



# Limiter l'exposition aux radiations chez la population pédiatrique grâce au PECARN

Par Joanie L'Abbé et Taj Al-Al-Sultan Al-Ghourri  
R1 UMF Cité-de-la-Santé à Laval

# Objectifs

Déterminer si la règle de décision clinique Pediatric Emergency Care Applied Research Network (**PECARN**) diminue la nécessité d'avoir recours à une tomodensitométrie cérébrale comparé à la pratique hospitalière habituelle chez les enfants âgés de moins de 18 ans ayant subi un traumatisme crânien.

Aider les médecins à éliminer de façon sécuritaire la présence d'une lésion cérébrale importante et limiter l'exposition aux radiations.



# Mise en contexte

- USA: leucémie et lymphome = 40% des cancers (0-14 ans)
- ↑ incidence des leucémies de 0.7% entre 1975-2010

Lien entre exposition aux radiations diagnostiques et ces statistiques?

## Préoccupation scientifique:

- Augmentation de l'incidence de néoplasie et des atteintes neurocognitives pourraient s'expliquer par les effets à long terme d'une exposition aux radiations
- Haut taux de division et croissance cellulaire chez l'enfant = Vulnérabilité à la radiation
- TDM serait en cause de 1.5-2% de tous les cancers aux USA



# Introduction



USA: TCC ped > 500 000 consultations/an à l'urgence

- 90% = mineurs

TDM cérébrale = modalité diagnostique de choix

- > 1 million d'enfants/an: exposition inutile

PECARN:

- Validée en 2009, large étude > 40 000 enfants
- Aider les médecins à éliminer de façon sécuritaire la présence d'une lésion cérébrale importante et limiter l'exposition aux radiations
- Surpasse le CATCH et CHALICE
- Sensibilité > 96% (2 groupes d'âge: **< 2 ans** et **2 à 18 ans**)

# Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN)

< 2 ans	2 à 17 ans
<b>TDM cérébrale recommandée</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Glasgow anormal</li><li>• Fracture du crâne palpable</li><li>• Status neuro altéré</li></ul>	<b>TDM cérébrale recommandée</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Glasgow anormal</li><li>• Signe de fracture de la base du crâne</li><li>• Status neuro altéré</li></ul>
<b>TDM cérébrale ou Observation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hématome du scalp pariétal, occipital ou temporal</li><li>• Notion de perte de conscience <math>\geq 5</math> secondes</li><li>• Mécanisme à risque</li><li>• Comportement anormal</li></ul>	<b>TDM cérébrale ou Observation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Perte de conscience</li><li>• Vomissements</li><li>• Mécanisme à risque</li><li>• Céphalées sévères</li></ul>

# PICO

Chez les enfants âgés de moins de 18 ans ayant subi un traumatisme crânien, est-ce que l'application de la règle de décision clinique Pediatric Emergency Care Applied Research Network (**PECARN**) diminue la nécessité d'avoir recours à une tomodensitométrie cérébrale comparée à la pratique hospitalière habituelle?



- |   |   |
|---|---|
| P | Enfant < 18 ans ayant subi un traumatisme crânien léger |
| I | Utilisation de la règle de décision clinique PECARN     |
| C | Pratique hospitalière habituelle                        |
| O | Nombre de tomodensitométrie cérébrale                   |

# Méthodologie

## Revue de la littérature:

- Mots MESH
- Recherche libre
- Effet boule de neige



## Stratégie de recherche

Brain Injuries OR Craniocerebral Trauma OR concussion\*.ab,kf,-. OR "craniocerebral traum\*".ab,kf,-.  
OR TBI.ab,kf,-. OR "brain injur\*".ab,kf,-. OR "brain contusion\*".ab,kf,-.»

