

TRAUMATISMES CRÂNIENS SÉVÈRES DE L' ENFANT

MP P.MORNAND – HIA Bégin, Saint-Mandé

Le 13 novembre 2014

Jeudi de l'urgence – Brigade des Marins Pompiers
Marseille

ÉPIDÉMIOLOGIE DES TC GRAVES

- 1^e cause de mortalité chez enfant > 1an
- 3^e cause de mortalité < 1 an
- Taux de mortalité des TC graves= 22% (585 enfants)
 - 39% décès = enfants < 2 ans
 - 67% décès = dans les 24 1^e heures => **intervenir au plus tôt!**
- Mécanismes lésionnels:

< 2 ans	chutes	56,5%
	maltraitance	15,5%
> 2 ans	AVP	71%



SYNDROME DU BÉBÉ SECOUÉ

- Nourrisson < 1 an +++,
- 180 à 200 enfants par an en France !
(sous évaluation)
- FDR:
 - ♂ > ♀, prématuré, issu de grossesse multiple
 - Isolement parents
 - Histoire toxicomanie, violences familiales
- Séquelles neuro +++, **mortalité (28%!)**
- Mécanismes invoqués:
 - chute, réanimation après un malaise



Scavarda, Childs Nerv Syst, 2010



PROBLÈME DIAGNOSTIQUE

Le diagnostic de traumatisme crânien infligé par secouement est hautement probable, voire certain si :

80%

80%

- Hémorragies intracrâniennes extra-axiales plurifocales : hématome sous dural (HSD), hémorragies sous-arachnoïdiennes ;
- ET hémorragies rétiniennes (HR) profuses ou éclaboussant la rétine jusqu'à la périphérie ;
- ET histoire absente, fluctuante ou incompatible avec les lésions cliniques ou l'âge de l'enfant.

La coexistence de ces 3 éléments fait porter le diagnostic de traumatisme crânien infligé, vraisemblablement par secousses.

Association possible avec :

- lésions cérébrales hypoxiques ;
- lésions cervicales (hématome intracanalair, lésions médullaires, lésions de la jonction occipito-vertébrale ou cervico-dorsale) ;
- description d'un secouement violent par un témoin.

PARTICULARITÉS PÉDIATRIQUES

- Rapport Volume Tête / Volume Corps
- Faible volume de la boîte crânienne
- Faible musculature axiale cervicale
- Absence de réflexe de protection (anticipation du choc)
- Cerveau plus riche en eau
- Myélinisation incomplète des fibres longues nerveuses

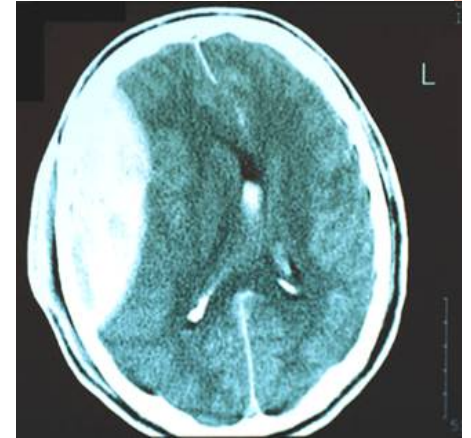


PHYSIOPATHOLOGIE DES LÉSIONS CÉRÉBRALES

○ Hématomes intracrâniens:

- Moins fréquents que chez l'adulte
- 10-30%

Ducrocq. Ped Crit Care Med, 2006



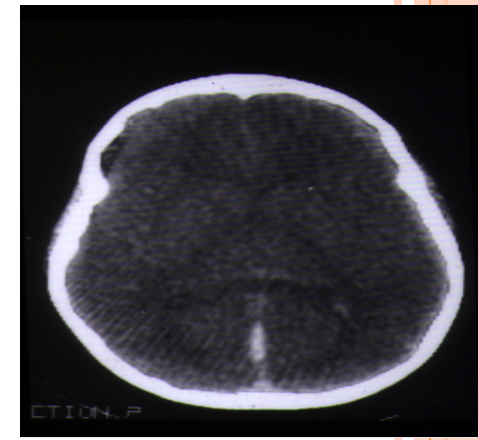
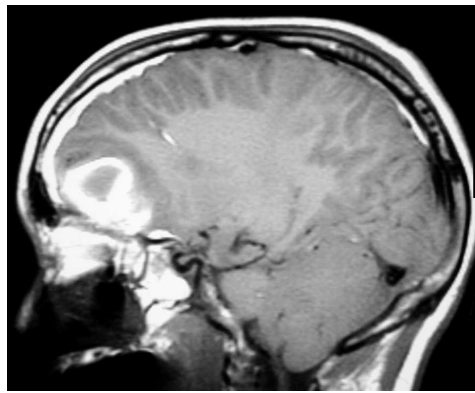
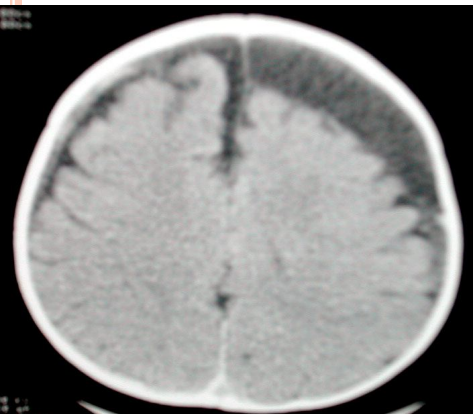
○ Fractures du crâne:

