

Le choc du blessé de guerre

Eléments de réflexion pour la prise en charge en rôle 1

The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition

Pourquoi ?

Le choc du blessé de guerre

Une cause majeure de décès PRECOCE de tout traumatisé grave

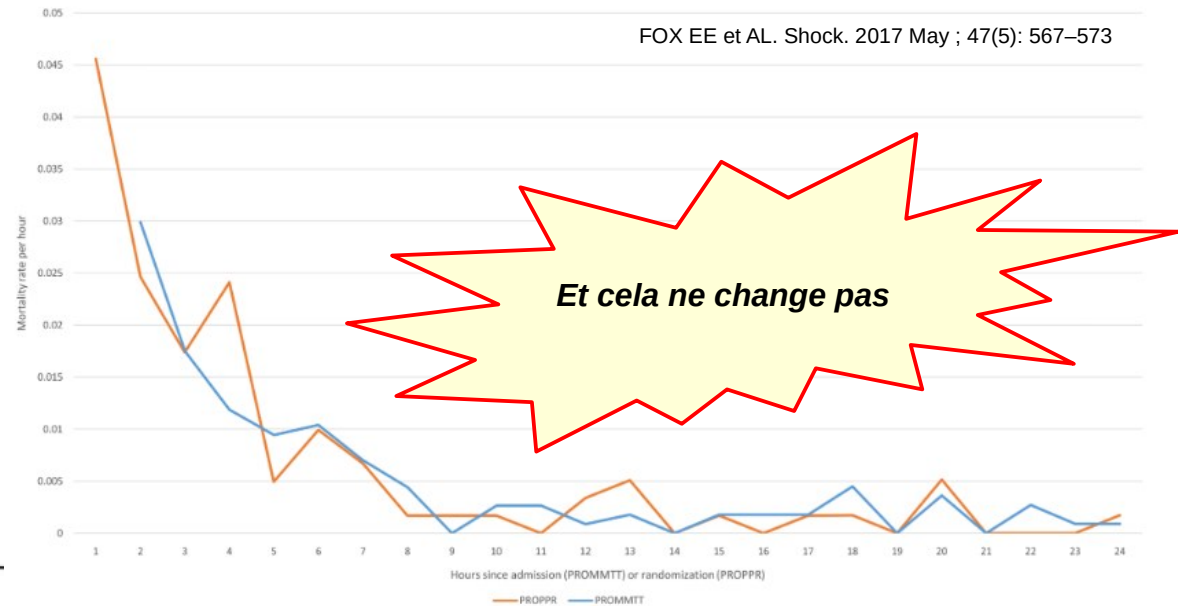
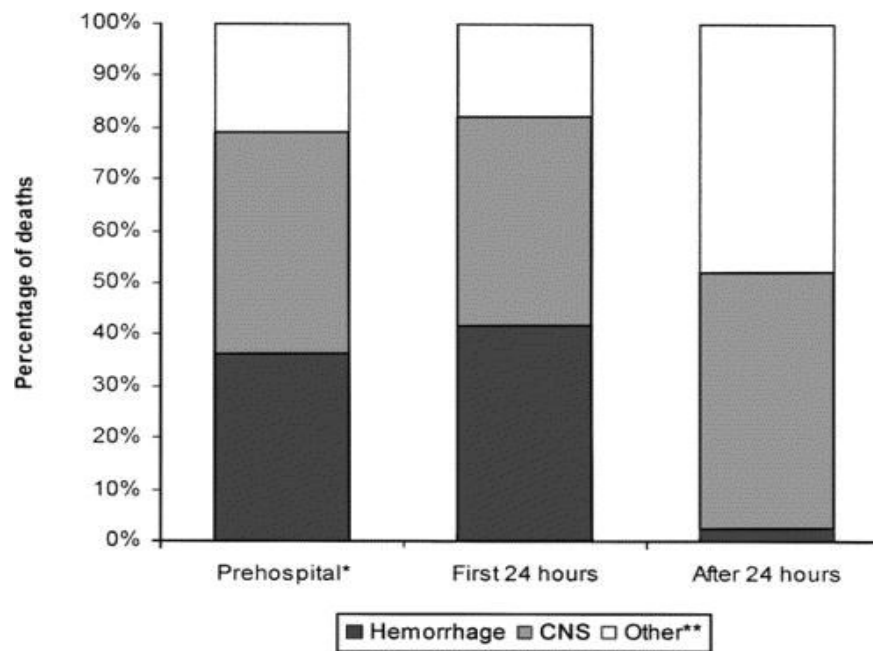
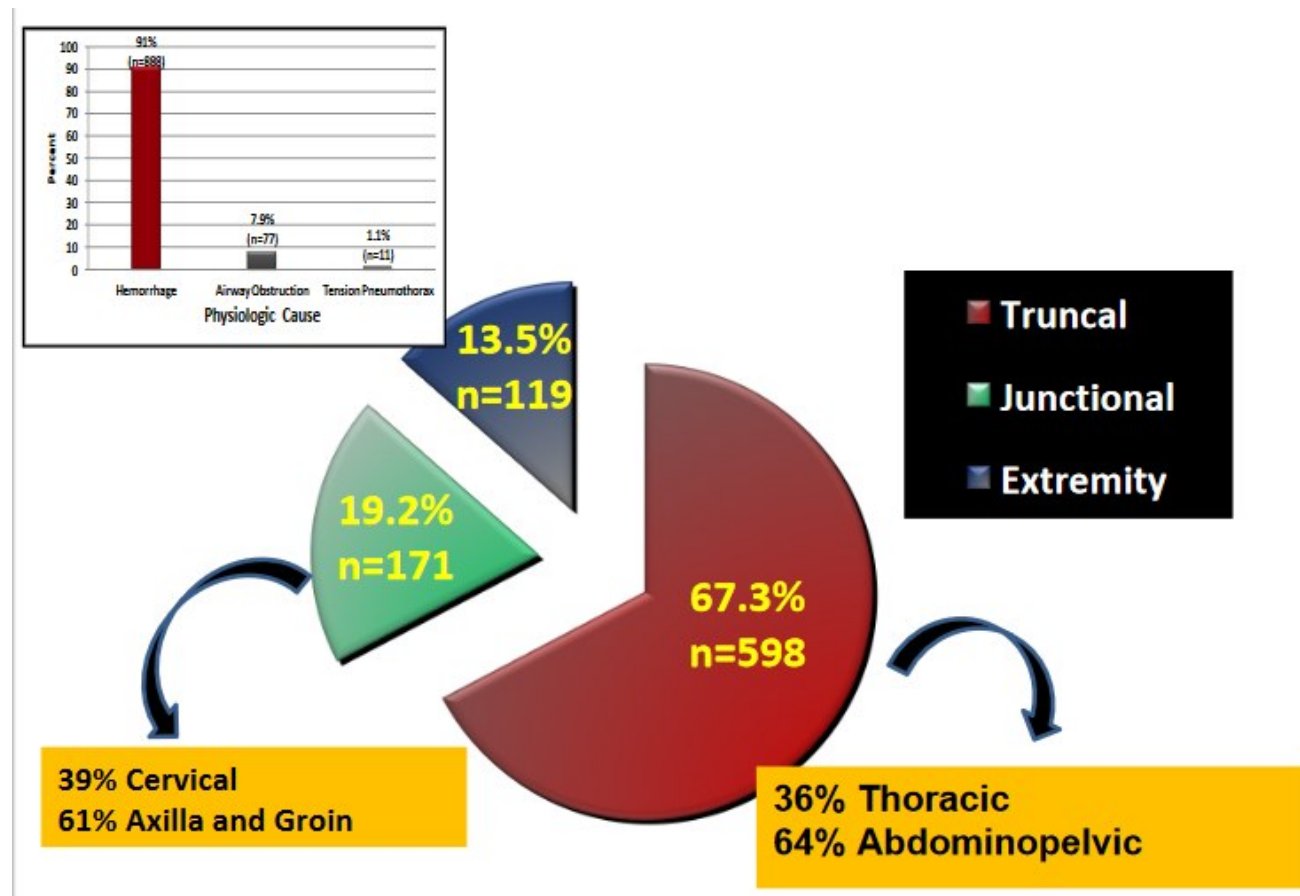


