyclistes(6). Le traumatisme crânien suite à une force contondante au niveau crânien sera étudié ici : nous excluons ainsi le traumatisme crânien secondaire à un traumatisme pénétrant.

Aux États-Unis, on estime que le traumatisme crânien représente près de 2,53 millions de visites au département d'urgence annuellement. Plus de 288 000 hospitalisations en découleront et près de 56 800 personnes en décéderont annuellement(7). Bien que l'incidence des décès et d'hospitalisations demeure relativement stable d'une année à l'autre, on observe une augmentation significative de près de 53% des visites à l'urgence liées à un traumatisme crânien de 2006 à 2014(7). Cette hausse pourrait s'expliquer par la sensibilisation de la population suite à de multiples campagnes d'information et des cas

hautement médiatisés de personnalités connues ayant été victimes de traumatismes crâniens (8-10).

Les impacts économiques associés aux traumatismes crâniens sont faramineux : le coût des visites au département d'urgence ne menant pas à une hospitalisation est estimé à près de 9,5 milliards de dollars américains annuellement(11) : à cela s'ajoute l'absentéisme au travail subséquent, estimé à 8,2 milliards de dollars américains.

Ces données officielles sous-estiment l'incidence réelle des traumatismes crâniens. Premièrement, elles ne comptabilisent pas les patients ayant consulté à l'extérieur du système médical hospitalier : près de 200 000 patients américains auraient consulté un médecin dans une clinique médicale ou un cabinet privé pour leur traumatisme crânien(12). Deuxièmement, il est possible qu'un nombre significatif de patients consulte pour une lésion traumatique autre (ex. fracture d'un membre) associée à un traumatisme crânien mais que ce dernier ne soit pas diagnostiqué.

Les hommes sont deux fois plus à risque de souffrir d'un traumatisme crânien que les femmes. Les enfants de moins de cinq ans, les adolescents ainsi que les personnes âgées de 65 ans et plus sont les populations les plus à risque de subir un traumatisme crânien. Les

causes les plus fréquentes sont les chutes, les accidents de véhicules motorisés, les impacts directs à la tête avec un objet contondant, et les agressions physiques(13).

## **1.2 DÉFINITION DU TRAUMATISME CRÂNIOCÉRÉBRAL LÉGER**

Le traumatisme crâniocérébral (TCC) est défini comme une altération de la fonction cérébrale, ou toute autre évidence de pathologie cérébrale, causée par une force externe(14). On définit l'altération de la fonction cérébrale en présence d'au moins un des symptômes suivants : une période d'altération du niveau de conscience, une perte de mémoire des événements survenus immédiatement avant le traumatisme (amnésie rétrograde) ou après (amnésie post-traumatique), un déficit neurologique (faiblesse, trouble d'équilibre, changements visuels, dyspraxie, parésie, paresthésie, aphasie), ou toute altération des fonctions cognitives au moment de l'impact (confusion, désorientation, ralentissement de la pensée).

Il existe deux types de force externe impliquée dans un TCC : une force directe et une force indirecte. Le mécanisme direct implique un impact au niveau du crâne, objectivé par une blessure à la voûte crânienne, comme lors d'une agression physique à l'aide d'un objet contondant. Le mécanisme indirect a lieu lorsque la tête est soumise à une force externe sans impact par exemple la force générée par une décélération rapide, ou par une forte

explosion à proximité de la victime. Ces deux mécanismes peuvent survenir en même temps chez un individu.

### **1.2.1 Utilisation du score de Glasgow pour définir le TCCL**

Le score du *Glasgow Coma Scale* (GCS) est utilisé mondialement dans l'évaluation des traumatisés crâniens. Il a été développé en 1974 afin de fournir aux cliniciens un outil de communication objectif et reproductible pour décrire l'état de conscience des patients ayant subi un traumatisme crânien (annexe I). Ce score est divisé en trois éléments (réponse verbale, motrice et le langage) qui font partie de l'examen neurologique et de l'évaluation de base du patient traumatisé.

C'est un outil couramment utilisé par plusieurs intervenants dans le système de santé, soit les médecins, le personnel infirmier ainsi que les ambulanciers qui sont tous familiers avec son application et son interprétation. Près de quarante ans après son invention, le score de Glasgow fait désormais partie du langage international pour décrire les patients traumatisés(15). C'est également un prédicteur fiable des complications aiguës, telles que la mortalité intrahospitalière(16), mais également de l'évolution neurologique à long terme du patient traumatisé(17).

Bien que son utilité principale demeure la standardisation de la communication d'une personne à l'autre, le GCS est également utilisé par les cliniciens comme outil de prise de décision, lorsque combiné avec d'autres éléments cliniques ou paracliniques. Plusieurs associations et algorithmes décisionnels incorporent le GCS dans leur prise en charge du patient victime d'un traumatisme crânien, comme l'American College of Surgery, l'American College of Emergency Physicians ainsi que le Brain Trauma Foundation (18-20).

Le GCS est souvent utilisé pour diviser les TCC en trois catégories : le TCC léger (13 à 15), le TCC modéré (8 à 12) et TCC grave (inférieur à 8).(21) Par contre, le GCS n'est pas un outil sans faille. Tout d'abord, il existe une grande variabilité du score inter-observateur dans l'évaluation du score, autant entre les médecins qu'entre les différentes professions : la mesure du GCS est erronée jusque dans un tiers des observations(22). De plus, son utilisation est moins efficace pour décrire des patients victimes de traumatismes crâniens mineurs avec une altération transitoire de l'état de conscience(23). L'évaluation du GCS est également influencée par des facteurs influençant l'état neurologique du patient traumatisé, comme l'administration d'analgésie ou de sédation, l'intoxication, la présence de déficits neurologiques précédant le traumatisme, ou d'autres traumatismes compliquant l'évaluation et l'examen physique complet du patient comme un traumatisme facial. Bien qu'utile par sa simplicité, le GCS seul ne peut donc pas être utilisé pour classifier le TCC

léger. Une définition clinique et plus précise est nécessaire afin de mieux identifier les patients avec un tel traumatisme.

### 1.2.2 Définition clinique du TCCL

Il n'existe pas de consensus quant à la définition du TCCL : plusieurs groupes d'experts ont publié leur définition du TCCL et les différences sont parfois marquées. Le tableau 1 présente les différentes définitions utilisées par les groupes les plus fréquemment cités.

Tableau 1 : Définitions du traumatisme crâniocérébral léger (TCCL)

Groupe	Année	Définition clinique	Imagerie
American College of Rehabilitation Medicine (ACRM)(24)	1993	Altération de l'état de conscience induit par un traumatisme <ul style="list-style-type: none"> <li>• Période de perte de conscience inférieure à 30 minutes</li> <li>• Amnésie post-traumatique moins de 24 heures</li> <li>• Altération de l'état de conscience au moment du traumatisme</li> <li>• Signe neurologique (transitoire ou non)</li> <li>• GCS 13-15 30 minutes après événement</li> </ul>	Non spécifié
Center for Disease Control and Prevention (CDC)(25)	2003	Lésion à la tête, soit par une force contondante ou une décélération-accélération avec au moins une des trouvailles suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Période objectivée ou rapportée de confusion, désorientation ou altération de l'état de conscience</li> <li>• Toute amnésie, rapportée ou objectivée, inférieure à 24h</li> <li>• Signes objectivés de dysfonction neurologique ou neuropsychologique (ex.</li> </ul>	Non spécifié

		convulsions, irritabilité, céphalée, étourdissements, fatigue, perte de concentration) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de conscience de moins de 30 minutes</li> </ul>	
Organisation Mondiale de la Santé (OMS)(2)	2005	Lésion cérébrale aiguë résultant d'une force externe appliquée à la tête <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confusion ou désorientation</li> <li>• Perte de conscience de moins de 30 minutes</li> <li>• Amnésie post-traumatique de moins de 24h</li> <li>• Signe neurologique transitoire</li> <li>• GCS 13-15 30 minutes après événement ou lors de la visite médicale</li> </ul>	Lésions intracrâniennes qui ne nécessitent pas d'intervention neurochirurgicale
American College of Emergency Physicians(20)	2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trauma non pénétrant à la tête</li> <li>• Présentation à l'urgence dans les 24h suivant le traumatisme</li> <li>• GCS 14-15 lors de l'évaluation initiale à l'urgence</li> <li>• Âge &gt; 16 ans</li> </ul>	Non spécifié
Eastern Association for Surgery of Trauma (EAST)(26)	Barbosa <i>et coll.</i> , 2012	Altération aiguë de la fonction cérébrale causée par une force externe contondante <ul style="list-style-type: none"> <li>• GCS 13-15</li> <li>• Perte de conscience de 30 minutes ou moins</li> <li>• Amnésie post-traumatique moins de 24 heures</li> </ul>	Doit être normale
Brain Trauma Foundation(27)	2014	TCCL utilisé comme synonyme de commotion cérébrale. Une altération de la fonction cérébrale suite à l'application d'une force à la tête, peut être accompagnée d'une perte de conscience temporaire mais est diagnostiquée chez des patients éveillés avec des évidences de dysfonction neurocognitive.	Non spécifié
Veterans' Affairs / Department of Defense(28)	2016	Patient avec traumatisme crânien et altération de l'état de conscience <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de conscience 0-30 minutes</li> <li>• Amnésie moins de 24 heures</li> <li>• Altération de l'état de conscience durée 0-24h</li> <li>• GCS 13-15 (meilleur score mesuré dans les premières 24h)</li> </ul>	Doit être normale

Ontario Neurotrauma Foundation(29)	2018	Événement neurophysiologique aigu suite à l'application d'une force externe ou contondante à la voûte crânienne <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altération ou perte de conscience de moins de 30 minutes</li> <li>• Amnésie post-traumatique de moins de 24h</li> <li>• Toute altération de l'état de conscience ou moment de l'événement (ex. confusion, désorientation)</li> <li>• Symptômes physiques (ex. céphalée, vertiges, faiblesse)</li> </ul>	Doit être normale
------------------------------------	------	--	-------------------

La définition du TCCL retenue pour ce mémoire a été énoncée en 1993 par l'American College of Rehabilitation Medicine (ACRM)(24): le TCCL représente une altération physiologique du fonctionnement cérébral induit par un traumatisme. Cette altération se manifeste par la présence d'un ou plus des éléments suivants : une période de perte de conscience, une amnésie des événements survenus avant ou après le traumatisme, une altération du statut mental au moment de l'accident (par exemple, sensation de confusion, période de désorientation), et la présence d'un signe neurologique (transitoire ou non). L'ACRM spécifie que pour être considéré comme « léger », la période de perte de conscience doit être inférieure à trente minutes, le GCS doit être entre 13 et 15 mesuré 30 minutes après l'événement, et l'amnésie post-traumatique doit être de moins de 24 heures.

La définition de l'ACRM est la définition la plus souvent utilisée et rapportée dans la littérature : c'est donc la plus connue et une des plus acceptées dans le monde. Elle se base

principalement sur des facteurs cliniques qui sont facilement évaluables par un intervenant au chevet du patient, autant à l'urgence que dans un contexte pré-hospitalier ou sportif. Ces critères sont plus objectifs: il y a peu de place à l'interprétation subjective. En n'incluant pas de symptômes, cette définition délimite mieux les patients ayant subi un TCCL des patients ayant subi un simple trauma à la tête sans atteinte du cerveau. Le TCCL est un diagnostic clinique et sa définition ne doit pas être limitée par la présence d'examens radiologiques normaux. Une portion non négligeable des patients victimes de TCCL ne consulteront pas à l'urgence et ne subiront pas d'imagerie cérébrale. De plus, la présence de lésions hémorragiques à l'imagerie cérébrale n'implique pas un pronostic nécessairement plus grave: l'âge, la présence de lésions extra-crâniennes et la consommation d'alcool ont été rapportés comme étant des meilleurs prédicteurs d'atteinte fonctionnelle à 6 mois que la présence de lésions à l'imagerie cérébrale(30).

L'OMS utilise une définition semblable du TCCL (tableau 1). De plus, elle identifie trois sous-catégories de TCCL représentant des profils de risque de complications médicales différents: le TCCL trivial, le TCCL simple et le TCCL complexe. Le TCCL trivial représente un événement sans perte de conscience ni amnésie, avec un GCS de 15 au moment de l'évaluation à l'urgence. Le TCCL simple est défini par un score de GCS de 13 à 15, sans évidence de lésions intracrâniennes ni de fracture du crâne à la tomодensitométrie (TDM), contrairement au TCCL complexe où il y a présence de lésions intracrâniennes ou de fractures du crâne.

Puisque l'ARCM n'inclut pas de sous-catégories du TCCL et que l'OMS utilise une définition semblable du TCCL, nous retenons la classification des TCCL telle que suggérée par l'OMS, soit le TCCL trivial, simple et le TCC complexe. Cette classification simple permet de catégoriser cette population hétérogène selon leur risque de détérioration neurologique et leur évolution.

### **1.2.3 Autres outils pour définir le TCCL**

Classiquement, le diagnostic de TCCL est basé sur la symptomatologie clinique de l'individu. Au Canada, l'imagerie cérébrale initiale effectuée à l'urgence est une tomodensitométrie (TDM) cérébrale, aussi appelée CT ou CT-Scan. Bien qu'elle soit beaucoup plus sensible que la TDM cérébrale en aigu(31), la résonance magnétique n'est pas recommandée par la grande majorité des lignes directrices pour des raisons économiques et d'accessibilité. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans ses dernières lignes directrices concernant le TCC, relève l'absence de preuves suffisantes dans la littérature pour recommander son utilisation (1). La résonance magnétique peut jouer un rôle surtout dans un cas de TCC subaigu ou chronique, où le diagnostic clinique est beaucoup plus difficile à poser. De plus, il s'avère parfois utile comme outil pronostique. L'utilisation de biomarqueurs sériques tels le S100-B(32) ou le GFAP-BDP(33) pour le diagnostic précoce de TCC n'est pas encore recommandée mais représente une avenue intéressante pouvant potentiellement réduire l'utilisation de l'imagerie cérébrale. Malgré

le rôle potentiel que ces avenues pourront jouer dans le futur, la définition du TCC léger actuelle demeure basée sur l'évaluation clinique de l'individu.

### **1.3 LE TRAUMATISME CRÂNIOCÉRÉBRAL LÉGER COMPLEXE**

La définition du TCCL complexe est un patient traumatisé qui répond aux critères de TCCL mais qui présente au moins une lésion intracérébrale identifiée à l'imagerie médicale. Dans la littérature, le pourcentage de patients avec TCCL complexe est très variable selon la population étudiée, puisque la plupart des centres effectuant les recherches sont des centres tertiaires de trauma et indiquent ainsi un biais de sélection et une possible surreprésentation des TCCL complexes. Par exemple, une méta-analyse par af Geijerstam *et coll.*, estime que la proportion de patients avec anomalies à l'imagerie varie de 3.5 à 34%, avec une moyenne de 7.8% (IC95% 6.1-9.5%). Les anomalies les plus fréquentes à l'imagerie étaient les fractures du crâne (3.2%), les contusions ou hématomes intra-parenchymateux (HIP)(2.8%), les hématomes sous-duraux (HSD) (1.3%) et épiduraux (1.0%) et finalement les hémorragies sous-arachnoïdiennes (HSA)(1.0%)(34). Au Canada, Albers *et coll.* ont quant à eux conclu que 4.8% des patients avec TCCL avaient des hémorragies cérébrales à la TDM(35). Le type de saignement le plus fréquent était l'HIP (51%), suivi de l'HSA (26%), l'HSD (17%) et l'hématome épidual (6%).

### **1.3.1 Pronostic**

Les TCCL sont également associés à un risque non-négligeable de décès et d'intervention neurochirurgicale, impliquant donc une hospitalisation ou un transfert en centre de neurotraumatologie. Ce mémoire se concentre sur ces conséquences, qui ont été moins discutées dans la littérature, mais qui ont un impact immense sur la population de traumatisés.

