Chapitre 11 : Prise en charge d'un blessé cranio-encéphalique

***Réflexions pour une prise en charge en rôle* 1**

Pour approfondir la neuro-réanimation



Données de base

Lésions crânio-encéphaliques : ***Environ 15% des blessés***

Table 1-2. Anatomical Distribution of Primary Penetrating Wounds

Conflict	Head/Neck/Face (%)	Thorax (%)	Abdomen (%)	Extremity (%)	Polytrauma (%)	Other (%)
World War I	17	4	2	70	NR	7
World War II	4	8	4	75	NR	9
Korean War	17	7	7	67	NR	2
Vietnam War	14	7	5	74	NR	—
Northern Ireland	20	15	15	50	NR	—
Falkland Islands	16	15	10	59	NR	—
Gulf War (UK)	6	12	11	71	NR	—
Gulf War (US)	11	8	7	56	NR	18
Chechnya	24	9	4	63	NR	—
Somalia	20	8	5	65	NR	2
Military operations 2007–2017	8.3	0.6	0.7	5.4	69.6	15.4

Data source for recent military operations: Department of Defense Trauma Registry.

Et actuellement le + souvent c'est un polytraumatisé

Une cause majeure de décès immédiat mais AUSSI secondaire

TABLE 1. Injury Focus of Patient With NS Injuries Who Died Instantaneously or Acutely Before Admission at a MTF (pre-MTF)

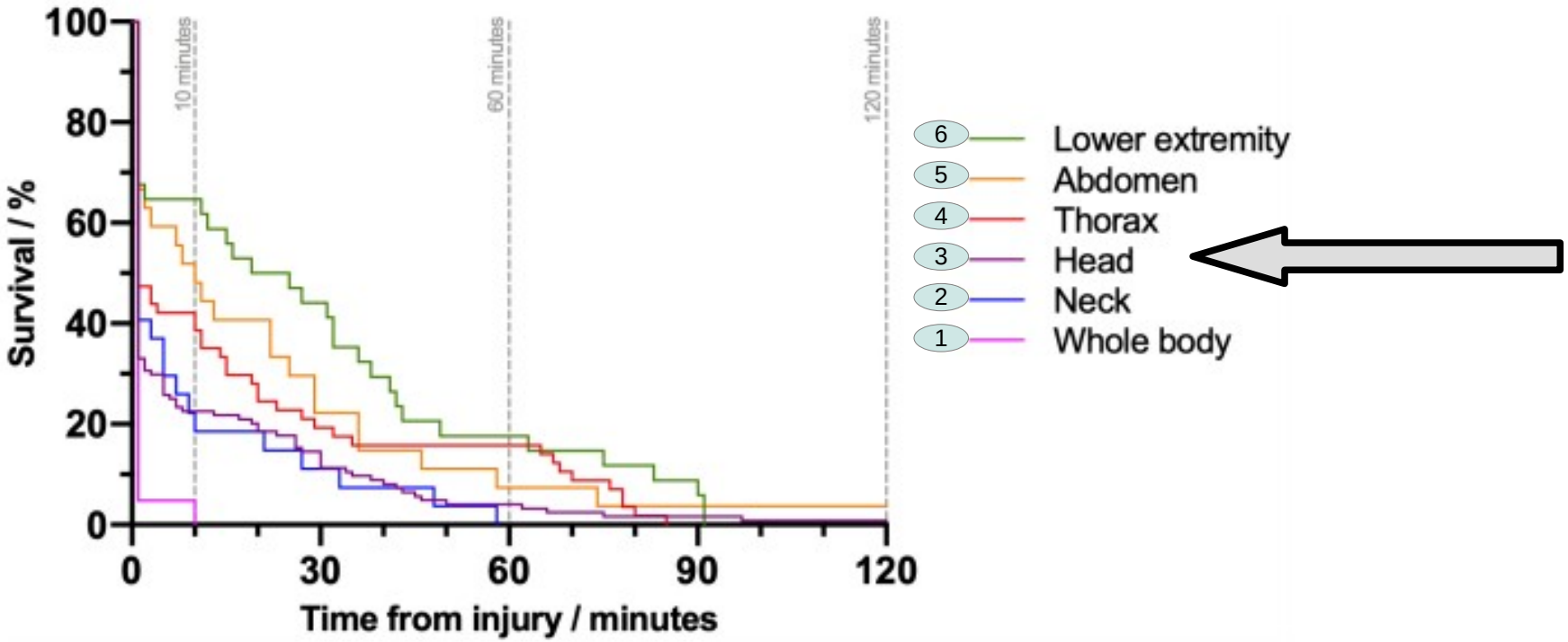
Cause of Death	Instantaneous (n = 1,619)	Acute (n = 1,624)
Brain injury	38.3% (620)	53.0% (753)
High spinal cord injury	—	9.2% (131)
Dismemberment	31.6% (512)	—
Heart/thoracic injury	23.6% (383)	21.8% (310)
Open pelvic injury	—	6.5% (93)
Other	6.5% (104)	9.5% (134)

Values are percentages of the total deaths and the number of deaths.

Et pour ceux qui survivent : Des séquelles

A Profile of Combat Injury - Champion HR et all. J Trauma 2003; 54:S13–S19

Des blessés qui meurent beaucoup dans les 30 premières minutes



Le bon geste, sur le bon blessé, par le bon intervenant, au bon moment pour sauver la vie

Webster S et al. BMJ Mil Health doi:10.1136/ bmjmilitary-2020-001490 The golden hour standard. Tansforming combat health support – Strawder GS

Encore près d'1/3 des morts, *surtout si combat embarqué*

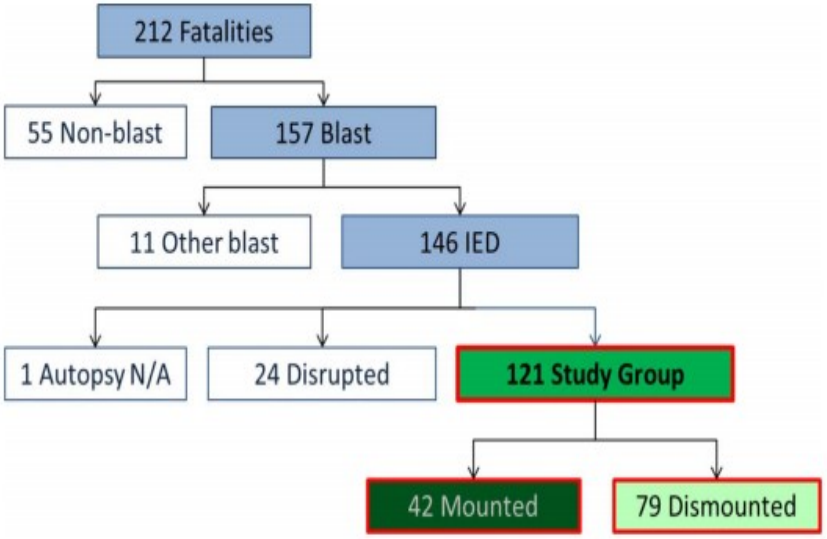


Table 2 Fatal injury rates by AIS region: mounted (M) versus dismounted (DM)

AIS region	Percentage of fatal injuries within group: M (n=124)	DM (n=230)	M vs DM CoD rates, p value (fishers)
Head	53% (66)	19% (43)	<0.0001
Thorax	23% (29)	8% (18)	<0.0001
Lower extremity	7% (9)	48% (111)	<0.0001
Abdomen	8% (10)	13% (31)	0.1636
Neck	2% (2)	3% (8)	0.5039
Spine	4% (5)	3% (7)	0.7594
Other trauma	2% (2)	1% (3)	1.0000
Upper extremity	1% (1)	3% (7)	0.2695
Face	0% (0)	1% (2)	0.5435

Table 1 Cohort comparison: mounted versus dismounted

Group variable		Mounted (n=42)	Dismounted (n=79)	Overall (n=121)	M vs DM, p value
Age in years		25.5 (22–30)*	25.0 (21–29)*	25 (21–29)*	0.345
ToW—ToD in mins		78 (36–113)*	85 (58–196)*	81 (50–145)*	0.110
ToD—ToS in mins		246 (160–714)*	216 (89–900)*	232 (105–712)*	0.234
KIA (%)		38 (90)	70 (89)	108	1.000
DOW (%)		4 (10)	9 (11)	13	1.000
Number of AIS regions with fatal injuries	1	16 (38)	35 (44)	51	0.492
(%)	2	22 (52)	38 (48)	60	
	≥3	4 (10)	6 (8)	10	

*Median (IQR).
ToD, time of death; ToS, time of scan; ToW, time of wounding.

Identifying future 'unexpected' survivors: a retrospective cohort study of fatal injury patterns in victims of improvised explosive devices. Singleton JA et Al. BMJ Open 2013;3:e003130

Certains décès sont évitables

Table 4 Causes of Death Among Potentially Survivable Casualties

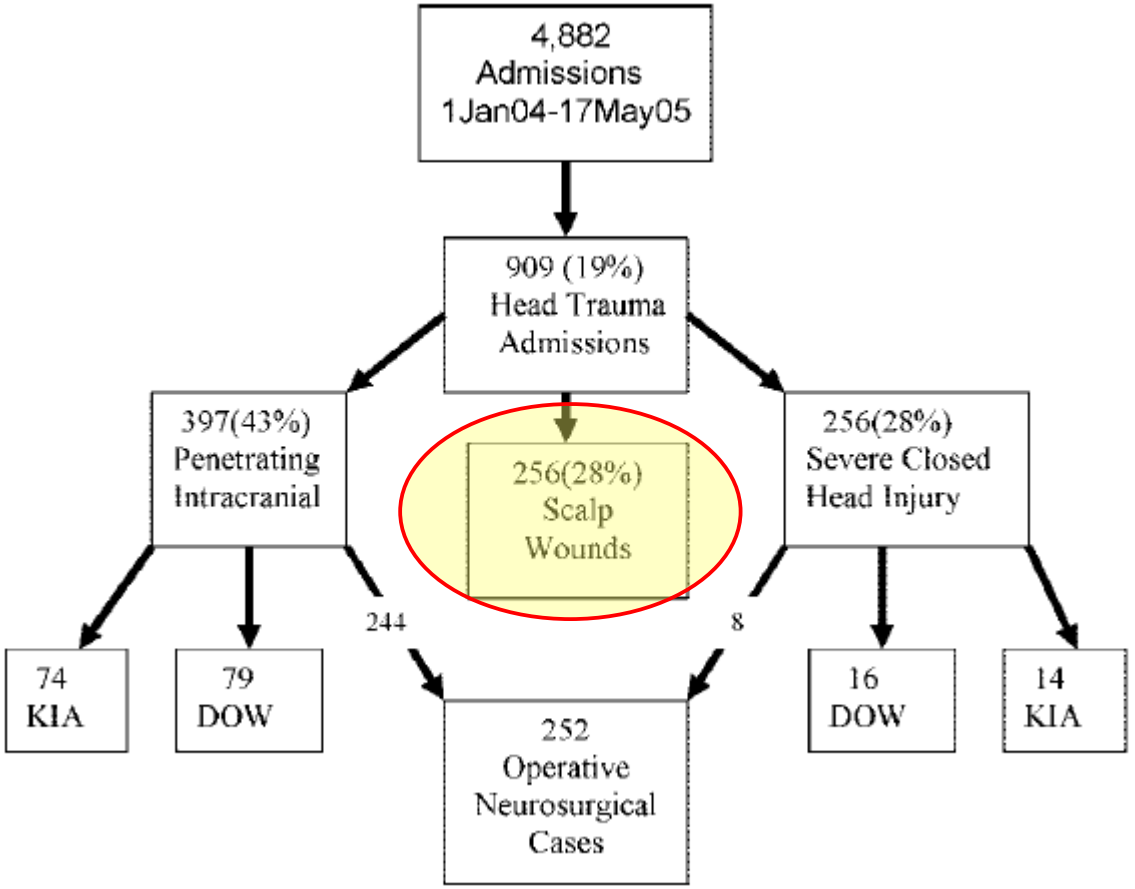
Cause of Death*	Group 1 (n = 93) (% Total of PS)	Group 2 (n = 139) (% Total of PS)
CNS	12 (13)	8 (6)
Head	11 (12)	6 (4) ($p < 0.04$)
Neck	1 (1)	0 (0)
Spinal cord	1 (1)	3 (2)
Hemorrhage	81 (87)	116 (83)
Tourniquetable (ext)	31 (33)	46 (33)
Noncompressible (torso)	47 (51)	68 (49)
Nontourniquetable (ax/neck/groin)	19 (20)	29 (21)
Airway	14 (15)	14 (10)
Sepsis/MSOF	2 (2)	9 (6)
Total causes of death identified	219	299

* Casualties could have 1 or more cause of death.
MSOF indicates multisystem organ failure.

Le crâne : 7 % des décès évitables ?

Injury Severity and Causes of Death From Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003–2004 Versus 2006 - Kelly JF et all. , J Trauma. 2008;64:S21–S27

Lésions crânio-encéphaliques : **Une constante** dans tous les conflits



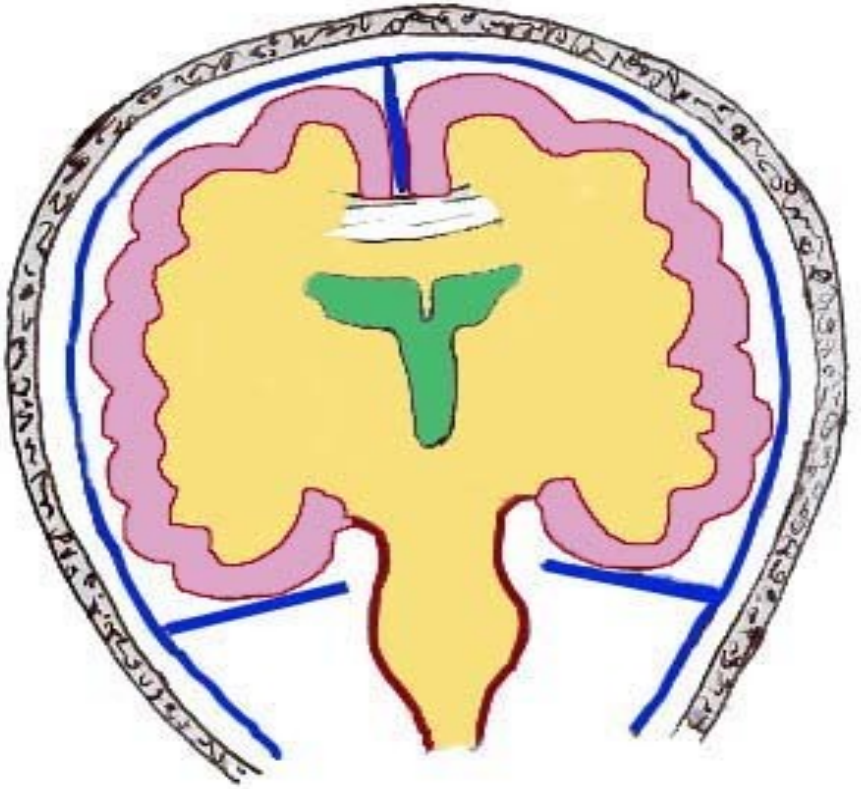
L'atteinte de l'extrémité céphalique : *le cerveau, le crâne ET* *le scalp*

Total Intravenous Anesthesia Including Ketamine versus Volatile Gas Anesthesia for Combat-related Operative Traumatic Brain Injury.Grathwohl KW et all. Anesthesiology 2008; 109:44–53.

Lésions crânio-encéphaliques: **Un contenant inextensible** / Un contenu variable



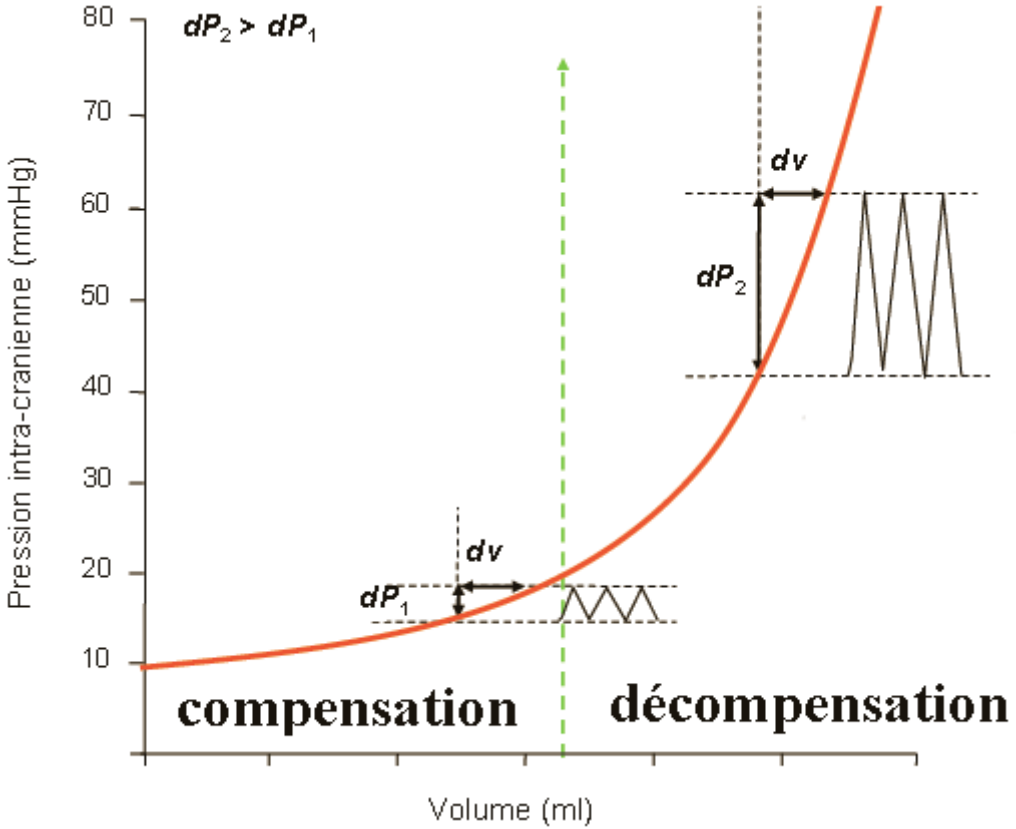
Inextensible



Variable

Vol. crâne = vol. du cerveau (85%) + vol. du LCR (5%) + vol. sanguin (10%)= = 1500 ml

Lésions crânio-encéphaliques: **Un contenant inextensible** / Un contenu variable