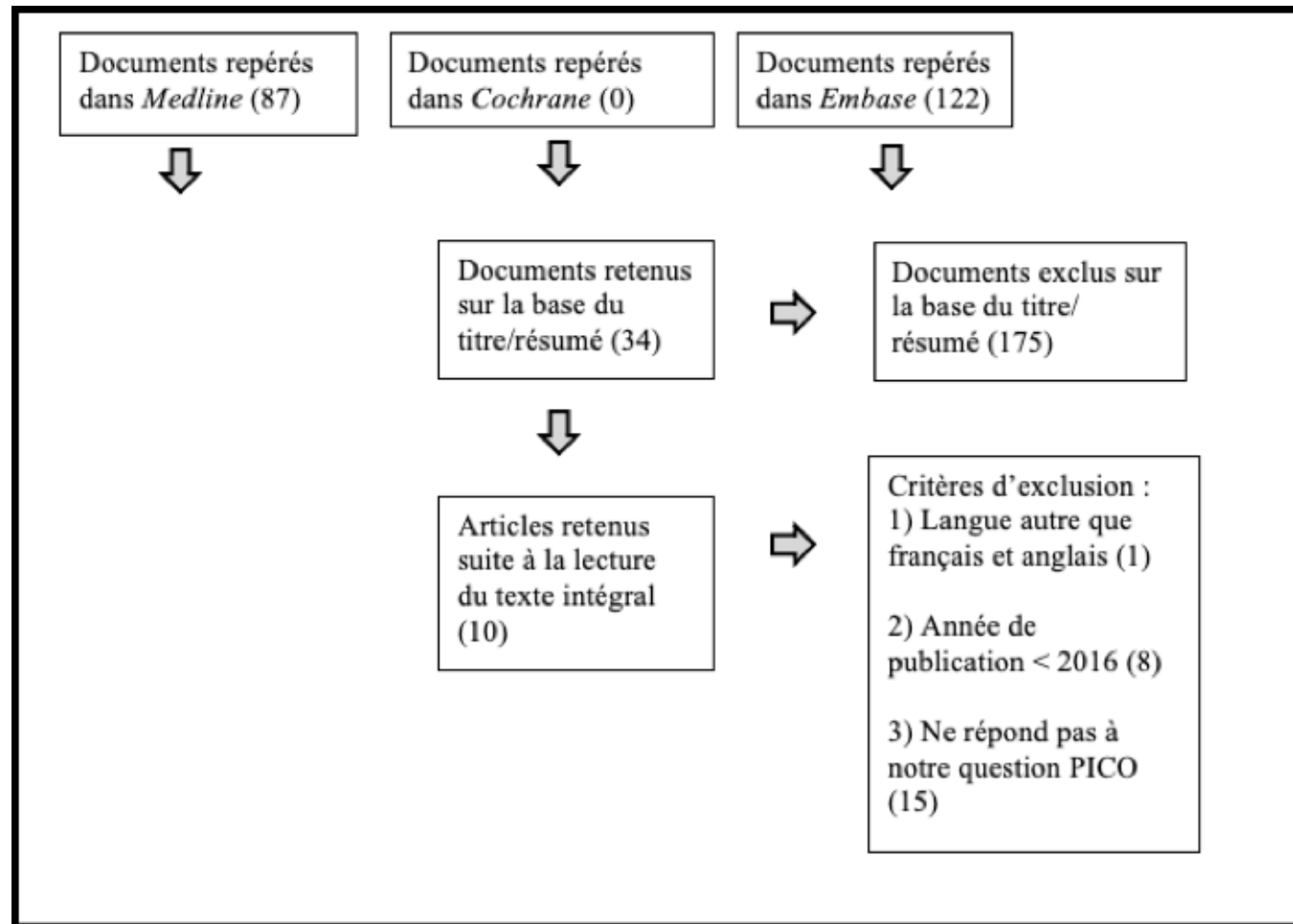
ET

« Child OR Pediatrics OR "pediatr\*".ab,kf,-. OR "child\*".ab,kf,-. OR adolescent OR infant OR  
"adolescent\*".ab,kf,-. OR "infant\*".ab,kf,-. OR "newborn\*".ab,kf,-.»