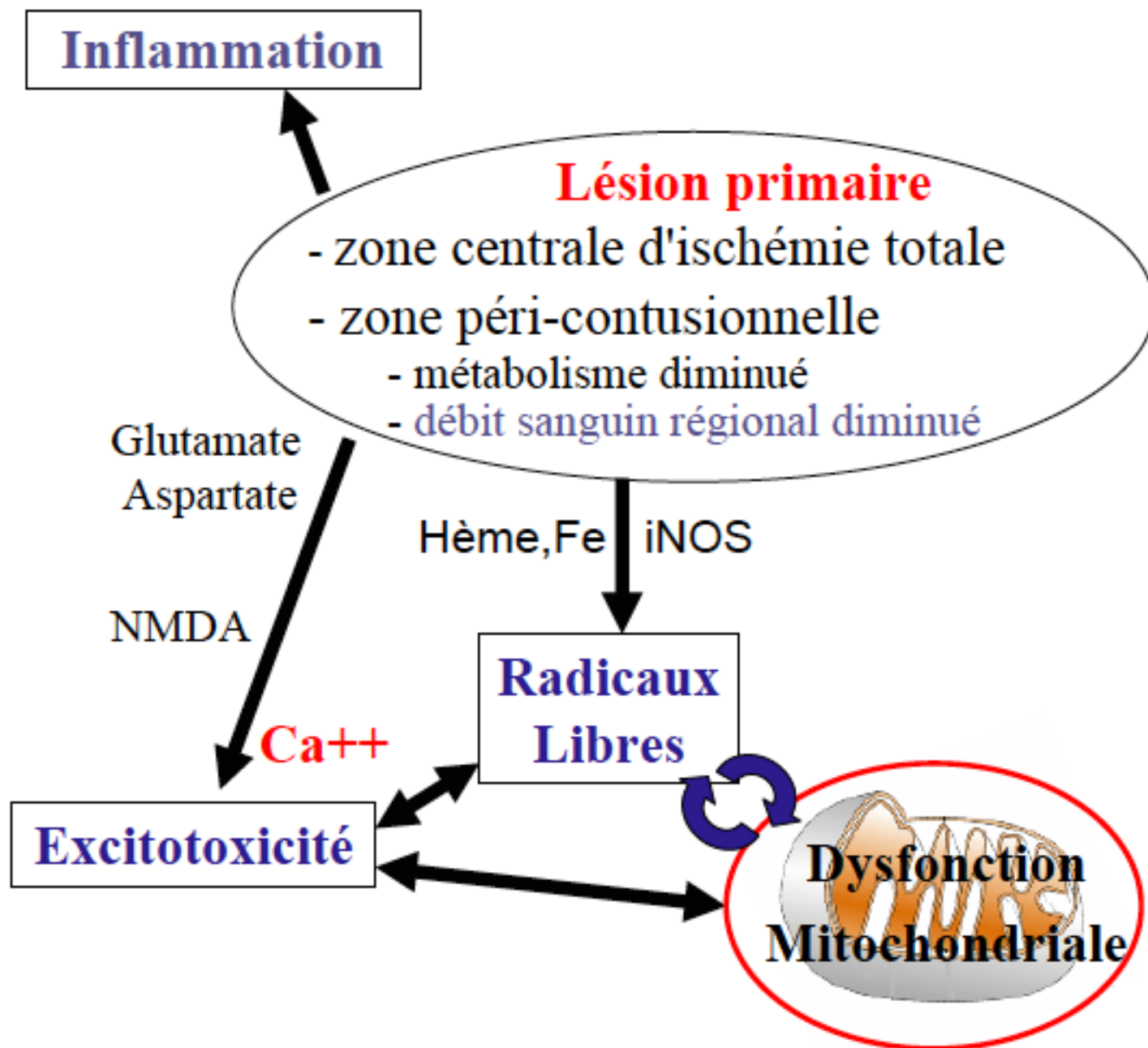
- LIC dans 15-30% des cas

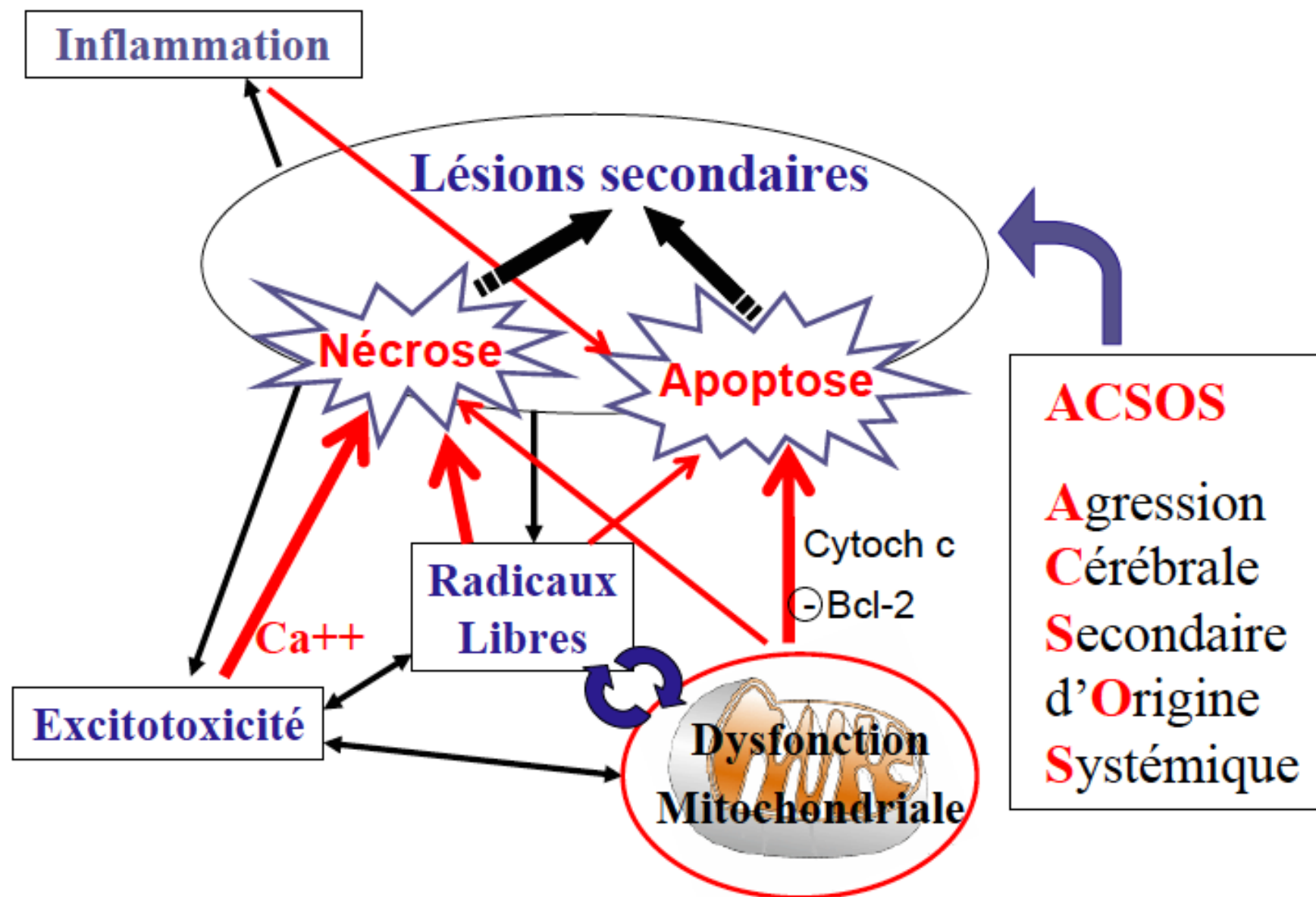
○ Lésions axonales diffuses+++ (avec œdème cérébral)