Figure 1. Hourly mortality rates from PROMMTT and PROPPR

Essentiellement HEMORRAGIE

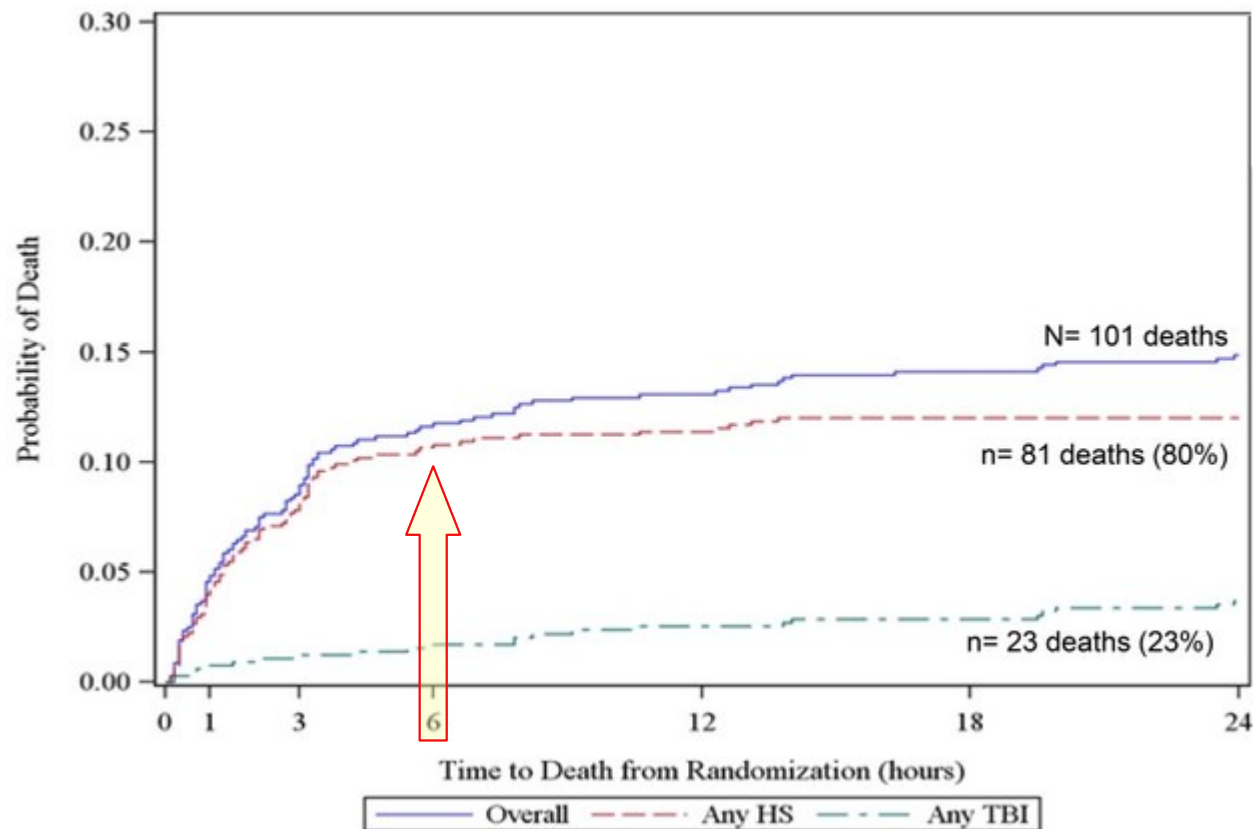
Des décès évitables dans 20% des cas

Avant tout : Éviter les exsanguinations



Des décès évitables dans 20% des cas

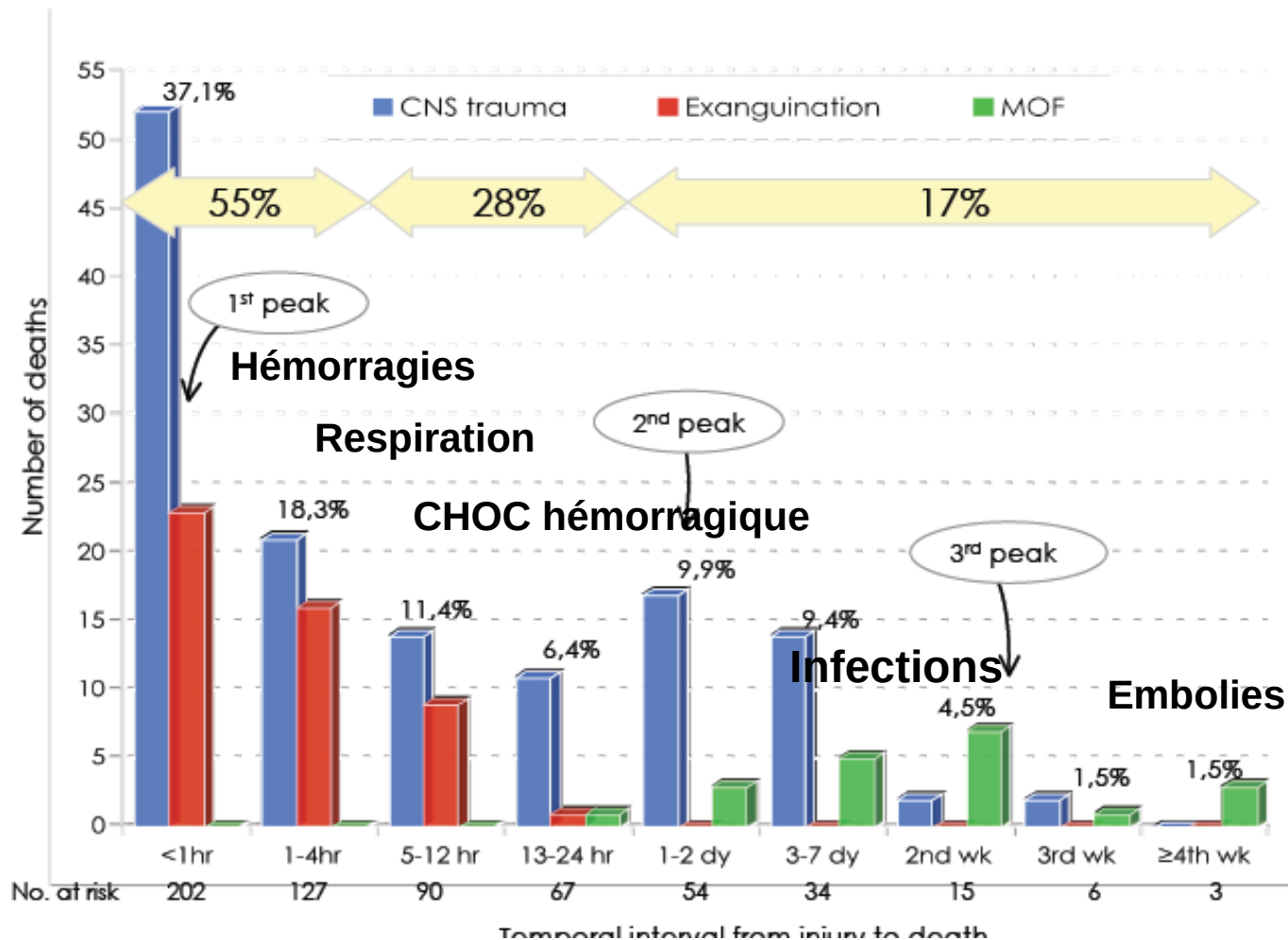
Les 6 premières heures sont cruciales : *L'hémorragie, le choc, la coagulopathie*



Une prise en charge basée sur 3 concepts

1. Obtenir l'arrêt des hémorragies la 1ère heure : *Concept de Golden hour*

Avant l'apparition d'un état de choc



Une prise en charge basée sur 3 concepts

2. L'hypotension permissive

Among the 289 patients who received delayed fluid resuscitation,

203 (70 percent) survived and were discharged from the hospital, as compared with 193 of the 309 patients (62 percent) who received immediate fluid resuscitation ($P = 0.04$).