ET

« Pecarn.ab,kf,-. OR pediatric emergency care applied research network\*.ab,kf,-. » ET « Radia-on  
Exposure OR "radia-on exposure\*" OR tomography OR scan.ab,kf,-. OR Tomography, X-Ray  
Computed»

# Méthodologie





# Méthodologie



Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Enfants de moins de 18 ans	Langue autre que le français et l'anglais
Glasgow 14-15	Année de publication < 2016
Diagnostic de TCC léger	Ne répond pas à notre question PICO
Présentation à l'urgence	
PECARN appliqué	

# Résultats

## 1

### Implementation of a Clinical Decision Support System for Children With Minor Blunt Head Trauma Who Are at Nonnegligible Risk for Traumatic Brain Injuries

<b>Année</b>	2019
<b>Lieu</b>	5 départements d'urgence pédiatriques et 8 départements d'urgence générale en Californie, États-Unis
<b>But</b>	Déterminer si l'utilisation du PECARN et des recommandations incluant une option d'observation à l'urgence, peuvent affecter l'utilisation de TDM cérébrales chez les enfants ayant un TCC mineur avec un ou plusieurs risques intermédiaires du PECARN.
<b>Type d'étude</b>	Analyse secondaire d'un essai clinique avec comparatif non-randomisé
<b>Population</b>	5804 patients (Novembre 2011 à juin 2014): < 18 ans, se présente dans les 24h à l'urgence, trauma cérébral contondant mineur (Glasgow 14 ou 15) avec 1 ou + facteur de risque intermédiaire décrit dans le PECARN.
<b>Exclusion</b>	Trauma pénétrant, tumeur cérébrale, coagulopathie connue, shunt ventriculaire, maladie neurologique préexistante compliquant l'évaluation, imagerie médicale obtenue dans un autre centre avant présentation, trauma mineur insignifiant (tel que décrit dans les critères du PECARN) Participants avec données manquantes ou incomplètes
<b>Intervention</b>	Application du PECARN
<b>Résultats p &lt; 0.05</b>	- Ajusté pour le temps, l'âge et le site, il y a une diminution de la proportion de TDM cérébrales après l'utilisation du support de décision clinique (OR 0.73) - Diminution du nombre de TDM cérébrales (2 à 17 ans): (OR ajusté 0.7)
<b>Forces et limitations</b>	<u>Bonne validité externe.</u> Échantillon de 5804 patients Pas de randomisation ni de calcul de puissance

# Résultats

## 2 Pediatric minor head trauma in Brazil and external validation of PECARN rules with a costeffectiveness analysis

<b>Année</b>	2020
<b>Lieu</b>	Hôpital public João XXIII, Minas Gerais au Brésil
<b>But</b>	Évaluer l'applicabilité et la rentabilité des règles du PECARN pour un TCC et rationaliser l'utilisation de la tomodensitométrie cérébrale.
<b>Type d'étude</b>	Étude d'observation (étude de cohorte) rétrospective
<b>Population</b>	1328 patients, < 18 ans, ayant un TCC mineur, se présentant à l'urgence dans les 24 h Ayant eu un scan cérébral entre janvier à décembre 2016
<b>Exclusion</b>	Score de Glasgow < 13, histoire de trauma pénétrant, tumeur cérébrale, coagulopathie connue, shunt intracrânien, maladie neurologique préexistante Données manquantes ou incomplètes
<b>Intervention</b>	Application du PECARN
<b>Résultats <math>p &lt; 0.005</math></b>	Après l'application du PECARN, 77.6% des patients ne nécessitaient pas de scan cérébral.
<b>Forces et limitations</b>	<u>Peu généralisable puisqu'un seul centre hospitalier</u> Échantillon 1328 patients <u>Peu de biais</u> Pas de calcul de puissance P-value < 0,005

# Résultats

## 3 Pediatric Emergency Care Applied Research Network head injury prediction rules: on the basis of cost and effectiveness