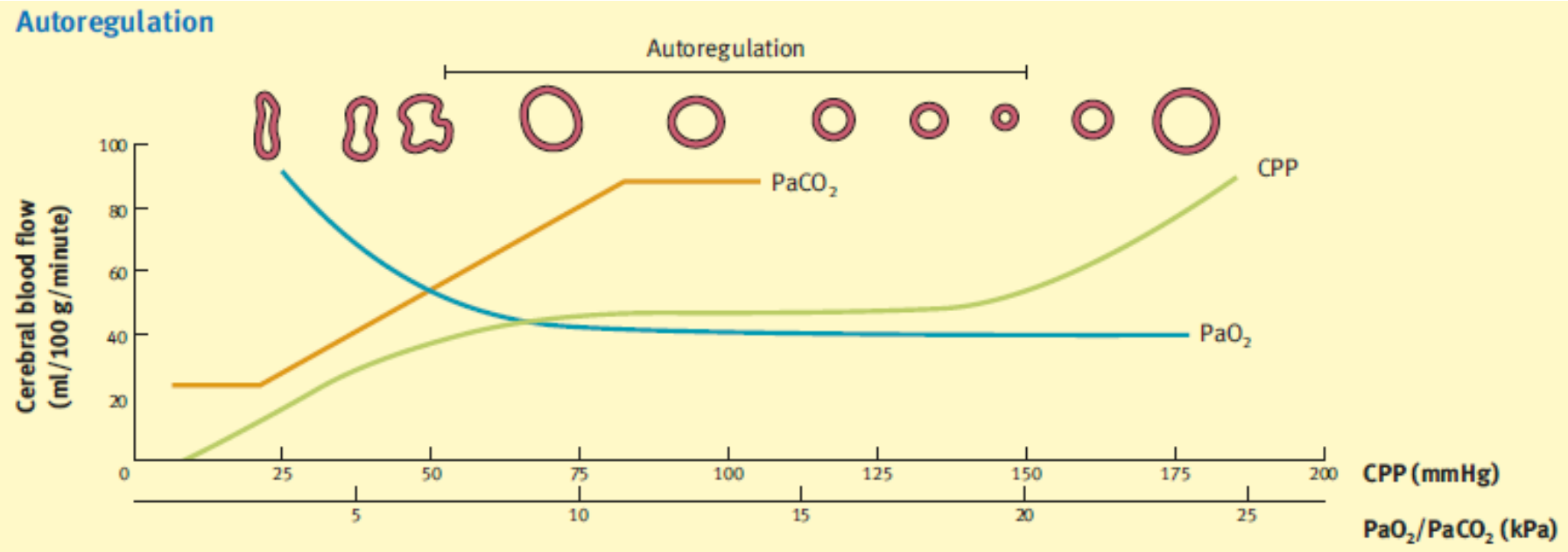


Toute augmentation de volume est compensée, *jusqu'à un certain point*

Hypertension intracrânienne

Lésions crânio-encéphaliques : Notions d'hémodynamique cérébrale

Une circulation auto-régulée : Un débit cérébral constant pour une plage de PPC



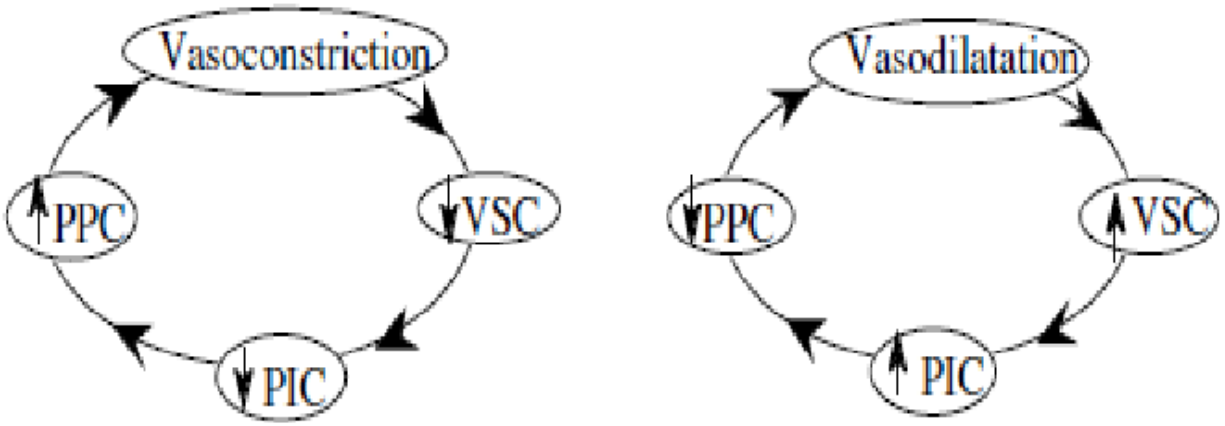
Pression de perfusion cérébrale = PAM – PIC ≈ 80 mmHg

VO2 : 3,3 ml/100g/min - 20% de l'oxygène consommé

DSC = 45 à 55 ml/100g/min – 15% Débit cardiaque – 2% du poids corporel

Lésions crânio-encéphaliques : Notions d'hémodynamique cérébrale

Une circulation auto-régulée : Un débit cérébral constant pour une plage de PPC



Rôle +++ de la régulation du volume sanguin cérébral

Toujours privilégier le maintien d'une pression artérielle optimale

Lésions crânio-encéphaliques : Responsable de coagulopathie

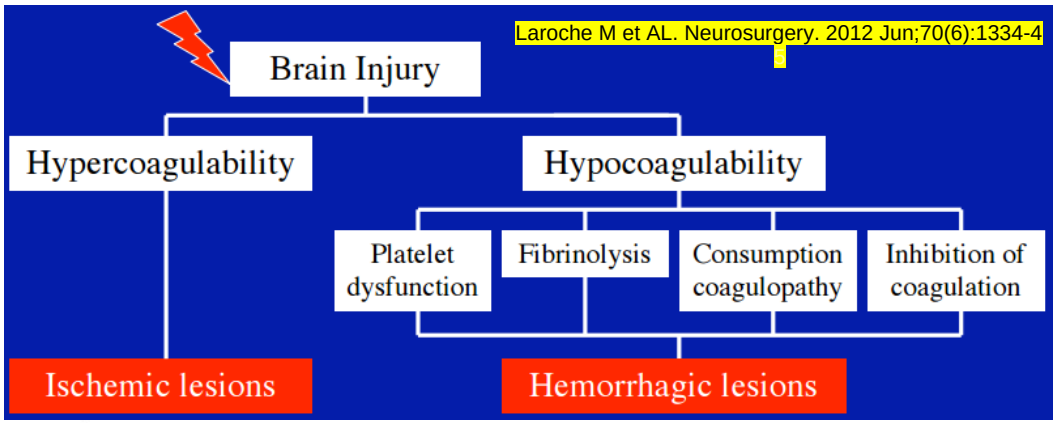
En moyenne 1 fois sur 3

Table 3. *Characteristics of the studies with frequencies of coagulopathy after traumatic brain injury*

Study	No. of patients	Coagulopathy	No coagulopathy	Prevalence of coagulopathy (%)
Auer and Ott [9]	40	15	25	37.5
Avikainen [10]	45	15	30	33
Becker *et al.* [14]	27	17	10	63
Bredbacka and Edner [18]	20	15	5	75
Brohi *et al.* [19]	1079	256	823	23.7
Carrick *et al.* [20]	176	60	116	34.1
Chang *et al.* [21]	113	21	92	18.6
Chiaretti *et al.* [22]	60	6	54	10
Gando *et al.* [34]	16	14	2	87.5
Goodnight *et al.* [39]	26	10	16	38.5
Hulka *et al.* [43]	159	54	105	34
Hymel *et al.* [44]	147	40	107	27.2
Kaufmann *et al.* [45]	14	6	8	42.8
Kearney *et al.* [48]	36	31	5	86.1
Keller *et al.* [50]	53	20	33	37.7
Kumura *et al.* [51]	100	24	76	24
Kuo *et al.* [52]	61	44	17	72.1
Kushimoto *et al.* [54]	47	39	8	83
Miner *et al.* [63]	87	28	59	32
Olson *et al.* [69]	269	154	115	57.2
Ordog *et al.* [70]	180	175	5	97.2
Patel *et al.* [72]	852	157	695	18.4
Pfenninger *et al.* [75]	50	12	38	24
Piek *et al.* [76]	734	135	599	18.4
Pondaag [77]	46	35	11	76
Selladurai *et al.* [87]	143	108	35	75.5
Stein *et al.* [94]	253	67	186	26.5
Stein *et al.* [92]	334	102	232	30.5
Takahasi *et al.* [96]	25	10	15	40
Tan *et al.* [97]	38	11	27	28.9
Vavilala *et al.* [106]	69	33	36	34.4
Vecht *et al.* [107]	40	31	9	77.5
Vecht et al. [109]	6	3	3	50
Vecht and Sibinga [108]	12	6	6	50
Overall	5357	1754	3603	32,7 %

TC balistique : Risque majoré

J Trauma. 2011 Jul;71(1 Suppl):S78-81



Présence associée à mortalité accrue et pronostic aggravé par saignement intracrânien persistant

A meta-analysis to determine the effect of coagulopathy on intracranial haematoma progression in adult patients with isolated blunt head trauma. Batchelor JS. Trauma 2015, Vol. 17(4) 243–249

Coagulation disorders after traumatic brain injury - A review. Harhangi BS et Al. Acta Neurochir (Wien). 2008 Feb;150(2):165-75

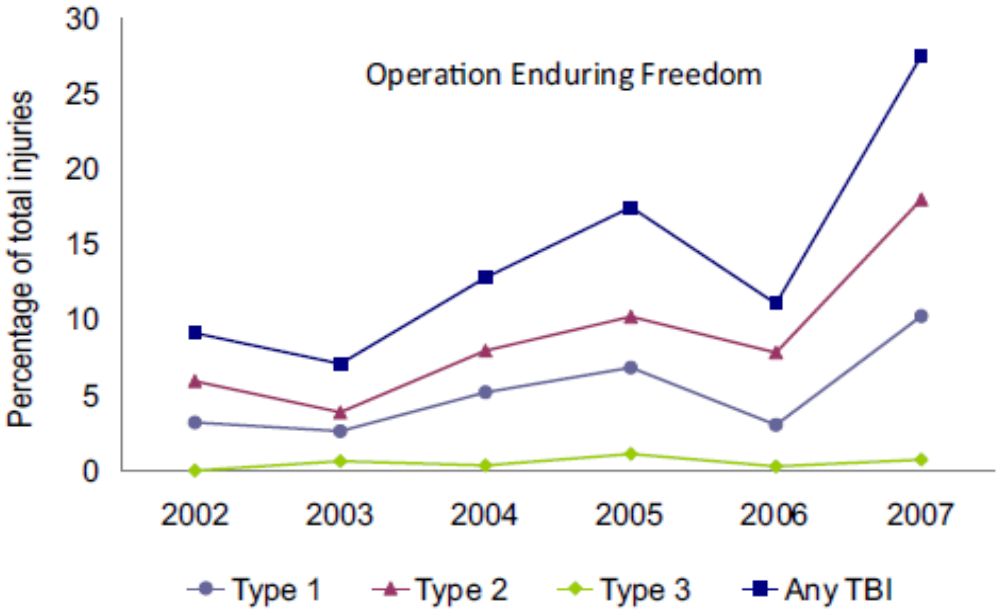
Lésions crânio-encéphaliques : **Une éventualité fréquente ?**

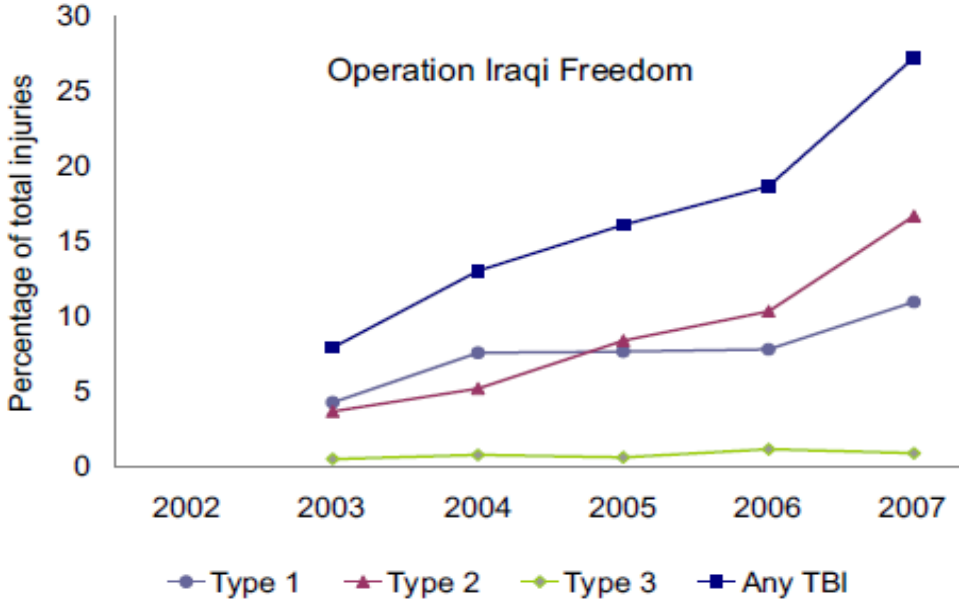
Injury status	
Injured with TBI	907 (22.8)
Injured without TBI	385 (9.7)
Not injured	2681 (67.5)
Total Screened	3973 (100)
Injury characteristics for those with TBI†	
Dazed or confused only	572 (63.1)
Had loss of consciousness or could not remember the injury	335 (36.9)
Total with TBI	907 (100)

Dépend du conflit : ex Afghanistan, **1 combattant sur 5** ?

Invisible Wounds of War Psychological and Cognitive Injuries,Their Consequences, and Services to Assist Recovery. Shell TL et all

Lésions crânio-encéphaliques : **Une éventualité de + en + fréquente ?**





Qui peut passer inaperçue : ***Pas forcément grave et pas forcément ouvert !***

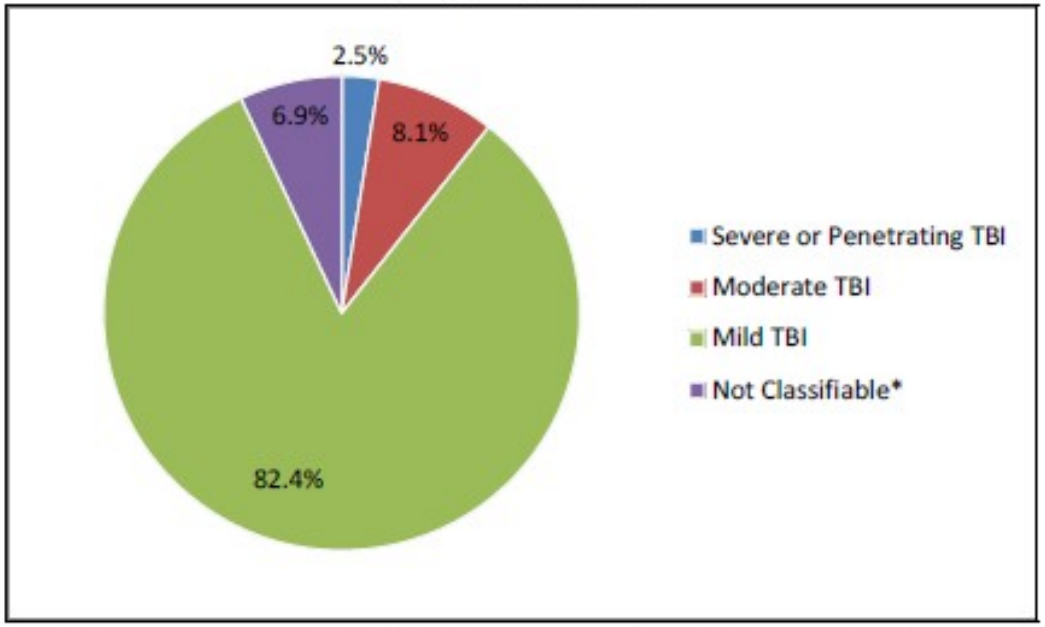
Un enjeu majeur : ***Les séquelles des trauma modérés surtout si répétés***

Traumatic Brain Injury Hospitalizations of U.S. Army Soldiers Deployed to Afghanistan and Iraq. Wojcik BE et All. Am J Prev Med 2010;38(1S):S108 –S116

Lésions crânio-encéphaliques : **Une éventualité fréquente ?**

Figure 2. Traumatic Brain Injury (TBI) 2000-2013 Q3 by Classification, Deployed an Not Previously Deployed Combined

(as of January 10, 2014)



Source: CRS communication with Dr. Michael Carino, Army Office of the Surgeon General, January 10, 2014. Data source is Defense Medical Surveillance System (DMSS), Defense and Veterans Brain Injury Center, http://www.dvbic.org/dod-worldwide-numbers-tbi.

Note: "Not Classifiable" indicates additional incident information is required prior to TBI categorization.

Qui peut passer inaperçue : ***Pas forcément grave et pas forcément ouvert !***

Un enjeu majeur : ***Les séquelles des trauma modérés surtout si répétés***

A Guide to U.S. Military Casualty Statistics:Operation New Dawn, Operation IraqiFreedom, and Operation Enduring Freedom

Lésions crânio-encéphaliques : **On peut passer à côté ?**

Overall Rates of Probable PTSD, Major Depression, and TBI with Co-Morbidity (*N*=1,965)

Condition	Weighted Percentage	95% CI LL	95% CI UL	Population LL	Population UL
Probable PTSD	13.8	11.1	16.5	181,000	270,000
Probable major depression	13.7	11.0	16.4	181,000	270,000
Probable TBI	19.5	16.4	22.7	269,000	372,000
Co-morbidity					
No condition	69.3	65.7	73.0	1,079,000	1,198,000
PTSD only	3.6	2.0	5.2	32,000	86,000
Depression only	4.0	2.4	5.5	40,000	91,000
TBI only	12.2	9.6	14.8	157,000	243,000
PTSD and depression	3.6	2.3	4.8	38,000	79,000
PTSD and TBI	1.1	0.6	1.7	10,000	27,000
TBI and depression	0.7	0.1	1.4	1,000	22,000
PTSD, depression, and TBI	5.5	3.6	7.4	58,000	121,000

NOTES: Based on 1.64 million individuals deployed to OEF/OIF, assuming that the rate found in the sample is representative of the population. CI = confidence interval; LL = lower limit; UL = upper limit.

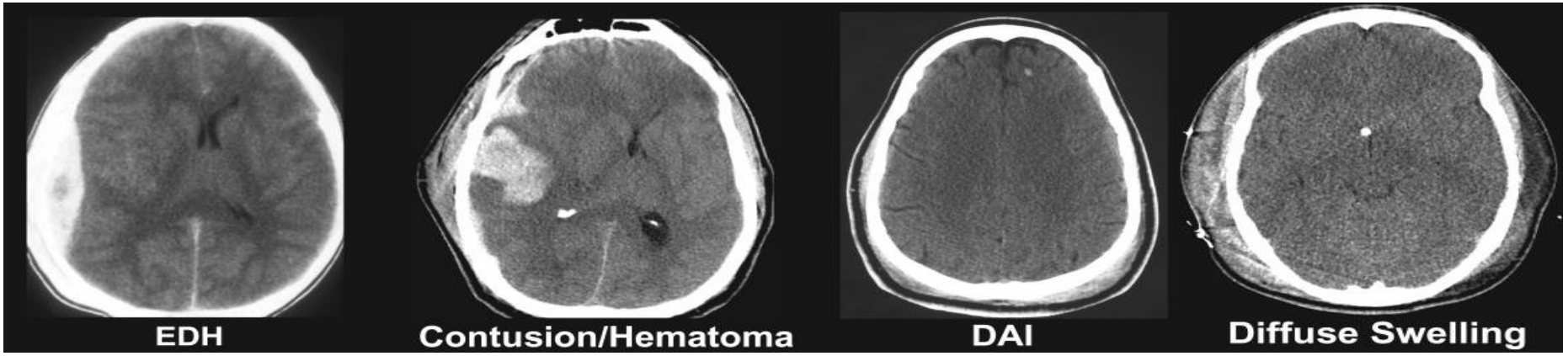
Lien avec le PTSD ? troubles du sommeil, désordres neuro-sensoriels infra-cliniques

Invisible Wounds of War Psychological and Cognitive Injuries,Their Consequences, and Services to Assist Recovery. Shell TL et all.