#### **1.3.1.1 Mortalité**

Le traumatisme crânien est une des causes principales de mortalité chez les jeunes adultes en Amérique du Nord. Fort heureusement, la mortalité associée au TCCL demeure relativement rare. af Geijerstam *et coll.* ont conduit une méta-analyse approfondie afin d'étudier les complications associées au TCCL(34). Ils ont choisi d'inclure uniquement les patients traumatisés se présentant avec un GCS de 15 à l'arrivée pour diminuer l'hétérogénéité parmi les sujets. Leur recherche a identifié près de 24 études et 24 249 patients, dont 8% avec une lésion cérébrale à l'imagerie majoritairement des lésions hémorragiques. La mortalité était de 0.1% (IC95% 0.05-0.15). Cette étude sous-estime probablement la mortalité chez le TCCL puisqu'elle n'incluait que les patients avec GCS de 15 à l'arrivée. Une deuxième revue systématique a tenté de quantifier la mortalité chez les victimes de TCCL. La mortalité intra-hospitalière suite au traumatisme est de 0.45%,

bien que les auteurs ne spécifient pas si la mortalité observée est directement reliée au traumatisme crânien(36).

La mortalité à long terme du TCCL est très difficile à quantifier. Une étude récente basée sur les registres nationaux de décès et de traumatismes aux États-Unis conclut que les patients ayant subis un TCCL ont une augmentation de 47% de mortalité de toute cause dans les cinq ans qui suivent leur traumatisme avec un Hazard Ratio (HR) de 1.47 (IC95% 1.08-2.01). Les causes de décès les plus fréquentes sont les maladies neurodégénératives et cardiovasculaires(37). Outre les complications engendrées directement par l'épisode traumatique aiguë, des conditions préexistantes, telles qu'une maladie neurodégénérative ou un trouble lié à l'alcool, pourraient être des facteurs causaux autant de la chute et de la mortalité.

### **1.3.1.2 Intervention neurochirurgicale**

Le besoin d'intervention neurochirurgicale demeure rare dans la population de TCCL et ce, malgré la présence de lésions hémorragiques chez les TCCL complexes. L'intervention neurochirurgicale est définie comme toute intervention invasive effectuée par un spécialiste de la sphère neurotraumatologique, soit une craniotomie de décompression, une trépanation, une élévation de fracture du crâne, ou un monitoring invasif de la pression intracrânienne (ventriculostomie).

Sweeney *et coll.* ont conduit une étude rétrospective à partir du registre de trauma national aux États-Unis, le National Trauma Data Bank : ils ont identifié 50 496 patients avec TCCL (défini comme GCS 14 ou 15 à l'arrivée) et une lésion intracrânienne à l'imagerie cérébrale. Jusqu'à 8.8% de ces patients avec un TCCL complexe ont nécessité une intervention neurochirurgicale(38). Une étude rétrospective unicentrique dans un centre de trauma américain (niveau 1) a également étudié le taux local d'intervention neurochirurgicale chez les patients avec TCCL et un GCS à l'arrivée de 14 à 15 : 1.3% de la population avait nécessité une intervention pendant leur séjour hospitalier(39). Au Canada, l'étude multicentrique de Stiell *et coll.* a démontré un taux d'intervention neurochirurgicale de 1% dans la population de TCCL avec GCS à l'arrivée variant de 13 à 15(40).

Une étude rétrospective a évalué une population de TCCL ayant subi une intervention neurochirurgicale : ils ont observé une mortalité de 13% et un mauvais pronostic neurologique (mesuré avec le Glasgow Outcome Scale) chez 44% de ces patients(41). Ainsi, il apparaît que bien que le risque de décéder d'un TCCL soit faible, il augmente drastiquement lorsqu'il a nécessité une intervention neurochirurgicale.

## **1.4 RECOMMANDATIONS & GUIDES DE PRATIQUE DE PRISE EN CHARGE DES TCCL COMPLEXES**

Contrairement aux TCC sévères, il y a peu d'algorithmes décisionnels ou de recommandations claires pour guider le clinicien lors de sa prise en charge du patient avec anomalies à la TDM cérébrale et un TCCL(18). La majeure partie des recommandations concernant le TCCL ne s'appliquent pas à la clientèle vue au département d'urgence et ne comportent pas d'éléments concernant la prise en charge des TCCL complexes (29, 42-44). Par exemple, les recommandations du Center for Disease Control (CDC) et l'American College of Emergency Physicians, qui n'ont pas été mises à jour depuis 2012, ne donnent aucune directive concernant les TCCL complexes(20). Les recommandations européennes de la European Foundation of Neurological Societies, datant de 2011, suggèrent une observation d'au moins 24 heures et une consultation neurochirurgicale pour tous les patients avec un TCCL complexe et ce, peu importe l'examen neurologique initial et les observations spécifiques à l'imagerie(45).

Cette rareté de recommandations officielles applicables au TCCL complexe dans un contexte de médecine d'urgence engendre beaucoup de confusion et de pratiques hétérogènes chez les médecins cliniciens (46, 47). Des guides de décision clinique seraient fort utiles afin de guider les cliniciens dans leur prise en charge des TCCL complexes.

## **1.5 PRISE EN CHARGE DU TCCL COMPLEXE**

Lorsqu'un médecin voit un patient au département d'urgence, il doit tout d'abord poser le diagnostic de TCCL grâce à l'histoire clinique, au questionnaire et à l'examen physique neurologique. Par la suite, le médecin détermine s'il y a une indication de procéder à une imagerie cérébrale.

### **1.5.1 Indication d'imagerie cérébrale**

Afin de déterminer si un TDM est indiqué, le médecin peut utiliser son jugement basé sur les éléments-clés de l'histoire et l'examen physique. L'utilisation d'une règle de décision clinique peut également l'aider dans son choix, sans se substituer à son jugement. Les règles de décision clinique en général, permettent d'uniformiser les conduites à tenir et de diminuer le nombre d'examens radiologiques(48). Dans le cas des TCCL, le recours aux prescriptions d'imagerie basées sur une règle de décision clinique diminue de 13% le nombre d'examens effectués(49).

La règle de décision clinique la plus utilisée et la plus reconnue est le « Canadian CT-Head Rule(40)(CCHR). Cette règle de décision clinique a été étudiée au sein d'une population de patients victimes d'un TCCL se présentant à l'urgence dans les 24h suivant leur traumatisme. Elle a été dérivée et étudiée chez une population canadienne. L'objectif

principal était d'identifier les patients à risque d'intervention neurochirurgicale. La sensibilité du CCHR est de 100% (IC95% 92-100) et sa spécificité est de 68.7% (IC95% 67-70%).

La sensibilité représente la probabilité qu'un patient atteint d'une maladie soit identifié comme tel par un instrument, comme par exemple un test de laboratoire ou une imagerie médicale : elle mesure donc le taux de « vrais positifs ». Dans le cas du CCHR, la sensibilité représente la probabilité qu'elle soit positive chez les patients ayant subi une intervention neurochirurgicale. En contrepartie, la spécificité mesure la capacité intrinsèque de l'instrument ou du test à avoir un résultat négatif chez les patients sains, soit les « vrais négatifs ». Dans ce cas-ci, la spécificité du CCHR représente sa performance à l'obtention d'un résultat négatif chez les patients n'ayant pas nécessité intervention neurochirurgicale.

Plusieurs auteurs ont par la suite validé cette règle et ont confirmé sa supériorité en comparaison à d'autres règles moins utilisées au Canada (New Orleans Criteria) (50-52). Notamment, le CCHR est plus spécifique et a un plus fort potentiel de diminuer le nombre total d'examens radiologiques effectués et les coûts au système(53).

Les patients avec un diagnostic confirmé de TCCL chez qui une imagerie médicale n'est pas indiquée ou qui auront une TDM normale pourraient retourner chez eux avec des conseils d'usage impliquant un retour progressif aux activités physiques, intellectuelles et sportives(54). Un suivi clinique est généralement offert pour des patients ayant une atteinte significative de leur fonctionnement dans un bon nombre d'établissements spécialisés en neurotraumatologie.

C'est à l'imagerie qu'on pourra diagnostiquer la présence de lésions intracrâniennes qui établissent le diagnostic de TCCL complexe. Une fois la présence de lésions intracrâniennes confirmée, la prise en charge se complique. Le clinicien devra ensuite décider de la pertinence d'une consultation en neurochirurgie ainsi que de l'admission en centre de neurotraumatologie. Si le clinicien ne travaille pas dans un milieu ayant accès à ces ressources, il devra envisager un transfert inter-établissement pour que la prise en charge de son patient ait lieu en milieu expérimenté avec ce type de clientèle.

### **1.5.2 Consultation en neurochirurgie**

La deuxième étape du processus de prise en charge d'un TCCL est la demande par le médecin au département d'urgence d'une consultation médicale afin d'obtenir un avis par un collègue en médecine ou en chirurgie spécialisée. Le médecin qui remplit la consultation à l'urgence peut ensuite émettre des recommandations concernant la prise en charge du

patient, des suggestions de traitement médical ou chirurgical, ou demander son admission à l'étage dans son service respectif. Certains organismes suggèrent de demander une consultation en neurochirurgie pour tous les patients avec TCCL complexe, sans discrimination selon l'âge, l'examen neurologique et le type de lésions intracrâniennes(20, 55). D'ailleurs, une consultation en neurochirurgie est fréquemment demandée par le médecin d'urgence. Toutefois, il y a de plus en plus de littérature suggérant une approche sélective plutôt que de demander une consultation pour tous ces patients, en sachant que le risque d'intervention neurochirurgicale demeure bas malgré une lésion intracrânienne identifiée(56). Certains suggèrent que même en présence de lésions intracrâniennes, la consultation neurochirurgicale n'est pas pertinente si le patient présente un GCS de 15 et un examen neurologique normal(57).

Une étude rétrospective a regardé l'évolution des patients avec TCCL complexe avec ou sans consultation en neurochirurgie, admis dans un centre hospitalier américain spécialisé en traumatologie(58). La prise en charge médicale était effectuée par des chirurgiens traumatologues. Le devenir de ces patients était comparable : il n'y a eu aucune mortalité intra-hospitalière ni de réadmission à trente jours. Par contre, les auteurs ont noté une augmentation des retours non-planifiés à l'urgence dans les semaines ayant suivi le congé de l'hôpital chez le groupe n'ayant pas bénéficié de consultation en neurochirurgie. Ils se questionnent ainsi sur la pertinence de demander une consultation neurochirurgicale de routine chez les patients admis en traumatologie avec un TCCL.

Au Québec, il n'y a que dix centres hospitaliers avec des départements de neurochirurgie, dont la grande majorité se retrouve près des grands centres urbains. Les consultations en neurochirurgie sont donc une denrée rare. Une approche sélective en demandant des consultations uniquement pour ces patients à risque de nécessiter une intervention neurochirurgicale est nécessaire. Des critères explicites et validés auprès de notre population seraient bénéfiques et pourraient guider facilement les cliniciens dans leur choix de consulter ou non un neurochirurgien chez les patients avec un TCCL complexe.

### **1.5.3 Admission**

Un patient traumatisé est admis en centre hospitalier lorsqu'un médecin, un neurochirurgien ou autre expert en traumatologie, fait une demande formelle d'admission suite à son évaluation au département d'urgence. Il quitte ensuite le département d'urgence pour une chambre aux étages de l'hôpital, soit à l'unité de neurotraumatologie ou aux soins intensifs.

Le rationnel derrière l'admission est simple : un patient admis le sera soit pour être opéré ou pour être observé, ce qui permet une surveillance de l'état du patient qu'on juge à haut risque de détérioration clinique. En neurotraumatologie, cette détérioration clinique est un phénomène bien défini : la détérioration neurologique retardée. L'observation du patient

admis permet également d'objectiver la détérioration radiologique en effectuant une imagerie de contrôle.

### **1.5.3.1 Détérioration neurologique retardée**

L'admission en centre hospitalier permet ainsi de mieux observer les patients et de s'assurer que leur état ne s'aggraverait pas dans les jours critiques suivants le traumatisme en faisant une surveillance des signes neurologiques à l'examen physique. Cette surveillance est normalement effectuée par des infirmières et infirmiers au chevet du patient, ainsi que par l'équipe médicale. La définition de détérioration neurologique retardée varie beaucoup dans la littérature, mais elle est globalement reconnue comme une chute de 2 points du GCS ou l'apparition de nouveaux déficits neurologiques focaux à l'examen physique(59).

Plusieurs auteurs ont étudié ce phénomène rare mais potentiellement létal. Une méta-analyse a porté sur la prévalence de la détérioration clinique des patients avec TCCL et anomalies à la TDM cérébrale(60) : la prévalence de la détérioration clinique était de 11.7% (IC95% 8.2, 15.8). Choudry *et coll.* ont étudié tous les cas de TCCL admis dans leur centre pour observation sur une période de 54 mois : 4.1% ont subi une détérioration neurologique retardée et cette détérioration est survenue dans les 24 heures qui ont suivi le traumatisme dans 87% des cas(59). Dans près du deux tiers des cas, la détérioration

neurologique est survenue secondaire à une progression de l'hémorragie, alors que dans le tiers des cas, elle était secondaire à une pathologie non chirurgicale, comme le sepsis ou une surdose de médicaments sédatifs. Une autre étude rétrospective unicentrique a démontré que seulement 1.5% des patients transférés puis admis à un centre de trauma avaient eu une détérioration neurologique ou radiologique ayant justifié une intervention neurochirurgicale(61). La détérioration neurologique est donc un phénomène relativement rare mais dangereux : l'admission permet donc une période d'observation pour s'assurer de l'évolution favorable du patient.

### ***1.5.3.2 Détérioration radiologique***

La détérioration radiologique implique une imagerie de contrôle : dans un contexte de traumatisme crânien, ceci implique généralement une TDM répétée quelques heures à quelques jours après la première. Certains centres de traumatologie ont implanté un protocole où la TDM est effectuée de routine, peu importe l'évolution clinique du patient (62, 63). Or, ce n'est pas une issue clinique qui est centrée autour du patient : sans détérioration clinique, la prise en charge finale est rarement changée par l'évolution de la TDM cérébrale. De plus, plusieurs études ont démontré que ce n'est pas une conduite à tenir efficace car l'admission d'un patient pour effectuer un deuxième examen de routine prolonge la durée de séjour du patient, impose des examens radiologiques qui ne changent pas la conduite à tenir des cliniciens en plus d'exposer inutilement les patients à des radiations (64-66). Dans une étude, les examens de routine détectaient une détérioration

radiologique chez 28% des patients : en l'absence de détérioration neurologique associée, ces examens n'ont été suivis d'aucune intervention neurochirurgicale(67). Une période d'observation de 24 heures, avec une surveillance des signes et symptômes neurologiques, est prouvée comme étant tout aussi efficace dans la détection de la détérioration neurologique retardée tout en limitant le nombre d'examens et la durée moyenne de séjour à l'hôpital(68). Une imagerie cérébrale faite dans le contexte d'un changement clinique plutôt que demandé de routine est cinq fois plus à risque d'altérer la conduite à tenir médicale et chirurgicale(69).

L'admission du patient est donc généralement indiquée pour faire une surveillance neurologique et clinique du patient, puis d'effectuer un examen radiologique s'il y a un changement dans son état. Cette période d'observation est tout aussi sécuritaire que d'effectuer d'emblée une TDM en l'absence de signe clinique.

### ***1.5.3.3 Admission aux soins intensifs***

L'unité de soins intensifs est une unité médicale spécialisée en soins critiques. Les médecins et infirmiers qui y œuvrent sont particulièrement habiletés à gérer les patients les plus malades et les plus instables. Les patients qui y sont admis bénéficient d'une surveillance infirmière importante avec des signes vitaux et neurologiques réguliers et fréquents, ainsi que des observations intensives invasives ou non-invasives, comme le

moniteur cardiaque en continu ou la pression intracrânienne. Le nombre de lits disponibles à cette unité est limité en fonction de l'espace et du personnel. Comme cette unité mobilise beaucoup de ressources extraordinaires dans le soin et la prise en charge des patients les plus malades, elle est également la plus coûteuse du système de santé. Aux États-Unis, on estime que le coût annuel des unités de soins intensifs dépasse 80 milliards de dollars(70).