<b>Année</b>	2017
<b>Lieu</b>	Ankara Training and Research Hospital, Ankara, Turkey
<b>But</b>	Évaluer l'efficacité du PECARN pour prédire des lésions cérébrales importantes et déterminer la quantité de ressource gaspillée, ainsi que l'exposition à l'irradiation non-nécessaire
<b>Type d'étude</b>	Étude rétrospective descriptive transversale
<b>Population</b>	1041 patients: < 18 ans, ayant un TCC contondant, se présentant à l'urgence dans les 24h, score de Glasgow 14-15 Ayant eu un scan cérébral entre septembre 2015 et juillet 2016
<b>Exclusion</b>	Trauma mineur insignifiant, comorbidités neurologiques, coagulopathie connue, abus physique suspecté, données incomplètes.
<b>Intervention</b>	Application du PECARN
<b>Résultats <math>p &lt; 0.05</math></b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- PECARN arrive à prédire la présence de pathologie avec une sensibilité de 74.8% et une spécificité de 91.7%</li><li>- Chez les patients avec une lésion cérébrale pathologique, 25.2% auraient été classifiés dans: PECARN = non-approprié pour scan cérébral (<math>p &lt; 0.001</math>), la majorité étant fx non-déplacée</li><li>- 40% des hémorragies/contusions cérébrales n'auraient pas eu de scan cérébral</li></ul>
<b>Forces et limitations</b>	Peu généralisable puisqu'un seul centre hospitalier Échantillon 1041 patients Peu de biais Pas de calcul de puissance <u>Classification détaillée des trouvailles radiologiques pathologiques</u> <u>Seule étude qui calcule la sensibilité/ spécificité du PECARN</u>

# Résultats

## 4 Use of Traumatic Brain Injury Prediction Rules With Clinical Decision Support

<b>Année</b>	2017
<b>Lieu</b>	5 départements d'urgence pédiatriques et 8 départements d'urgence général en Philadelphie aux États-Unis
<b>But</b>	Déterminer si l'implantation du PECARN et si la détection des risques de lésion cérébrale importante, à l'aide d'un aide à la décision clinique informatisée, diminue l'utilisation de TDM cérébrale pour les enfants ayant subi un TCC léger.
<b>Type d'étude</b>	Étude expérimentale avec comparatif non-randomisé
<b>Population</b>	19 029 patients: < 18 ans, trauma cérébral contondant mineur (Glasgow 14-15), se présentant à l'urgence dans les 24h Entre novembre 2011 et juin 2014
<b>Exclusion</b>	Trauma pénétrant, tumeur cérébrale, coagulopathie connue, shunt ventriculaire, maladie neurologique préexistante compliquant l'évaluation, imagerie médicale obtenue dans un autre centre avant présentation, trauma mineur insignifiant (tel que décrit dans les critères du PECARN)
<b>Intervention</b>	Application du PECARN
<b>Résultats <math>p &lt; 0.05</math></b>	- Diminution significative mais modeste du taux de scan cérébral pour les enfants à très bas risque de lésion cérébrale compliquée après l'utilisation du support de décision clinique dans 2 urgences pédiatriques (surtout < 2 ans), mais aucune diminution significative dans les 2 autres urgences pédiatriques. (OR 0.56 et 0.49) - Peu de changement dans le taux de scan cérébral après utilisation du SDC dans les urgences générales
<b>Forces et limitations</b>	5 départements d'urgence pédiatriques et 8 départements d'urgence générale Échantillon de 19 029 patients <u>Étude non faite à l'aveugle</u> <u>Pas de randomisation ni de calcul de puissance</u>

# Résultats

## 5 Adherence to PECARN criteria in children transferred to a pediatric trauma center: An opportunity for improvement?

<b>Année</b>	2020
<b>Lieu</b>	Centre de trauma pédiatrique (St Christopher Hospital for Children, Philadelphie)
<b>But</b>	Évaluer la compliance de l'utilisation du PECARN des hôpitaux externes chez les enfants transférés au centre de trauma pédiatrique dans un but d'éducation et d'amélioration.
<b>Type d'étude</b>	Étude descriptive rétrospective transversale
<b>Population</b>	149 patients: < 18 ans, transférés à partir de 31 hôpitaux communautaires entre mai 2016 et décembre 2018 ayant eu une TDM cérébrale dans un hôpital externe
<b>Exclusion</b>	Données incomplètes, trauma pénétrant, abus physique
<b>Intervention</b>	Application du PECARN
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aucun enfant n'ayant pas eu de scan recommandé, selon le PECARN, n'avait de lésion cérébrale compliquée</li><li>- 1 sur 5 des scans cérébraux n'était pas recommandé selon le PECARN</li><li>- 53% des décisions cliniques partagées auraient pu ne pas avoir de scan cérébral</li><li>- 6 enfants (4%) ont eu une lésion cérébrale compliquée cliniquement +. Parmi ces 6: PECARN a recommandé un CT chez 4, et décision partagée pour 2.</li></ul>
<b>Forces et limitations</b>	<p><u>1 centre hospitalier mais recevant transfert de 31 hôpitaux/ centres communautaires</u> <u>Petit échantillon</u> de 149 patients donc peu généralisable Étude qui partage selon 3 classifications grâce au PECARN: 1) Scan cérébral recommandé 2) Décision partagée 3) Scan cérébral non-recommandé Uniquement patients ayant eu un scan dans l'hôpital initial ont été inclus Pas de calcul de puissance</p>