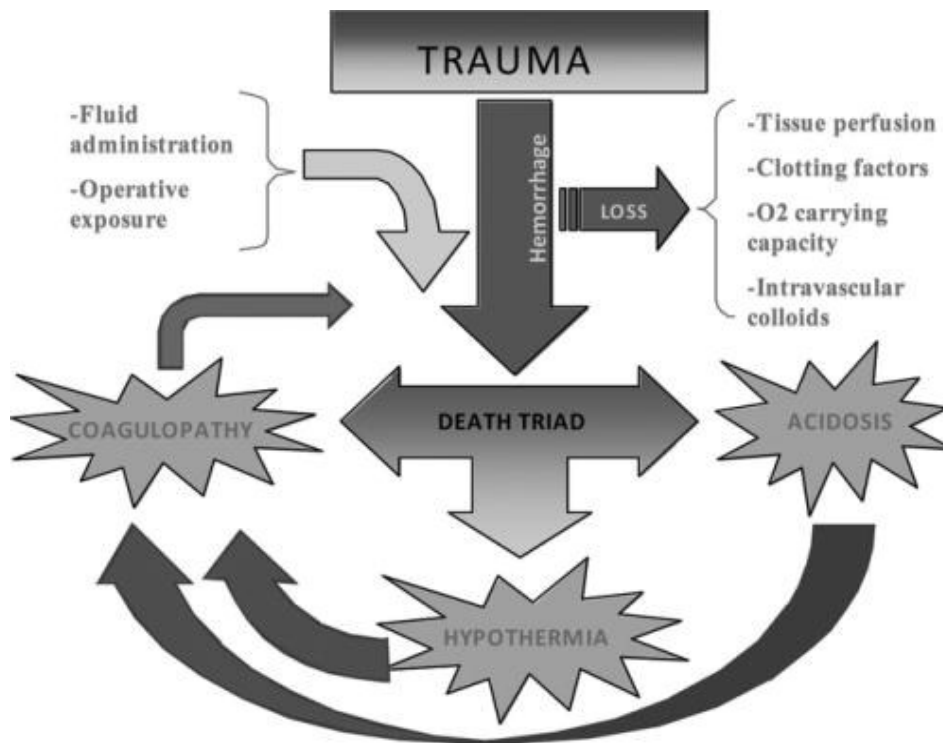
The mean estimated intraoperative blood loss was similar in the two groups. Among the 238 patients in the delayed-resuscitation group who survived to the postoperative period, 55 (23 percent) had one or more complications (adult respiratory distress syndrome, sepsis syndrome, acute renal failure, coagulopathy, wound infection, and pneumonia), as compared with 69 of the 227 patients (30 percent) in the immediate-resuscitation group ($P = 0.08$). The duration of hospitalization was shorter in the delayed-resuscitation group.

Perfuser les organes essentiels à la vie

Ne pas chasser le caillot en formation par une pression de perfusion trop haute

Une prise en charge basée sur 3 concepts

3. Le damage control surgery and resuscitation



Arrêt des hémorragies

Des interventions courtes

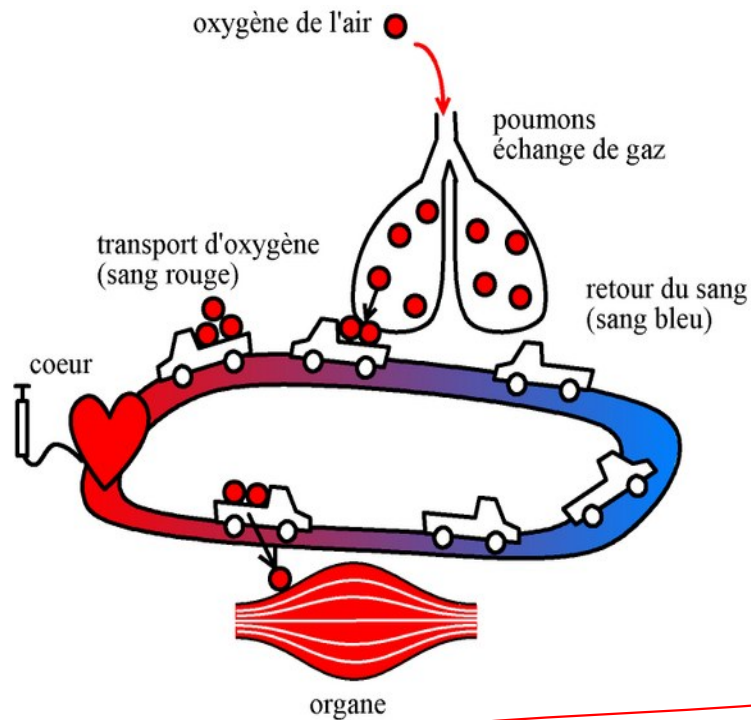
La coagulopathie traumatique

Une réanimation spécifique: Prévention triade léthale

Rappels de physiopathologie

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus



$$TaO_2 = CaO_2 \times Q_c \quad [10 \text{ ml/kg/min ou } 500 \text{ ml/min/m}^2]$$

$$CaO_2 = 0,003 \times P_{aO_2} + 1,34 \times Hb \times SaO_2$$

$$VO_2 = Q_c \times (CaO_2 - CvO_2) \quad [250 \text{ ml/min}]$$

$$Q_c = \text{VES} \times f \quad [5 \text{ l/min} = 70 \text{ ml} \times 70/\text{min}]$$