Plusieurs auteurs suggèrent une admission aux soins intensifs pour tous les patients avec un TCCL complexe, sans tenir compte de leur état neurologique et sans discrimination du type de lésion identifiée (45, 62), ce qui peut être très demandant en termes de ressources et coûteux dans le contexte du système de santé actuel. Il pourrait être judicieux de mieux cibler les patients nécessitant une admission aux soins intensifs. Actuellement, la majorité des patients avec TCCL complexe y sont admis : une étude rétrospective multicentrique de huit centres de trauma américains a démontré que 50 à 97% des patients avec TCCL complexe sont hospitalisés aux soins intensifs suite à leur visite à l'urgence(71). Par contre, seulement 5% d'entre eux auraient bénéficié d'une intervention de soins critiques justifiant leur admission, soit la ventilation mécanique, une intervention neurochirurgicale, une transfusion sanguine, l'administration de vasopresseurs ou inotropes, ou un monitoring hémodynamique invasif. Dans une autre étude portant sur les patients avec TCCL isolé de type hémorragie sous-arachnoïdienne, 44.6% étaient admis aux soins intensifs bien que seulement 0.24% des patients ont nécessité une intervention neurochirurgicale(72).

Certains suggèrent donc de limiter l'admission aux soins intensifs aux cas étant le plus à risque de nécessiter une intervention neurochirurgicale(73).

#### **1.5.4 Transfert en centre de neurotraumatologie**

Au Québec, comme l'accès aux consultations neurochirurgicales et aux soins intensifs spécialisés en neurotraumatologie est réservé aux centres de traumatologie tertiaire, les patients nécessitent souvent des transferts en centre urbain. Ces transferts inter-établissements sont effectués vers des hôpitaux spécialisés qui sont identifiés au préalable (corridors de service) et sont mieux adaptés pour offrir les soins requis par l'état du patient. C'est le médecin traitant responsable du patient au centre hospitalier primaire ou secondaire qui doit prendre la décision du transfert après en avoir discuté avec un médecin du centre spécialisé en traumatologie (74). Au Québec, le développement de ce système intégré de traumatologie a permis de diminuer la mortalité des blessés graves de 52% en 1992 à 9% en 2002(75).

Par contre, les transferts inter-établissements ne sont pas sans conséquence. Une revue systématique américaine a démontré que les coûts hospitaliers associés à un transfert inter-établissements sont plus élevés pour ces patients victimes de traumatismes (augmentation relative de 1.09 (IC95% 1.08-1.09)(76). Les délais de transfert peuvent également être délétères pour le patient : dans une étude rétrospective sur les transferts de patients avec

traumas crâniens, le délai entre l'acceptation par le médecin receveur et l'arrivée du patient était de plus de quatre heures(67).

De plus, la documentation de l'état neurologique initial et des renseignements médicaux sont parfois perdus lors du transport : ces informations manquantes peuvent être cruciales pour la prise en charge optimale du patient(77). Les conséquences d'un transfert à partir d'une région éloignée affectent émotionnellement le patient et sa famille : ils se sentent souvent plus confus par rapport au déroulement des soins, moins engagés dans la prise de décision, et rapportent un grand sentiment de vulnérabilité(78). De plus, il y a une grande variabilité dans les prises de décision des cliniciens quant aux indications de transfert en centre de traumatologie(79).

## **1.6 FACTEURS DE RISQUE DE L'INTERVENTION NEUROCHIRURGICALE, DE DÉTÉRIORATION NEUROLOGIQUE ET D'ADMISSION**

Ainsi, la décision d'admettre ou de transférer un patient avec TCCL complexe est très difficile à prendre dans un contexte où le clinicien cherche à limiter l'utilisation inutile de ressources coûteuses, diminuer l'impact négatif d'un transfert pour un patient et ce, sans négliger le risque d'intervention neurochirurgicale et de détérioration neurologique. Plusieurs études ont tenté d'identifier des facteurs permettant de mieux identifier et prédire

les patients qui nécessiteront une intervention neurochirurgicale, une admission aux soins intensifs ou ceux plus à risque de détérioration neurologique retardée : celles-ci se basent sur des critères radiologiques et cliniques.

### **1.6.1 Facteurs radiologiques**

Le type de saignement intracrânien identifié à l'imagerie influence grandement le besoin d'intervention neurochirurgicale. Il nécessite souvent la collaboration d'un médecin spécialisé en radiologie pour bien identifier les différentes lésions identifiées à la TDM.

L'hématome épidural représente la lésion la plus souvent associée à une intervention neurochirurgicale ainsi qu'à une admission aux soins intensifs et à un centre de neurotraumatologie (38, 60, 80, 81). Il résulte le plus souvent d'une lésion de l'artère méningée moyenne qui est fréquemment associée à une fracture du crâne. Un haut niveau de force est nécessaire pour causer ce type de lésion : par conséquent, l'hématome épidural n'est pas fréquent dans la population de patients avec TCCL, probablement en lien avec sa sévérité et l'atteinte neurologique subséquente(35).

L'hématome sous-dural (HSD) est une accumulation de sang entre la dure-mère et l'arachnoïde, suite à une lésion des veines ponts du cerveau. Bien que moins sévères que

l'hématome épidural, ces lésions ont un potentiel d'expansion important et sont également associées à une augmentation du risque d'intervention neurochirurgicale (38, 82). On mesure facilement l'épaisseur de l'HSD : plus celle-ci est grande, plus le risque d'intervention neurochirurgicale et d'admission est élevé(83).

L'hémorragie sous-arachnoïdienne (HSA) est une collection de sang dans le liquide céphalo-rachidien entre l'arachnoïde et le parenchyme cérébral. En traumatologie, les HSA se retrouvent surtout dans les sillons cérébraux. Contrairement à l'hématome épidural ou l'HSD, ce type d'hémorragie est associé à un meilleur pronostic : dans une méta-analyse de patients présentant un TCCL et une HSA isolée, seulement 0.00017% (IC95% 0-0.39%) des patients avaient subi une intervention neurochirurgicale. Une détérioration neurologique avait été diagnostiquée chez seulement 0.75% (IC95% 0-2.29%) des patients(84). Comme le phénomène de détérioration neurologique est très rare chez ces patients, la présence d'une HSA isolée semble être inversement reliée au besoin d'intervention neurochirurgicale et à l'admission en centre de neurotraumatologie (83, 85). Au long terme, le pronostic neurologique des patients avec un TCCL et un HSA mesuré un an après le traumatisme est identique à celui des patients avec TCCL et une imagerie cérébrale normale(86).

La contusion cérébrale représente une collection de sang dans le parenchyme cérébral : elle est plus souvent la conséquence d'un phénomène de « coup-contrecoup » du parenchyme contre la boîte crânienne. La contusion peut survenir seule dans un contexte de traumatisme mais est plus souvent associée à d'autres types de saignement : le pronostic est donc très variable (30, 85). Comme la contusion est dans le cerveau lui-même, elle est plus souvent associée à un phénomène d'œdème cérébral, représentant une enflure adjacente non-hémorragique qui signe une atteinte traumatique plus sévère. L'œdème, et la compression des structures au pourtour, peuvent éventuellement mener à un phénomène d'effet de masse et à une déviation de la ligne médiane. L'œdème et la déviation de la ligne médiane sont deux trouvailles indiquant un risque augmenté d'intervention neurochirurgicale et un besoin d'admission en centre de neurotraumatologie (81, 87).

Une fracture du crâne nécessite un trauma contondant important et est souvent accompagnée de lésions hémorragiques. Elle est aussi associée à un risque augmenté de détérioration neurologique retardée (OR 21.8 IC95% 4.7-100.5)(81).

## **1.6.2 Facteurs cliniques**

### **1.6.2.1 Questionnaire et examen physique**

Plusieurs éléments importants doivent être notés au questionnaire et à l'examen physique chez les patients victimes de TCCL puisque ces trouvailles cliniques peuvent aider le

clinicien à prédire le risque d'intervention neurochirurgicale et d'admission, indépendamment du type de lésions intracrâniennes.

En termes de symptômes rapportés par le patient, une histoire de vomissements et une céphalée sévère persistante augmenteraient le risque d'intervention neurochirurgicale et de mauvais pronostic neurologique (88, 89).

L'âge du patient est directement relié au risque augmenté d'intervention neurochirurgicale et d'admission (30, 60, 80, 83, 87, 90). Les patients plus âgés ont souvent plus de comorbidités qui les mettent plus à risque de chutes, comme des troubles de démarche ou neurodégénératifs. De plus, la prévalence de maladie coronarienne est plus élevée dans cette population et on retrouve plus souvent des traitements antiplaquettaires et anticoagulants. Malgré cela, l'âge semble être indépendamment relié au besoin d'intervention neurochirurgicale(39). Un âge supérieur à 65 ans augmente également la mortalité associée au TCCL (Adjusted Hazard Ratio [AHR] 1.25 IC95% 1.16-1.34)(91) en plus d'augmenter le risque d'événements indésirables pendant l'hospitalisation(92). La présence d'un état de conscience et d'un examen neurologique normal est également un facteur de bon pronostic : les patients avec un GCS à l'arrivée inférieur à 15 sont plus à risque d'intervention neurochirurgicale et d'être admis (60, 80, 82).

La sévérité du traumatisme en tant que tel influence également le besoin d'admission : par exemple, un patient ayant subi un grave accident de la route pourrait avoir de multiples lésions au niveau pulmonaire et abdominal pour lesquelles une admission est indiquée, en plus d'un TCCL. L' « Injury Severity Score » (ISS) est un outil permettant de standardiser la description de sévérité des lésions survenues lors d'un traumatisme selon les atteintes de la tête et du cou, du visage, du thorax, de l'abdomen et des extrémités(93). Il est principalement utilisé en recherche pour quantifier la sévérité du bilan lésionnel. On peut également considérer qu'une lésion non limitée à la tête et un ISS élevé représentent des facteurs de risque d'admission chez les patients victimes de TCCL (30, 38, 87, 94).

#### ***1.6.2.2 Présence de coagulopathie secondaire à la prise d'une médication***

La coagulopathie est une dysfonction du système endogène de formation de caillots, soit au niveau plaquettaire ou de la cascade de coagulation. L'utilisation de critères de laboratoire pour définir la coagulopathie, comme le décompte plaquettaire ou l'INR par exemple, s'applique difficilement dans le contexte du département d'urgence puisque ces valeurs ne sont pas connues à l'arrivée du patient et n'influencent pas la prise de décision initiale du clinicien. Le traitement préalable avec une médication avec un effet antiplaquettaire, comme l'aspirine ou le clopidogrel, ou un traitement anticoagulant, nous laisse donc soupçonner la présence d'une coagulopathie. L'anticoagulation inclut des médicaments comme la warfarine, l'héparine non-fractionnée et de bas poids moléculaire et de nouvelles molécules comme le dabigatran, l'apixaban et le rivaroxaban. Ces dernières

sont entrées sur le marché canadien en 2012. Puisque ces médications sont utilisées pour prévenir la formation de caillots, elles sont plus souvent associées à des saignements intracrâniens en plus d'augmenter le taux de complications (95-97). Comme ces lésions sont plus sévères, les patients sous anticoagulants ou antiplaquettaires sont surreprésentés dans les TCC classés de modéré à sévère (98, 99). La relation entre ces médicaments et les TCCL n'est donc pas aussi claire : bien qu'ils semblent augmenter l'incidence de saignement après un TCCL et le besoin d'intervention neurochirurgicale(39), il ne semble pas y avoir de relation avec l'augmentation de la mortalité (100-102). De plus, la littérature est également conflictuelle quant à l'association avec la détérioration neurologique (60, 82, 83, 90, 103, 104). Malgré cela, le traitement préalable à la warfarine spécifiquement augmente le risque d'admission en centre de neurotraumatologie (60, 80). Comme les patients qui utilisent ces médicaments sont généralement considérés comme étant plus à risque de saignement et de détérioration, ils sont souvent exclus des règles de décision clinique(105), ce qui explique pourquoi la prise en charge de ces patients avec TCCL complexe est très hétérogène.

## **1.7 TYPES DE LÉSIONS CÉRÉBRALES ASSOCIÉES À L'INTERVENTION NEUROCHIRURGICALE OU À L'ADMISSION**

Les facteurs de risque cliniques sont plus variables dans leur capacité à identifier les patients les plus à risque d'intervention neurochirurgicale et d'admission. L'utilisation de

critères basés sur l'imagerie est une alternative probablement plus objective et reproductible. La règle de décision clinique de Stiell *et coll.*, la Canadian CT-Head Rule (CCHR), est un outil permettant aux médecins d'urgence de mieux identifier les patients qui nécessitent une TDM cérébrale dans la population de TCCL(40). Les objectifs de l'étude étaient de créer une règle de décision clinique permettant d'identifier les patients à risque d'intervention neurochirurgicale en premier lieu, puis les patients qui présentent un « saignement cliniquement significatif ». Le concept de saignement cliniquement significatif est nouveau : il est défini comme étant « n'importe quelle trouvaille radiologique aiguë justifiant une admission en centre hospitalier et un suivi en neurochirurgie » (105). Pour le définir, Stiell a fait parvenir un sondage à des spécialistes de la sphère neurotraumatologique soit des médecins d'urgence, des neurochirurgiens et des neuroradiologistes œuvrant dans un des huit centres universitaires impliqués dans l'élaboration du projet. À partir d'une étude prospective d'une cohorte de 273 patients se présentant avec un GCS de 13-15 avec un examen neurologique normal n'ayant nécessité ni d'admission en centre hospitalier ni de suivi en neurochirurgie, ils ont élaboré une liste de critères radiologiques de lésions considérées comme étant non cliniquement significatives (tableau 2).

Tableau 2 : Définition des critères de lésion significative et non significative selon les trouvailles à la TDM cérébrale (Stiell 2001)

Lésion significative	Lésion non cliniquement significative
Contusion cérébrale $\geq 5$ mm diamètre	Contusion cérébrale unique $< 5$ mm
Hémorragie sous-arachnoïdienne $\geq 1$ mm	Hémorragie sous-arachnoïdienne $< 1$ mm
Hématome sous-dural $\geq 4$ mm	Hématome sous-dural $< 4$ mm
Hématome épidural	Pneumocéphalie isolée
Hématome intracérébral	Fracture du crâne sans atteinte de la table interne
Hémorragie intraventriculaire	
Fracture du crâne enfoncée	
Œdème cérébral diffus	
Pneumocéphalie	

Ces critères représentent ainsi un potentiel instrument pouvant aider à mieux cibler les patients à risque de nécessiter une intervention neurochirurgicale et une admission. Ces critères, bien qu'ils n'aient jamais été validés à l'extérieur des cohortes de Stiell *et coll.*, sont déjà utilisés dans l'algorithme suggéré par l'Institut National d'Excellence en Soins de Santé (INESS) (annexe III). Cet algorithme décisionnel, distribué et publié dans les urgences du Québec depuis 2012, a pour but d'optimiser la gestion du risque de complications neurologiques graves chez les patients traumatisés avec un TCCL et d'uniformiser la pratique des cliniciens québécois. Il utilise ces critères, couplés avec l'évaluation du GCS, pour déterminer quels patients sont plus à risque d'intervention neurochirurgicale et de détérioration neurologique justifiant ainsi leur admission ou leur transfert en centre de neurotraumatologie. Selon cet algorithme, les patients avec GCS initial de 13 ainsi que ceux avec des lésions significatives devraient soit être admis ou transférés dans un centre de neurotraumatologie. Les patients avec un GCS de 15 à l'arrivée et ceux présentant des lésions non cliniquement significatives peuvent être

simplement observés ou même congédiés avec un suivi organisé en externe selon le plan régional de services pour TCCL. Il est donc essentiel de valider les critères suggérés par Stiehl *et coll.* afin d'offrir aux cliniciens du Québec un outil de prise de décision qui est scientifiquement valide. La validation de ces critères objectifs permettra de mieux identifier les patients les plus à risque de nécessiter une intervention neurochirurgicale, ce qui implique une admission en centre tertiaire de neurotraumatologie ou un transfert inter-établissement.

Chez la population de TCCL complexe, rares seront les patients qui nécessiteront une intervention neurochirurgicale. Bien que les complications soient rares, elles ont de grandes implications dans le devenir neurologique et la survie des patients. Malheureusement, il n'y a aucune ligne directrice validée pouvant aider les cliniciens dans leur prise en charge à partir du département d'urgence. Cette prise en charge implique la nécessité d'une consultation en neurochirurgie ainsi que l'admission du patient. Dans les centres hospitaliers périphériques, ceci implique également la décision ou non de transférer les patients en centre possédant une expertise en neurotraumatologie. Il existe donc beaucoup d'hétérogénéité dans la prise en charge de la population avec TCCL complexe.