# Résultats

## 6

### The impact of the introduction of PECARN head CT rules on the utilisation of head CT scans in a private tertiary hospital in Sub-Saharan Africa

<b>Année</b>	2017
<b>Lieu</b>	AKUHN (Aga Khan University Hospital Nairobi), Kenya
<b>But</b>	Déterminer la proportion de scan cérébraux pour enfants avec TCC mineur et la conduite en tenir après l'application des règles du PECARN comparé à la pratique hospitalière habituelle.
<b>Type d'étude</b>	Cohorte quasi-expérimentale
<b>Population</b>	85 patients: < 18 ans, ayant un TCC contondant, se présentant à l'urgence dans les 24h, score de Glasgow de 14-15 Ayant eu un scan cérébral entre décembre 2015 et février 2016
<b>Exclusion</b>	ATCD de procédure neurochirurgicale, hx de trauma cérébral pas claire, ATCD d'épilepsie ou de coagulopathie, trauma mineur insignifiant.
<b>Intervention</b>	Application du PECARN
<b>Résultats p &lt; 0.05</b>	- Diminution du nombre de scan cérébraux de 56% à 33% (p = 0.05) avant et après l'introduction du PECARN - Tous les patients inclus dans l'étude ont eu un suivi 2 semaines après consultation, et aucun n'a eu un diagnostic de complication
<b>Forces et limitations</b>	Peu généralisable puisqu'un seul centre hospitalier Faible échantillon de 85 patients Protocole réenseigné à plusieurs reprises aux professionnels de la santé pour meilleure application du PECARN <u>Pression et menaces parentales ont augmentées la qté de scan faits post introduction du PECARN</u> Manque beaucoup de détails.

# Résultats

## 7 Reducing Head CT Use for Children With Head Injuries in a Community Emergency Department

<b>Année</b>	2017
<b>Lieu</b>	St Peter Hospital, Olympia Washington
<b>But</b>	Évaluer un projet d'amélioration de la qualité pour réduire le taux de TDM cérébrales chez les enfants de moins de 18 ans avec TCC en implémentant une aide à la décision clinique. Plus spécifiquement, diminuer le taux de TDM cérébraux chez les patients pédiatriques ayant un TCC de 29 à 20% en 12 mois.
<b>Type d'étude</b>	Étude expérimentale rétrospective avec comparatif non-randomisé
<b>Population</b>	1346 patients: < 18 ans, se présentant à l'urgence pour TCC Entre février 2013 et octobre 2015
<b>Exclusion</b>	Comorbidité augmentant le risque de saignement ou lésion cérébrale (hémophilie, thrombocytopenie, shunt ventriculopéritonéale) Patient à l'H > 12h évalué pour comorbidité psychiatrique
<b>Intervention</b>	Application d'un protocole clinique adapté du PECARN chez les médecins de l'urgence + assistants des médecins
<b>Résultats p &lt; 0.01</b>	- Diminution du taux de scan cérébral de 29.2% à 17.4% pour les professionnels - Diminution du taux de scan cérébral mensuel de 12%
<b>Forces et limitations</b>	Peu généralisable puisqu'un seul centre hospitalier Échantillon de 1346 participants Pas de calcul de puissance <u>Pas d'information sur les critères utilisés pour le PECARN adapté</u> Protocole révisé et réajusté q 3-4 mois avec professionnels Biais de données complètes



# Résultats

## 8

### Impact of the Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) guidelines on emergency department use of head computed tomography at a level I safety-net trauma center