Lésions crânio-encéphaliques : **Nécessité d'une classification clinique**

Severity Grades of TBI		
Mild (Grade 1)	Moderate (Grade 2)	Severe (Grade 3 & 4)
Altered or LOC < 30 min with normal CT &/or MRI	LOC < 6 hours with abnormal CT &/or MRI	LOC > 6 hours with abnormal CT &/or MRI
GCS 13-15	GCS 9-12	GCS < 9
PTA < 24 hours	PTA < 7 days	PTA > 7 days

United States, Traumatic brain injury: independent study course (Veterans health initiative, 2003).



Derrière cette classification : Une très grande variété de lésions anatomiques

Classification of Traumatic Brain Injury for Targeted Therapies. Saatman KE. et All. J Neurotrauma. 2008 July; 25(7): 719–738.

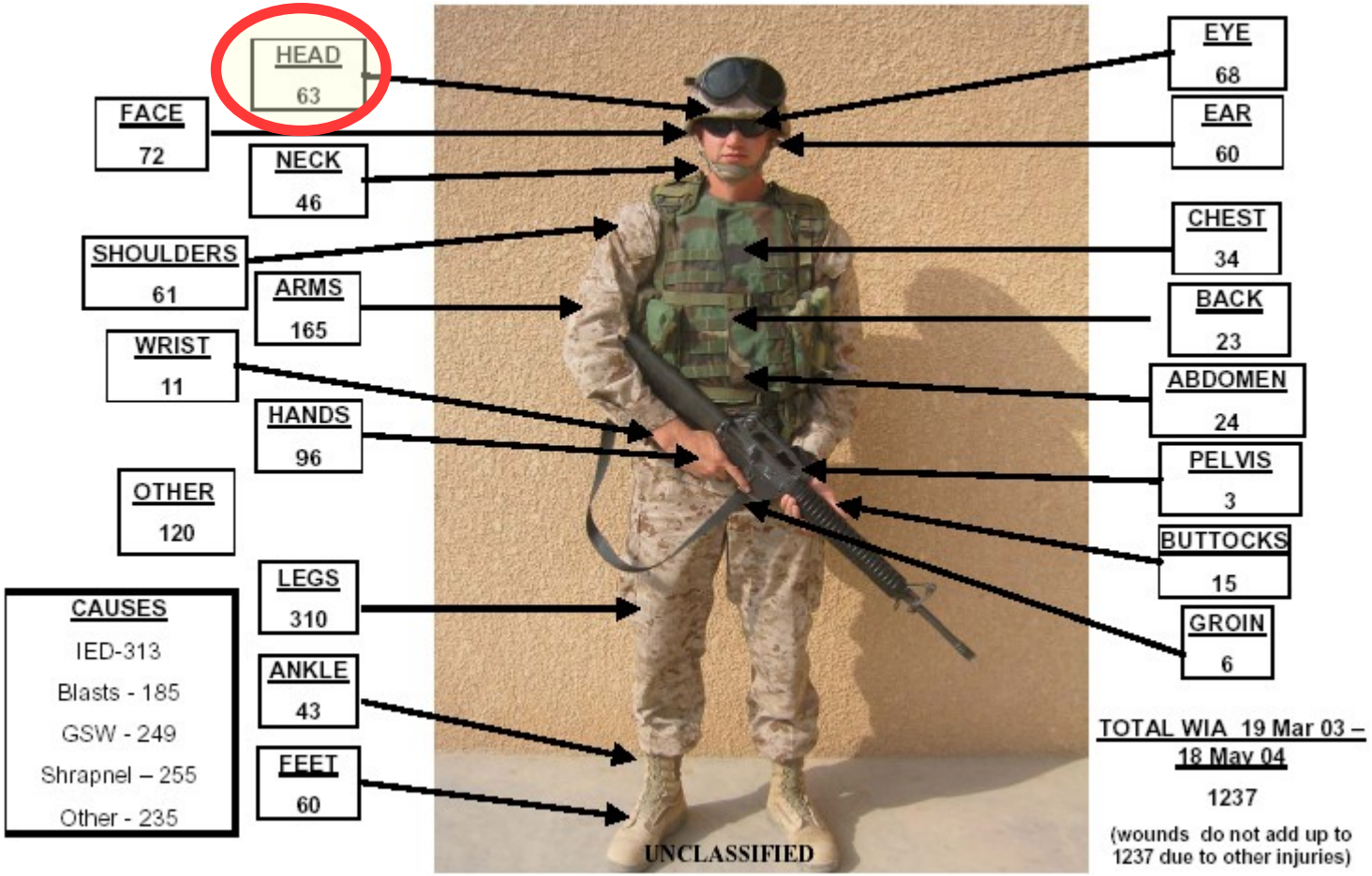
Lésions crânio-encéphaliques : **Une éventualité fréquente ?**

CLASSIFICATION DE MASTERS

Groupe 1 (risque faible)	Groupe 2 (risque mod éré)	Groupe 3 (risque élevé)
G15 Patient asymptomatique Céphalalgique Sensation de vertige Hématome , plaie , contusion ou abrasion du scalp Absence de signe Groupe 2 et 3	PCI / II Amnésie post-TC Comitialit é post TC Intoxication (OH / drogue) Céphalées progressives Vomissements Polytraumatis é Traumatisme sous-claviculaire Lésions faciales sévères Signe de Fracture basilaire Fracture + d épression ou lésion pénétrante Hémophilie /AVK Personne âg ée > 65ans	G13 Altération conscience (causes toxique et comitiale exclues) Signes neurologiques focaux Plaie pénétrante Embarrure

Pas tous graves : 3 niveaux

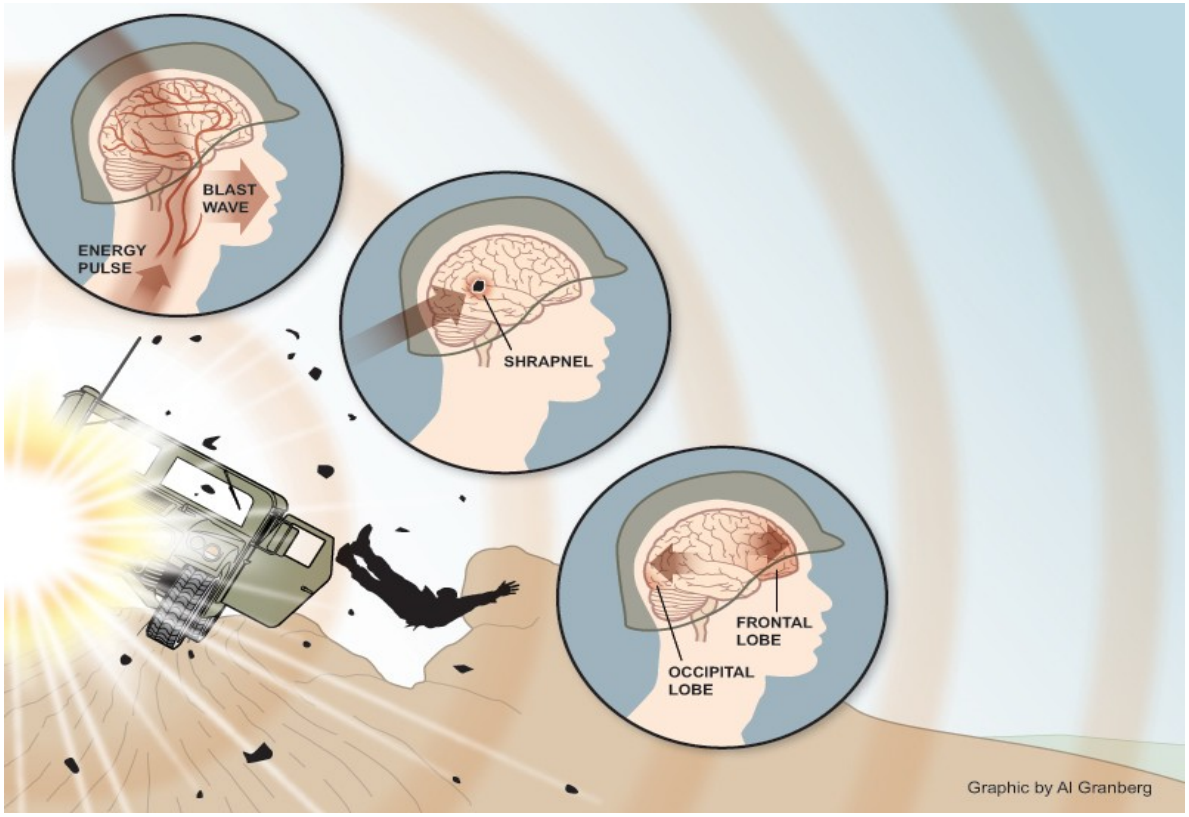
Lésions crânio-encéphaliques : Une région anatomique ***exposée***



Mais aussi une région relativement protégée

Incidence and Epidemiology of Combat Injuries Sustained During“The Surge” Portion of Operation Iraqi Freedom by a U.S. ArmyBrigade Combat Team

Lésions crânio-encéphaliques : Éléments de balistique



Bien sur les traumatismes ouverts mais AUSSI fermés notamment par explosion

Particulière gravité des drones FPV qui explose à proximité de l'extrémité céphalique

Lésions crânio-encéphaliques : Éléments de balistique

Table 3. Direct mechanism of injury for TBI hospitalizations[a] matched to JTTR records

Location/direct mechanism	TBI[b]							
	Type 1		Type 2		Type 3		Any	
	n	(%)	*n*	(%)	*n*	(%)	*n*	(%)
Afghanistan								
Explosion	23	(65.7)	19	(34.5)	1	(25.0)	42	(46.7)
Blunt	4	(11.4)	21	(38.2)	1	(25.0)	24	(26.7)
Penetrating	4	(11.4)	5	(9.1)	1	(25.0)	10	(11.1)
Other	4	(11.4)	10	(18.2)	1	(25.0)	14	(15.6)
	35	(100.0)	55	(100.0)	4	(100.0)	90	(100.0)
Iraq								
Explosion	478	(67.8)	334	(58.1)	56	(64.4)	829	(63.9)
Blunt	94	(13.3)	154	(26.8)	21	(24.1)	248	(19.1)
Penetrating	116	(16.5)	22	(3.8)	9	(10.3)	143	(11.0)
Burn	1	(0.1)	1	(0.2)	0	(0.0)	1	(0.1)
Other	16	(2.3)	64	(11.1)	1	(1.1)	77	(5.9)
	705	(100.0)	575	(100.0)	87	(100.0)	1298	(100.0)

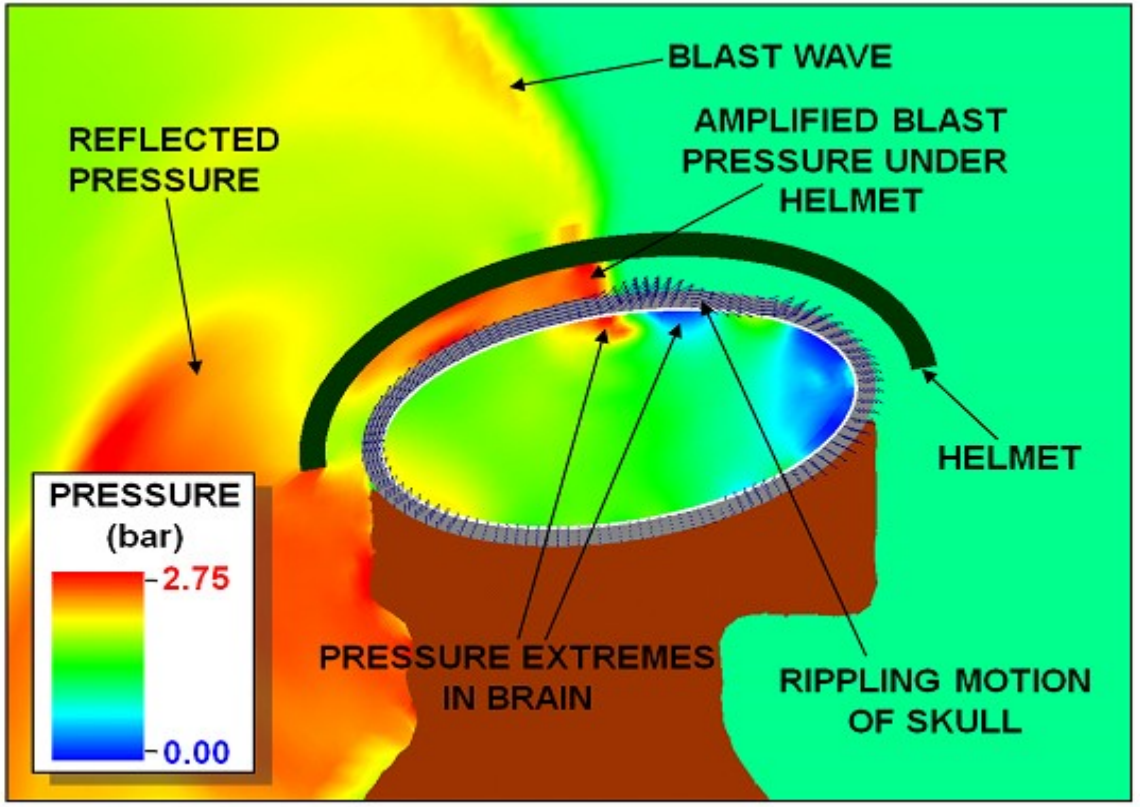
[a]During deployment, for U.S. Army soldiers deployed between September 11, 2001, and September 30, 2007.
[b]Type 1 TBI (most severe), Type 2, and Type 3 (least severe) refer to Barell Injury Matrix categories.[15]
JTTR, Joint Theater Trauma Registry; TBI, traumatic brain injury

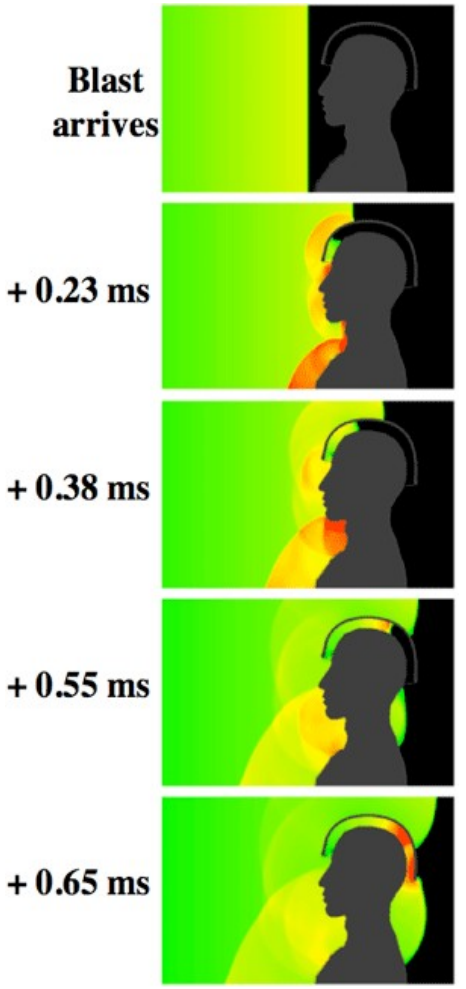
Des traumatismes ouverts mais AUSSI surtout fermés notamment par explosion

Traumatic Brain Injury Hospitalizations of U.S. Army Soldiers Deployed to Afghanistan and Iraq. Wojcik B. et Al. Am J Prev Med 2010;38(1S):S108 –S116

Lésions crânio-encéphaliques : Éléments de balistique

Blast





Onde de pression: Diffuse à l'intérieur de la boite crânienne

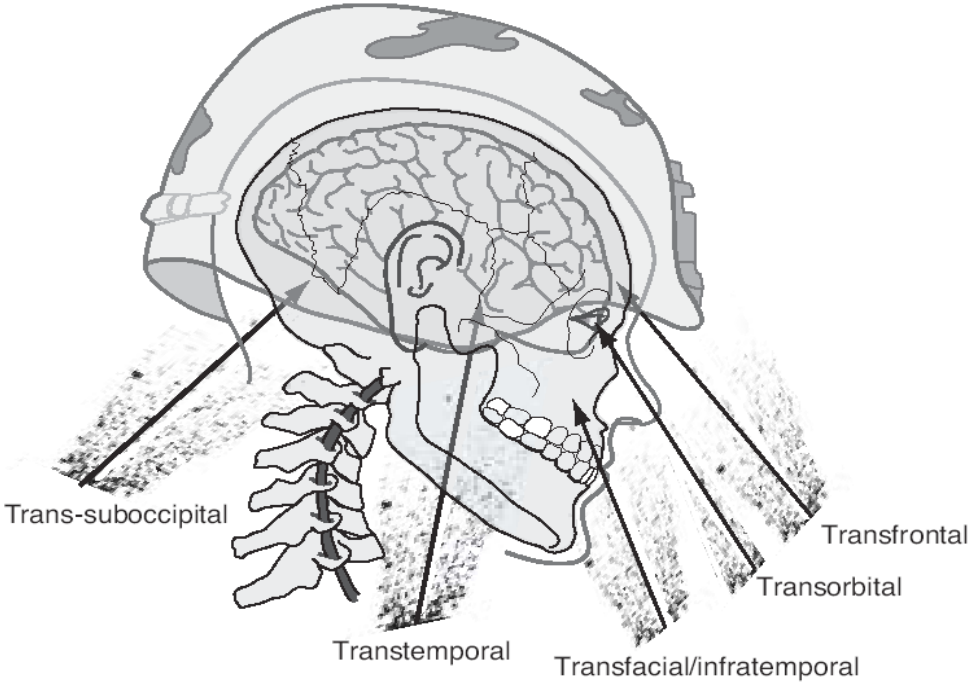
Skull Flexure from Blast Waves: A Mechanism for Brain Injury with Implications for Helmet Design- Moss WC et all.