= *Brain swelling*

- 60 – 80 % des cas *Orliaguet G. Médecine d'urgence, 1996*

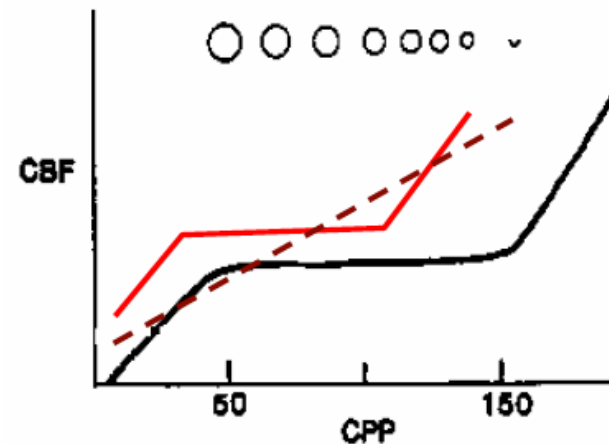






AUTORÉGULATION CÉRÉBRALE

- PAM + basse
- Plateau + étroit
- ➔ Grande sensibilité aux variations tensionnelles



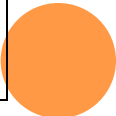
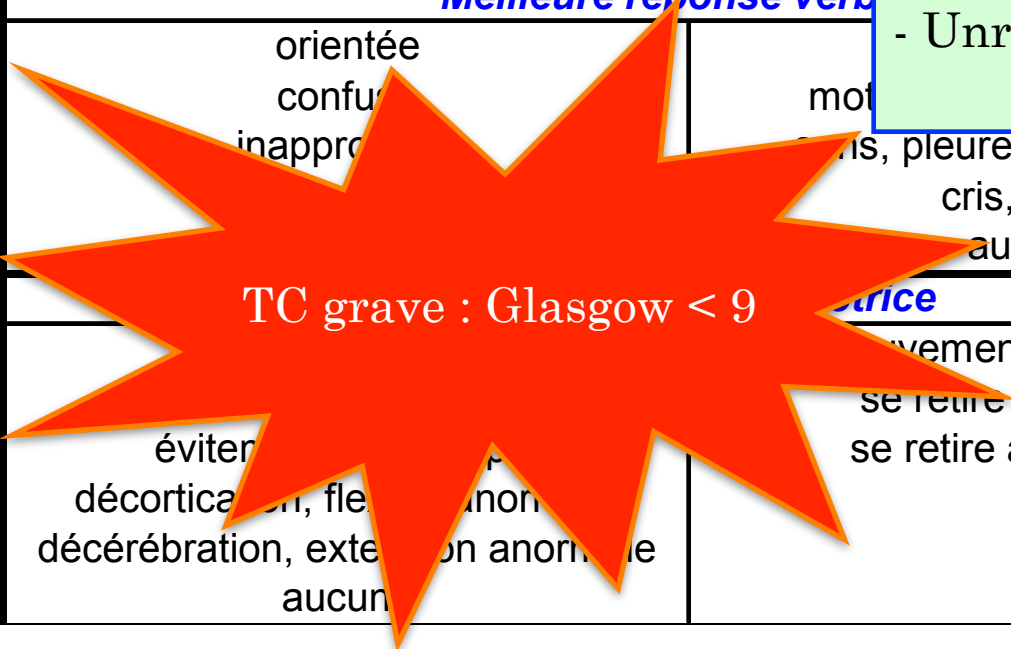
- Abolie dans 40-50% des cas
- Pronostic négatif

Vavilala MS. *Dev Neurosci*, 2006



SCORE DE GLASGOW ADAPTÉ À L'ÂGE

Score	Echelle Adulte	Echelle Pédiatrique
Ouverture yeux		
4	spontanée	-Alerte
3	à la demande	-Voice
2	à la douleur	-Pain => GSC < 9
1	aucune	- Unresponsive
Meilleure réponse verbale		
5	orientée	- Mot
4	confuse	- Pleure - inconsolable
3	inappropriée	- cris, gémit
2		- aucune
1		
Meilleure réponse motrice		
6		- mouvements spontanés
5		- se retire au toucher
4	- éviter	- se retire à la douleur
3	- décortication, flexion anormale	
2	- décérébration, extension anormale	- id
1	- aucune	



PEDIATRIC TRAUMA SCORE (PTS)

	+2	+1	-1
Poids(kg)	>20	10-20	<10
LVA	Normale	Maintenue	Non maintenue
PA systolique	>90	50-90	<50
Etat neuro	Réveillé	Obnubilé	Comateux
Plaie ouverte	NON	Minime	Majeure
Fracture	Non	Fermée	Ouverte

- PTS < 8: orientation vers un Trauma Center;
- PTS > 8: corrélé à la survie;
- Mortalité de 100% pour un score négatif.