<b>Année</b>	2019
<b>Lieu</b>	Nassau University Medical Center à NY (centre de trauma niveau 1)
<b>But</b>	Évaluer s'il y a eu un changement au niveau de l'utilisation du TDM cérébrale chez les patients pédiatriques avec un TCC léger après la publication du PECARN et identifier les facteurs de risque associés à la réalisation de TDM cérébrale lorsqu'il n'y a pas d'indications selon le PECARN.
<b>Type d'étude</b>	Étude de cohorte rétrospective
<b>Population</b>	485 patients: < 18 ans, se présentant à l'urgence pour un TCC léger Glasgow de 14 ou 15 et règles du PECARN applicables
<b>Exclusion</b>	Données incomplètes
<b>Intervention</b>	Publication du PECARN
<b>Résultats <math>p &lt; 0.05</math></b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 83.9% des patients n'ayant pas d'indication de scan cérébral selon le PECARN ont eu un scan dont 1 % ont eu une trouvaille radiologique d'une lésion cérébrale cliniquement importante.</li><li>- Il n'y a pas de changement significatif au niveau des OR pour un scan cérébral non-indiqué entre le groupe pré et post-PECARN malgré l'ajustement.</li></ul>
<b>Forces et limitations</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Peu généralisable puisqu'un seul centre hospitalier</li><li>Échantillon de 485 enfants</li><li><u>Aucune information si le PECARN a vraiment été appliqué</u></li><li>Pas de calcul de puissance</li><li>Pas de randomisation et différence entre les caractéristiques des groupes notées (âge, score de Glasgow, mécanisme du trauma)</li></ul>

# Résultats



## Intent of health care providers to adopt a clinical decision support tool in the management of minor pediatric head injuries

<b>Année</b>	2020
<b>Lieu</b>	Une unité d'urgence à Brooklyn, NY
<b>But</b>	Éduquer les travailleurs de la santé sur les risques de prescrire des scans cérébraux et sur l'utilité du PECARN dans la gestion de lésions cérébrales mineures chez les enfants.
<b>Type d'étude</b>	Étude expérimentale avec comparatif non-randomisé
<b>Population</b>	10 travailleurs de la santé (médecins, docteur en médecine ostéopathe, infirmière praticienne, PA) : volontaires, travaillant à l'urgence.
<b>Exclusion</b>	Aucun (volontariat)
<b>Intervention</b>	Issue 1° et 2°: Enseignement Issue 3°: Utilisation du PECARN
<b>Résultats</b>	- La moyenne de CT cérébraux demandés pour lésion cérébrale mineure pédiatrique 3 mois pré-projet ont passé de 54.76%, à 17.39% à 8 et 9 semaines post-projet. - 82.61% de ces CT cérébraux demandés étaient appropriés selon le protocole PECARN.
<b>Forces et limitations</b>	10 travailleurs de la santé volontaires d'un seul hôpital Aucuns critères d'exclusion <u>Résultats peu élaborés, car issue tertiaire</u> (nombre de patient scannés non mentionné et donc pourcentages difficilement interprétables) Pas de calcul de puissance Analyse descriptive

# Résultats

## 10 Compliance with PECARN head injury decision rules in children under two years old

<b>Année</b>	2020
<b>Lieu</b>	Haydarpaşa Numune Training and Research Hospital, Turquie
<b>But</b>	Évaluer la compliance au PECARN pour la prise de décision de faire une TDM cérébrale chez un enfant de moins de deux ans ayant un TCC
<b>Type d'étude</b>	Étude descriptive rétrospective transversale
<b>Population</b>	262 patients: < 2 ans, se présentant à l'urgence < 24h pour un TCC léger
<b>Exclusion</b>	Trauma pénétrant, tumeur cérébrale, coagulopathie connue, shunt ventriculaire, maladie neurologique préexistante compliquant l'évaluation, imagerie médicale obtenue dans un autre centre avant transfert, trauma mineur insignifiant (tel que décrit dans les critères du PECARN), Glasgow < 14
<b>Intervention</b>	Application du PECARN
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Parmi 214 patients ayant eu un scan cérébral, 89 patients (34%) auraient eu un scan selon PECARN, et 4 ont eu une lésion cérébrale importante</li><li>- Chez les patients ayant eu un scan cérébral sans répondre aux critères du PECARN, aucun n'a subi de lésion cérébrale importante</li></ul>
<b>Forces et limitations</b>	<p><u>Étude qui inclue les enfants de moins de 2 ans uniquement</u> Durée de l'étude d'un mois uniquement Étude descriptive 22 pertes au suivi Pas d'information pour expliquer pourquoi 48 patients n'ont pas été scannés et biais de vérification secondaire vuciTBI non exclu.</p>