Lésions crânio-encéphaliques : Éléments de balistique

Balles et éclats :



Régions occipitale et temporale



50% des impacts sur 15% de la surface de la boite crânienne

Anatomic Distribution of Bullet Head Injuries in Combat Fatalities. Yuval Ran et all. J Trauma. 2010;69: 541–543

Lésions crânio-encéphaliques : Éléments de balistique

Donc une protection adaptée à la menace









Level	Minimum Fragmentation Velocity V_{50}* m/sec (ft/sec)	NIJ Level**	Bullet	Weight (Grains)	Maximum Bullet Velocity m/sec (ft/sec)	Energy (Joules)
F1	400 (1310)	Type A	9mm FMJ Rem†	124	350 (1150)	490
			.38" Special + P	158	300 (1000)	460
F2	450 (1470)	Type B	9mm FMJ Rem†	124	365 (1200)	530
			Plus all the above bullets			
F3	500 (1640)	Type C	9mm FMJ Rem†	124	390 (1280)	610
			Plus all the above bullets			
F4	550 (1800)	IIA	9mm FMJ Rem†	124	390 (1280)	610
			9mm GECO DM11A1B2	123	350 (1150)	490
			.357 Magnum JSP Rem	158	396 (1300)	800
			Plus all the above bullets			
F5	600 (2000)	II	9mm GECO DM11A1B2	123	410 (1345)	670
			.357 Magnum JSP Rem	158	440 (1445)	990
			Plus all the above bullets			
F6	650 (2130)	IIIA	9mm FMJ Rem†	124	441 (1450)	780
			9mm Norma 19022	116	410 (1345)	630
			7.62mm Tokavav Lead	85	450 (1480)	555
			.357 GECO MP	158	390 (1280)	775
			.44 Magnum SWC-GC	240	441 (1450)	1510
			Plus all the above bullets			
F6T	650 (2000)	IIIA	**Performance as F6 but with a considerable weight reduction (see page 4)**			

V50 – Stanag 2920 – 680 m/s pour le casque Spectra

Skull Flexure from Blast Waves: A Mechanism for Brain Injury with Implications for Helmet Design- Moss WC et all.

Lésions crânio-encéphaliques : Éléments de balistique

Donc une protection adaptée à la menace



Elle ne se modifie pas

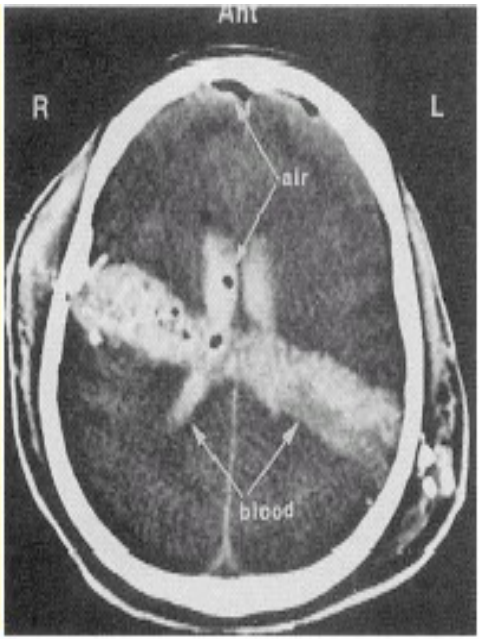
Skull Flexure from Blast Waves: A Mechanism for Brain Injury with Implications for Helmet Design- Moss WC et all.

Lésions crânio-encéphaliques : Éléments de balistique

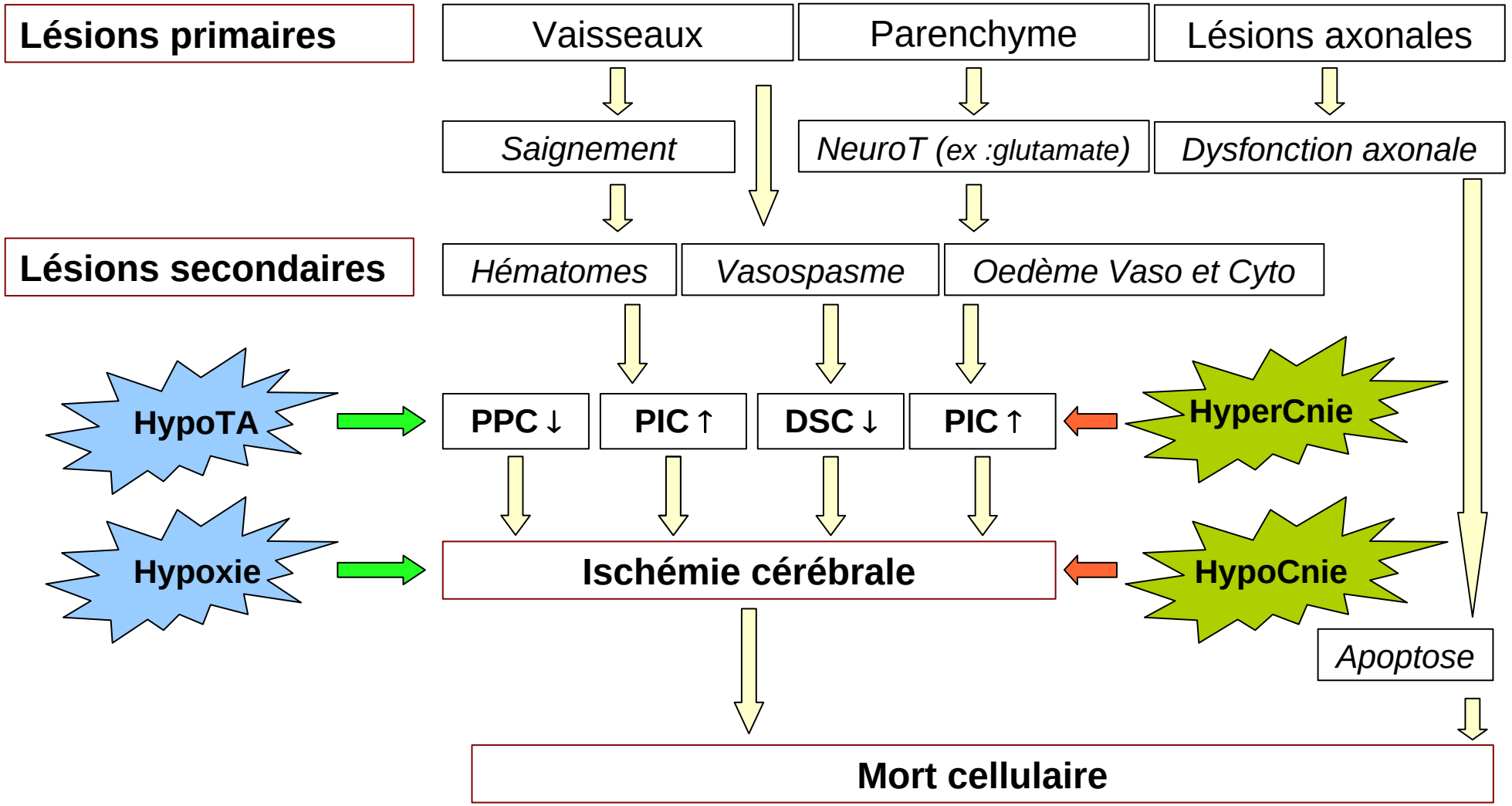
Balles et éclats







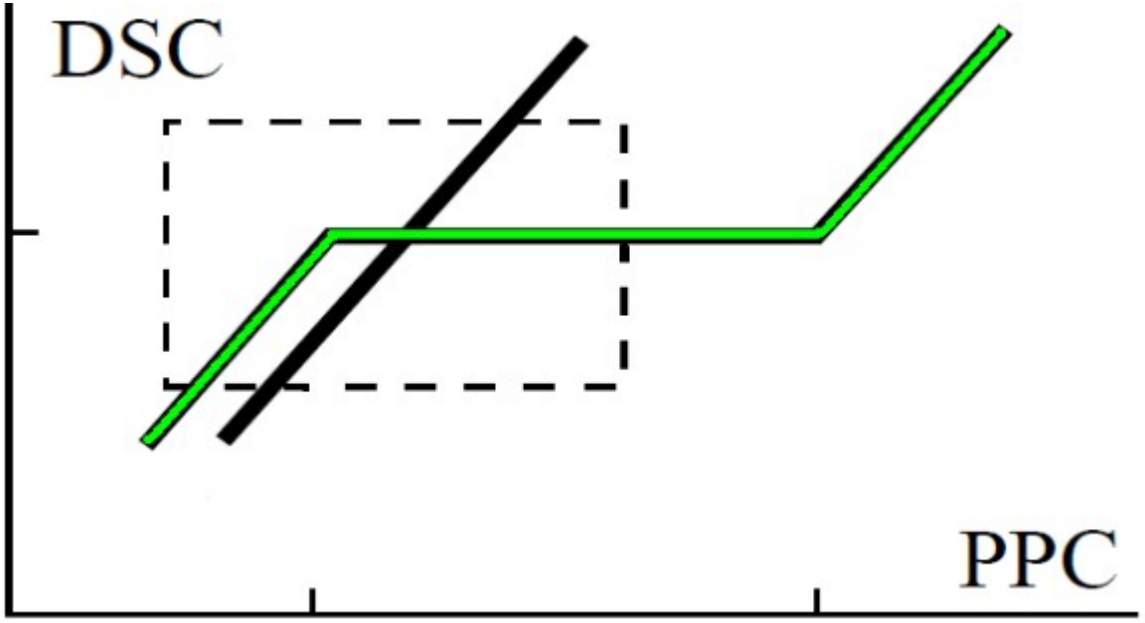
Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires



Moderate and severe traumatic brain injury in adults. Maas AIR et all. Lancet Neurol 2008; 7: 728–41

Lésions crânio-encéphaliques : Notions d'hémodynamique cérébrale

Une autorégulation altérée en cas de traumatisme crânien



Une relation linéaire dangereuse si la PPC (Perfusion cérébrale) est trop basse

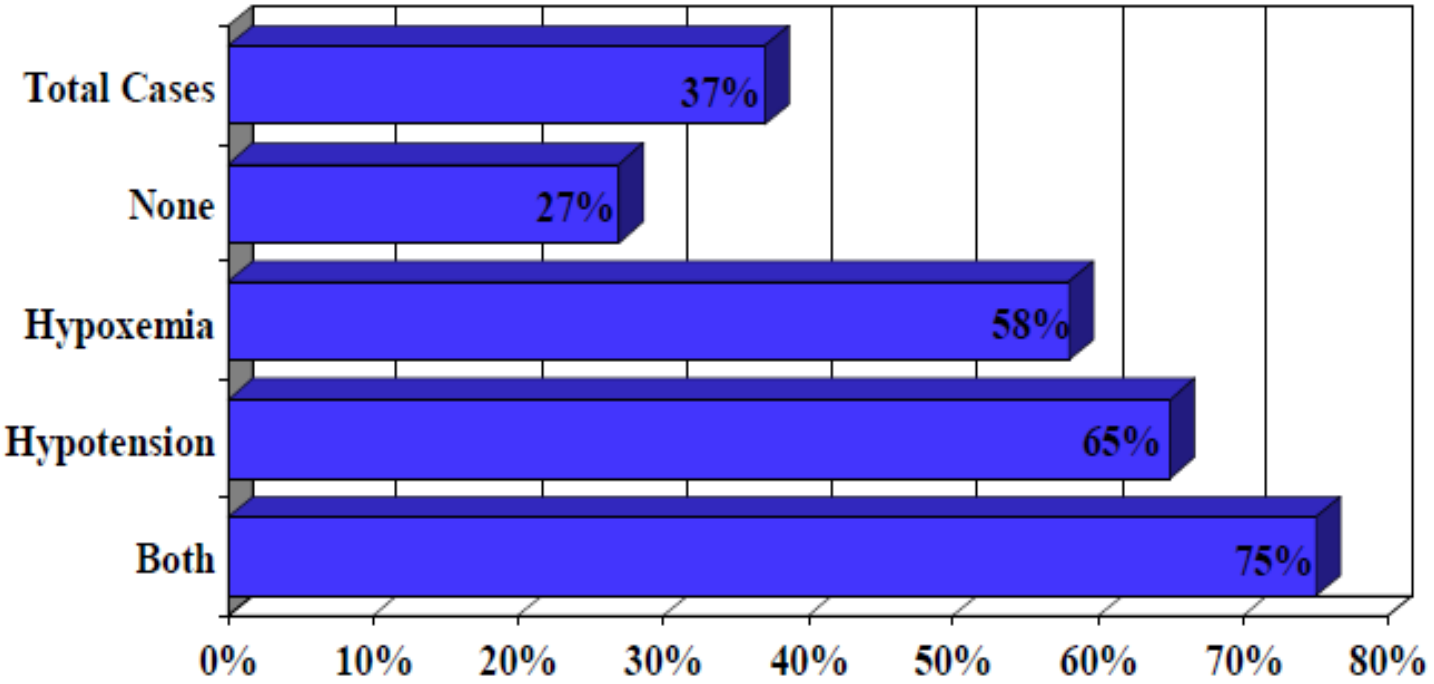
Seuil d'ischémie : 22 ml/100g/min

Une situation d'ischémie cérébrale dans au moins 1 TC sur 3

Blood pressure and intracranial pressure-volume dynamics in severe head injury: relationship with cerebral blood flow. Bouma GJ et all. J Neurosurg 1992;77:15-19

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

Agression **C**érébrales **S**ystémiques d'**O**rigine **S**econdaire **(ACSOS**)



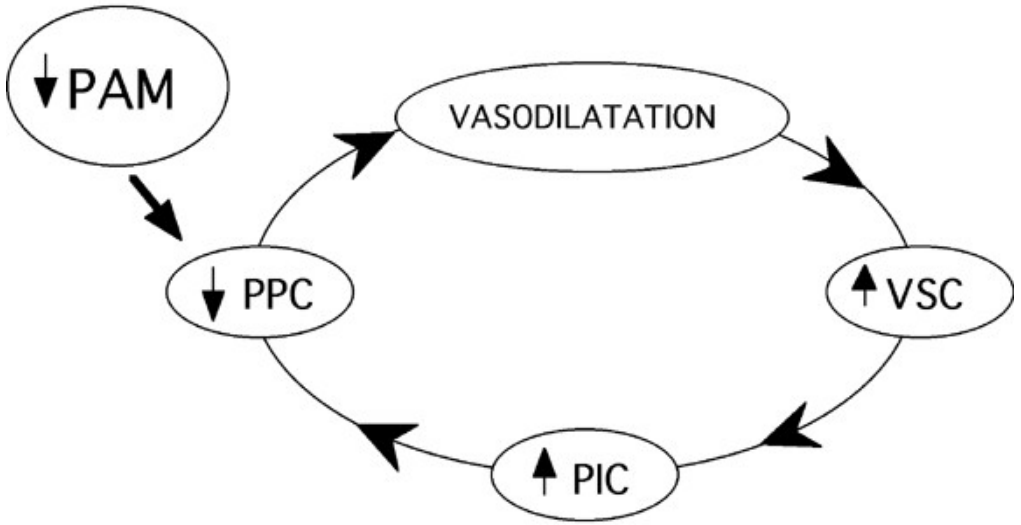
Une association Hypotension-Hypoxie **à PROHIBER**

Des mesures simples sont efficaces

The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. Chestnut et all. J Trauma. 1993 Feb;34(2):216-22

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

ACSOS : Pour les prévenir, PAS D'HYPOTENSION



SI possible : Une PAS à 110 mmHg

Un seul épisode de PA < 90 mmHg pendant + de 5 min ⇒ Mortalité X 2,5

Hypotension

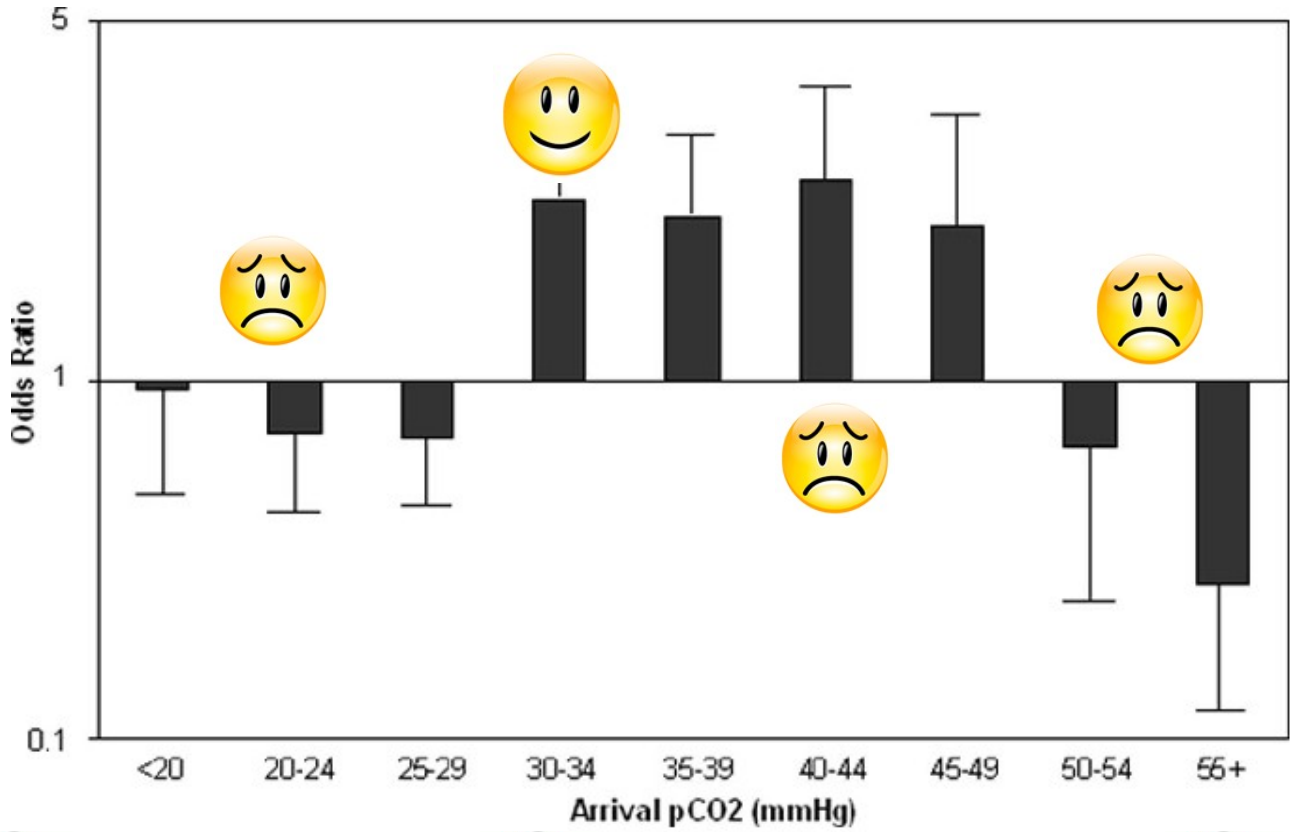
Hyper/ Hypo capnie

Hypoxie

Quel objectif thérapeutique hémodynamique faut il se donner dans le traumatisme crânien ? Vigué B. MAPAR 2000

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

ACSOS : Une capnie maîtrisée ?