L'Institut National de l'excellence en santé et services sociaux (INESSS) a publié un algorithme pour aider les cliniciens à mieux orienter les patients avec TCCL complexe

(annexe III). L'INESSS a décidé d'y incorporer les critères de lésions significatives et non-significatives suggérés par Ian Stiell. Ces critères, basés sur les types de lésions intracrâniennes identifiées à la TDM, ont le potentiel de permettre au clinicien de mieux identifier les patients les plus à risque de détérioration neurologique retardée, donc ceux qui bénéficieraient le plus de consultation neurochirurgicale et d'admission dans un centre de neurotraumatologie. Ces critères n'ont jamais été validés chez une population externe à celle utilisée pour leur identification. La validation de ces critères, et par le fait même de l'algorithme de l'INESSS, donnerait une justification scientifique solide à un outil utilisé par les cliniciens québécois pour la prise en charge de la population de TCCL complexe, diminuant ainsi l'hétérogénéité dans leur pratique.

## 2 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

---

L'objectif principal de cette étude est de valider la valeur pronostique des critères de lésions significatives pour la prédiction du besoin d'intervention neurochirurgicale, en mesurant leur sensibilité et spécificité, au sein d'une population de TCCL adultes. Les objectifs secondaires sont de déterminer leur capacité à prédire l'admission en centre de neurotraumatologie puis d'identifier les autres caractéristiques cliniques pouvant influencer cette admission.

Nous émettons l'hypothèse que les critères de lésions significatives identifieront tous les patients devant subir une intervention neurochirurgicale, soit pour une sensibilité de 100%.

### 3 ARTICLE

---

**Title: Can the “Important Brain Injury Criteria” predict the Need for Neurosurgical Intervention in Patients with Mild Traumatic Brain Injury? A Validation Study.**

**Authors:** Justine Lessard MD  
Faculty of Medicine  
Université de Montréal  
Department of Emergency Medicine  
Research Center  
Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal

Alexis Cournoyer MD

Jean-Marc Chauny MD MSc

Eric Piette MD MSc

Jean Paquet PhD

Raoul Daoust MD MSc

**Correspondance:** Justine Lessard MD  
Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal  
Emergency Department  
5400 Gouin West  
Montréal, QC, Canada  
H4J 1C5  
Telephone: (514) 338-2222  
Fax: (514) 338-3513  
E-mail: justine.lessard@umontreal.ca

## **Introduction**

Mild traumatic brain injury (MTBI), defined as an acute brain injury presenting with an initial Glasgow Coma Scale (GCS) of 13-15 is one of the leading causes of long-term disability and has serious impacts on patients, their family, and society (Holm, Cassidy et al. 2005)(Hyder,Wunderlich et al. 2007). The initial head computed tomography (CT) of approximately 5-8% of patients suffering from MTBI demonstrates intracranial bleeding (af Geijerstam and Britton 2003)(Albers, von Allmen et al. 2013). Only a small proportion of patients presenting with MTBI and abnormal head CT will eventually require neurosurgical intervention (Huynh, Jacobs et al. 2006)(Carlson, Ramirez et al. 2010)(Joseph, Aziz et al. 2013).

In contrast to the management of severe traumatic brain injury, there is no clear consensus guideline regarding the neurosurgical management of MTBI patients with an abnormal head CT (Barbosa, Jawa et al. 2012). Guidelines often suggest intensive care unit (ICU) admission regardless of neurological exam findings and GCS score (Vos, Alekseenko et al. 2012), despite the low risk of neurological deterioration in this population (Choudhry, Prestigiacomio et al. 2013). In rural areas, transfers are costly, potentially deleterious for the patient while ultimately few injuries necessitate a neurosurgical intervention (Martin, Cogbill et al. 1990)(Durairaj, Will et al 2003). Inter-hospital transfers from rural areas can also add unnecessary emotional burden on a patient's family (Mackie, Kellett, et al. 2014). Consequently, there is often substantial variability in hospital transfer practices (Newgard, McConnell et al. 2005).

Several studies attempted to identify factors to better predict which patients will eventually require neurosurgical intervention, ICU admission and those at high risk of neurological deterioration (Nishijima, Haukoos et al. 2013)(Clement, Stiell et al. 20016). It was suggested that specific injury pattern types, such as subdural and epidural hematomas, are more likely to require neurosurgical intervention (Sweeney, Salles et al. 2015) whereas others are associated with a better prognosis such as localized subarachnoid hemorrhage

(Levy, Orlando et al. 2011)(Quickgley, Chew et al. 2013)(Deepika, Munivenkatappa, et al. 2013)(Nassiri, Badhiwala et al. 2017).

The Canadian CT-Head Rule is a clinical decision rule designed to guide clinicians in their use of head CT in the setting of MTBI (Stiell, Wells et al. 2001). It introduced the concept of “important brain injury” (IBI) criteria, a set of CT findings obtained by expert consensus defined as “any acute brain finding revealed on CT which would normally require admission to hospital and neurological follow-up” (Table 3) (Stiell, Lesiuk et al. 2000). While never validated in an independent study (Stiell, Lesiuk et al. 2001), the IBI criteria have been used in algorithms to guide clinicians in the management of MTBI patients with abnormal findings on head CT (INESS, 2012). Physicians could benefit from having a set of validated criteria to better identify patients requiring neurosurgical intervention, admission, or transfer to a higher level care center.

The main objective of this study is to validate the prognostic value (sensitivity and specificity) of the IBI criteria in predicting neurosurgical intervention. The secondary objective is to assess the ability of the IBI criteria to predict admission to a tertiary care trauma center and to identify other patient characteristics which could influence the need for admission in this population. We hypothesize that the IBI criteria will identify all patients requiring neurosurgical intervention (sensitivity of 100%).

## **Methods**

### *Study Design and Settings*

This is a post hoc analysis of a prospective cohort derived from an urban, academic, tertiary-care level trauma center in Montreal, Canada. The emergency department (ED) of the recruiting hospital averages 62,000 visits per year, and receives approximately 3500 trauma-patients annually. Approximately 350 patients with TBI are hospitalized each year, and receive neurosurgical care and rehabilitation. This study was approved by the local Institutional Review Board.

### *Population*

Trauma patients aged 18 years and older diagnosed with MTBI (GCS 13-15) and an abnormal initial head CT presenting to the ED of the recruiting hospital were screened for inclusion. Patients were also eligible for inclusion if they initially presented in a regional hospital and then transferred to the recruiting center for further management. The ED diagnosis was confirmed by a neurosurgeon specialized in MTBI, based on a chart review. Patients were excluded if there was no documented GCS on arrival at the initial receiving center, if the history of head trauma was unclear, or if they suffered from a penetrating brain injury.

### *Procedures and data collection*

Included patients were treated at the discretion of their physician, including the need for neurosurgical intervention and decision to admit to the ward. All head CT scans were reported by certified radiologists and those with abnormal intracranial findings were reviewed by a neuroradiologist to classify their lesions as IBI or clinically unimportant brain injury (CUBI). A patient presenting both an IBI lesion and a CUBI lesion was classified as having an IBI. Patients presenting with two or more different types of intracranial bleeding were recorded in each separate category.

All patients discharged from the ED were referred to a specialized MTBI clinic within four weeks after the first visit, with either an appointment or a phone follow-up. They were also provided with the clinic's phone numbers to contact a nurse if needed. All subsequent visits and admissions to the recruiting center were also reviewed to ensure that the patient did not suffer a late adverse outcome.

### *Study outcomes*

The primary outcome measure was neurosurgical intervention, defined as any invasive procedure by a neurosurgeon including decompressive craniotomy, surgical drainage of hematoma, elevation of skull fracture, and invasive intracranial pressure monitoring. The

secondary outcome measure was admission to the recruiting hospital, defined as a formal admission request filled by the admitting service, including but not limited to neurosurgery, trauma, internal medicine, orthopedic surgery, specialized medicine and surgical units. Patients could be discharged either by the emergency physician or by the consulting neurosurgeon, and were sent home or back to the initial referring center.

### *Statistical analysis*

The entire available population was used in this study's analysis. The inclusion of at least 500 patients would provide a confidence interval of  $\pm 0.5\%$  using a two-tailed alpha of 5% with the expected sensitivity of 100%.

Continuous variables were presented as means with standard deviations (SD) and categorical variables as frequencies with percentages. For the primary objective, the sensitivity and specificity of the IBI criteria to predict any neurosurgical intervention were presented with their 95% confidence interval (95%CI). For the secondary objective, the sensitivity and specificity of the IBI criteria to predict admission were also presented with their 95%CI. A multivariate logistic regression model was used to identify independent predictors for admission with the direct entry method. The following clinically pertinent variables were used: age, sex, initial GCS on ED arrival, non-isolated head injury, and coagulopathy (Moore, Pasquale et al. 2012)(Nacht, Macht, et al. 2013)(Kreitzer, Hart et al. 2017)(Nishijima, Sena, et al. 2014)(von der Brölie, Schneegans et al. 2015)(Jacobs, Beems et al. 2010). A cut-off of 65 years old was used to categorize age. Initial GCS upon ED arrival was dichotomized as either GCS of 15 or GCS lower than 15. Non-isolated head injury (NIHI) was defined by the presence of one or more lesion, excluding neurosurgical and facial trauma, and coagulopathy was defined as prior treatment with either antiplatelet or anticoagulation agents (aspirin, clopidogrel or warfarin for the majority of patients). Goodness of fit was measured using the Hosmer-Lemeshow test. Statistical analyses were performed using SPSS Statistics 23 (IBM, Chicago, USA). Alpha levels were fixed at 0.05.

## Results

Between 2008 and 2012, 802 patients diagnosed with a MTBI and abnormal findings on initial head CT were identified, of whom 678 patients were included (Figure 1). Their baseline characteristics are presented in Table 4. Excluded and included patients were similar in age, sex, and they had a similar proportion of individuals requiring neurosurgical intervention and admission (17.7% and 75.0% respectively,  $p > 0.05$ ).

Most patients were transferred from regional hospitals: 32.7% patients from centers within a 75 km-radius and an additional 19.5% patients from centers greater than 75 km away from the recruiting hospital. Non-isolated head injury occurred in 35.7% of patients and the most common associated lesions were orthopedic injuries (28.2%). Thoraco-abdominal lesions and spinal injuries occurred in 10.5% and 9.2% of patients respectively. The majority of patients were admitted to a neurotraumatology service (63.7%). Coagulopathy was present in 35.9% of patients.

Findings of head CT are presented in Table 5. Among the included patients, 482 patients (71.1%) had at least one IBI criteria on their initial head CT. There were 181 patients (37.4%) and 50 patients (25.4%) with two or more traumatic lesions in the IBI and CUBI groups respectively. The most common isolated IBI finding was a subdural hematoma greater or equal to 4 mm, occurring in 184 patients.

### *Prediction of neurosurgical intervention*

A total of 114 patients (16.8%) required neurosurgical intervention. The IBI criteria had a sensitivity of 100% (CI95% 96.8-100.0%) and a specificity of 34.8% (CI 95% 30.8-38.8%) in predicting neurosurgical intervention.

### *Prediction of tertiary care center admission*

A total of 535 (78.9%) patients required admission to the recruiting tertiary care hospital and 143 (21.7%) were discharged from the ED. Among patients with IBI findings, 419

(86.9%) were admitted. The IBI criteria had a sensitivity of 78.3% (IC95% 74.6-81.7) and a specificity of 55.9% (IC95% 47.4-64.2) in predicting admission in the tertiary care center.

Of the 143 patients who were discharged from the ED, 104 (72.7%) had a follow-up with the MTBI clinic, 28 (19.6%) were sent back to their referring center and eleven (7.7%) were lost to follow-up. None of these patients had subsequent visits to the ED and none were readmitted to the tertiary care center.

There was a significant independent association between having IBI criteria and being admitted to the hospital (adjusted odds ratio [AOR] =2.80 [95%CI 1.82-4.30];  $p<0.001$ ) (Table 6). Presenting to the ED with an initial GCS lower than 15 (AOR=1.76 [95% CI 1.11-2.80]) and the presence of non-isolated head injury were also independently associated with being admitted to the hospital (AOR=1.70 [95% CI 1.08-2.68]).

## **Discussion**

The present study confirms the value of IBI criteria in predicting the need for neurosurgical intervention amongst patients suffering from MTBI. Moreover, the presence of IBI on the initial head CT is also strongly associated with admission to a tertiary neurotraumatology center. The present study suggests that these criteria can be used to better identify patients who could benefit from admission or transfer to a neurotraumatology center.

This is the first independent study to confirm the validity of the IBI criteria in predicting the need for neurosurgical intervention. While the IBI criteria were created to better define clinically significant brain injury in the development of the Canadian CT-Head Rule guidelines, Atzema et al. published their own set of radiographic findings which they deemed clinically significant. (Atzema, Mower et al. 2004) These criteria were used in the development of NEXUS-II, a decision rule used to identify patients at risk of intracranial injuries who require head imaging upon visiting the ED (Mower, Hoffman et al. 2005). This study identified 81 patients with “therapeutically inconsequential” head CT findings (less than 2% of their TBI population), of whom 10 (12%) had important neurosurgical outcome. The proposed criteria missed a significant number of patients who suffered from severe

negative outcomes and, as such, cannot be used to safely identify patients at risk of requiring neurosurgical intervention. As a comparison, the sensitivity of the IBI criteria observed in the present study allows identification of all patients requiring neurosurgical intervention making the IBI criteria a safe and effective tool for physicians.

The present study is one of few in which patients with anticoagulation and antiplatelet medications were included, thus establishing the IBI criteria as a possible guideline to help physicians manage this unique population. Patients with an underlying coagulopathy are more likely to undergo head CT upon their visit to the ED, often present with more severe lesions and decreased GCS, making them less likely to be classified as MTBI. This, added to the possible collinearity between age and coagulopathy, could underestimate their risk and explain why coagulopathy was not statistically significant in multiple regression analyses.

This study also suggests a strong association between the IBI criteria and admission to a tertiary care center. The admission rate of patients presenting with IBI lesions in the present study is similar to that reported in the literature (Stiell, Lesiuk et al. 2001)(Joseph, Aziz et al. 2014). Other authors have recently studied the need for admission in MTBI patients presenting with ICH. A retrospective cohort study identified risk factors for admission amongst MTBI patients transferred from community hospitals to a tertiary care center.(Yun, White et al. 2017) The finding of a subdural hematoma larger than 1 cm was independently associated with admission. This is consistent with the results of the present study, as subdural haemorrhage greater than 1 cm is part of the IBI criteria.

The Brain Injury Guidelines (BIG) have also been suggested to guide the therapeutic plan of emergency physicians and trauma surgeons (Joseph, Aziz et al. 2013). Joseph et al performed a retrospective analysis of blunt TBI patients with positive initial CT head findings presenting to a level 1 trauma center. They created the BIG to assess which patients could be managed by the trauma team without neurosurgical consultation: patients with a normal neurological examination, without prior Coumadin, Aspirin, Motrin or Plavix treatment, with a simple non-displaced skull fracture, subdural or epidural

hematoma less than 5 mm, isolated intraparenchymal hemorrhage or contusion less than 5 mm, or trace subarachnoid hemorrhage. The BIG guidelines were prospectively validated and the need for neurosurgical intervention and hospital admission was assessed (Joseph, Aziz et al. 2014). There were no neurosurgical interventions in the selected group. The application of the guidelines reduced hospital admission by 18%. The BIG guidelines are interesting and comparable to the IBI criteria in some aspects, however, they excluded patients transferred from outside hospitals and thus cannot be used to guide physicians in their decision-making regarding inter-hospital transfers. They also excluded patients on anticoagulation and antiplatelet therapy.

These findings suggest potential indications to better identify patients requiring admission to a neurotraumatology center, therefore potentially reducing unnecessary transfers and neurosurgical consultations. A protocol implemented for MTBI patients with hemorrhage on initial head imaging would quickly identify patients at low risk of clinical deterioration and neurosurgical intervention, in whom admission to a higher level of care would not be indicated. These patients could be safely managed in community hospitals or discharged home after a period of observation in the ED. Nontransfer protocols have been implemented before, allowing tertiary care centers to better optimize the use of their resources and decreasing the cost of unnecessary hospital transfers. Levy and al. piloted a retrospective study based on one level 1 trauma center's local nontransfer protocol and found that patients could safely be managed in rural hospitals (Levy, Orlando et al. 2014). While this nontransfer protocol was not externally validated and requires validation for each individual by the on-site neurosurgeon, it confirms that only selected patients truly require transfer to neurotraumatology centers while local management is not detrimental.