# Discussion



- **9/10 études:** méthodologie orientée vers notre PICO et basées sur le protocole du PECARN de 2009
- Critères d'inclusion: similaires et comparables aux critères originaux du PECARN, à l'exception de l'étude Zarchi et al
- **8/10 études:** diminution générale significative du nombre de TDM cérébrale après l'introduction du PECARN.
  - 9e étude: va tout de même dans ce sens, mais aucun seuil de signification mentionné
  - 10e étude: ne reconnaît pas de différence significative, mais il nous est impossible de savoir si le PECARN a bel et bien été appliqué
- **2/10 études:** catégorisation des sujets de manière à refléter les options suggérées par PECARN, soit:  
TDM appropriée, TDM non-appropriée, ou Décision partagée

# Discussion



- Sélection d'études à partir de 2016: dernières données et recul depuis son approbation
- Exclusion: articles qui comparaient PECARN aux autres scores cliniques
  - Données probablement intéressantes

## Issues secondaires récurrentes:

- **Durée de séjour à l'urgence:** parfois prolongée de manière statistiquement significative, mais jamais cliniquement significative (< 30min/patient)
- **Taux de compliance des professionnels:** faible dans 2 études sur 3
- **Sexe:** une fille aurait plus de chance d'avoir une TDM cérébrale même si elle n'est pas recommandée 2° fragilité physiologique par rapport à garçon (Biais du genre)
- **Coût**

# Discussion

## Forces et limites



- F:** 7/10 articles: rétrospectifs, a permis aux chercheurs d'appliquer le PECARN chez des patients déjà imagés --> conclusions plus objectives.
- F:** Données supportent et suivent les tendances des lignes directrices du PECARN validées en 2009 --> rassurance quant à son utilité sécuritaire
- L:** Exclusion de plusieurs patients dont les données sont incomplètes
- L:** Possibilité de réadmission des sujets dans d'autres centres hospitaliers & pertes au suivi
- L:** Faible validité interne: aucune étude n'est randomisée & aucun article n'a rapporté de calcul de Puissance
- L:** Faible validité externe: petits échantillons, 1 seul centre
- L:** Biais de volontariat chez les professionnels de la santé: interprétation de certains résultats

# Conclusion et ouverture

- La règle de décision du PECARN est prônée à Ste-Justine
- Selon notre analyse, la majorité des études supportent cette conduite
- PECARN devrait être sécuritairement propagée à travers les centres communautaires et généraux
- Autres issues explorer:  
Coût, durée séjour, PECARN selon l'âge.



# Merci beaucoup!

Dre Layani

Dre Pacitto-Allard

Mme Loredana Caputo





# Bibliographie



- Bharadwaj, S., & Rucker, J. (2016). Minor head injury: Limiting patient exposure to ionizing radiation, risk stratification, and concussion management. *Current opinion in pediatrics*, 28(1), 121-131. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000297>
- Bressan, S., Romanato, S., Mion, T., Zanconato, S., & Da Dalt, L. (2012). Implementation of adapted PECARN decision rule for children with minor head injury in the pediatric emergency department. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 19(7), 801-807. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2012.01384.x>
- Dayan, P. S., Ballard, D. W., Tham, E., Hoffman, J. M., Swietlik, M., Deakayne, S. J., Alessandrini, E. A., Tzimenatos, L., Bajaj, L., Vinson, D. R., Mark, D. G., Offerman, S. R., Chettipally, U. K., Paterno, M. D., Schaeffer, M. H., Wang, J., Casper, T. C., Goldberg, H. S., Grundmeier, R. W., ... and Partners Healthcare; Traumatic Brain Injury-Knowledge Translation Study Group. (2017). Use of Traumatic Brain Injury Prediction Rules With Clinical Decision Support. *Pediatrics*, 139(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2709>
- Furtado, L. M. F., da Costa Val Filho, J. A., Dos Santos, A. R., E Sá, R. F., Sandes, B. L., Hon, Y., Dos Santos Júnior, E. C., & Faleiro, R. M. (2020). Pediatric minor head trauma in Brazil and external validation of PECARN rules with a cost-effectiveness analysis. *Brain Injury*, 34(11), 1467-1471. <https://doi.org/10.1080/02699052.2020.1802667>
- Gerber, N., Sookraj, K., Munnangi, S., Angus, L. D. G., Lamba, V., Kumar, K., & Doraiswamy, B. (2019). Impact of the Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) guidelines on emergency department use of head computed tomography at a level I safety-net trauma center. *Emergency radiology*, 26(1), 45-52. <https://doi.org/10.1007/s10140-018-1645-4>