Hypotension Hyper/ Hypo capnie Hypoxie

The impact of prehospital ventilation on outcome after severe traumatic brain injury Warner KJ et all.J Trauma. 2007;62:1330 –1338

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

ACSOS : Pas d'hypercapnie mais aussi pas d'hypocapnie

Table 2 Outcomes

All Patients (N = 492)	Arrival Pco_2				*p* Value
	Hypocapnia	Target Ventilation	Mild Hypercapnia	Severe Hypercapnia	
Pco_2 range (mm Hg)	<30	30–35	36–45	>45	
n	80 (16.3%)	155 (31.5%)	188 (38.2%)	69 (14.0%)	
Mortality	20 (25.0%)	25 (16.1%)	50 (26.6%)	25 (36.2%)	0.009
Mean discharge GCS (SD)	14.2 (2.4)	14.4 (1.9)	14.7 (1.1)	14.3 (1.9)	0.31
Discharge GCS <15	7 (13.5%)	13 (13.4%)	10 (9.1)	6 (16.2%)	0.62
Mean FIM score (SD)	9.96 (2.6)	10.2 (2.5)	10.3 (2.1)	9.43 (2.9)	0.29
Mean ICU days (SD)	5.42 (6.4)	5.59 (9.3)	5.92 (11.3)	8.97 (10.5)	0.31

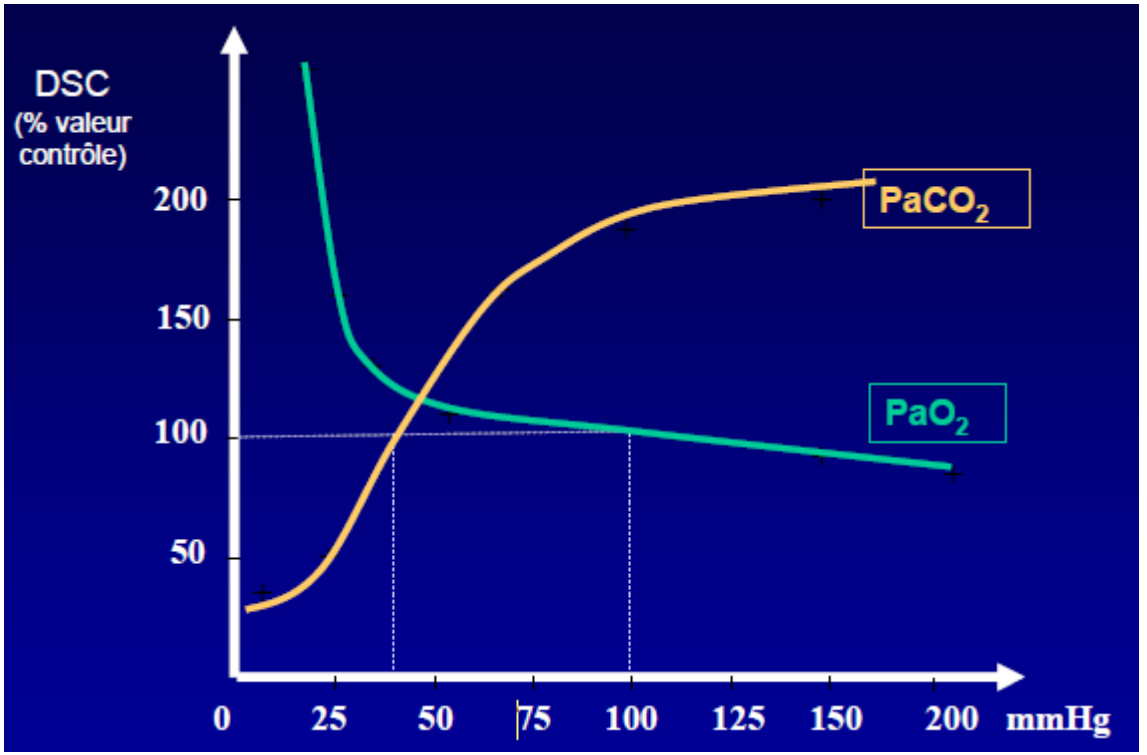
Discharge outcomes for survivors only.
GCS, Glasgow Coma Score; FIM, Functional Independence Measure; ICU, intensive care unit.

 Hypotension  Hyper/ Hypo capnie  Hypoxie

The impact of prehospital ventilation on outcome after severe traumatic brain injury Warner KJ et all.J Trauma. 2007;62:1330 –1338

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

ACSOS : Pour les prévenir, pas d'hypoxie < 60 mmHg



Hypotension

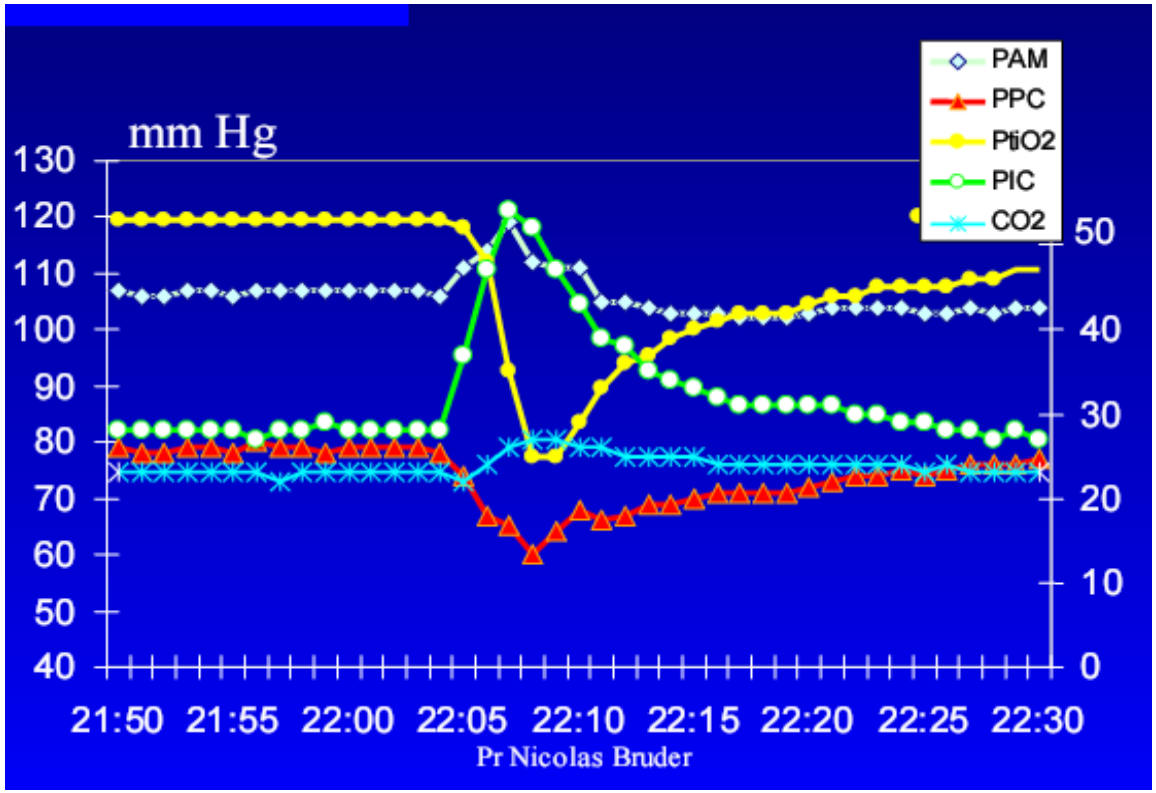
Hyper/ Hypo capnie

Hypoxie

Prise en charge initiale des traumatismes crâniens graves et monitorage avant l'arrivée en centre spécialisé. Tazarourte K et Al. Urgences 2011

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

ACSOS : Pour les prévenir, maîtriser la pression intracrânienne



PIC ↑
=
Hypoxie cérébrale

Hypotension

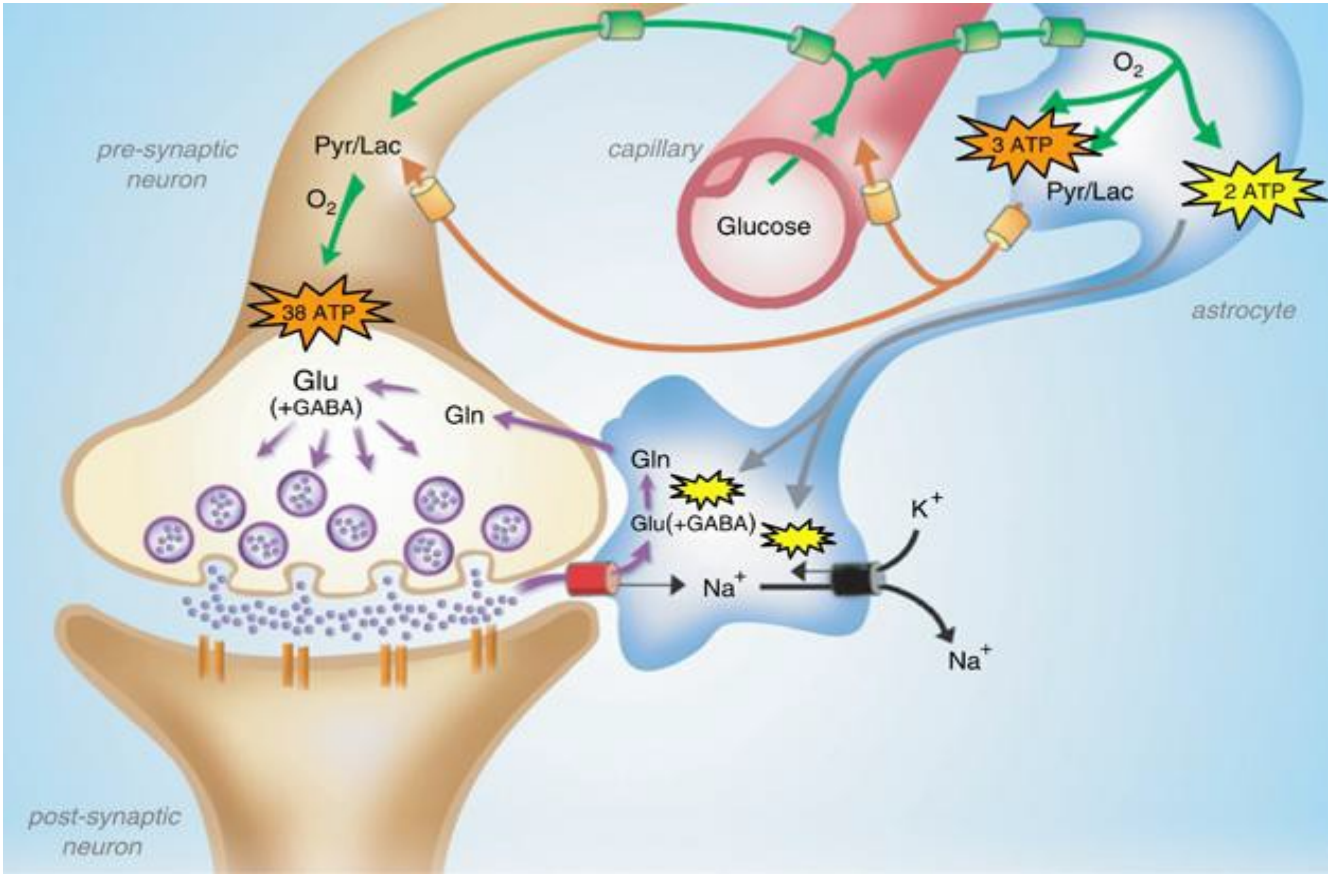
Hyper/ Hypo capnie

Hypoxie

Prise en charge initiale des traumatismes crâniens graves et monitorage avant l'arrivée en centre spécialisé. Tazarourte K et Al. Urgences 2011

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

ACSOS : Pour les prévenir, maîtriser le métabolisme cérébral



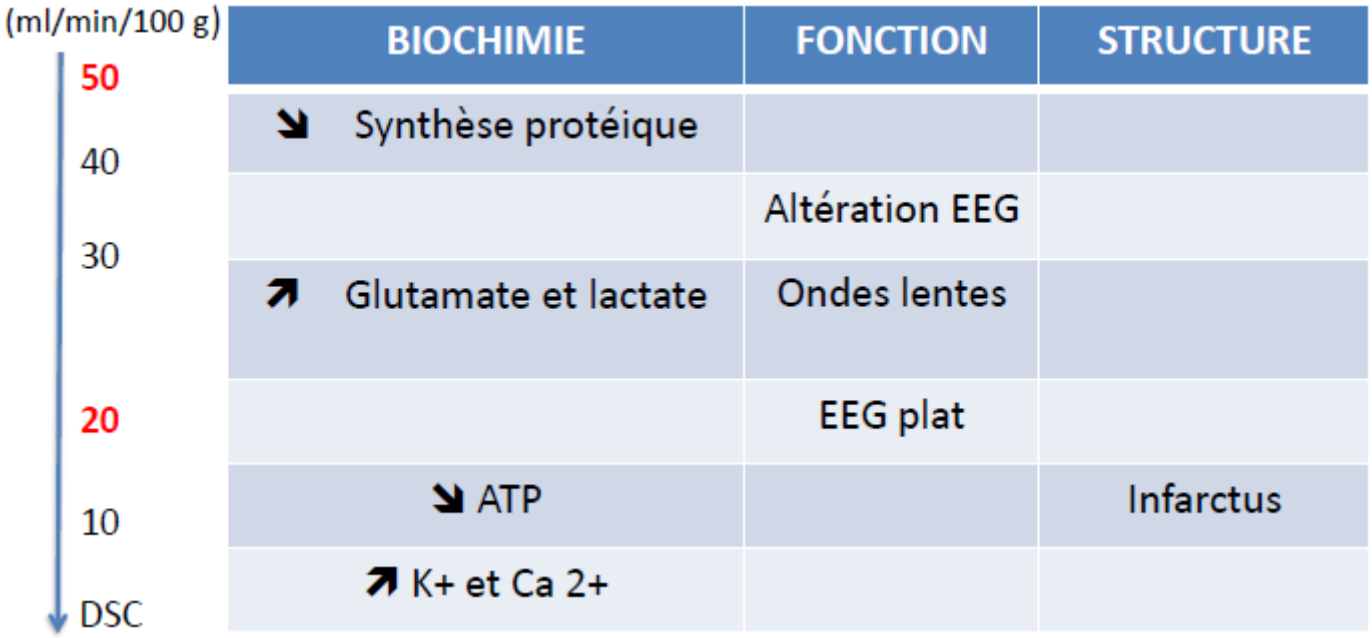
L'apport de glucose est essentiel à l'apport énergétique cérébral

Couplage métabolisme / Débit sanguin cérébral

Régulation de la circulation cérébrale. Dupui P. et all. EMC (Elsevier Masson SAS), Neurologie, 17-003-C-10, 2006

Lésions crânio-encéphaliques : Notions de lésions primaires et secondaires

ACSOS : Pour les prévenir, maîtriser le métabolisme cérébral



Température Glucose Glutamate Hémoglobine Osmolarité

Que faire ?

- RPP : Prise en charge des patients présentant un traumatisme crânien léger de l’adulte
- RFE : Prise en charge des traumatisés crâniens graves à la phase précoce (24 premières heures)
- Traumatic Brain Injury Management in Prolonged Field Care

Sauver la vie !

Que faites vous en premier ?



SAFE

Penser SAFE **et *Evaluer pour ABC***



Airway



Bleeding - Bandage

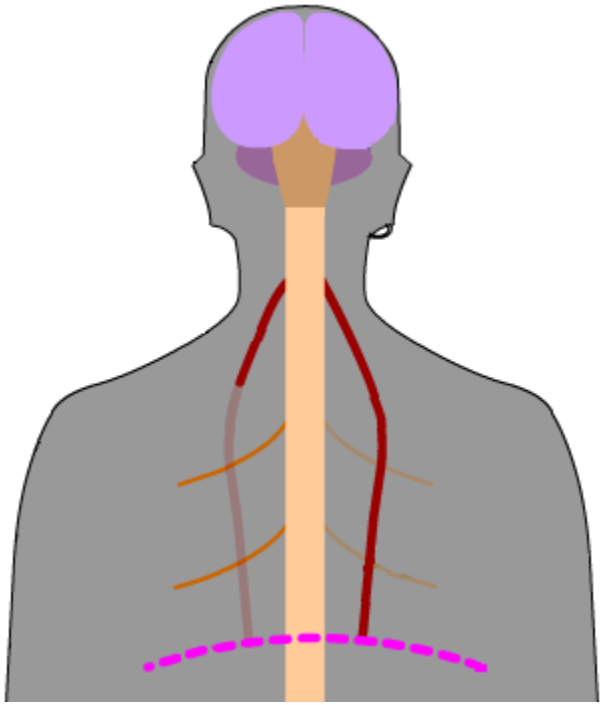


Conscience : AVPU

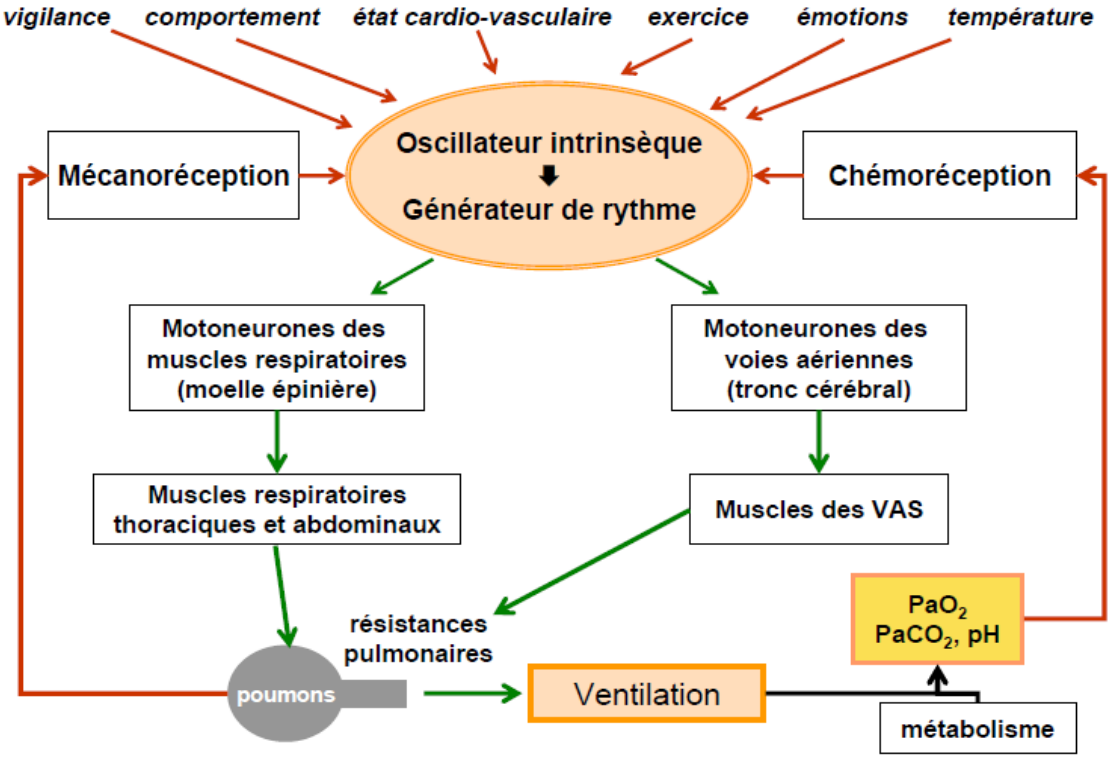
A : Alerte ? **V** : Voix ? **P** : Pincement ? **U** : Unresponsive = sans réaction

Penser **MARCHE** et Evaluer l'état neurologique

Rechercher une hypoventilation par altération de la commande respiratoire



http://www.ac-nice.fr/svt/productions/2ao/respi/respi.swf



Ampliation thoracique ? Fréquence respiratoire ? Rythme ?