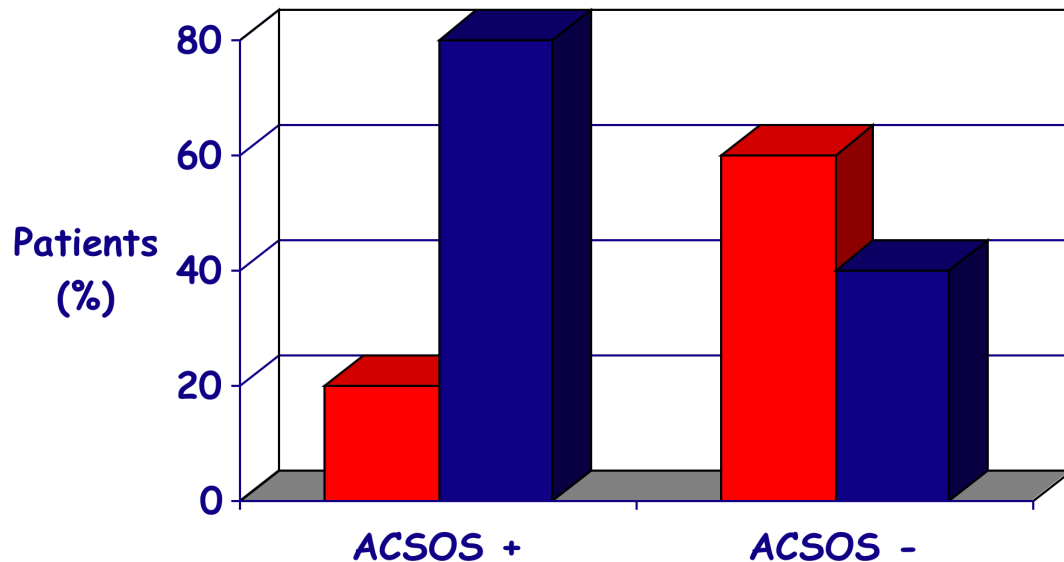
PRISE EN CHARGE INITIALE (1)

○ Objectif: Prévention des ACSOS++

- Hypotension ou hypoxie → évolution défavorable x 2-4

tnut RM. *J Trauma*,

■ Pronostic bon ■ Défavorable



Mortalité globale = 27 %

1 seul épisode hypotensif:
x 3,8 la mortalité

PRISE EN CHARGE INITIALE (2)

○ **Maintenir l'homéostasie!**

- TA, volémie
- Ventilation: CO₂-SaO₂
- Température
- Sodium
- Glucose

○ **Réanimation de base: ABCD " Treat first what kills first "**

European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010
Section 6. Paediatric life support

Dominique Biarent^{a,*}, Robert Bingham^b, Christoph Eich^c, Jesús López-Herce^d,
Ian Maconochie^e, Antonio Rodríguez-Núñez^f, Thomas Rajka^g, David Zideman^h



European
Resuscitation
Council

○ **Guidelines TC, 2012**



MAINTIEN DE LA PPC (PPC= PIC – PAM)

1- Mesures générales

- Tête en position médiane
- Eviter compression jugulaire
- Lit surélevé à + 30°
- Analgésie – Sédation

2- Maintenir la PAM

- Normovolémie
- +/- Vasopresseurs

3- Traiter l'HTIC

1^e ligne:

- Osmothérapie

2^e ligne:

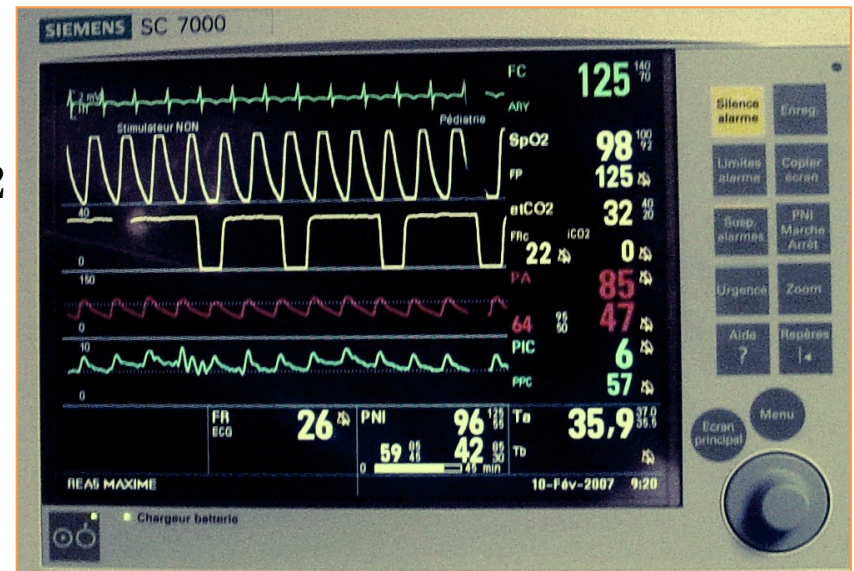
- Hyperventilation modérée
- Hypothermie
- Drainage LCR
- Craniectomies
- Barbituriques



PRISE EN CHARGE INITIALE (3)

○ **Monitoring continu:**

- Température – TA – EtCO₂ – SaO₂



○ **Transport rapide vers centre de référence**

Facteurs de mauvais pronostic neurologique à la sortie de réa

GCS <6
Children appropriately managed in a less-aggressive center

Children With TBI (n = 90)				
Odds Ratio	95% Confidence Interval		p	
GCS <6	3.31	0.84	12.99	<0.09
Children appropriately managed in a less-aggressive center	7.56	1.49	38.42	<0.05

OBJECTIFS VENTILATOIRES (A + B): NORMOVENTILATION

- **Eviter l'hypoventilation et l'hypoxie:**
 - Libération des VAS
 - Sonde **oro**gastrique (distension)
 - Intubation **oro**trachéale (sonde à ballonnet)
 - **Séquence rapide (+ Sellick):** moins de complications à l'intubation
 - < 2 ans: Kétamine (3-4 mg/kg) – Celocurine (2 mg/kg)
 - > 2 ans: Etomidate (0,4 mg/kg) - Celocurine (1 mg/kg)
 - Sédation entretien: morphinique + BZD
 - **Monitoring EtCO2!**



Objectifs:
-pCO₂ = 35 – 45 mmHg
-pO₂ > 60 mmHg



SÉDATION

Chapter 15. Analgesics, sedatives, and neuromuscular blockade

C. Level III*

Etomidate may be considered to control severe intracranial hypertension; however, the risks resulting from adrenal suppression must be considered.