# Bibliographie



- Gerilmez, A., & Calisaneller, A. T. (2020). Compliance with PECARN head injury decision rules in children under two years old. *İki yasından küçük çocuklarda PECARN kafa travması klinik karar kurallarına uyum.*, 26(3), 462-468. <https://doi.org/10.14744/tjtes.2019.36902>
- Gokharman, F. D., Aydin, S., Fatihoglu, E., & Kosar, P. N. (2017). Pediatric Emergency Care Applied Research Network head injury prediction rules: On the basis of cost and effectiveness. *Turkish journal of medical sciences*, 47(6), 1770-1777. <https://doi.org/10.3906/sag-1703-206>
- Jennings, R. M., Burtner, J. J., Pellicer, J. F., Nair, D. K., Bradford, M. C., Shaffer, M., Uspal, N. G., & Tieder, J. S. (2017). Reducing Head CT Use for Children With Head Injuries in a Community Emergency Department. *Pediatrics*, 139(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1349>
- Kauffman, J. D., Litz, C. N., Thiel, S. A., Nguyen, A. T. H., Carey, A., Danielson, P. D., & Chandler, N. M. (2018). To Scan or Not to Scan: Overutilization of Computed Tomography for Minor Head Injury at a Pediatric Trauma Center. *The Journal of surgical research*, 232(k7b, 0376340), 164-170. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.06.005>
- Kobe, I. O., Qureshi, M. M., Hassan, S., & Oluoch-Olunya, D. L. (2017). The impact of the introduction of PECARN head CT rules on the utilisation of head CT scans in a private tertiary hospital in Sub-Saharan Africa. *Child's Nervous System: ChNS: Official Journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 33(12), 2147-2152. <https://doi.org/10.1007/s00381-017-3577-9>

# Bibliographie



- Nishijima, D. K., Yang, Z., Urbich, M., Holmes, J. F., Zwiennenberg-Lee, M., Melnikow, J., & Kuppermann, N. (2015). Cost-effectiveness of the PECARN rules in children with minor head trauma. *Annals of emergency medicine*, 65(1), 72-80.e6. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.08.019>
- Pennell, C., Wilson, T., Bruce, M., Dykie, A., Arthur, L. G., Lindholm, E., & Ciullo, S. (2020). Adherence to PECARN criteria in children transferred to a pediatric trauma center: An opportunity for improvement?. *The American journal of emergency medicine*, 38(7), 1546.e1-1546.e4. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.04.042>
- Puffenbarger, M. S., Ahmad, F. A., Argent, M., Gu, H., Samson, C., Quayle, K. S., & Saito, J. M. (2019). Reduction of Computed Tomography Use for Pediatric Closed Head Injury Evaluation at a Nonpediatric Community Emergency Department. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 26(7), 784-795. <https://doi.org/10.1111/acem.13666>
- Shiomi, N., Echigo, T., Hino, A., Hashimoto, N., & Yamaki, T. (2016). Criteria for CT and Initial Management of Head Injured Infants: A Review. *Neurologia medico-chirurgica*, 56(7), 442-448. <https://doi.org/10.2176/nmc.ra.2015-0318>
- Zarchi, T. B. (2020). Intent of health care providers to adopt a clinical decision support tool in the management of minor pediatric head injuries. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 32(2), 168-175. <https://doi.org/10.1097/JXX.0000000000000208>