As greater emphasis is put on decreasing healthcare associated costs across the world, a prospective study could confirm that using the IBI criteria to identify patients truly requiring tertiary care admission is a safe, cost-effective practice. Patients suffering from MTBI and abnormal initial head CT without IBI criteria, with an initial GCS of 15 and no

other concomitant injuries could be discharged or admitted to primary care centers. A prospective study, validating this proposed nontransfer protocol, is needed.

### *Limitations*

This is a retrospective study which carries a risk of selection bias by its very nature. All patient data were collected from the patient charts from the receiving hospital and as such, information from initial centers was often missing or could not be verified. This could explain why some clinically important variables, such as coagulopathy, are not statistically significant in multiple regression analyses. Because the included patients were selected based on their visit to a tertiary care center, there could be some selection bias as patients could have been discharged from primary centers or referred directly for craniotomy after discussing with the neurosurgeon. This is a single-center retrospective study and should be interpreted with caution in other jurisdictions.

One could argue that the use of the criteria to assess the need for admission is limited as sensitivity and specificity were relatively low. All admissions to the hospital were included in the analysis rather than specific admissions to the trauma or neurosurgical unit because of the regional role of referral center. Amongst the admitted patients, only 82.1% were actually admitted to a neurotraumatology unit. Secondly, there is important variability in the management of MTBI patients with abnormal head CT amongst neurosurgeons. Decision to admit was left to the discretion of the treating physician and most admitted patients were observed and had a routine head-CT within the first 48 hours. This period of observation would allow repeat neurological exams to detect delayed neurological deterioration, defined as a decrease in GCS or new focal neurological symptoms (Chauny, Marquis et al. 2016). The decision to perform a repeat head CT, with or without new neurological findings, was also left to the discretion of the treating physician. This practice has recently been challenged, and several authors have called for a more selective use of repeat imaging in the MTBI population as this would ultimately decrease hospital length-of-stay without delayed adverse outcomes (AbdelFattah, Eastman et al. 2012)(Almenawer, Bogza et al. 2013)(Kreitzer, Lyons et al. 2014).

The outcome of patients who were discharged from the ED after initial evaluation was studied. Even if the majority of these patients had subsequent follow-up, eleven were lost to follow-up. As our hospital is one of only two neurosurgical centers in the region, we are confident that if the patients were to have suffered from adverse events, they would have been transferred back to our hospital.

## **Conclusion**

In conclusion, this is the first study to validate the use of IBI criteria to predict the need for neurosurgical intervention amongst a population of adult MTBI patients with abnormal head CT findings. The IBI criteria are also independently associated with an increased need for admission. However, future studies are required to better identify patients truly requiring admission or transfer to a tertiary care center. The authors believe the IBI criteria could potentially be used by physicians to better identify patients at higher risk of requiring neurosurgical intervention, therefore truly requiring tertiary care center admission or transfer.

## Tables

TABLE 3: Definition of IBI\* and CUBI† according to the Head CT‡ findings

Important Brain Injury	Clinically Unimportant Brain Injury
Cerebral contusion $\geq 5$ mm diameter	Solitary contusion $< 5$ mm in diameter
Subarachnoid hemorrhage $\geq 1$ mm thick	Localized subarachnoid blood $< 1$ mm thick
Subdural hematoma $\geq 4$ mm thick	Subdural hematoma $< 4$ mm thick
Epidural hematoma	Isolated pneumocephaly
Intracerebral hematoma	Closed depressed skull fracture not through the inner table
Intraventricular hemorrhage	
Depressed skull fracture	
Diffuse cerebral oedema	
Pneumocephalus	

\*IBI = Important Brain Injury, †=Clinically Unimportant Brain Injury, ‡= Computed Tomography

**TABLE 4: Demographic and clinical characteristics of the included patients (N=678)**

Characteristics	n (%) or mean (SD)
Sex	
Male	447 (65.9)
Female	231 (34.1)
Age	62.5 (20.6)
Admission*	
Discharge from ED	143 (21.1)
Neurosurgery	358 (52.8)
Trauma	66 (9.7)
Orthopedic Surgery	46 (6.8)
Surgical Subspecialty	10 (1.5)
General Medicine	13 (1.9)
Medical Subspecialty	29 (4.3)
Mechanism of injury†	
Fall from height	251 (37.0)
Fall from greater than height	111 (16.4)
MVA	79 (11.7)
Blunt aggression	29 (4.3)
Pedestrian struck by vehicle	36 (5.3)
Sports-related injury	38 (5.6)
Other	43 (6.3)
GCS	
13	53 (7.8)
14	178 (26.3)
15	447 (65.9)
Coagulopathy‡	
None	339 (50.0)
Aspirin alone	106 (15.6)
Clopidogrel alone	10 (1.5)
Aspirin and Clopidogrel	12 (1.8)
Warfarin alone or in combination	62 (9.2)

SD = Standard Deviation, ED = Emergency Department, MVA = Motor vehicle accident, GCS = Glasgow Coma Scale

\*Missing information for 13 patients (1.9%), †Missing information for 91 patients (13.4%), ‡Missing information for 149 patients (21.9%)

TABLE 5: Radiologic characteristics on head computed tomography (CT)†

Findings on Head CT	n (%)
<b>Important Brain Injury</b>	
Subdural hematoma $\geq 4$ mm	277 (36.6)
Subarachnoid hemorrhage $\geq 1$ mm	160 (21.1)
Cerebral contusion $\geq 5$ mm diameter	119 (15.7)
Diffuse cerebral oedema	47 (6.2)
Epidural hematoma	36 (4.8)
Intracerebral hematoma	36 (4.8)
Pneumocephalus	29 (3.8)
Intraventricular hemorrhage	28 (3.7)
Depressed skull fracture	25 (3.3)
<b>Clinically unimportant Brain Injury</b>	
Localized subarachnoid blood $< 1$ mm	85 (36.6)
Solitary contusion $< 5$ mm in diameter	66 (28.4)
Subdural hematoma $< 4$ mm	57 (24.6)
Closed depressed skull fracture not through the inner table	16 (6.9)
Isolated pneumocephaly	8 (3.5)

†A patient presenting with multiple bleeds was recorded in each separate category.

**TABLE 6: Multivariate analysis for the admission to a tertiary care center outcomes, adjusted for demographic and clinical variables**

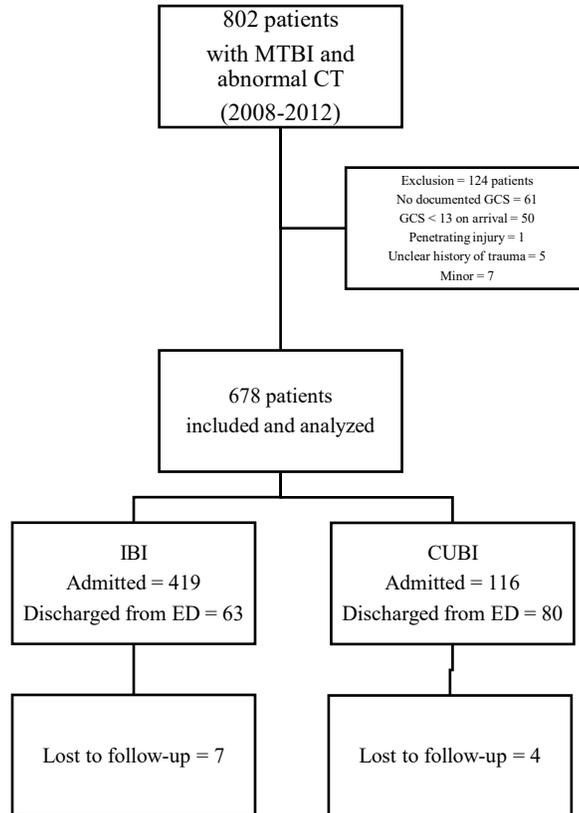
Variable	OR (CI95%)	p value	AOR (CI95%)	p value
IBI	4.59 (3.11-6.77)	<0.001	2.96 (1.95-4.48)	< 0.001
Sex	0.92 (0.62-1.35)	0.65	0.93 (0.59-1.45)	0.73
Age greater than 65	1.56 (1.08-2.27)	0.02	1.20 (0.76-1.88)	0.44
NIHI	1.66 (1.10-2.52)	0.02	1.72 (1.10-2.69)	0.02
Coagulopathy				
None	*	-	*	-
Anti-platelet	0.92 (0.58-1.44)	0.70	0.85 (0.51-1.39)	0.51
Coumadin	1.94 (0.95-3.97)	0.07	1.63 (0.75-3.57)	0.22
GCS on arrival less than 15	1.87 (1.22-2.85)	0.004	1.79 (1.13-2.84)	0.01

OR = Odds Ratio, CI = Confidence Intervals, AOR = Adjusted Odds Ratio, IBI = Important Brain injury, NIHI = non-isolated head-injury, GCS = Glasgow Coma Scale

\*Reference category

## Figures

FIGURE 1. Study flow chart



MTBI = Mild traumatic brain injury, CT = computed tomography, GCS = Glasgow Coma scale, IBI = Important Brain Injury, CUBI = Clinically Unimportant Brain Injury, ED = Emergency Department

## 4 DISCUSSION

---

La prise en charge des TCCL complexes est hétérogène et variable d'un centre hospitalier à l'autre : il n'y a pas de consensus ou de lignes directrices claires pour cette population. Ces patients sont pour la plupart transférés ou admis en centre de neurotraumatologie malgré un risque d'intervention neurochirurgicale très faible. De plus, au Québec, les ressources neurochirurgicales sont limitées à des centres de neurotraumatologie en zone urbaine. Il est donc très pertinent de valider les critères de lésions significatives afin de former des critères scientifiquement solides sur lesquels les médecins québécois pourront s'appuyer dans leur prise de décision. Cette étude confirme l'efficacité de ces critères pour prédire le besoin d'intervention neurochirurgicale chez les patients avec TCCL complexe. De plus, leur présence est fortement associée avec une admission en centre de neurotraumatologie, suggérant que ces critères peuvent être utilisés pour mieux identifier les patients pouvant le plus bénéficier d'une admission ou d'un transfert en ces centres spécialisés. On peut donc conclure que l'algorithme de l'INESSS, qui est basé sur ses critères, est sécuritaire en ce qui a trait à la gestion des complications neurologiques graves des patients victimes de TCCL complexe.

La présente étude confirme pour la première fois de manière indépendante la validité des critères de lésions significatives pour la prédiction du besoin d'intervention neurochirurgicale. Le taux d'intervention neurochirurgicale de notre population est de

16.8% : bien que plus élevé qu'attendu dans une population TCCL complexe, cela reflète notre rôle de centre de neurotraumatologie. Bien que cette étude ait eu lieu avant la diffusion de l'algorithme de l'INESSS, notre position comme centre receveur implique qu'on nous transfère les cas les plus sévères. Certains cas sont même discutés directement avec le neurochirurgien avant le transfert et celui-ci l'accepte s'il y a d'emblée la possibilité d'une indication neurochirurgicale. Des taux semblables sont rapportés lors d'études faites dans des centres de neurotraumatologie similaires au nôtre(83).

Alors que ces critères ont été créés pour mieux définir les lésions avec un impact clinique significatif dans le contexte de la règle de décision clinique du CCHR, des critères semblables ont également été publiés par Atzema *et coll.* Il s'agit d'une sous étude dans le contexte de l'élaboration de la règle de décision clinique NEXUS-II(106) qui établit des critères pour l'indication d'imagerie cérébrale de patients avec un TCCL lors de leur passage au département d'urgence(107). Dans la méthodologie de cette étude, ils ont également suggéré un ensemble de critères de lésions jugées importantes d'un point de vue neurochirurgical (tableau 7). Les patients avec TCCL complexes qui n'avaient pas les critères ci-dessous étaient considérés comme des lésions « thérapeutiquement sans conséquence ».

Tableau 7 : Lésions « thérapeutiquement sans conséquence » selon Atzema *et coll.*, 2005

---

Trouvailles à la tomodensitométrie
Effet de masse (effacement des sillons)
Compression des citernes de la base ou déviation de la ligne médiane
Hématome épidural ou HSD $\geq$ 1 cm
Pneumocéphalie
Hémorragie bilatérale
HSA extensive
Contusion $>$ 1 cm ou $>$ 1 contusion
Signes d'herniation
Hémorragie de la fosse postérieure
Fracture du crâne complexe
Œdème cérébral diffus
Lésion axonale diffuse

---

Dans leur étude de validation, seulement 81 patients présentaient des lésions « thérapeutiquement sans conséquence » à l'imagerie (moins de 2% de leur population de TCCL). De ces patients, dix ont eu une conséquence neurochirurgicale grave (soit une intervention chirurgicale, une atteinte neurologique fonctionnelle sévère ou la mort) : ces patients n'auraient pas été identifiés par les critères suggérés par Atzema. Étant donné la mauvaise sensibilité observée dans l'étude de validation de cet ensemble de critères, il est évident qu'ils ne peuvent être utilisés de manière sécuritaire pour identifier les patients à risque de subir une intervention neurochirurgicale. Les critères radiologiques suggérés par Atzema décrivent des traumatismes importants qui sont rarement décrits comme étant des TCCL comme, par exemple, la lésion axonale diffuse qui est considéré comme une lésion grave entraînant un pronostic neurologique fonctionnel sombre. En incluant des critères radiologiques plus souvent associés à des TCC modérés et sévères, ces critères sont à risque de ne pas identifier les patients avec TCCL qui nécessiteraient une intervention

neurochirurgicale. Nos critères sont beaucoup plus inclusifs et objectifs en ce qui a trait aux lésions considérées comme cliniquement significatives. Par exemple, nous utilisons une limite de 4 millimètres plutôt qu'un centimètre pour l'HSD. En contrepartie, les critères de lésions significatives ont permis l'identification de tous les patients ayant requis une intervention neurochirurgicale ce qui confirme leur position comme outil sécuritaire et efficace pour les cliniciens.

Notre étude suggère également une forte association entre les critères de lésions significatives et l'admission dans un centre de neurotraumatologie. Notre taux d'admission de patients avec TCCL et critères de lésions significatives est semblable à ce qui est rapporté dans la littérature.(108) D'autres groupes ont publié des critères définis afin de mieux identifier les patients avec TCCL complexe nécessitent une admission en centre de neurotraumatologie. Une étude rétrospective a identifié les facteurs de risque pour l'admission de ces patients suite à un transfert d'un centre communautaire à un centre de neurotraumatologie(83). La présence d'un HSD de plus d'un centimètre d'épaisseur était indépendamment associée à l'admission. Dans cette étude, le traitement préalable avec la warfarine était également un facteur de risque pour l'admission : en plus d'une observation pour s'assurer qu'ils ne subissent pas de détérioration neurologique, ces patients nécessitent souvent un traitement pour renverser l'effet de la warfarine. Si l'indication de traitement d'anticoagulation est suffisante pour justifier la reprise de la warfarine, ces patients ont également besoin d'une surveillance lorsque ce médicament est réintroduit. Ces trouvailles

sont compatibles avec les résultats de notre étude, comme un HSD de plus d'un centimètre fait partie des critères de lésions significatives, mais ils n'ont pas été validés prospectivement.

Les critères « Brain Injury Guidelines » (BIG) ont été créés pour guider l'orientation et la prise en charge des médecins d'urgence et des chirurgiens traumatologues dans la prise en charge des patients avec TCCL complexe(109). Joseph *et coll.* ont effectué une analyse rétrospective de patients avec un trauma contondant et un TCCL complexe s'étant présentés au département d'urgence d'un centre de neurotraumatologie américain pour déterminer les critères BIG. Ils ont ensuite déterminé la prise en charge selon la catégorie BIG conjointement avec des experts en neurochirurgie et en traumatologie pour identifier les patients nécessitant une admission par l'équipe de trauma avec une consultation neurochirurgicale.