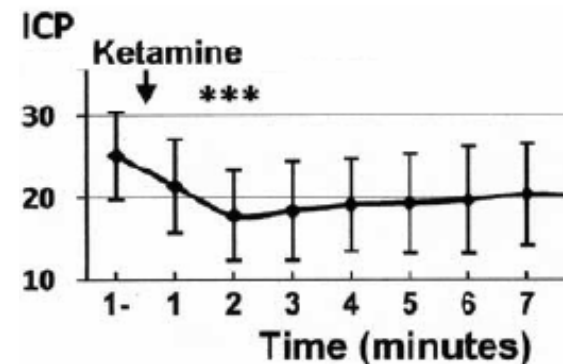
Thiopental may be considered to control intracranial hypertension.

*In the absence of outcome data, the specific indications, choice and dosing of analgesics, sedatives, and neuromuscular-blocking agents used in the management of infants and children with severe traumatic brain injury (TBI) should be left to the treating physician.

*As stated by the Food and Drug Administration, continuous infusion of **propofol** for either sedation or the management of refractory intracranial hypertension in infants and children with severe TBI is not recommended.

- Le plus souvent: morphinique + BZD
- Curarisation non systématique (contrôle hypothermie)
- Kétamine?
 - Potentiel neuroprotecteur?
 - Impact sur la PIC

Bar-Joseph. *J Neurosurg Pediatr*, 2009



OBJECTIFS HEMODYNAMIQUES = C (1)

- Volume circulant : 70 – 80 ml/kg
 - Mécanismes de compensation

- Eviter l'hypotension (Niveau B – guidelines):

PAS > 70 + 2 x âge (en années) (5^e percentile)

Adelson PD. Pediatr Crit Care Med 2003

- HypoTA précoce associé +++ à mauvaise évolution

Ducrocq SC. Pediatr Crit Care Med 2006



OBJECTIFS HEMODYNAMIQUES = C (2)

○ Remplissage +++

- Solutés isotoniques : **NaCl 0,9%** en 1^e intention
- Bolus 20 ml/kg/15 min, répétés (2-3 fois)

○ Amines

- **Noradrénaline** en 1^e intention: 0,5 à 5 γ /kg/min

Pfister D. *Eur J Anaesth*, 2008

Di Gennaro J. *Dev Neurosci*, 2010

○ 1 (voire 2) VVP de bon calibre > 22G

- Voie intra-osseuse +++ (expansion volémique rapide)



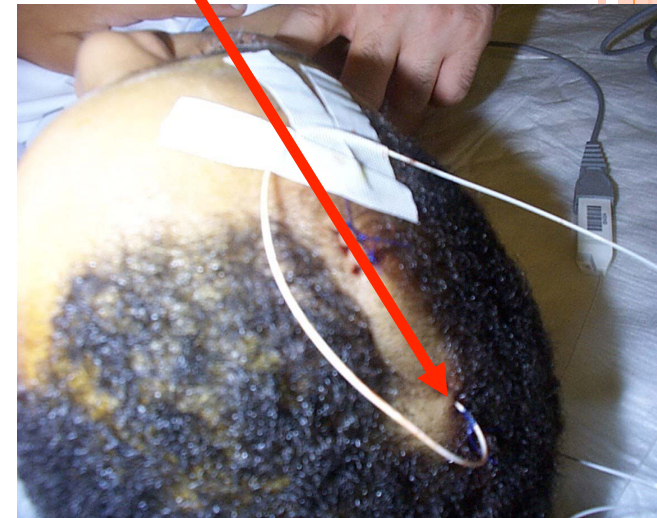
MONITORAGE DE LA PIC

Cathéter ventriculaire



- Le plus précis, fiable et "low cost"
- Autorise une soustraction de LCR
- Le "gold standard"
- Complications x 4 (Anderson RC. JNS 2004)

Cathéter parenchymateux



- Cathéter à fibre optique ou gauge de contrainte
- Facile à insérer/utiliser
- Dérive de mesure ?

on user instructions
ch key operation
ous display of ICP
ers



GLUCOSE ET NUTRITION

○ Surveillance glycémique+++:

- Hyperglycémie fréquente et associée à mauvaise évolution:
 - Facteur prédictif de mortalité des TC

Melo J. *Acta Neurochir*, 2010

Godoy D. *Neurocrit Care*, 2010

- Traiter une hyperglycémie (> 8-10 mmol/l)
- Ne pas viser un contrôle glycémique trop strict



PRISE EN CHARGE NEUROLOGIQUE (1)

Chapter 17. Antiseizure prophylaxis

C. Level III

Prophylactic treatment with phenytoin may be considered to reduce the incidence of early posttraumatic seizures (PTS) in pediatric patients with severe traumatic brain injury (TBI).

Pediatric Critical Care Medicine

Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents-Second Edition
January 2012 - Volume 13 - Issue - p 81-92

- Eviter les convulsions infracliniques en phase aigüe
- Pas en urgence, pas en bolus rapide
- Phénitoïne (ou Thiopental)





OBJECTIFS DES 24 1^E HEURES

- $PAS > 70 + (2 \times \text{âge})$
- $PaCO_2 > 30 \text{ mmHg}$
- Glycémie $< 11 \text{ mmol/l}$
- $Hb > 9 \text{ g/dl}$; $TP > 50\%$
- Hypernatrémie modérée : 155 mmol/l (↓ incidence HTIC)

=> Assurer un pronostic favorable!



TRAITEMENT DE L' HTIC

- Clinique: Triade de Cushing:
 - Bradycardie – HTA - Ventilation ataxique
- Monitoring continu PIC et PPC +++

Chapter 3. Indications for intracranial pressure monitoring
Chapter 5. Cerebral perfusion pressure thresholds

C. Level III

Use of intracranial pressure (ICP) monitoring may be considered in infants and children with severe traumatic brain injury (TBI).

Treatment of intracranial pressure (ICP) may be considered at a threshold of 20 mm Hg.

C. Level III

A minimum cerebral perfusion pressure (CPP) of 40 mm Hg may be considered in children with traumatic brain injury (TBI).

A CPP threshold 40–50 mm Hg may be considered. There may be age-specific thresholds with infants at the lower end and adolescents at the upper end of this range.