Hypercapnie

Hypoxie

Penser **MARCHE et Evaluer l'état neurologique**

Examiner le crâne : Suture ++++?, dès que possible gros point









Avant Role 1 : ***Plutôt Quikclot et pansement « un peu » compressif, suture dès que possible***

Derrière une plaie du scalp par balle ou éclat : Probable plaie cranio-cérébrale

Penser **MARCHE et Evaluer l'état neurologique**

Le niveau de conscience : Score de Glasgow ? *Grave si <8*

Ouverture des yeux	
• Spontanée	4 points
• A la parole	3 points
• A la douleur	2 points
• Aucune	1 point
Réponse verbale	
• Orientée	5 points
• Confuse	4 points
• Inappropriée	3 points
• Incompréhensible	2 points
• Aucune	1 point
Meilleure réponse motrice	
• Obéit aux ordres	6 points
• Localise la douleur	5 points
• Retrait à la douleur	4 points
• Flexion anormale	3 points
• Extension à la douleur	2 points
• Aucune	1 point

Tableau 1. Score de Glasgow, évaluant la sévérité des troubles de la conscience.

Table 2.
Measures of interrater reliability between paired ratings.

Measure	Eye	Verbal*	Motor	Total
Agreement, %	74	55	72	32†
Kendall's τ-b‡	0.715	0.587	0.742	0.739
Spearman's ρ‡	0.757	0.665	0.808	0.864
(95% CIs)	(0.612–0.851)	(0.519–0.765)	(0.700–0.877)	(0.804–0.904)
Spearman's ρ2,§ %	57	44	65	75
κ, unweighted	0.59	0.37	0.58	0.00‖
κ, weighted¶	0.72	0.48	0.63	0.40

Le CGS est souvent MAL évalué

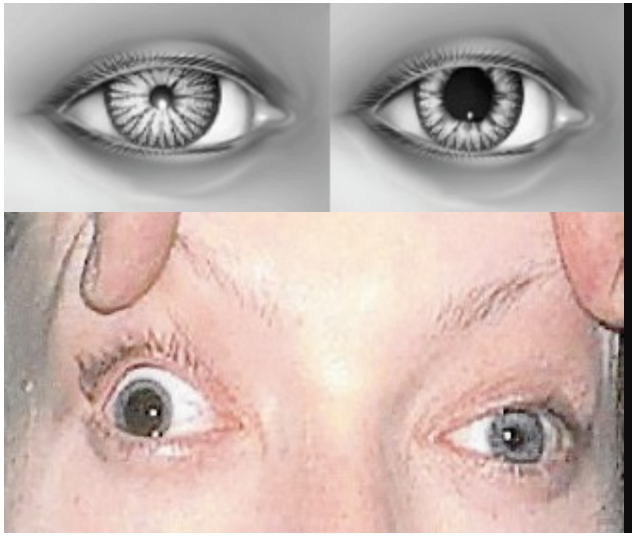
Importance de la réponse motrice

A : Alerte ? **V** : Voix ? **P** : Pincement ? **U** : Unresponsive = sans réaction

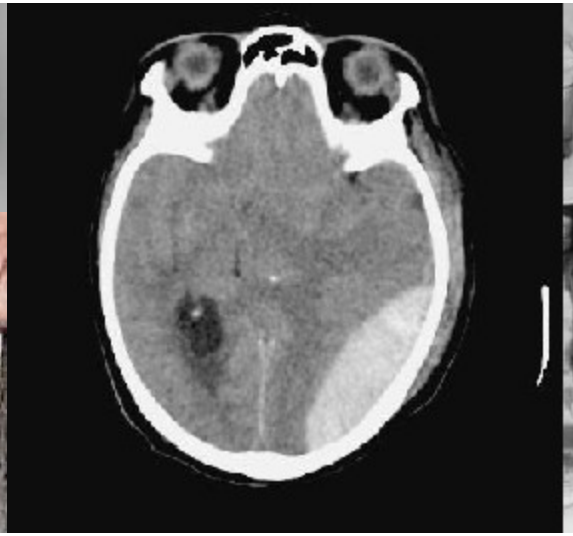
Interrater reliability of Glasgow Coma Scale scores in the emergency department. Gill MR et all. Ann Emerg Med. 2004;43:215-223

Penser **MARCHE et Evaluer l'état neurologique**

Rechercher une anisocorie et apprécier le réflexe photomoteur :



Tenir compte de la luminosité



= HTIC
Engagement temporal

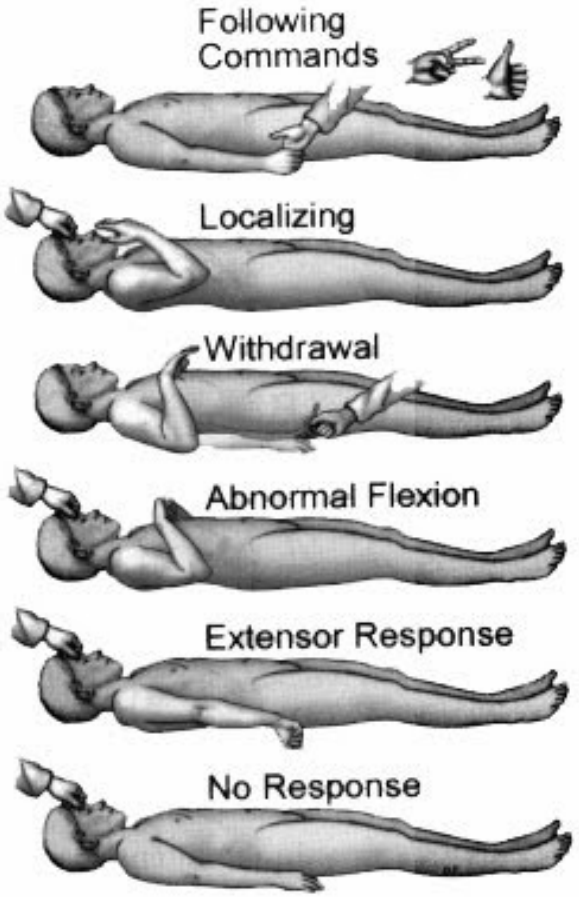


Pas si simple
Oedème

Dans un contexte traumatique pensez à l'hématome extra-dural

Penser **MARCHE et Evaluer l'état neurologique**

Rechercher une paralysie ou une anomalie de réaction motrice



O : Obéit

L : Localise

D : Détourne

F : Fléchit

E : Etend

A : Absent

A ce moment
Anomalie
=
Lésion du rachis ?
Profondeur de coma ?

Simplement : Bouge les bras ? Bouge les jambes ? Ne bouge pas ?

Tout faire pour réduire les ACSOS

Mettre en œuvre

le mieux possible compte tenu du contexte

les recommandations pour la pratique clinique de la SFAR

Importance de la spécialisation de la prise en charge et MEDEVAC

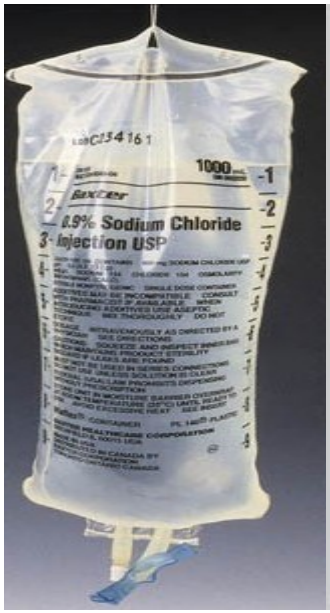
J R Army Med Corps. 2017 Oct;163(5):342-346

Traumatismes crâniens graves : prise en charge à la phase initiale. Bonhours G. et Al. Réanimation 15 (2006) 552–560

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Avoir une PAS **au minimum** > 90 mmHg; ***idéalement*** *110-120 mmHg*

Par un remplissage vasculaire **prohibant les solutés hyptoniques**

Nacl 0,9%	Voluven	Plasmion	G5%	RL
				
308 mosm/l	308 mosm/l	295 mosm/l	278 mosm/l	278 mosm/l

Osmolarité < 300 mosm/l ⇒ Oedème cérébral ⇒ HTIC

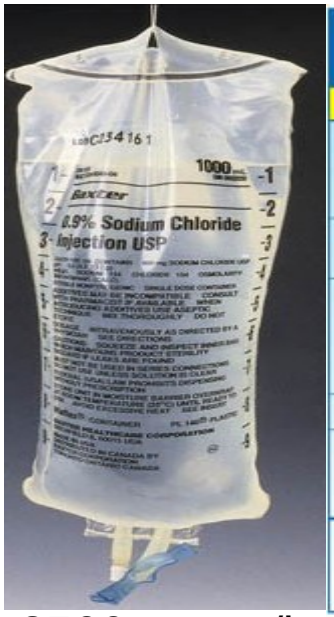
Quel objectif thérapeutique hémodynamique faut il se donner dans le traumatisme crânien ? MAPAR 2000 Vigué B.

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Avoir une PAS **au minimum** > 90 mmHg; ***idéalement*** *110-120 mmHg*

Par un remplissage vasculaire **avec des solutés hypertoniques**

Nacl 7,5%



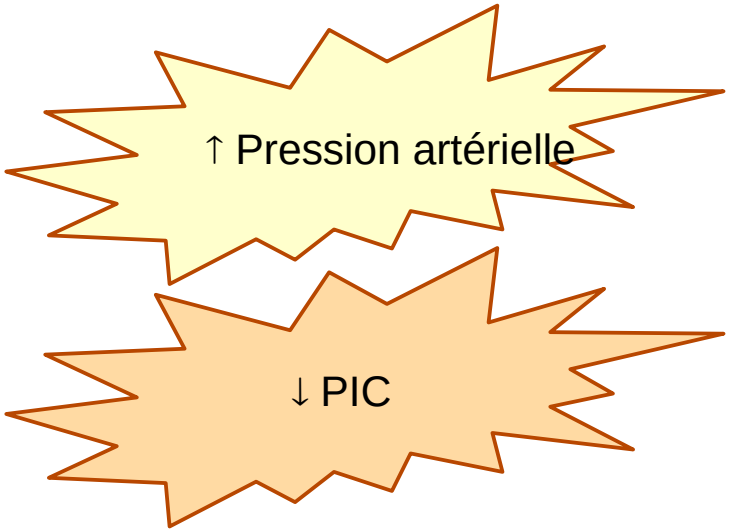
2566 mosm/l

Effets hémodynamiques et cérébraux des solutés de sérum hypertonique [5]

Effets	Mécanismes
Amélioration de la pré-charge ventriculaire droite	↑ volume plasmatique vasoconstriction artériolaire et veineuse (territoire musculo-cutané)
Inotrope positif*	Hypothèses : hyperosmolarité échangeurs Na^+-Ca^{2+}
Amélioration des conditions de perfusion et d'oxygénation tissulaires	Vasodilatation artériolaire précapillaire splanchnique, rénale et coronaire Effet rhéologique (↓ volume des hématies et des cellules endothéliales)
Action anti-œdémateuse cérébrale**	Hyperosmolarité plasmatique
Amélioration de la pression de perfusion cérébrale***	• ↑ pression artérielle moyenne (PAM) par ↑ volume plasmatique • ↓ pression intracrânienne

* Action évoquée mais les résultats observés lors d'études expérimentales et cliniques varient selon l'espèce animale étudiée
** La diminution de Pression intracrânienne (PIC) résultante est comparable à celle induite par le mannitol 20% mais semble de plus courte durée
*** Pression de Perfusion Cérébrale (PPC) : PAM - PIC

Tableau II :





NaCl 7,5% 250 ml en 20 minutes

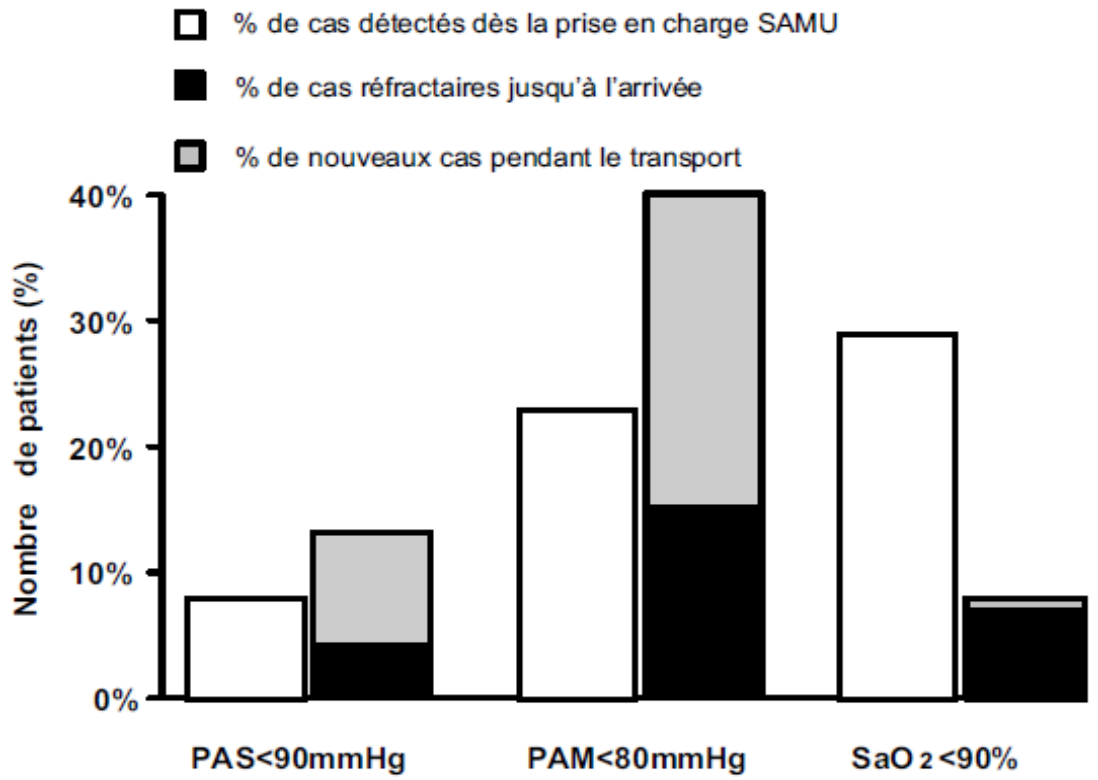
Discutable en contexte civil, mais adapté au contexte militaire

Sérum salé hypertonique, quoi de neuf ?. Mion G. et AL Réanimation (2010) 19, 163—170

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Avoir une PAS **au minimum** > 90 mmHg; ***idéalement*** *110-120 mmHg*

En se donnant les moyens de contrôler l'hémodynamique



Problème : **La perception d'un pouls radial est insuffisante**

Prise en charge préhospitalière des traumatisés crâniens. Rouxel JPM et all. Ann Fr Anesth Réanim, 2004, 23 : 6-14. 5

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Avoir une PAS **au minimum** > 90 mmHg; ***idéalement*** *110-120 mmHg*

En ayant recours à des vasopresseurs : Adrénaline



	Récepteurs α	Récepteurs ß1	Récepteurs ß2
Adrénaline	+ + +	+ + +	+ + +
Noradrénaline	+ + +	+ + +	0

	ADRENALINE	NORADRENALINE
Demi-vie plasmatique (min)	2-3	0.6-3
Volume de distribution (l/kg)	?	?
Clairance plasmatique (ml.kg.min)	35-90	20-100

1mg dans 10 ml. Pas en perfusion, mais TITRATION des effets

Bolus initial de 0,5 mg possible, ml par ml qsp le pouls radial perceptible

Juste ce qu'il faut : Eviter une vasoconstriction splanchnique

Mieux si disponible : Noradrénaline titrée en IV continue (débuter à 0,01µg/kg/min)

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Réduire la PIC par une osmothérapie. *Objectif PIC < 25 mmHg*

La référence en milieu civil est le mannitol 20% [0,20 à 1 g/kg (soit 1 à 5 ml/kg)]

	Mannitol	Sérum salé hypertonique
Composition	Sucre alcoolique	Chlorure de sodium
Posologie	0,25 à 1 g/Kg	Très variable, 6 à 18 gr
Augmentation de la volémie (30 min après injection)	111%	3 à 4 fois le volume administré
Effet rhéologique	Oui	Oui
Effet diurétique	+++ Diurèse osmotique d'environ 4 à 5 fois le volume perfusé	+ Diurèse via sécrétion de facteur natriurétique)
Effet hémodynamique	↓ pression artérielle moyenne si bolus rapide Hypovolémie secondaire à compenser	↓ pression artérielle moyenne si bolus rapide ↑ Volémie
Effet cérébral	↓ Pression intracrânienne	↓ Pression intracrânienne
Effet rebond	Possible	Possible en cas d'administration prolongée
Effets secondaires principaux	Hypo/hyperkaliémie Insuffisance rénale aiguë	Surcharge vasculaire Hypokaliémie

Mannitol ou sérum salé hypertonique ? Geeraerts T et Al. Urgence pratique 2012 : 111, 17-22

250 ml de mannitol 20%
=
100 ml de sérum salé 7,5%
=
250 mosmoles

10.1097/MD.0000000000022004

MAIS :

- Pas présent dans un sac à dos
- Génère une polyurie non gérable dans nos EVASAN
- Risque d'aggraver l'hypovolémie d'un blessé qui saigne

DONC : ***NaCL 7,5% : 100 ml devant toute anomalie pupillaire ou aggravation de l'état de conscience***

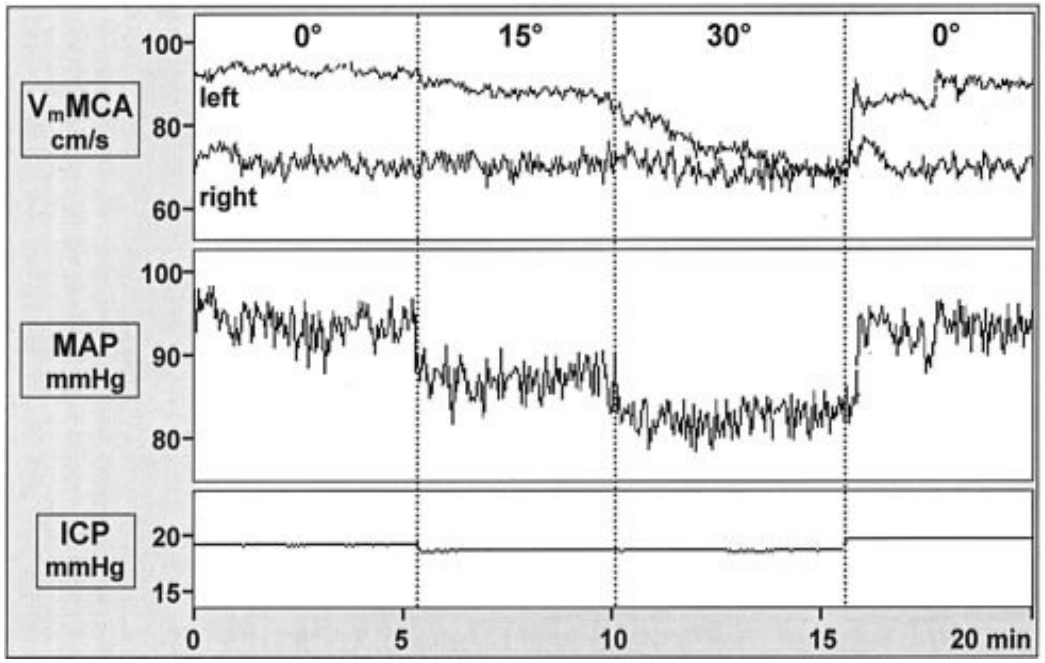
Hypertonic saline for treating raised intracranial pressure: literature review with meta-analysis. Mortazavi MM et Al. J Neurosurg 116:210–221, 2012

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Réduire la PIC par une mise en position adaptée. *Objectif PIC < 25 mmHg*

Ce qui compte est de maintenir une pression de perfusion cérébrale optimale :

Le blessé: Dos à plat, sans compression jugulaire, tête surélevée dans l'axe du corps



Eviter toute position proclive source d'hypoTA

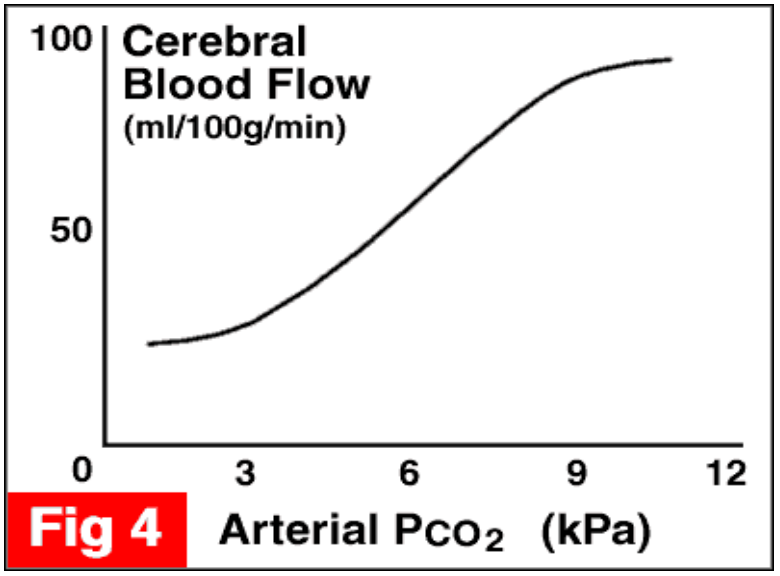
Surélevez la tête pas le tronc. Attention à une minerve mal positionnée, trop serrée.