Le guide BIG fonctionne par paliers et suggère des critères spécifiques objectifs pour les patients pouvant être congédiés à partir de l'urgence après une période d'observation de six heures (BIG 1), ceux devant être admis en trauma (BIG 2) puis ceux qui nécessitent une consultation neurochirurgicale pendant leur admission (BIG 3). L'équipe de trauma est normalement menée par un chirurgien traumatologue habilité pour opérer principalement les lésions thoracoabdominales et non neurochirurgicales : celles-ci requièrent

l'implication spécifique d'un neurochirurgien. Dès qu'un patient présente un seul critère BIG 3, il est automatiquement considéré comme tel et nécessite une consultation en neurochirurgie en plus d'une admission.

Tableau 8: Les critères « Brain Injury Guidelines » (Joseph *et coll.*, 2014)

Variables	BIG 1	BIG 2	BIG 3
Altération de l'état de conscience	Oui/Non	Oui/Non	Oui/Non
Examen neurologique	Normal	Normal	Anormal
Intoxication	Non	Non/Oui	Non/Oui
Warfarine/Aspirine/Ibuprofen/Clopidogrel	Non	Non	Oui
Fracture du crâne	Non	Non-déplacée	Déplacée
HSD	≤ 4 mm	5-7 mm	≥ 8 mm
Hématome épidural	≤ 4 mm	5-7 mm	≥ 8 mm
Contusion	≤ 4 mm, 1 localisation	5-7 mm, 2 localisations	≥ 8 mm, multiples localisations
HSA	Trace	Localisée	Diffus
Hémorragie intraventriculaire	Non	Non	Oui
Plan thérapeutique			
Hospitalisation	Non, observation 6h	Oui	Oui
Répéter TDM	Non	Non	Oui
Consultation en neurochirurgie	Non	Non	Oui

Selon ses mêmes critères, seuls les patients avec un examen neurologique normal, sans traitement au préalable avec la warfarine, l'aspirine, l'ibuprofène ou le clopidogrel, avec un HSD ou hématome épidural de moins de cinq millimètres, une contusion unique de moins de cinq millimètres ou une HSA minime peuvent être congédiés après une brève observation à l'urgence. Les patients avec une notion d'intoxication seront

automatiquement admis, et tous les patients considérés comme coagulopathe auront une consultation neurochirurgicale.

La capacité des critères BIG a identifié les patients à risque d'intervention neurochirurgicale et d'admission en centre hospitalier a été prospectivement validée(110). Leur issue primaire était le besoin d'intervention neurochirurgicale chez les patients classifiés BIG 1 mais il n'y a eu aucune intervention neurochirurgicale dans leur cohorte de patients. L'application de leurs lignes directrices a diminué les admissions hospitalières de 18%. Capron *et coll.* ont étudié ces critères BIG en les appliquant comme lignes directrices de transferts en centre de neurotraumatologie dans une étude rétrospective: il n'y a eu aucune intervention neurochirurgicale chez les BIG 1, une opération non urgente et une réadmission chez les BIG 2 et 11.9% de taux d'intervention neurochirurgicale chez les BIG 3(111). Bien que les patients transférés de centres périphériques avaient été exclus de l'étude BIG initiale, des études subséquentes ont démontré qu'il est sécuritaire d'appliquer ces critères comme lignes directrices de transferts inter-établissements vers un centre de neurotraumatologie(112).

Les lignes directrices BIG sont intéressantes et comparables aux critères de lésions significatives de plusieurs manières : les critères de taille pour les HSD et contusions intraparenchymateuses sont les mêmes, et elles sont très semblables en ce qui a trait à la

HSA. Comme l'épidural est une lésion fréquemment associée à une intervention neurochirurgicale, il est surprenant qu'elle ait été incluse dans la classe BIG 1. De plus, selon ces mêmes critères, un patient sous un anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS) comme l'Ibuprofen pour un problème musculo-squelettique ou une dose quotidienne faible d'acide acétylsalicylique devrait être admis pour surveillance avec une consultation neurochirurgicale. Il y a très peu de littérature confirmant l'augmentation de saignements et de besoin d'intervention neurochirurgicale chez les patients avec TCCL sous ces traitements (102, 113-115).

Nos résultats sont également concordants avec le « MTBI Risk Score », publié par Marincowitz *et coll.*(116). Le but de cette règle de décision clinique a pour but d'identifier ces patients à risque de détérioration afin de limiter les transferts et les consultations. Leur définition de détérioration était un composé de mort attribuable au TCCL, d'intervention neurologique, d'une chute du GCS d'un point, d'intubation endotrachéale, d'admission aux soins intensifs ou de réadmission à trente jours. Dans leur cohorte, 27.7% des patients rencontraient leur définition de détérioration. Ils ont identifié les variables suivantes comme étant associées à un faible taux de détérioration : GCS initial de 15, fracture du crâne simple, hémorragie de moins de cinq millimètres, jusqu'à deux lésions extra-crâniennes ne nécessitant pas d'admission, l'absence de coagulopathie préalable, l'absence de lésions au niveau du tronc et du cervelet et un examen neurologique normal. Les critères radiologiques, soit la mesure d'hématome inférieure à cinq millimètres et la fracture du

crâne simple, sont en accord avec les critères de lésions significatives mais leur sensibilité et leur spécificité sont inférieures à ceux proposés par Stiell *et coll.* et validés par notre étude.

Une autre étude a identifié les facteurs prédictifs d'un congé rapide après l'arrivée en centre de neurotraumatologie pour les patients ayant été transférés à partir d'un centre périphérique(117). Ils ont trouvé que les patients avec un GCS initial de 15, un HSD de moins de 6 mm et une HSA isolée étaient les plus susceptibles d'être congédiés après moins de 24 heures en centre de neurotraumatologie. On peut ainsi se questionner concernant la pertinence de ces transferts. Ces critères sont également semblables aux critères de lésions significatives et aux résultats de notre étude.

Levy *et coll.* ont étudié l'implémentation d'un protocole de non-transfert des patients avec TCCL complexe dans une région rurale américaine. Leur protocole stipule qu'un patient avec un TCCL et les trouvailles suivantes à la TDM ne nécessite pas de transfert immédiat en centre de traumatologie : HSA petite ou minime, contusion cérébrale punctiforme ou minime, hématome intra-parenchymateux punctiforme ou minime, petit HSD sans effet de masse. Ces critères, bien que subjectifs puisqu'ils n'incluent pas de mesure précise pour les tailles de saignement, sont globalement semblables aux nôtres. L'imagerie médicale était révisée par un neurochirurgien de garde et le non-transfert nécessitait un consensus

incluant le neurochirurgien, l'urgentologue du centre hospitalier périphérique et le chirurgien traumatologue du centre de référence. La prise en charge de ces patients au centre hospitalier périphérique était sécuritaire (118) : il n'y a eu aucune mortalité, tous les patients ont eu congé avec un examen neurologique et une fonction neurologique normale, et la durée moyenne de séjour était de 24 heures. Bien que ce protocole n'ait pas été validé à l'extérieur de cette étude rétrospective, il confirme que seulement des patients sélectionnés devraient être transférés en centre de neurotraumatologie et que la prise en charge en centre périphérique n'est pas aux dépens des soins optimaux aux patients.

L'algorithme proposé par l'INESSS est également concordant avec les résultats de notre étude: non seulement les critères de lésions significatives sont-ils valides, mais l'ajout du GCS initial inférieur à 15 comme critère de transfert est également scientifiquement valable. La présence de lésions extra-crâniennes n'est pas mentionnée dans l'algorithme de l'INESSS comme celui-ci se concentre uniquement sur la prise en charge du TCCL.

Notre étude est une des rares dans laquelle les patients sous traitement avec un médicament anticoagulant ou antiplaquettaire ont été inclus, soulevant ainsi la possibilité que ces critères soient un outil pour aider les cliniciens à prendre en charge cette population particulière. Les patients avec une coagulopathie sous-jacente subissent plus fréquemment des investigations par imagerie cérébrale lors de leur passage au département d'urgence et

se présente avec des lésions plus sévères et par conséquent, un GCS souvent abaissé lors de l'évaluation primaire, ce qui les rend moins susceptibles à être classifiés comme un TCCL. Ceci, ajouté avec la possible colinéarité entre l'âge et la coagulopathie, pourrait sous-estimer le risque de détérioration et d'intervention neurochirurgicale et expliquer pourquoi la coagulopathie n'était pas statistiquement significative en régression logistique multiple. Toutefois, d'autres études seront nécessaires avant de conclure spécifiquement sur l'utilisation des critères de lésions significatives chez une population coagulopathe.

#### **4.1 LIMITES DE L'ÉTUDE**

Une étude rétrospective implique un biais d'information de par sa nature. Toutes les informations relatives aux patients ont été prélevées à partir des dossiers médicaux du centre receveur : certaines informations pertinentes colligées au centre initial pouvaient être perdues et étaient impossibles à vérifier. Ceci peut expliquer en partie pourquoi certaines variables importantes, telles que la coagulopathie, étaient non significatives en analyse de régression logistique multiple. Parce que les patients inclus étaient sélectionnés suite à leur visite en centre de neurotraumatologie receveur, il y a un potentiel de biais de sélection comme certains patients auraient pu être congédiés ou observés dans le centre hospitalier initial. D'autres ont potentiellement été transférés suite à une discussion avec le neurochirurgien qui avait confirmé l'intervention neurochirurgicale, expliquant pourquoi notre taux d'intervention est légèrement augmenté par rapport à la littérature. Comme cette

étude rétrospective est unicentrique : elle doit être interprétée avec prudence et peut ne pas s'appliquer à d'autres types de centres hospitaliers ou systèmes de santé.

L'utilité des critères de lésions significatives pour évaluer le besoin d'admission semble limitée puisque la sensibilité et la spécificité sont relativement faibles. Toutes les admissions en centre hospitalier ont été incluses dans l'analyse plutôt que seulement les admissions en spécialités neurochirurgicales ou en traumatologie. Parmi les patients admis, seulement 82.1% l'ont été dans une unité spécialisée en neurotraumatologie. Deuxièmement, il y a une variabilité importante dans la prise en charge des patients avec TCCL chez les neurochirurgiens et les chirurgiens traumatologues. La décision d'admettre était laissée à la discrétion du médecin traitant et la majorité des patients admis ont eu une imagerie répétée de routine dans les 48 heures suivant leur admission. Cette période d'observation permet de répéter l'examen neurologique afin de détecter la détérioration neurologique retardée. La décision de prescrire un examen d'imagerie sans changement dans l'état clinique du patient était également laissée à la discrétion du médecin traitant. Cette pratique est de plus en plus remise en question, et plusieurs auteurs suggèrent une utilisation plus sélective des imageries de contrôle chez la population de TCCL afin de diminuer la durée de séjour en centre hospitalier et les coûts associés (64, 119).

Le devenir des patients qui ont eu congé à partir de l'urgence suite à leur évaluation initiale a été étudié. Bien que la majorité de ces patients aient été suivis en clinique externe suite à leur départ, onze ont été perdus au suivi. Comme notre centre hospitalier est un de seulement deux centres de neurotraumatologie dans la grande région métropolitaine de Montréal, nous sommes persuadés que si les patients avaient eu à subir des effets adverses de leur TCCL, ils auraient été transférés à notre centre pour une deuxième évaluation. Malgré ces limitations, nous concluons que l'étude actuelle supporte la validité des critères élaborés par Stiell *et coll.* et du même coup, l'algorithme proposé par l'INESSS depuis 2012.

## 5 CONCLUSION

---

Les budgets gouvernementaux alloués au système de santé grimpent année après année et les médecins ressentent de la pression pour limiter les coûts associés à leurs soins tout en offrant une médecine de qualité. Les campagnes telles que « Choosing Wisely », un guide web pour aider les cliniciens à éliminer les investigations inutiles et mieux gérer les ressources, illustrent bien ce principe(120).

Une étude prospective serait la prochaine étape afin de confirmer que l'utilisation des critères de lésions significatives et l'algorithme de prise en charge des complications neurologiques de l'INESSS est une pratique sécuritaire et économe. Selon ce protocole, les patients souffrant de TCCL complexe sans critère de lésions significatives pourraient ainsi être congédiés à domicile. Si l'admission est nécessaire pour adresser d'autres problématiques médicales ou chirurgicales, ces patients pourraient être hospitalisés dans un service non-neurochirurgical ou dans leur centre hospitalier initial, près de leur domicile, à proximité de leurs êtres chers.

Le futur de la recherche sur les traumatismes crâniens n'échappe pas à l'engouement provincial pour le télétravail : plus que jamais, on cherche à limiter les transferts interhospitaliers pour éviter d'exposer inutilement un patient à la COVID-19. Un projet

pilote chapeauté par l'INESSS va prochainement inclure l'évaluation téléphonique par un neurochirurgien afin de déterminer la nécessité d'un transfert, en plus de se baser sur des critères objectifs à la TDM et au GCS du patient. De plus, l'utilisation émergente de biomarqueurs sériques pourrait également influencer la prise de décision des cliniciens en augmentant la suspicion clinique de lésions significatives ou de TCC complexe (121, 122). Cette alternative est particulièrement intéressante chez la population pédiatrique où on cherche à limiter l'exposition aux radiations tomodensitométriques ou chez les patients vivant en régions éloignées avec un accès limité aux examens de radiologie et au service de neurotraumatologie.

## 6 BIBLIOGRAPHIE

---

1. Borg J, Holm L, Peloso P, Cassidy JD, Carroll L, von Holst H, et al. Non-surgical intervention and cost for mild traumatic brain injury: results of the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. *Journal of rehabilitation medicine*. 2004(43 Suppl):76-83.
2. Holm L, Cassidy JD, Carroll LJ, Borg J. Summary of the WHO Collaborating Centre for Neurotrauma Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. *J Rehabil Med*. 2005;37:137-41.
3. Hyder AA, Wunderlich CA, Puvanachandra P, Gururaj G, Kobusingye OC. The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. *NeuroRehabilitation*. 2007;22(5):341-53.
4. (INESSS) Indeseess. Portrait du réseau québécois de traumatologie adulte: 2013-2016. Rapport rédigé par Catherine Gonthier, Amina Belcaïd et Catherine Truchon. Québec, Qc: INESSS; 2019. p. 102 p.
5. Colantonio A, Saverino C, Zagorski B, Swaine B, Lewko J, Jaglal S, et al. Hospitalizations and emergency department visits for TBI in Ontario. *Canadian journal of neurological sciences*. 2010;37(6):783-90.
6. Neurotrauma: World Health Organization. [modifié le; cité le July 14th 2020]. Disponible:
7. TBI-related Emergency Department Visits, Hospitalizations, and Deaths (EDHDs): Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control. [modifié le March 29, 2019; cité le July 14 2020]. Disponible:
8. Kelland K. Brain injuries like Schumacher's can destroy lives: study London: Reuters; 2014. [modifié le; cité le January 20th 2021]. Disponible: <https://www.reuters.com/article/us-brain-injury/brain-injuries-like-schumachers-can-destroy-lives-study-idUSBREA0E1JQ20140115>
9. March is Brain Injury Awareness Month: Brain Injury Association of America; 2018. [modifié le; cité le January 20th 2021]; [Webpage]. Disponible: <https://www.biausa.org/events/march-is-brain-injury-awareness-month>
10. Canadienne LP. Adonis Stevenson souffre d'un grave traumatisme craniocérébral Québec: Le Devoir; 2018. [modifié le 6 décembre 2018; cité le 20 janvier 2021]. Disponible: <https://www.ledevoir.com/sports/542921/le-point-sur-l-etat-de-sante-du-boxeur-adonis-stevenson>

11. Prevention. CfDca. Data & statistics (WISQARS): cost of injury reports. . [modifié le September 18, 2014; cité le July 14 2020]. Disponible : [https://wisqars.cdc.gov:8443/costT/cost\\_Part1\\_Finished.jsp](https://wisqars.cdc.gov:8443/costT/cost_Part1_Finished.jsp)
12. Finkelstein EA, Corso PS, Miller TR. The Incidence and Economic Burden of Injuries in the United States. New York: Oxford University Press; 2006.
13. Faul M, Xu L, Wald MM, Coronado VG. Traumatic Brain Injury in the United States - Emergency Department Visits, Hospitalizations and Deaths 2002–2006. Dans: Prevention CfDca, Control NcflPa, rédacteurs. Atlanta, GA2010.
14. Menon DK, Scwab K, Wright DW, Maas AI, The Demographics and Clinical Assessment Working Group of the International and Interagency Initiative toward Common Data Elements for Research on Traumatic Brain Injury and Psychological Health. Position Statement: Definition of Traumatic Brain Injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2010;91(11):1637-40.
15. Teasdale G, Maas A, Lecky F, Manley G, Stocchetti N, Murray G. The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time. Lancet Neurol. 2014;13(8):844-54.
16. Arbabi S, Jurkovich GJ, Wahl WL, Franklin GA, Hemmila MR, Taheri PA, et al. A comparison of prehospital and hospital data in trauma patients. J Trauma. 2004;56(5):1029-32.
17. Marmarou A, Lu J, Butcher I, McHugh GS, Murray GD, Steyerberg EW, et al. Prognostic value of the Glasgow Coma Scale and pupil reactivity in traumatic brain injury assessed pre-hospital and on enrollment: an IMPACT analysis. J Neurotrauma. 2007;24(2):270-80.
18. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GW, Bell MJ, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. Neurosurgery. 2017;80(1):6-15.
19. Atls course administration and faculty guide. 10th edition.e éd. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2017.
20. Jagoda AS, Bazarian JJ, Bruns JJ, Cantrill SV, Gean AD, Howard PK, et al. Clinical policy: Neuroimaging and decisionmaking in Adult Mild Traumatic Brain Injury in the Acute Setting. Ann Emerg Med. 2008;52(6):714-48.
21. Alexander RH, Proctor HJ, American College of Surgeons. Committee on Trauma. Advanced trauma life support program for physicians : ATLS. 5the éd. Chicago, IL: American College of Surgeons; 1993.
22. Zuercher M, Ummenhofer W, Baltussen A, Walder B. The use of Glasgow Coma Scale in injury assessment: a critical review. Brain Inj. 2009;23(5):371-84.
23. van der Naalt J. Prediction of outcome in mild to moderate head injury: a review. J Clin Exp Neuropsychol. 2001;23(6):837-51.