Pediatric Critical Care Medicine

Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents-Second Edition
January 2012 - Volume 13 - Issue - p 91-92

	<u>PIC</u>	<u>PPC</u>
< 2 ans	< 18	40 - 50
> 2 - 4 ans	< 20	50 - 60



OSMOTHERAPIE

Pediatric Critical Care Medicine

Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents-Second Edition
January 2012 - Volume 13 - Issue - p 81-92

Chapter 8. Hyperosmolar therapy

B. Level II

Hypertonic saline should be considered for the treatment of severe pediatric traumatic brain injury (TBI) associated with intracranial hypertension. Effective doses for acute use range between 6.5 and 10 mL/kg.

*Although mannitol is commonly used in the management of raised ICP in pediatric TBI, no studies meeting inclusion criteria were identified for use as evidence for this topic.

C. Level III*

Hypertonic saline should be considered for the treatment of severe pediatric TBI associated with intracranial hypertension. Effective doses as a continuous infusion of 3% saline range between 0.1 and 1.0 mL/kg of body weight per hour administered on a sliding scale. The minimum dose needed to maintain intracranial pressure (ICP) <20 mm Hg should be used. Serum osmolarity should be maintained <360 mOsm/L.

- NaCl hypertonique 3% :
 - Bolus: 6,5 – 10 ml/kg IVD
 - IV continu: 0,1 à 1 ml/kg/h (titration pour PIC < 20 mmHg)
- Mannitol 20%: 0,25 – 1 g/kg, IV en 15 min
 - Non recommandé par guidelines 2012



HYPERVENTILATION

Chapter 13. Hyperventilation

C. Level III

Avoidance of prophylactic severe hyperventilation to a $\text{PaCO}_2 < 30$ mm Hg may be considered in the initial 48 hrs after injury.

I. RECOMMENDATIONS

If hyperventilation is used in the management of refractory intracranial hypertension, advanced neuromonitoring for evaluation of cerebral ischemia may be considered.

- Hyperventilation sévère ($\text{PaCO}_2 < 30$ mmHg)

- Pas en prophylactique dans les 48 1^{re} heures
 - facteur indépendant de mortalité: OR ajusté= 2,8 (1.3 – 5.9)

Curry R. Pediatric Crit Care Med, 2008

- Seulement si HTIC réfractaire

Table Severe hypocarbia (SH) during the first 48 hrs after emergency department (ED) admission and mortality

Predictor	AOR (95% CI) death
SH episodes	
0	Reference group
1	1.44 (0.56–3.73)
2	4.18 (1.58–11.03)
≥3	3.93 (1.61–9.62)



HYPOTHERMIE

Chapter 9. Temperature control

B. Level II

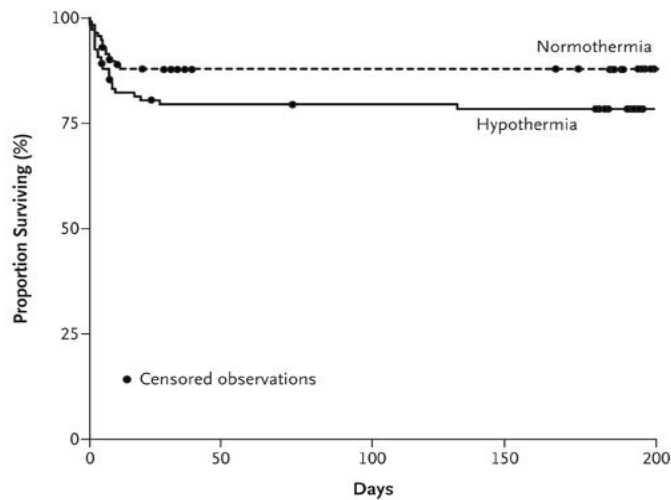
Moderate hypothermia (32–33°C) beginning early after severe traumatic brain injury (TBI) for only 24 hrs' duration should be avoided.

Moderate hypothermia (32–33°C) beginning within 8 hrs after severe TBI for up to 48 hrs' duration should be considered to reduce intracranial hypertension.

If hypothermia is induced for any indication, rewarming at a rate of $>0.5^{\circ}\text{C/hr}$ should be avoided.

Pediatric Critical Care Medicine
Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic
Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents-Second Edition
January 2012 - Volume 11 - Issue - p 61-62

○ Pas d'hypothermie prophylactique dans TC



Hutchinson. *NEJM*, 2008



CRANIECTOMIES DE DECOMPRESSION

Chapter 12. Decompressive craniectomy for the treatment of intracranial hypertension

Indications

- HTIC réfractaire
- Dégradation neuro précoce
- Engagement cérébral

C. Level III

Decompressive craniectomy (DC) with duraplasty, leaving the bone flap out, may be considered for pediatric patients with traumatic brain injury (TBI) who are showing early signs of neurologic deterioration or herniation or are developing intracranial hypertension refractory to medical management during the early stages of their treatment.

- Augmenter l'espace → améliorer PPC...et pronostic?
 - Taylor A. *Child's Nerv Syst*, 2001: meilleur contrôle PIC
 - Jagannathan. *J Neurosurg*, 2007



BARBITURIQUES

Chapter 11. Barbiturates

Pediatric Critical Care Medicine

Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents-Second Edition
January 2012 - Volume 13 - Issue - p 81-82

C. Level III

High-dose barbiturate therapy may be considered in hemodynamically stable patients with refractory intracranial hypertension despite maximal medical and surgical management.

When high-dose barbiturate therapy is used to treat refractory intracranial hypertension, continuous arterial blood pressure monitoring and cardiovascular support to maintain adequate cerebral perfusion pressure are required.