La volémie

La contraction

Les résistances

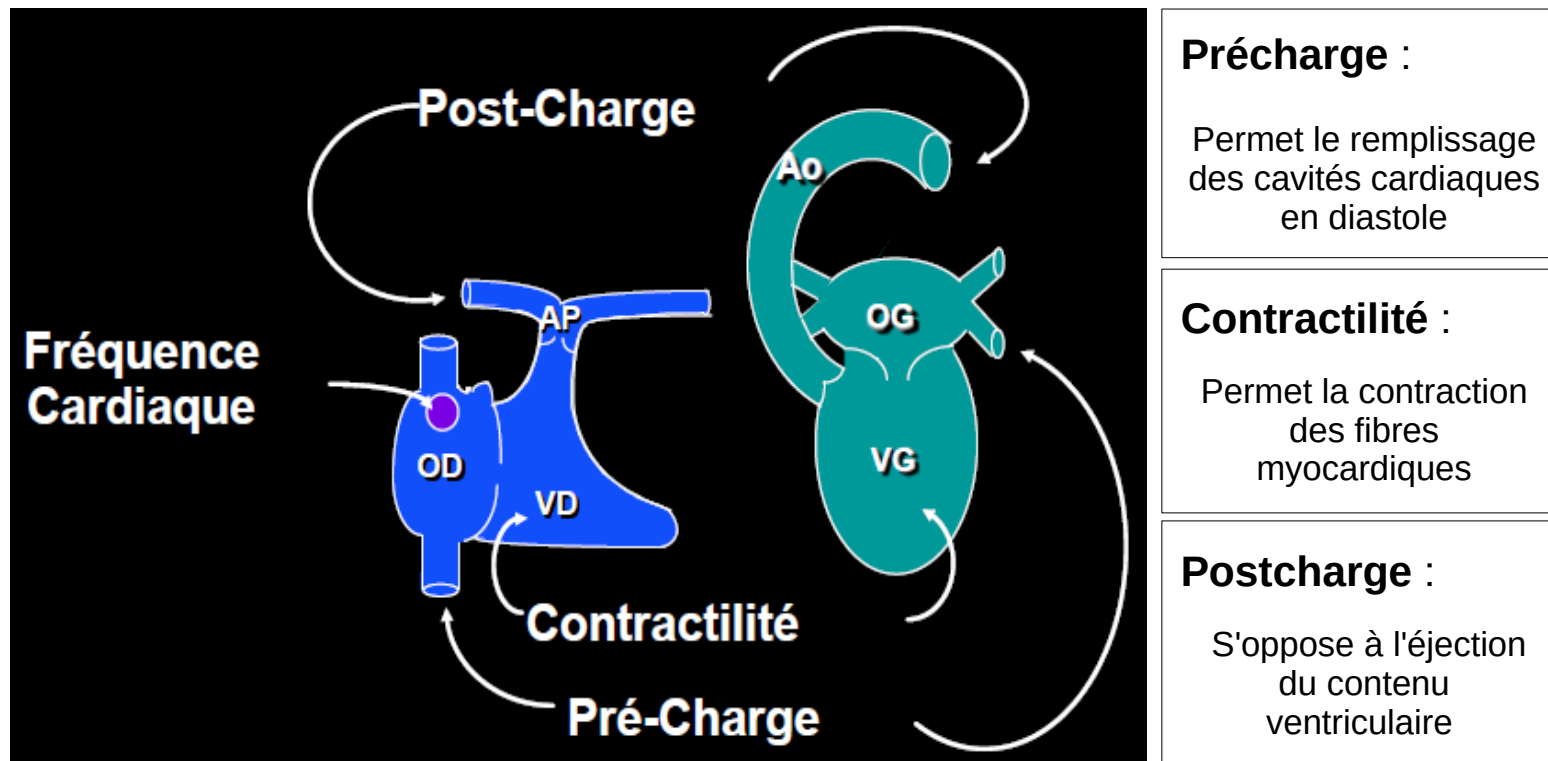
Le baroréflexe

Le cœur : Une pompe qui doit être amorcée pour pouvoir pousser dans un réseau de 100 km

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus

Choc du blessé de guerre : Avant tout hypovolémique par HEMORRAGIE, mais pas que...