24. Kay T, Harrington DE, Adams R, Anderson T, Berrol S, Cicerone K, et al. Definition of mild traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil.* 1993;8(3):86-7.
25. Gerberding J, Binder S. Report to Congress on Mild Traumatic Brain Injury in the United States : Steps to Prevent a Serious Public Health Problem. . Atlanta, Georgia: Center for Disease Control and Prevention; 2003.
26. Barbosa RR, Jawa R, Watters JM, Knight JC, Kerwin AJ, Winston ES, et al. Evaluation and management of mild traumatic brain injury: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;73(5 Suppl 4):S307-14.
27. Carney N, Ghajar J, Jagoda A, Bedrick S, Davis-O'Reilly C, du Coudray H, et al. Concussion guidelines step 1: systematic review of prevalent indicators. *Neurosurgery.* 2014;75 Suppl 1:S3-15.
28. Belanger HG, Powell-Cope G, Spehar AM, McCranie M, Klanchar SA, Yoash-Gantz R, et al. The Veterans Health Administration's traumatic brain injury clinical reminder screen and evaluation: Practice patterns. *J Rehabil Res Dev.* 2016;53(6):767-80.
29. Marshall S, Bayley M, McCullagh S, Velikonja D, Berrigan L, Ouchterlony D, et al. Updated clinical practice guidelines for concussion/mild traumatic brain injury and persistent symptoms. *Brain Inj.* 2015;29(6):688-700.
30. Jacobs B, Beems T, Stulemeijer M, van Vugt AB, van der Vliet TM, Borm GF, et al. Outcome Prediction in Mild Traumatic Brain Injury: Age and Clinical Variables Are Stronger Predictors than CT Abnormalities. *Journal of Neurotrauma.* 2010;27:655-68.
31. Smith LGF, Milliron E, Ho ML, Hu HH, Rusin J, Leonard J, et al. Advanced neuroimaging in traumatic brain injury: an overview. *Neurosurg Focus.* 2019;47(6):E17. Epub 2020/05/05.
32. Zongo D, Ribéreau-Gayon R, Masson F, Laborey M, Contrand B, Salmi LR, et al. S100-B Protein as a Screening Tool for the Early Assessment of Minor Head Injury. *Ann Emerg Med.* 2012;59(3).
33. Papa L, Lewis LM, Falk JL, Zhang Z, Silvestri S, Giordano P, et al. Elevated Levels of Serum Glial Fibrillary Acidic Protein Breakdown Products in Mild and Moderate Traumatic Brain Injury Are Associated With Intracranial Lesions and Neurosurgical Intervention. *Ann Emerg Med.* 2012;59(6):471-83.
34. af Geijerstam J-L, Britton M. Mild Head Injury - mortality and complication rate: meta-analysis of findings in a systematic literature review. *Acta Neurochir.* 2003;145:843-50.
35. Albers CE, von Allmen M, Evangelopoulos DS, Zisakis AK, Zimmermann H, Exadaktylos AK. What is the incidence of intracranial bleeding in patients with mild traumatic brain injury? A retrospective study in 3088 Canadian CT head rule patients. *Biomed Res Int.* 2013;2013:453978.

36. Carroll L, Cassidy JD, Cancelliere C, Côté P, Hincapié C, Kristman V, et al. Systematic review of the prognosis after mild traumatic brain injury in adults: cognitive, psychiatric, and mortality outcomes: results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014;95(3 Suppl):S152-73.
37. Sercy E, Orlando A, Carrick M, Lieser M, Madayag R, Vasquez D, et al. Long-term mortality and causes of death among patients with mild traumatic brain injury: a 5-year multicenter study. *Brain Inj*. 2020;34(4):556-66.
38. Sweeney TE, Salles A, Harris OA, Spain DA, Staudenmayer KL. Prediction of neurosurgical intervention after mild traumatic brain injury using the national trauma data bank. *World J Emerg Surg*. 2015;10:23.
39. Moore MM, Pasquale MD, Badellino M. Impact of age and anticoagulation: need for neurosurgical intervention in trauma patients with mild traumatic brain injury. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(1):126-30.
40. Stiell IG, Wells GA, Vandemheem K, Clement C, Lesiuk H, Laupacis A, et al. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet*. 2001;357:1391-6.
41. Tierney K, Nayak N, Prestigiacomo C, Sifri Z. Neurosurgical intervention in patients with mild traumatic brain injury and its effect on neurological outcomes. *Journal of neurosurgery*. 2016;124(2):538-45.
42. Scholten J, Vasterling JJ, Grimes JB. Traumatic brain injury clinical practice guidelines and best practices from the VA state of the art conference. *Brain Inj*. 2017;31(9):1246-51.
43. Harmon KG, Clugston JR, Dec K, Hainline B, Herring SA, Kane S, et al. American Medical Society for Sports Medicine Position Statement on Concussion in Sport. *Clin J Sport Med*. 2019;29(2):87-100.
44. S M, M B, S M, L B, L F, D O, et al. Guideline for Concussion/Mild Traumatic Brain Injury and Prolonged Symptoms: 3rd Edition (for Adults 18+ years of age).  
 . Dans: Foundation ON, rédacteur. 2018.
45. Vos PE, Alekseenko Y, Battistin L, Ehler E, Gerstenbrand F, Muresanu DF, et al. Mild Traumatic Brain Injury. *European Journal of Neurology*. 2012;19:191-8.
46. Bazarian JJ, McClung J, Cheng YT, Flesher W, Schneider SM. Emergency department management of mild traumatic brain injury in the USA. *Emergency Medicine Journal : EMJ*. 2005;22(7):473-7.
47. Foks KA, Cnossen MC, Dippel DWJ, Maas AIR, Menon D, van der Naalt J, et al. Management of Mild Traumatic Brain Injury at the Emergency Department and Hospital Admission in Europe:

A Survey of 71 Neurotrauma Centers Participating in the CENTER-TBI Study. *J Neurotrauma*. 2017;34(17):2529-35. Epub 2017/04/12.

48. Sharp AL, Huang BZ, Tang T, Shen E, Melnick ER, Venkatesh AK, et al. Implementation of the Canadian CT Head Rule and Its Association With Use of Computed Tomography Among Patients With Head Injury. *Ann Emerg Med*. 2018;71(1):54-63 e2.

49. Ip IK, Raja AS, Gupta A, Andruchow J, Sodickson A, Khorasani R. Impact of clinical decision support on head computed tomography use in patients with mild traumatic brain injury in the ED. *Am J Emerg Med*. 2015;33(3):320-5.

50. Smits M, Dippel DW, de Haan GG, Dekker HM, Vos PE, Kool DR, et al. External validation of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria for CT scanning in patients with minor head injury. *JAMA*. 2005;294(12):1519-25.

51. Papa L, Stiell I, Clement C, Pawlowicz A, Wolfram A, Braga C, et al. Performance of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria for predicting any traumatic intracranial injury on computed tomography in a United States Level I trauma center. *Academic emergency medicine*. 2012;19(1):2-10.

52. Stiell I, Clement C, Rowe B, Schull M, Brison R, Cass D, et al. Comparison of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria in patients with minor head injury. *JAMA*. 2005;294(12):1511-8.

53. Smits M, Dippel DW, de Haan GG, Dekker HM, Vos PE, Kool DR, et al. Minor head injury: guidelines for the use of CT--a multicenter validation study. *Radiology*. 2007;245(3):831-8.

54. Truchon C, Brière A. TCCL: Conseils pour la reprise graduelle des activités intellectuelles, physiques et sportives. Dans: *socialux Indeesees*, rédacteur. 1e éd: Gouvernement du Québec; 2018. p. 2.

55. Haydel M. Management of Mild Traumatic Brain Injury in the Emergency Department. *Emergency Medicine Practice*. 2012;[www.ebmedecine.net](http://www.ebmedecine.net).

56. Lewis P, Dunne C, Wallace J, Brill J, Calvo R, Badiee J, et al. Routine neurosurgical consultation is not necessary in mild blunt traumatic brain injury. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2017.

57. Huynh T, Jacobs DG, Dix S, Sing RF, Miles WS, Thomason MH. Utility of Neurosurgical Consultation for Mild Traumatic Brain Injury. *The American Surgeon*. 2006;72(12):1162-7.

58. Joseph B, Aziz H, Sadoun M, Kulvatunyou N, Tang A, O'Keeffe T, et al. The acute care surgery model: managing traumatic brain injury without an inpatient neurosurgical consultation. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;75(1):102-5; discussion 5.

59. Choudhry OJ, Prestigiacomo CJ, Gala N, Slasky S, Sifri ZC. Delayed neurological deterioration after mild head injury: cause, temporal course, and outcomes. *Neurosurgery*. 2013;73(5):753-60; discussion 60.
60. Marincowitz C, Lecky F, Townend W, Borakati A, Fabbri A, Sheldon T. The Risk of Deterioration in GCS13-15 Patients with Traumatic Brain Injury Identified by Computed Tomography Imaging: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Neurotrauma*. 2018;35(5):703-18.
61. Carlson AP, Ramirez P, Kennedy G, McLean AR, Murray-Krezan C, Stippler M. Low rate of delayed deterioration requiring surgical treatment in patients transferred to a tertiary care center for mild traumatic brain injury. *Neurosurg Focus*. 2010;29(5):1-8.
62. Bee T, Magnotti L, Croce M, Maish G, Minard G, Schroeppel T, et al. Necessity of repeat head CT and ICU monitoring in patients with minimal brain injury. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*. 2009;66(4):1015-8.
63. Kreitzer N, Lyons MS, Hart K, Lindsell CJ, Chung S, Yick A, et al. Repeat neuroimaging of mild traumatic brain-injured patients with acute traumatic intracranial hemorrhage: clinical outcomes and radiographic features. *Acad Emerg Med*. 2014;21(10):1083-91.
64. Almenawer S, Bogza I, Yarascavitch B, Sne N, Farrokhyar F, Murty N, et al. The value of scheduled repeat cranial computed tomography after mild head injury: single-center series and meta-analysis. *Neurosurgery*. 2013;72(1):56-62; discussion 3.
65. Brown CVR, Weng J, Oh D, Salim A, Kasotakis G, Demetriades D, et al. Does routine serial computed tomography of the head influence management of traumatic brain injury? A prospective evaluation. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*. 2004;57(5):939-43.
66. Wang JZ, Witiw CD, Scantlebury N, Ditkofsky N, Nathens AB, da Costa L. Clinical significance of posttraumatic intracranial hemorrhage in clinically mild brain injury: a retrospective cohort study. *CMAJ Open*. 2019;7(3):E511-E5.
67. Agatz A, Ashauer R, Sweeney P, Brown CD. Prediction of pest pressure on corn root nodes: the POPP-Corn model. *J Pest Sci (2004)*. 2017;90(1):161-72.
68. Anandalwar S, Mau C, Gordhan C, Majmundar N, Meleis A, Prestigiacomo C, et al. Eliminating unnecessary routine head CT scanning in neurologically intact mild traumatic brain injury patients: implementation and evaluation of a new protocol. *Journal of neurosurgery*. 2016;125(3):667-73.
69. Stippler M, Smith C, McLean AR, Carlson A, Morley S, Murray Krezan C, et al. Utility of routine follow-up head CT scanning after mild traumatic brain injury: a systematic review of the literature. *Emergency Medicine Journal : EMJ*. 2012;29(7):528-32.

70. Halpern NA, Pastores SM. Critical Care Medicine Beds, Use, Occupancy, and Costs in the United States: A Methodological Review. *Crit Care Med*. 2015;43(11):2452-9. Epub 2015/08/27.
71. Nishijima DK, Haukoos JS, Newgard CD, Staudenmayer K, White N, Slattery D, et al. Variability of ICU Use in Adult Patients With Minor Traumatic Intracranial Hemorrhage. *Ann Emerg Med*. 2013;61(5):509-17.
72. Witiw CD, Byrne JP, Nassiri F, Badhiwala JH, Nathens AB, da Costa LB. Isolated Traumatic Subarachnoid Hemorrhage: An Evaluation of Critical Care Unit Admission Practices and Outcomes From a North American Perspective. *Crit Care Med*. 2018;46(3):430-6.
73. Washington C, Grubb R. Are routine repeat imaging and intensive care unit admission necessary in mild traumatic brain injury? *Journal of neurosurgery*. 2012;116(3):549-57.
74. sociaux LDdcdmdlSedS. Guide de gestion de l'urgence. Dans: Sociaux MdISedS, rédacteur. Bibliothèque et Archives nationales du Québec2006. p. 58-60.
75. Le Sage N. Les transferts dans un centre de traumatologie tertiaire. *Médecin du Québec*. 2005;40(8):75-81.
76. Hill AD, Fowler RA, Nathens AB. Impact of interhospital transfer on outcomes for trauma patients: a systematic review. *J Trauma*. 2011;71(6):1885-900; discussion 901.
77. Martin GD, Cogbill TH, Landercasper J, Strutt PJ. Prospective Analysis of Rural Interhospital Transfer of Injured Patients to a Referral Trauma Center. *J Trauma*. 1990;30(8):1014-20.
78. Mackie B, Kellett U, Mitchell M, Tonge A. The experiences of rural and remote families involved in an inter-hospital transfer to a tertiary ICU: a hermeneutic study. *Australian critical care*. 2014;27(4):177-82.
79. Newgard C, McConnell KJ, Hedges JR. Bias and Variability in Interhospital Trauma Transfer Practices in a Statewide Rural Trauma System. *Annals of Emergency Medicine*. 2005;46(3):111.
80. Pruitt P, Penn J, Peak D, Borczuk P. Identifying patients with mild traumatic intracranial hemorrhage at low risk of decompensation who are safe for ED observation. *Am J Emerg Med*. 2017;35(2):255-9.
81. Shih FY, Chang HH, Wang HC, Lee TH, Lin YJ, Lin WC, et al. Risk factors for delayed neurosurgical intervention in patients with acute mild traumatic brain injury and intracranial hemorrhage. *World J Emerg Surg*. 2016;11:13.
82. Borczuk P, Penn J, Peak D, Chang Y. Patients with traumatic subarachnoid hemorrhage are at low risk for deterioration or neurosurgical intervention. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(6):1504-9.