- En cas d' HTIC réfractaire
- Patient stable sur plan hémodynamique
 - Monitorage+++ (PPC stable)



ALGORITHME DE PRISE EN CHARGE

Prise en charge sur les lieux
Par une équipe médicalisée

Equipe SMUR / Pompiers

Evaluation et stabilisation des détresses vitales = A – B -

C

Recherche de lésions associées
Attention au rachis cervical

Maintenir l'axe tête-cou-tronc : minerve

Perfusion par NaCl 9‰
Intubation en séquence rapide
- Indications larges (GCS ≤ 8)

≥ 2 ans : Etomidate 0.2-0.4 mg/kg
+ succinylcholine 1 mg/kg
 ≤ 2 ans : Kétamine 3-4 mg/kg
+ succinylcholine 2 mg/kg

Objectifs

Maintien de la normovolémie
PAS $\geq 70 + [2 \times \text{âge en années}]$ mmHg
SpO₂ > 95%
35 < EtCO₂ < 45 mmHg

Moyens

≥ 1 abord veineux périphérique (22 G ou IO)
Remplissage par NaCl 0,9% (20 ml/kg x 3 si besoin)
Si insuffisant : noradrénaline 0.1 μ g/kg/min
Normoventilation
Sonde oro-gastrique

Entretien de la sédation : benzodiazépine $\pm$ morphinique
Surveiller : FC, PAS, EtCO₂, SpO₂, GCS et pupilles, glycémie, [Hb]

Régulation par le SAMU

Transfert vers un centre de traumatologie pédiatrique



Enfant traumatisé

Admission à

**Doppler
transcrânien**

Évaluation et stabilisation
des fonctions vitales

Monitoring invasif
de
la pression artérielle

Analgésie-sédation:
Echelle de sédation et de douleur

Recherche de lésions extra-crâniennes :
Radiographies: rachis cervical (P), thorax (F), bassin (F)
Échographie abdominale

Patient stabilisé sous surveillance continue

Scanner crânio-rachidien non injecté
Scanner thoraco-abdominal injecté

Éviter la chirurgie non vitale

Monitoring:
Glasgow, pupilles
PAM, PIC, PPC, SpO2, EtCO2
Hémoglobine, glycémie, diurèse
Doppler TC régulier ou si aggravation



Chain of Survival



**Alerte
précoce**



**Réanimation
préhospitalière**



**Trauma Center
pédiatrique**



**Rééducation
spécialisée**



IMPACT DES TRAUMA CENTER SUR LE PRONOSTIC

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE
N Engl J Med 2006;354:366-78.

SPECIAL ARTICLE

A National Evaluation of the Effect of Trauma-Center Care on Mortality

Ellen J. MacKenzie, Ph.D., Frederick P. Rivara, M.D., M.P.H.,
Gregory J. Jurkovich, M.D., Avery B. Nathens, M.D., Ph.D.,
Katherine P. Frey, M.P.H., Brian L. Egleston, M.P.P., David S. Salkever, Ph.D.,
and Daniel O. Scharfstein, Sc.D.

n = 15009	Décès à 1 mois	Décès à 1 an
Trauma center (%)	7.6	10.4
Non trauma center (%)	9.5	13.8
Risque relatif (IC 95%)	0.80 (0.66-0.98)	0.75 (0.60-0.95)



CONCLUSION

- TC graves de l' enfant: pathologie rare
 - Morbi-mortalité élevée
 - Prévenir les ACSOS
- Précocité de la prise en charge:
 - Maintien de l' homéostasie dans les 1^e 24 heures +++
 - Objectif principal: contrôle PIC optimale < 20 mmHg
- Continuum soins préhospitaliers – Trauma center



**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION**

AUCUN CONFLIT D'INTERET

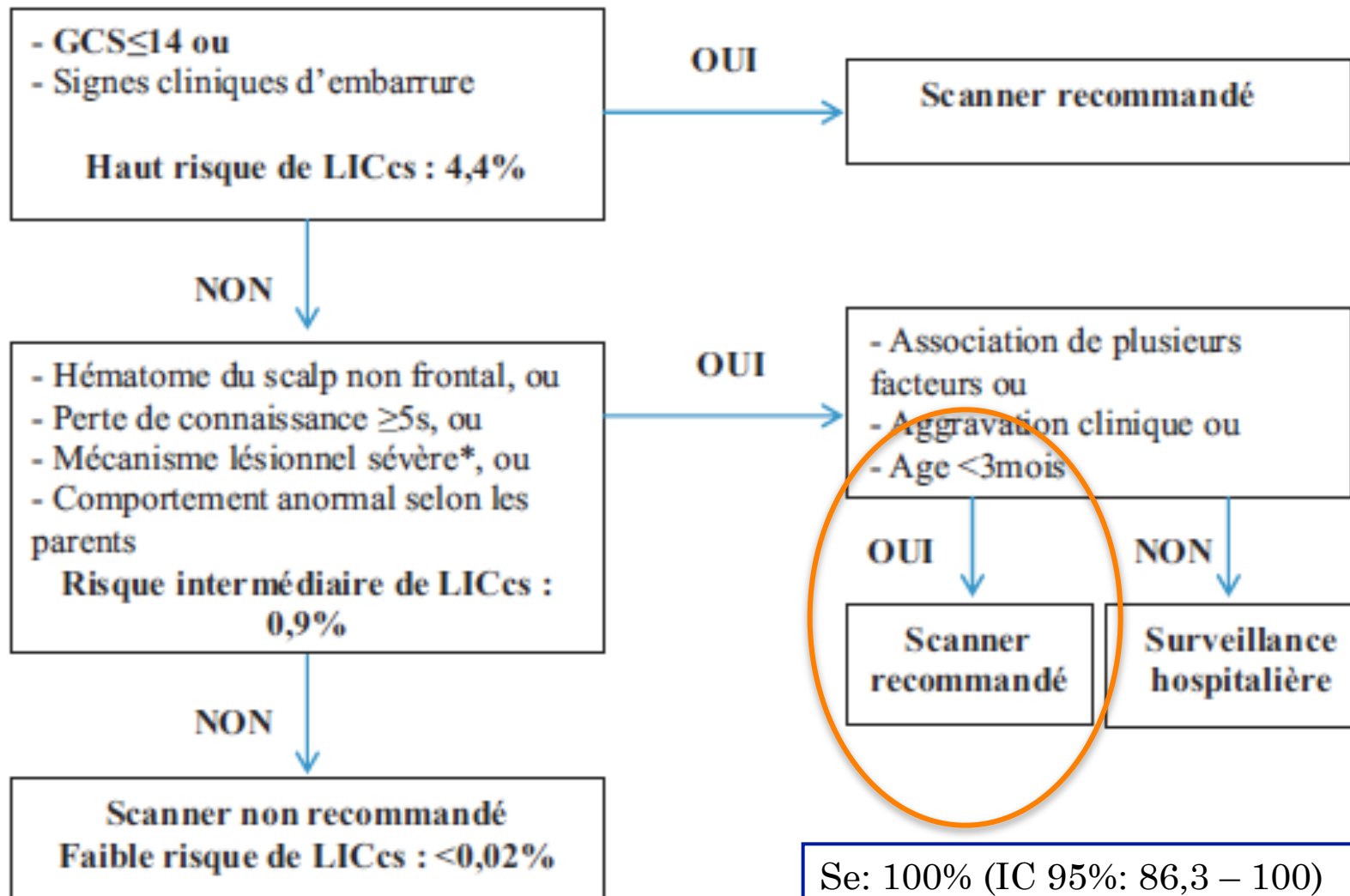


REMERCIEMENTS

- MP Nicolas JUZAN – Marins pompiers Marseille
- Docteur Michael TSAPIS – SAMU 13
- MP Sabine LEMOINE – BSP
- Docteur Jean-Louis CHABERNAUD – SMUR pédiatrique 92
- Pr Gilles ORLIAGUET – DAR, Necker enfants malades