Effects of Body Position on Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion in Patients With Large Hemispheric Stroke. Schwarz S.. et all. Stroke. 2002;33:497-501.

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Réduire la PIC par une ventilation adaptée. *Objectif PIC < 25 mmHg*

Objectif : Une normoventilation paCO2 = 35 à 40 mmHg et une paO2 > 60 mmHg







HypoCO2 *: Ischémie, vasoconstriction* ***HyperCO2*** *: HTIC, vasodilatation* ***Hypoxie*** *: Ischémie*

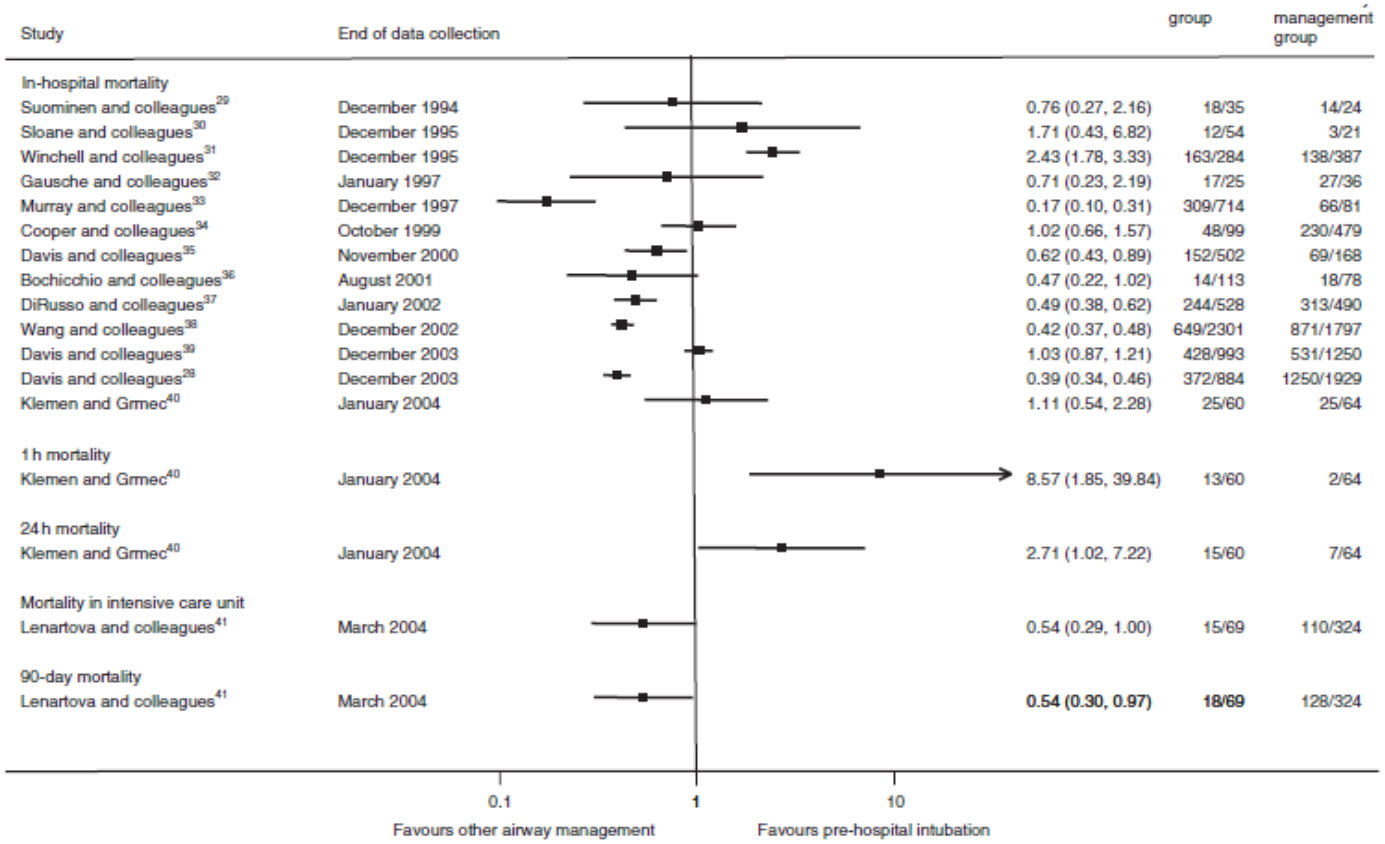
FR =15, Vt = 500 ml, I/E = ½, FiO2= 1, PEP = 0, Pmax = 35 cmH2O

Pas de paCO2 < 35 mmHg dans les 24 1ères heures sans monitorage adapté

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Réduire la PIC par une ventilation adaptée. *Objectif PIC < 25 mmHg*

Remarque : Débats US/UK sur l'intubation préhospitalière des traumatisés crâniens



+++ Recommandation+++

- GCS <8
- CGS moteur < 5
- Agitation

Danger Hyperventilation

EtCO2 : 30-35 mmHg

SaO2 : 94-98 %

Laryngoscopie, fasciculations et HTIC

Pas d'hypotension à l'induction

Pre-hospital tracheal intubation in patients with traumatic brain injury: systematic review of current evidence. Von Elm E . et all. Br J Anaesth 2009; 103: 371–86

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Réduire la PIC et préserver la PA par une sédation adaptée

	PIC	PPC (60-70mmHg)
Morphinique	= ou augmentée	diminuée
Benzodiazepines	= ou augmentée	diminuée
Propofol	= ou diminuée	diminuée
Barbituriques	diminuée	diminuée
Etomidate	diminuée	=
Gamma-OH	diminuée	=
Ketamine	= ou diminuée	=
Curares	= ou diminuée	=

Midazolam (0,1 mg/kg/h)

Kétamine (1mg/kg/h)

Sufentanil (0,2 µg/kg/h)

Gamma OH (50mg/kg)

Propofol

Thiopental

Intubation séquence rapide **Pas de toux** **Pas de convulsions**

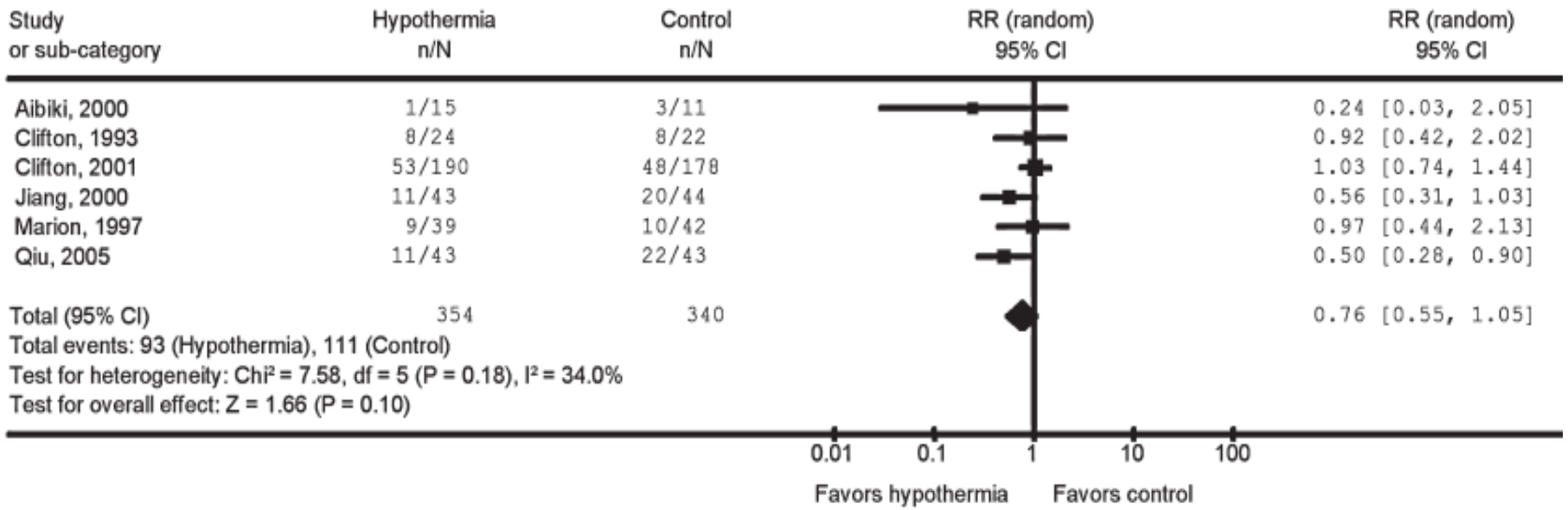
N'oubliez pas la lidocaïne 1,5 mg/kg 2 min avant l'ISR pour réduire la poussée d'HTIC liée à la laryngoscopie

Prophylaxie des convulsions si TBI sévère : Le mieux, Levetiracetam (Keppra) 1500mg IV puis 1000mg IVX2/j

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. J Neurotrauma 2007;24(Suppl1):S14-S20

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Réduire la PIC par une hypothermie ?



La PIC peut être mais le pronostic ?

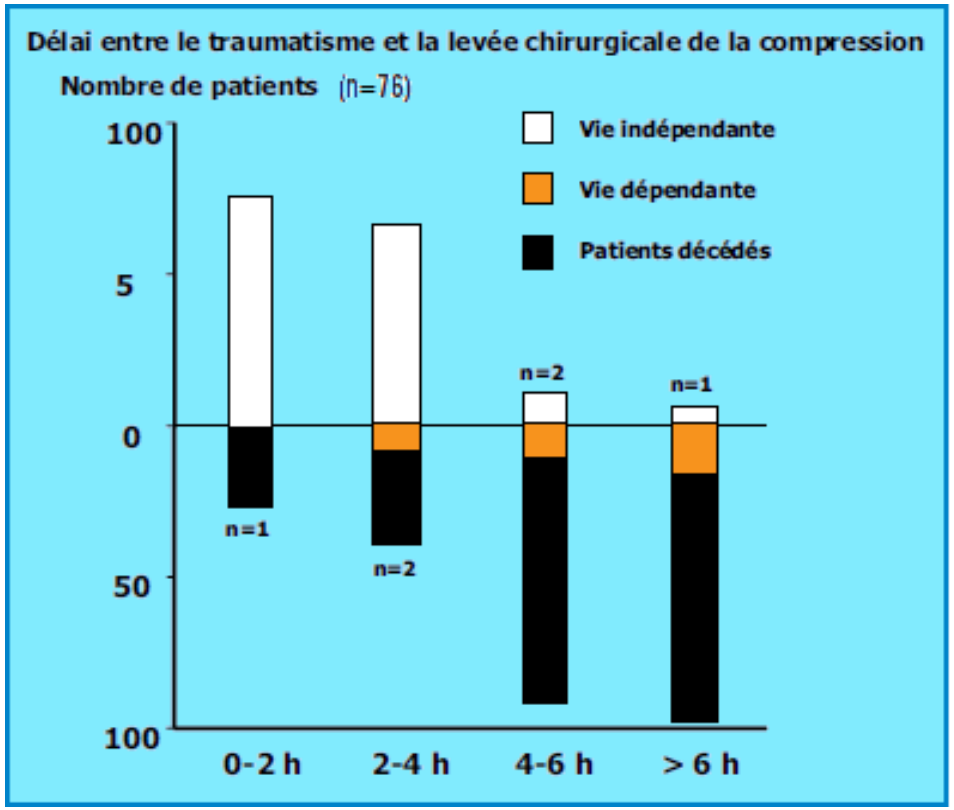
(c'est de la réa : au moins 3 jours, réchauffement lent)

En pratique NORMOTHERMIE ++++ ***Prohiber θ > 38°C***

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. J Neurotrauma 2007;24(Suppl1):S14-S20

Penser **MARCHE** et Evacuer le blessé

Car le pronostic est liée à la précocité de la décompression chirurgicale



Trou de trépan : Apprendre à le faire

Discussion :

Si MEDEVAC retardée réalisation avant transport ?
Si CGS <8 avec mydriase

Evacuation hématome

Dérivation

Craniectomie décompressive

Craniectomie décompressive : 25 % de récupération de TC jugés autrefois sans espoir

Traumatic acute subdural hematoma. Major mortality reduction in comatose patients treated within four hours. Seelig JM et all. N Engl J Med. 1981;304:1511-1518.0

Pour résumer

Vous devez être actif pour prévenir les ACSOS

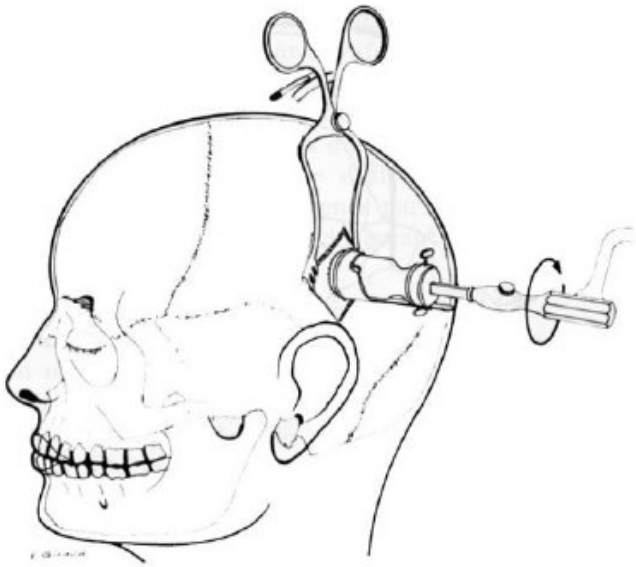
Agressions secondaires	Paramètres	Seuils	Durées
Hypoxémie	SaO_2	≤ 90%	5 min
	PaO_2	≤ 60 mmHg	5 min
Hypotension artérielle	Pression artérielle systolique	≤ 90 mmHg	5 min
	Pression artérielle moyenne	≤ 70 mmHg	5 min
Hypertension artérielle	Pression artérielle systolique	≥ 160 mmHg	5 min
	Pression artérielle moyenne	≥ 110 mmHg	5 min
Hypercapnie	$PaCO_2$	45 mmHg	5 min
Hypocapnie	$PaCO_2$	≤ 22 mmHg	5 min
Fièvre	Température	≥ 38 °C	1 heure

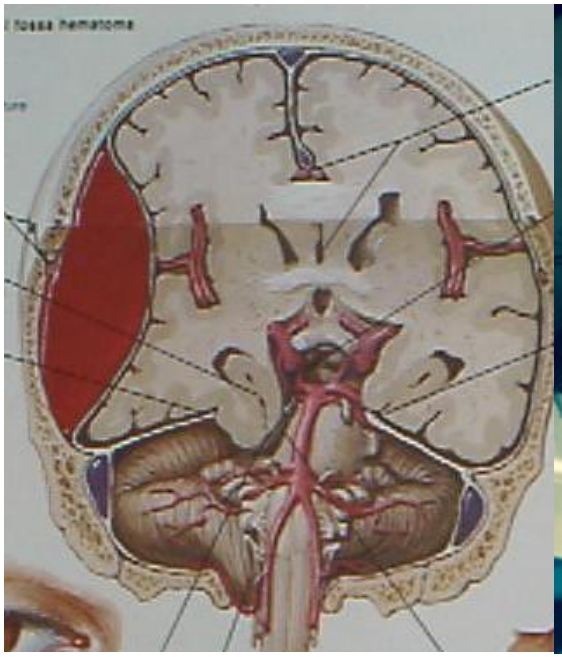
En fait plus compliqué que cela : Anémie, Contrôle glycémique, ….

Importance de ces mesures en cas de soins prolongés

Penser **MARCHE puis RYAN**

En cas d'isolement extrême : Savoir réaliser un trou de trépan





CGS <8, du côté de la mydriase



Esotérique, mais ?

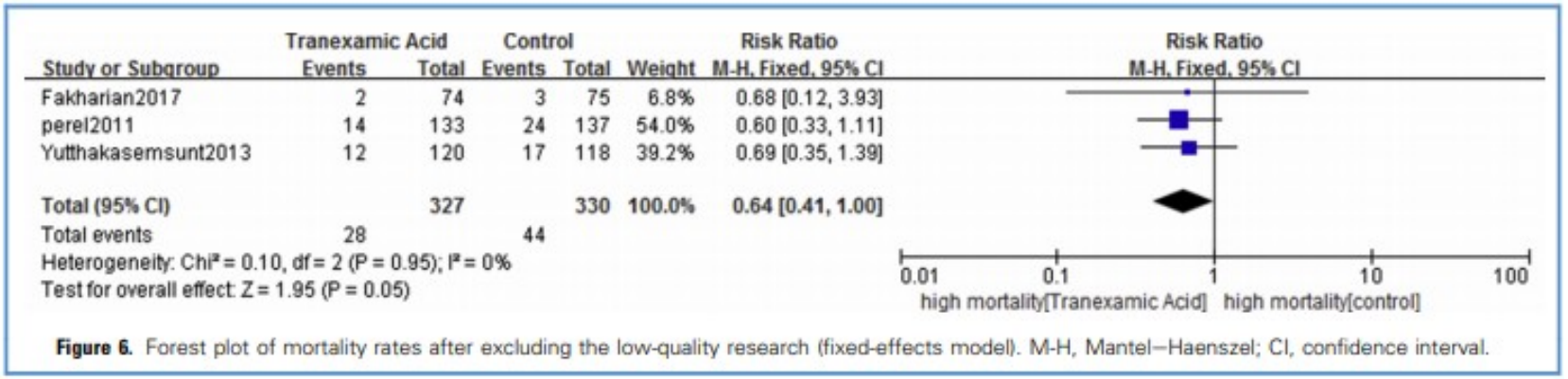
1917: Pr Henri Brodier « La trépanation : chirurgie de guerre »(200 interventions crâniennes à Verdun en 16 mois) T1 et T2

Temporising extradural haematoma by craniostomy using an intraosseous needle. Bulstrode Het Al. Injury. 2017 Feb 20. pii: S0020-1383(17)30082-7.