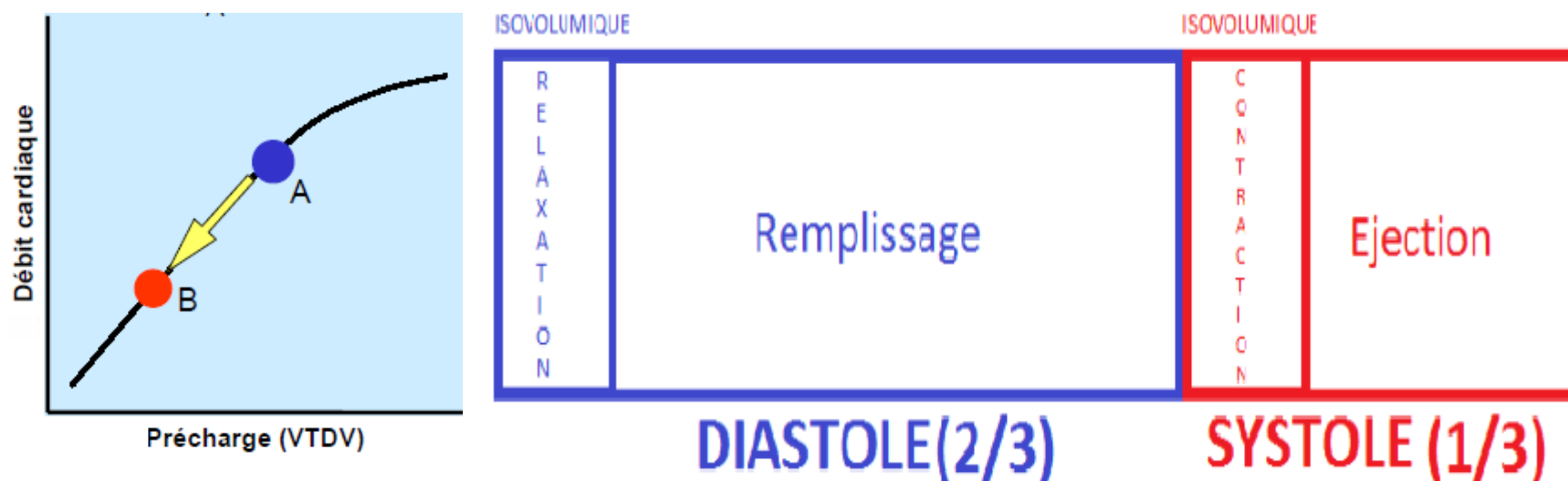


Deux pompes en série qui fonctionnent en un système clos

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus

Choc du blessé de guerre : Avant tout hypovolémique par HEMORRAGIE, mais pas que...



Hypovolémie $\Rightarrow$ Précharge $\downarrow$, Pas de remplissage diastolique

Notion de volémie : 70 ml/kg, 1/13 poids du corps, Adulte : 5 l de sang

Le sang : 65% veines périphériques, 12% poumon, 15% artères, 8% coeur,

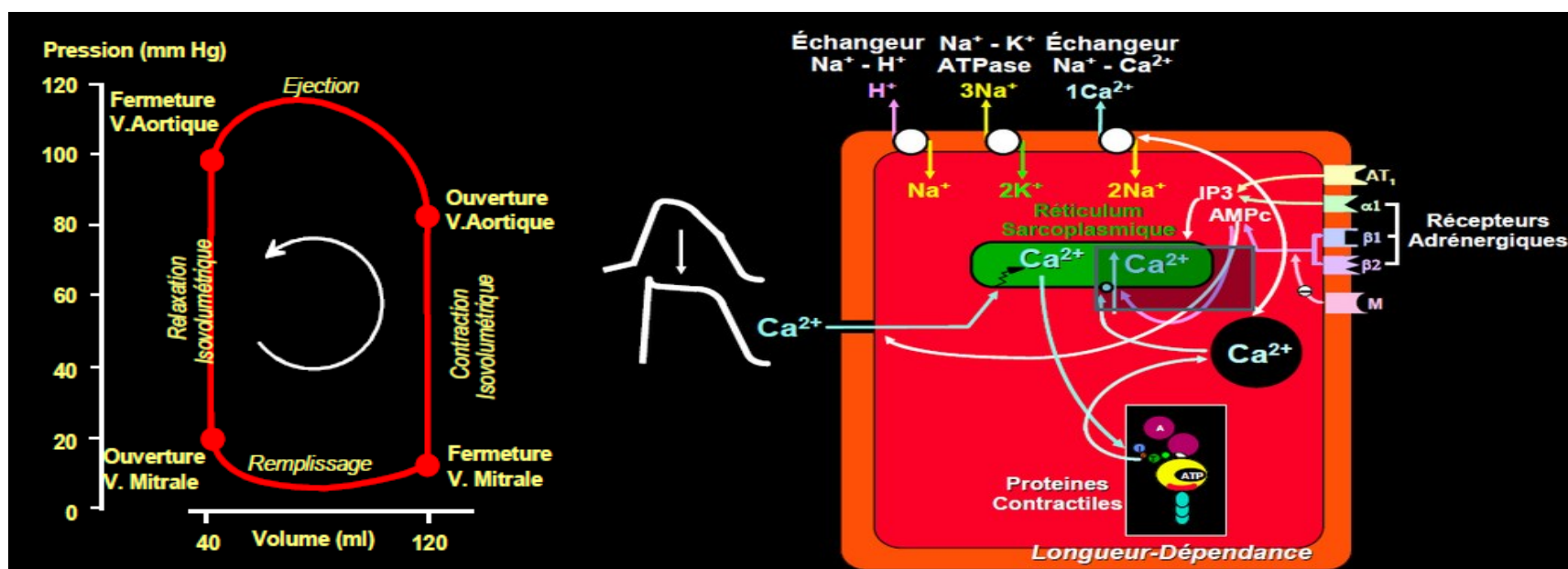
Le sang veineux : 70% du sang total

Hémorragies, brûlures, Syndromes compartimentaux

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus

Choc du blessé de guerre : Avant tout hypovolémique par HEMORRAGIE, mais pas que...