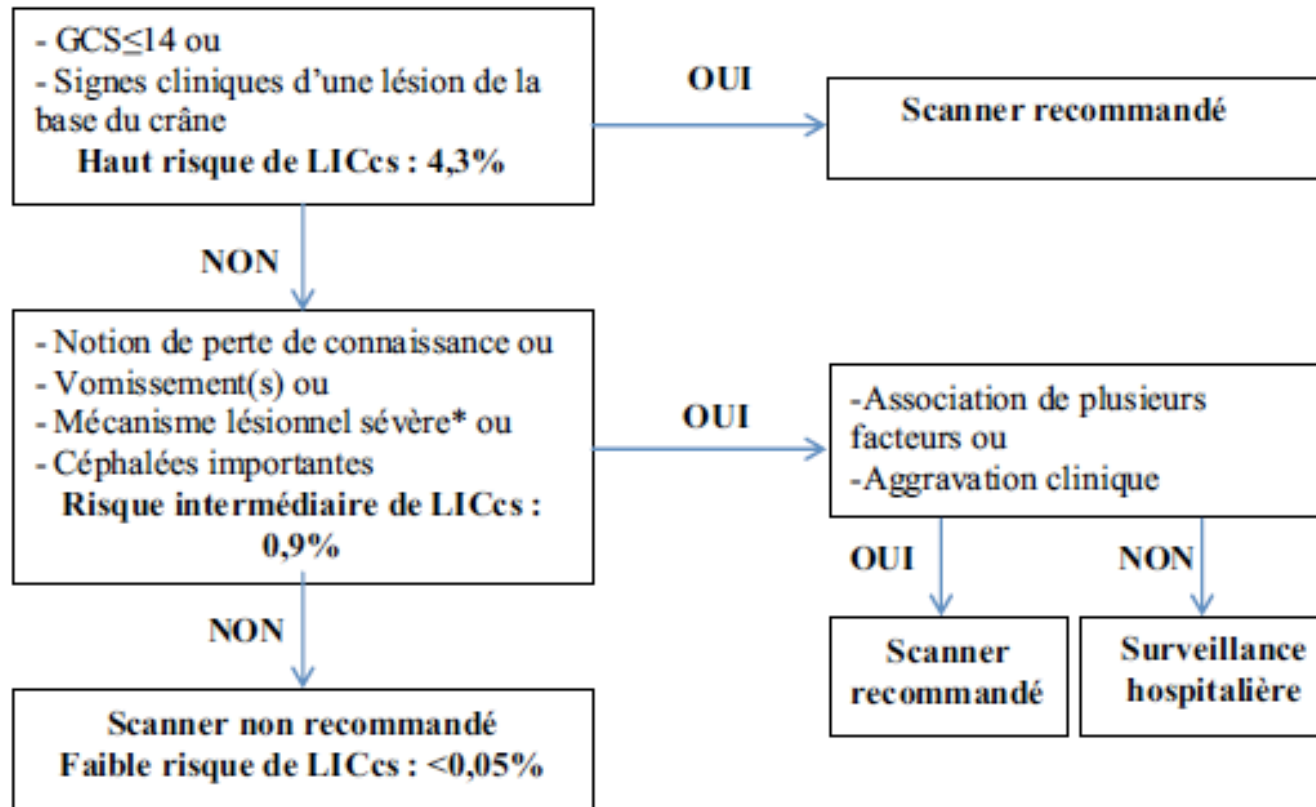
TC LÉGER (TCL): ALGORITHME DÉCISIONNEL TDM < 2 ANS



TCL = $GCS \leq 13$
=> 95% des TC de l'enfant (10%: LIC)

Se: 100% (IC 95%: 86,3 – 100)
VPP: 100% (IC 95%: 99,7 – 100)

TC LÉGER (TCL): ALGORITHME DÉCISIONNEL TDM > 2 ANS



*** Mécanisme lésionnel sévère :**

- AVP automobile si passager éjecté du véhicule, si décès d'un autre passager, si tonneaux du véhicule, si victime piéton ou cycliste non casquée
- Chute d'une hauteur > 0,9m si < 2 ans ou > 1,5m si ≥ 2 ans
- TC par objet à forte cinétique

Se: 96,8% (IC 95%: 89 – 99,6)
VPP: 99,95% (IC 95%: 99,81 – 99,99)

TCL: CRITÈRES D' HOSPITALISATION

- une perte de connaissance ;
- un mécanisme sévère du traumatisme ;
- les signes cliniques suivants :
 - GCS non revenu à 15 ou comportement anormal selon les parents,
 - vomissements ou céphalées importantes dont la persistance au-delà de 12 heures après le TC pose l'indication de scanner cérébral,
 - hématome sous-cutané ou céphalhématome localisé au niveau occipital, temporal ou pariétal si l'enfant a moins de 2 ans,
 - raideur méningée,
 - signes cliniques d'embarrure ou de lésion de la base du crâne ;
- des anomalies tomodensitométriques récentes significatives (hémorragie ou contusion intracrânienne, œdème cérébral, lésions axonales diffuses, pneumencéphale, embarrure, diastasis des os du crâne) ou l'impossibilité de réaliser le scanner cérébral malgré son indication ;
- d'autres facteurs de risque : intoxication, drogues, alcool, suspicion de maltraitance.

- Surveillance en centre
pédiatrique (UHCD)
- Au moins quelques heures
- Evaluation / 2-3h