83. Yun BJ, White BA, Benjamin Harvey H, Prabhakar AM, Sonis JD, Glover M, et al. Opportunity to reduce transfer of patients with mild traumatic brain injury and intracranial hemorrhage to a Level 1 trauma center. *Am J Emerg Med.* 2017;35(9):1281-4.
84. Nassiri F, Badhiwala JH, Witiw CD, Mansouri A, Davidson B, Almenawer SA, et al. The clinical significance of isolated traumatic subarachnoid hemorrhage in mild traumatic brain injury: A meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(4):725-31.
85. Ditty B, Omar N, Foreman P, Patel D, Pritchard P, Okor M. The nonsurgical nature of patients with subarachnoid or intraparenchymal hemorrhage associated with mild traumatic brain injury. *Journal of neurosurgery.* 2015;123(3):649-53.
86. Deepika A, Munivenkatappa A, Devi BI, Shukla D. Does Isolated Traumatic Subarachnoid Hemorrhage Affect Outcome in Patients With Mild Traumatic Brain Injury? *J Head Trauma Rehabil.* 2013;28(6):442-5.
87. Nishijima DK, Sena M, Galante JM, Shahlaie K, London J, Melnikow JA, et al. Derivation of a Clinical Decision Instrument to Identify Adult Patients With Mild Traumatic Intracranial Hemorrhage at Low Risk for Requiring ICU Admission. *Ann Emerg Med.* 2014;63(4):448-56.
88. Kreitzer N, Hart K, Lindsell C, Betham B, Gozal Y, Andaluz N, et al. Factors associated with adverse outcomes in patients with traumatic intracranial hemorrhage and Glasgow Coma Scale of 15. *The American Journal of Emergency Medicine.* 2017;35(6):875-80.
89. Clement C, Stiell IG, Schull M, Rowe B, Brison R, Lee JS, et al. Clinical features of head injury patients presenting with a Glasgow Coma Scale of 15 and who require neurosurgical intervention. *Ann Emerg Med.* 2006;48(3):245-51.
90. Bardes JM, Turner J, Bonasso P, Hobbs G, Wilson A. Delineation of Criteria for Admission to Step Down in the Mild Traumatic Brain Injury Patient. *Am Surg.* 2016;82(1):36-40.
91. Cheng PL, Lin HY, Lee YK, Hsu CY, Lee CC, Su YC. Higher mortality rates among the elderly with mild traumatic brain injury: a nationwide cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2014;22:7. Epub 2014/01/29.
92. Schmidt BR, Moos RM, Könü-Leblebicioglu D, Bischoff-Ferrari HA, Simmen HP, Pape HC, et al. Higher age is a major driver of in-hospital adverse events independent of comorbid diseases among patients with isolated mild traumatic brain injury. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019;45(2):191-8. Epub 2018/10/17.
93. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr., Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma.* 1974;14(3):187-96. Epub 1974/03/01.

94. Yun BJ, Borczuk P, Wang L, Dorner S, White BA, Raja AS. Evaluation of a Low-risk Mild Traumatic Brain Injury and Intracranial Hemorrhage Emergency Department Observation Protocol. *Acad Emerg Med.* 2018;25(7):769-75.
95. Mina AA, Knipfer JF, Park DY, Bair HA, Howells GA, Bendick PJ. Intracranial complications of preinjury anticoagulation in trauma patients with head injury. *J Trauma.* 2002;53(4):668-72.
96. Nishijima DK, Offerman SR, Ballard DW, Vinson DR, Chettipally UK, Rauchwerger AS, et al. Risk of traumatic intracranial hemorrhage in patients with head injury and preinjury warfarin or clopidogrel use. *Acad Emerg Med.* 2013;20(2):140-5.
97. Beynon C, Hertle DN, Unterberg AW, Sakowitz OW. Clinical review: Traumatic brain injury in patients receiving antiplatelet medication. *Crit Care.* 2012;16(4):228.
98. Sumiyoshi K, Hayakawa T, Yatsushige H, Shigeta K, Momose T, Enomoto M, et al. Outcome of traumatic brain injury in patients on antiplatelet agents: a retrospective 20-year observational study in a single neurosurgery unit. *Brain Inj.* 2017;31(11):1445-54.
99. Fabbri A, Servadei F, Marchesini G, Bronzoni C, Montesi D, Arietta L, et al. Antiplatelet therapy and the outcome of subjects with intracranial injury: the Italian SIMEU study. *Crit Care.* 2013;17(2):R53.
100. Fortuna GR, Mueller EW, James LE, Shutter LA, Butler KL. The impact of preinjury antiplatelet and anticoagulant pharmacotherapy on outcomes in elderly patients with hemorrhagic brain injury. *Surgery.* 2008;144(4):598-603; discussion -5.
101. Fabbri A, Servadei F, Marchesini G, Stein SC, Vandelli A. Predicting intracranial lesions by antiplatelet agents in subjects with mild head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2010;81(11):1275-9.
102. van den Brand CL, Tolido T, Rambach AH, Hunink MG, Patka P, Jellema K. Systematic Review and Meta-Analysis: Is Pre-Injury Antiplatelet Therapy Associated with Traumatic Intracranial Hemorrhage? *J Neurotrauma.* 2017;34(1):1-7.
103. Gates M, Mallory G, Planchard R, Nothdurft G, Graffeo C, Atkinson J. Triage Patterns of Traumatic Subarachnoid Hemorrhage: Is Referral to a Tertiary Care Center Necessary? *World Neurosurg.* 2017;100:417-23.
104. von der Brelie C, Schneegans I, van den Boom L, Meier U, Hedderich J, Lemcke J. Impaired coagulation is a risk factor for clinical and radiologic deterioration in patients with traumatic brain injury and isolated traumatic subarachnoid hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79(2):295-300.
105. Stiell IG, Lesiuk H, Wells GA, McKnight RD, Brison R, Clement C, et al. The Canadian CT Head Rule Study for Patients with Minor Head Injury: Rationale, Objectives, and Methodology for Phase 1 (Derivation). *Ann Emerg Med.* 2001;38(2):160-9.

106. Atzema C, Mower WR, Hoffman JR, Holmes JF, Killian AJ, Oman JA, et al. Defining "therapeutically inconsequential" head computed tomographic findings in patients with blunt head trauma. *Ann Emerg Med.* 2004;44(1):47-56.
107. Mower W, Hoffman J, Herbert M, Wolfson A, Pollack C, Zucker M. Developing a decision instrument to guide computed tomographic imaging of blunt head injury patients. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care.* 2005;59(4):954-9.
108. Stiell IG, Lesiuk H, Brison R, Clement C, De Maio VJ, Wells GA, et al. How Valid Is the Concept of "Clinically Unimportant" Brain Injury in Patients with Minor Head Injury? *Acad Emerg Med.* 2001;8(5):487-8.
109. Joseph B, Friese RS, Sadoun M, Aziz H, Kulvatunyou N, Pandit V, et al. The BIG (brain injury guidelines) project: defining the management of traumatic brain injury by acute care surgeons. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;76(4):965-9.
110. Joseph B, Aziz H, Pandit V, Kulvatunyou N, Sadoun M, Tang A, et al. Prospective validation of the brain injury guidelines: managing traumatic brain injury without neurosurgical consultation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;77(6):984-8.
111. Capron GK, Voights MB, Moore HR, 3rd, Wall DB. Not every trauma patient with a radiographic head injury requires transfer for neurosurgical evaluation: Application of the brain injury guidelines to patients transferred to a level 1 trauma center. *Am J Surg.* 2017;214(6):1182-5.
112. Martin GE, Carroll CP, Plummer ZJ, Millar DA, Pritts TA, Makley AT, et al. Safety and efficacy of brain injury guidelines at a Level III trauma center. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018;84(3):483-9. Epub 2017/12/19.
113. Spektor S, Agus S, Merkin V, Constantini S. Low-dose aspirin prophylaxis and risk of intracranial hemorrhage in patients older than 60 years of age with mild or moderate head injury: a prospective study. *J Neurosurg.* 2003;99(4):661-5.
114. Melville LD, Shah K. Is Antiplatelet Therapy an Independent Risk Factor for Traumatic Intracranial Hemorrhage in Patients With Mild Traumatic Brain Injury? *Ann Emerg Med.* 2017;70(6):910-1.
115. Zangbar B, Pandit V, Rhee P, Khalil M, Kulvatunyou N, O'Keeffe T, et al. Clinical outcomes in patients on preinjury ibuprofen with traumatic brain injury. *Am J Surg.* 2015;209(6):921-6. Epub 2014/09/06.
116. Marincowitz C, Lecky FE, Allgar V, Hutchinson P, Elbeltagi H, Johnson F, et al. Development of a Clinical Decision Rule for the Early Safe Discharge of Patients with Mild Traumatic Brain Injury and Findings on Computed Tomography Brain Scan: A Retrospective Cohort Study. *J Neurotrauma.* 2020;37(2):324-33. Epub 2019/10/08.

117. Borczuk P, Van Ornam J, Yun BJ, Penn J, Pruitt P. Rapid Discharge After Interfacility Transfer for Mild Traumatic Intracranial Hemorrhage: Frequency and Associated Factors. *West J Emerg Med.* 2019;20(2):307-15. Epub 2019/03/19.
118. Levy AS, Orlando A, Salottolo K, Mains CW, Bar-Or D. Outcomes of a Nontransfer Protocol for Mild Traumatic Brain Injury with Abnormal Head Computed Tomography in a Rural Hospital Setting. *World Neurosurgery.* 2014;82(1-2):319-23.
119. Chauny JM, Marquis M, Bernard F, Williamson D, Albert M, Laroche M, et al. Risk of Delayed Intracranial Hemorrhage in Anticoagulated Patients with Mild Traumatic Brain Injury: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Emerg Med.* 2016;51(5):519-28.
120. Choosing Wisely Canada. Avoid Unnecessary Treatments in the ED: Talking with the health care provider can help you make the best decision Toronto: Canadian Medical Association. [modifié le; cité le 8 octobre 2020]. Disponible: <https://choosingwiselycanada.org/unnecessary-treatments-ed/>
121. Lewis LM, Schloemann DT, Papa L, Fucetola RP, Bazarian J, Lindburg M, et al. Utility of Serum Biomarkers in the Diagnosis and Stratification of Mild Traumatic Brain Injury. *Acad Emerg Med.* 2017;24(6):710-20.
122. Bouvier D, Oris C, Brailova M, Durif J, Sapin V. Interest of blood biomarkers to predict lesions in medical imaging in the context of mild traumatic brain injury. *Clin Biochem.* 2020;85:5-11. Epub 2020/08/12.
123. Teasdale G, Jennett B. Assessment and prognosis of coma after head injury. *Acta neurochirurgica.* 1976;34(1-4):45-55.

## ANNEXE I: LE SCORE DE GLASGOW (GCS)

Tableau 9 : Le score de Glasgow (GCS)(123)

Évaluation	Réponse	Score
Réponse motrice	Obéit aux ordres simples	6
	Localise la douleur	5
	Retire à la douleur	4
	Flexion anormale (décérébration)	3
	Extension anormale (décortication)	2
	Pas de réponse	1
Réponse verbale	Orientée dans l'identification de soi, de l'espace et du temps	5
	Confuse	4
	Inappropriée	3
	Incompréhensible	2
	Pas de réponse	1
Ouverture des yeux	Spontanée	4
	À la parole	3
	À la douleur	2
	Pas de réponse	1

## ANNEXE II : CANADIAN CT HEAD RULE

---

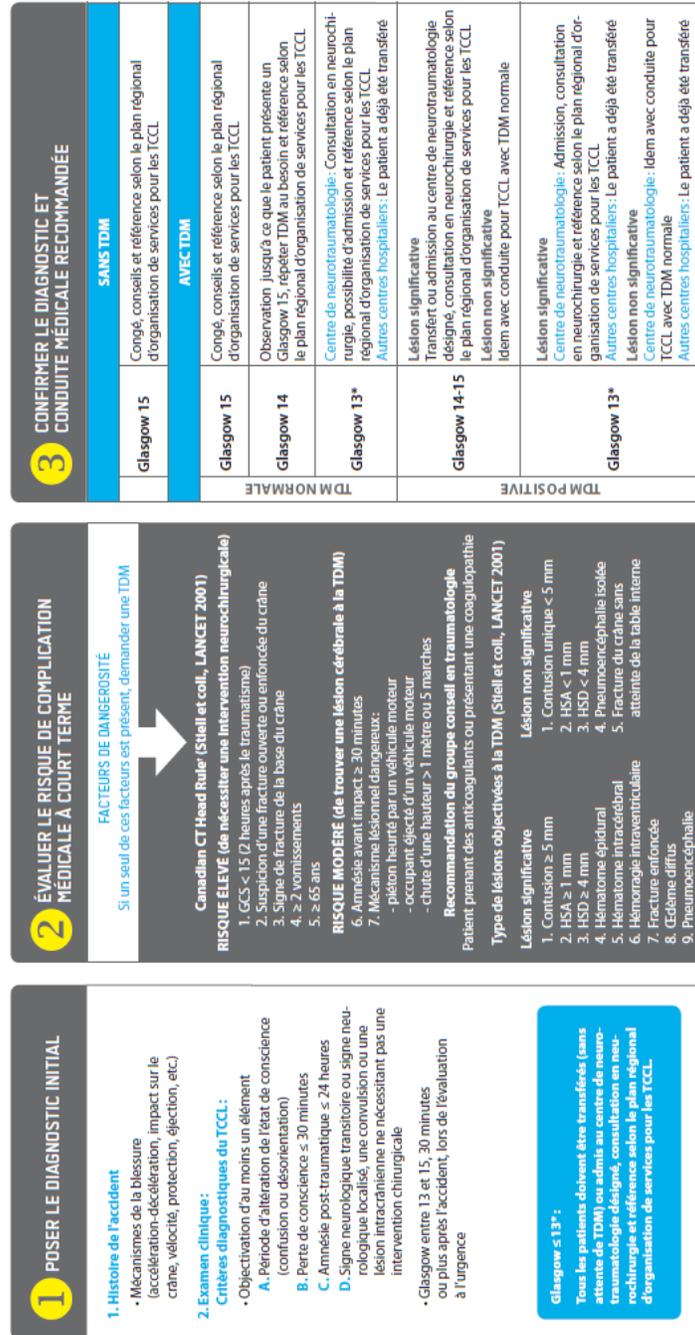
Tableau 10: La règle de décision clinique « Canadian CT Head Rule »(40)

Risque	Variables
Élevé	<ul style="list-style-type: none"><li>• GCS &lt; 15 2h après le traumatisme</li><li>• Fracture du crâne enfoncée ou ouverte suspectée</li><li>• Signes de fracture de la base du crâne</li><li>• <math>\geq 2</math> épisodes de vomissement</li><li>• Âge <math>\geq 65</math> ans</li></ul>
Modéré	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amnésie antérograde &gt; 30 minutes</li><li>• Mécanisme dangereux (piéton frappé par véhicule, automobiliste éjecté de son véhicule, chute d'une hauteur &gt; 1 mètre ou de 5 marches)</li></ul>

# ANNEXE III: ALGORITHME DE L'INESSS

## INESSS LE SAVOIR PREND FORME

### ALGORITHME DÉCISIONNEL POUR LA GESTION DU RISQUE DE COMPLICATIONS NEUROLOGIQUES GRAVES À LA SUITE D'UN TCCL, CLIENTÈLE ADULTE (Guide de pratique qui ne se substitue pas au jugement clinique)



\* Règle dérogatoire

Cette règle s'applique seulement aux établissements pour lesquels une évacuation médicale aérienne (EMV) est nécessaire.

En lien avec le fait démontré que plusieurs cas présentent un Glasgow  $\leq$  13 non associé à un mécanisme lésionnel dangereux, mais lié à une composante d'intoxication, la règle dérogatoire se lit comme suit:

1. Tous les neurotraumatisés avec un Glasgow  $\leq$  13 associé ou non à un mécanisme lésionnel dangereux et présentant une TDM positive devront être transférés en neurotraumatologie au centre tertiaire désigné.

2. Tous les neurotraumatisés avec un Glasgow  $\leq$  13 non associé à un mécanisme lésionnel dangereux et présentant une TDM normale devront être transférés en neurotraumatologie au centre tertiaire désigné si, après 24 heures d'observation, il n'y a pas d'amélioration de leur Glasgow.

\* Critères d'exclusion:  $<$  16 ans, pas de perte de conscience, amnésie ou désorientation, pas d'histoire de trauma (ex.: syncope, convulsion), fracture ouverte ou enfoncée évidente du crâne, déficit neurologique focalisé, instabilité hémodynamique, convulsion à la suite d'un impact, coagulopathie ou coagulopathie, consulté à l'urgence pour la seconde fois pour le même trauma ou patiente enceinte.

Décembre 2011