Le coeur ne se contracte pas bien: *Rôle du Calcium*

Monoxyde de CO, Acide cyanhydrique

Incendie lieux clos

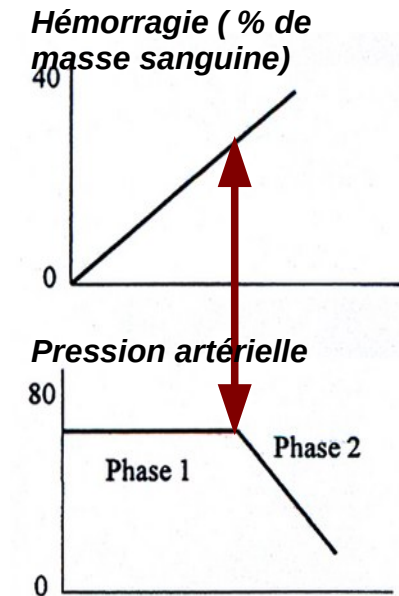
Hypocalcémie

Transfusion massive

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus

Une évolution du choc hémorragique en 2 phases :



Phase 1: Sympatho-excitatrice qui préserve la perfusion des organes « nobles »

Phase 2: Sympatho-inhibitrice avec faillite de la perfusion des organes « nobles »

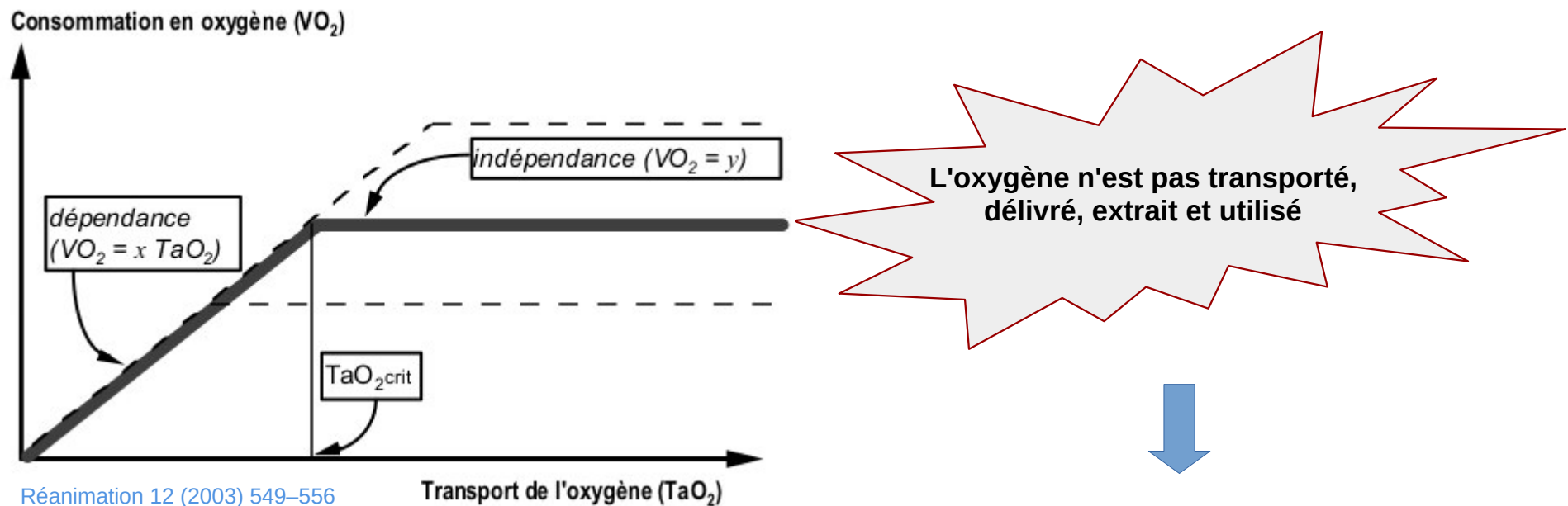
Bien interpréter la fréquence cardiaque

Une adaptation sympathique dépassée qui peut passer inaperçue