Penser **MARCHE et maintenir une PPC > 70 mmHg**

Réduire le saignement lié à la lésion et la coagulopahie ?

- Apport de TXA précoce probablement utile (?)



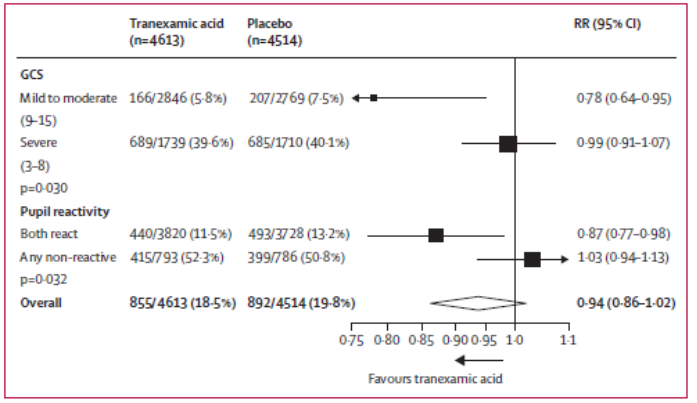
Study or Subgroup	Tranexamic Acid Events	Total	Control Events	Total	Weight	Risk Ratio M-H, Fixed, 95% CI
Fakharian2017	2	74	3	75	6.8%	0.68 [0.12, 3.93]
perel2011	14	133	24	137	54.0%	0.60 [0.33, 1.11]
Yutthakasemsunt2013	12	120	17	118	39.2%	0.69 [0.35, 1.39]
Total (95% CI)		327		330	100.0%	0.64 [0.41, 1.00]
Total events	28		44			

Heterogeneity: Chi² = 0.10, df = 2 (P = 0.95); I² = 0%
Test for overall effect: Z = 1.95 (P = 0.05)

Figure 6. Forest plot of mortality rates after excluding the low-quality research (fixed-effects model). M-H, Mantel–Haenszel; CI, confidence interval.

Effect of tranexamic acid in patients with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. Weng S. et Al. World Neurosurg. 2018 Dec 6. pii: S1878-8750(18)32773-6

Confirmé par l'étude CRASH3



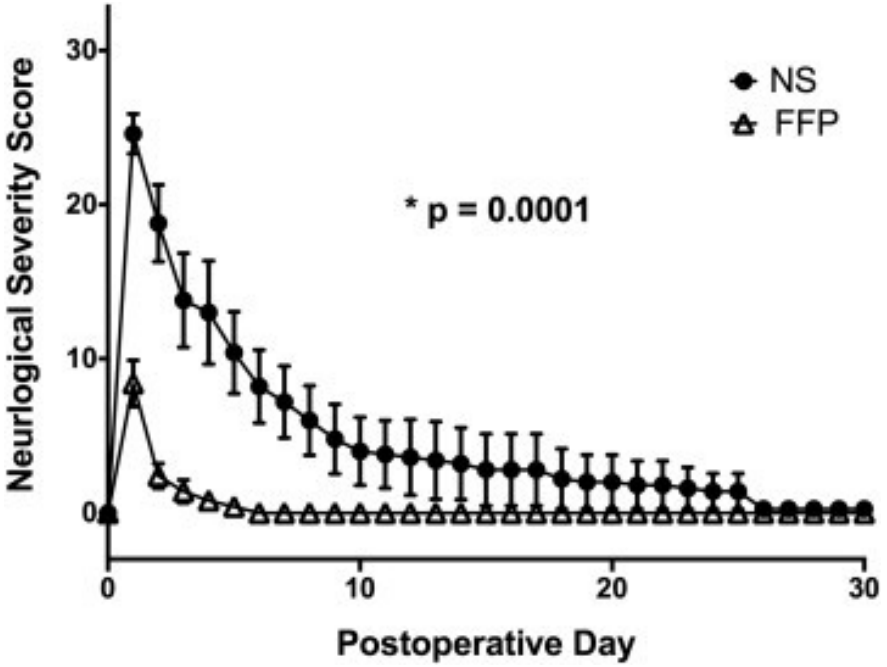
	Tranexamic acid (n=4613)	Placebo (n=4514)	RR (95% CI)
GCS			
Mild to moderate (9–15)	166/2846 (5·8%)	207/2769 (7·5%)	0·78 (0·64–0·95)
Severe (3–8)	689/1739 (39·6%)	685/1710 (40·1%)	0·99 (0·91–1·07)
p=0·030			
Pupil reactivity			
Both react	440/3820 (11·5%)	493/3728 (13·2%)	0·87 (0·77–0·98)
Any non-reactive	415/793 (52·3%)	399/786 (50·8%)	1·03 (0·94–1·13)
p=0·032			
Overall	855/4613 (18·5%)	892/4514 (19·8%)	0·94 (0·86–1·02)

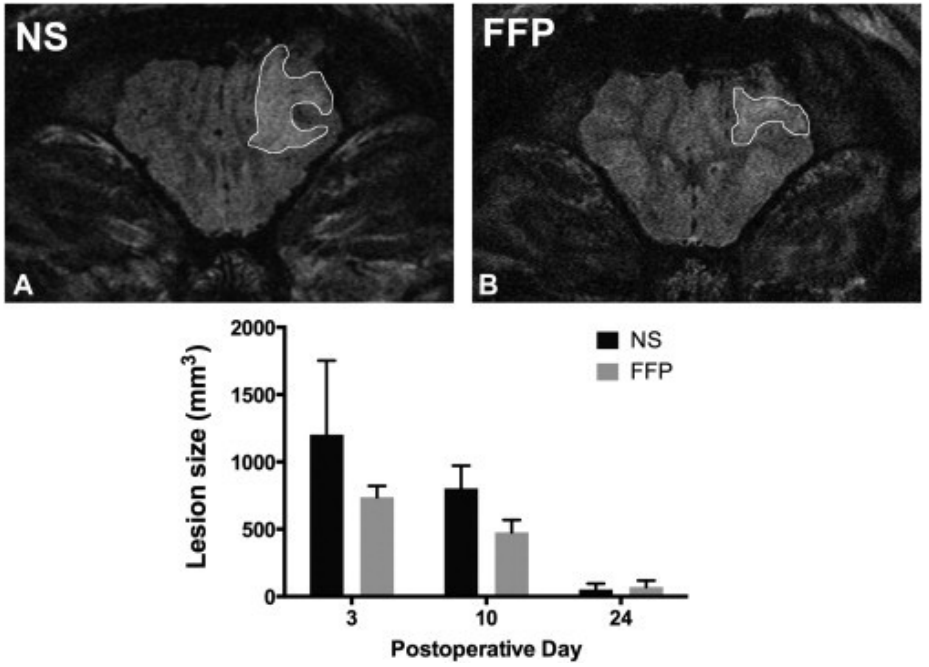
Figure 3: **Effect of tranexamic acid on head injury-related death stratified by baseline severity in patients randomised within 3 h of injury**
RR=risk ratio. GCS=Glasgow Coma Scale.

Réduit la taille des lésions, limite les micro saignements et améliore la récupération

Penser **MARCHE puis RYAN**

Et le plasma lyophylisé ?





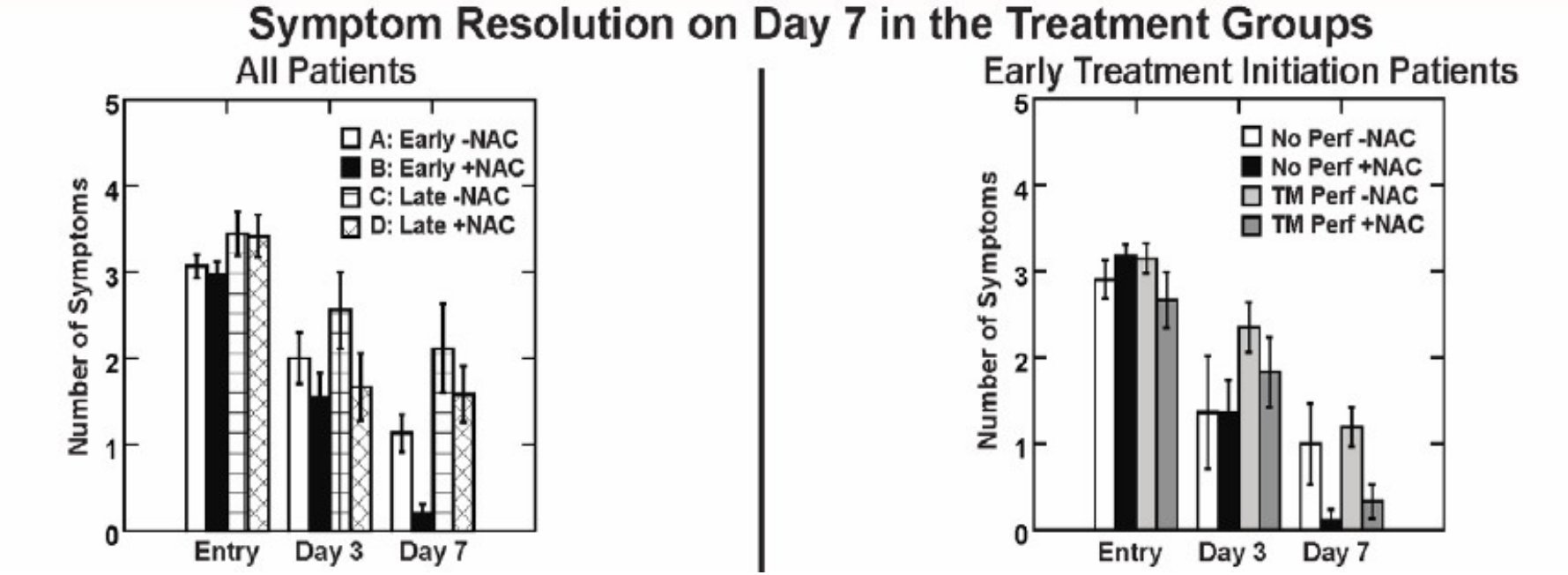
Réduit la taille des lésions, limite les micro saignements et améliore la récupération

Early resuscitation with fresh frozen plasma for traumatic brain injury combined with hemorrhagic shock improves neurologic recovery. Halaweish I et Al. J Am Coll Surg. 2015 May;220(5):809-19 .

Penser **MARCHE puis RYAN**

Et la N Acétyl cystéine: Moins de séquelles en cas de blast cérébral ?

Un intérêt documenté en conditions de combat

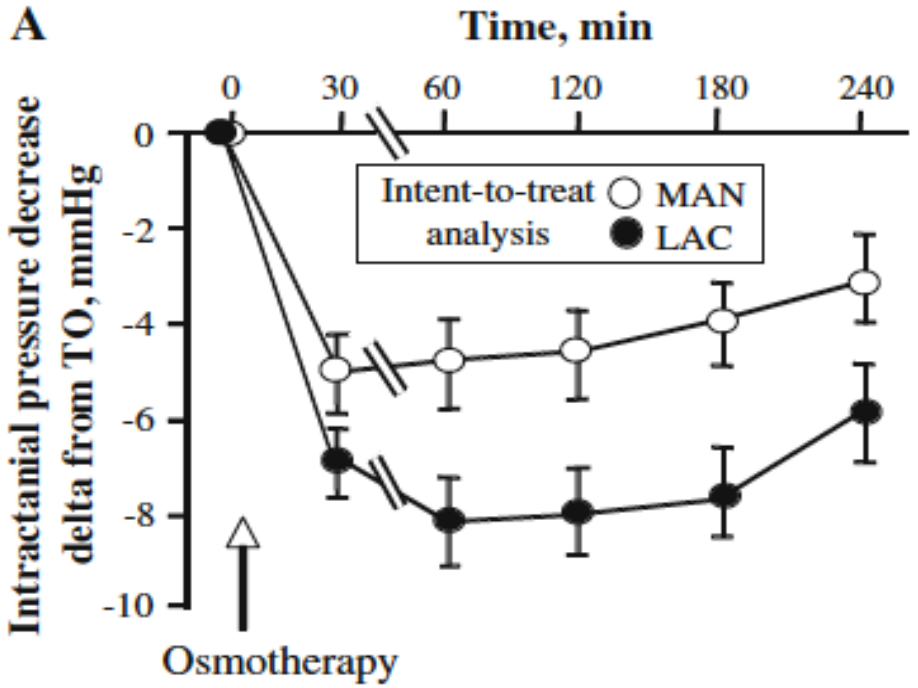


4 g per os puis 18-24h après 2X2 g jusqu'à J4 puis 1,5 g X2 jusqu'à J7

Amelioration of Acute Sequelae of Blast Induced Mild Traumatic Brain Injury by N-Acetyl Cysteine: A Double- Blind, Placebo Controlled Study. Hoffer ME et Al. PLoS One. 2013;8(1):e54163

Penser **MARCHE puis RYAN**

Et le lactate, source d'énergie cérébrale pour traiter l'HTIC ?

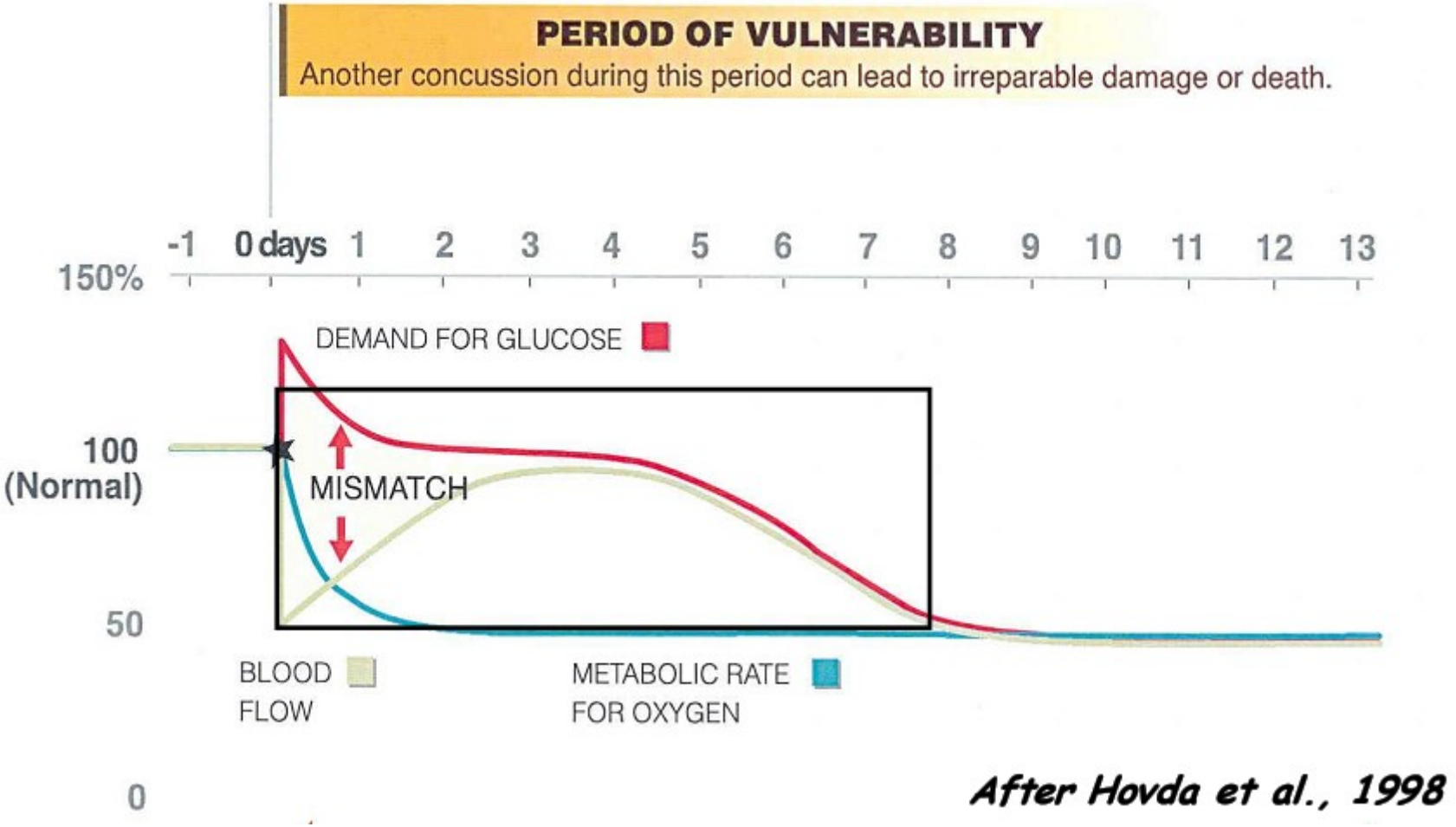


Ichai C. et AL. Intensive Care Med. 2009 Mar;35(3):471-9.

Une nouvelle approche métabolique

Penser **MARCHE puis RYAN**

Au final une histoire qui va durer



Appliquer tous la même méthode, quelles que soient les circonstances !

S	**Stop the burning/Freezing process**	*Répliquer par les armes et se soustraire au grand froid*
A	**Assess the scene**	*Analyser ce qu'il se passe*
F	**Free of danger**	*Extraire le(s) blessé(s) pour des soins sans danger*
E	**Evaluate for xABC**	*Evaluer le(s) blessé(s) par la méthode START*

x: Hémorragie massive, e**X**sanguination	**A**: **A**irway	**B**: **B**reathing	**C**: Conscience/Choc

Regrouper, établir un périmètre de sécurité 3D, gérer les armes, rendre compte

M	**Massive bleeding control**	***Garrot, compression, packing, hémostatiques, Stab. pelvienne***
A	**Airway**	***Position, subluxation, guédel, Crico-thyroïdotomie, Intubation***
R	**Respiration**	***Position, oxygène, exsufflation, intubation, ventilation***
C	**Choc**	***Abord vasculaire, remplissage, adrénaline, transfusion***
H	**Head/Hypothermia**	***Conscience, protection des VAS, oedème cérébral, hypothermie***
E	**Evacuate**	***9 line CASEVAC/MEDEVAC request***

R ***Réévaluer*** Y ***Yeux/ORL*** **A** ***4 As: Analgésie, Antifibrinolyse, Anti Emetique, Antibiotique*** N ***Nettoyage, parage***

Juste ce qu'il faut pour sauver par la bonne personne sur le bon blessé au bon moment

Pour accéder au Website de médecine tactique

Version pdf (actualisé annuellement)



Version sonorisée plus disponible sur GEDISS@

Service de santé des armées

GEDISS@

Gestion d'Enseignements à Distance et d'Informations du Service de Santé des Armées