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus

Notion de transport d'oxygène et seuil minimum pour un métabolisme aérobie



5 à 6 ml/min/kg

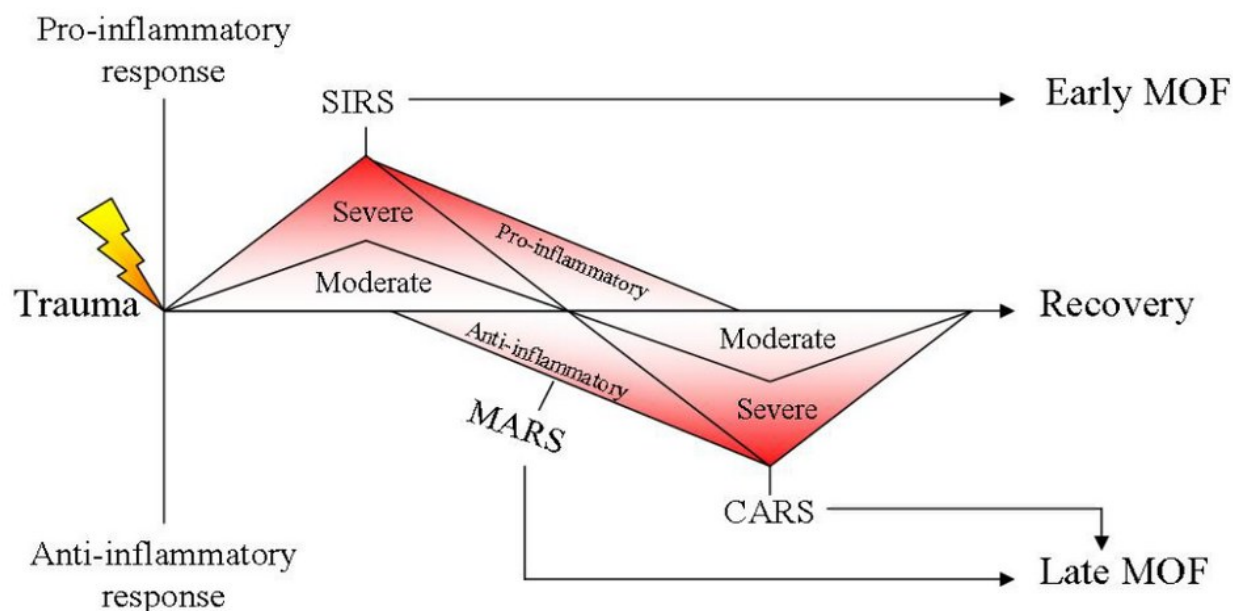
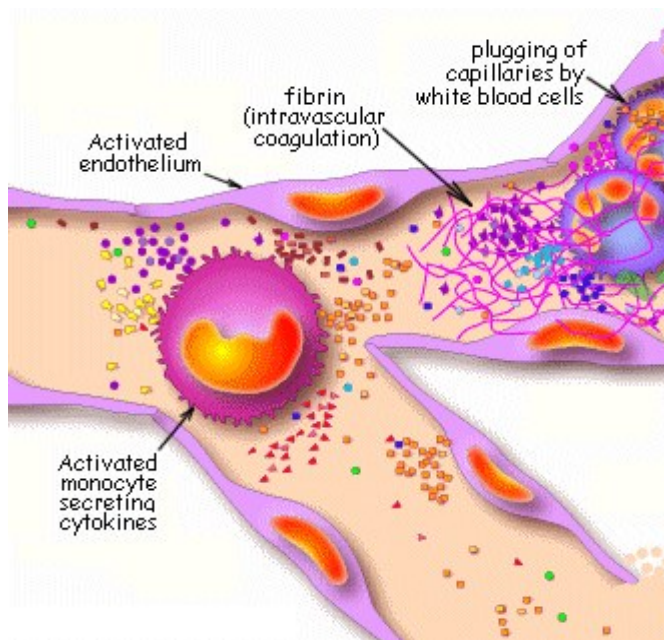
Métabolisme anaérobie: Lactates ↑

OBJECTIF : Pas de lactates artériels > 2 mmol/l

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus

Cercle vicieux des cascades de réactions inflammatoires

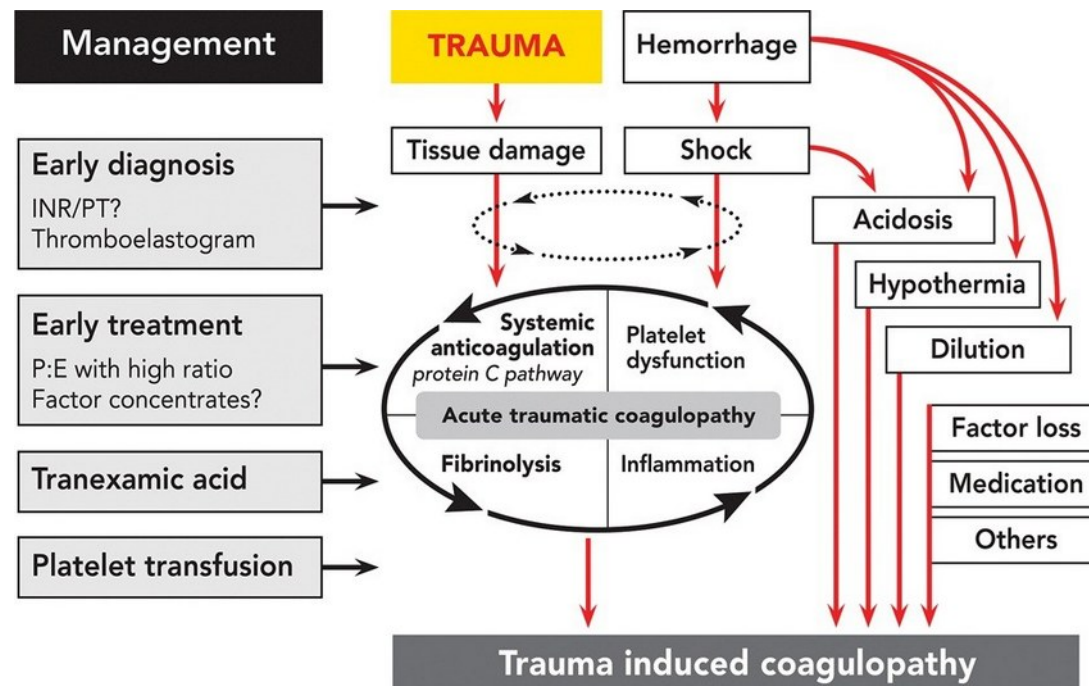


Eviter l'agression de l'endothélium vasculaire

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus

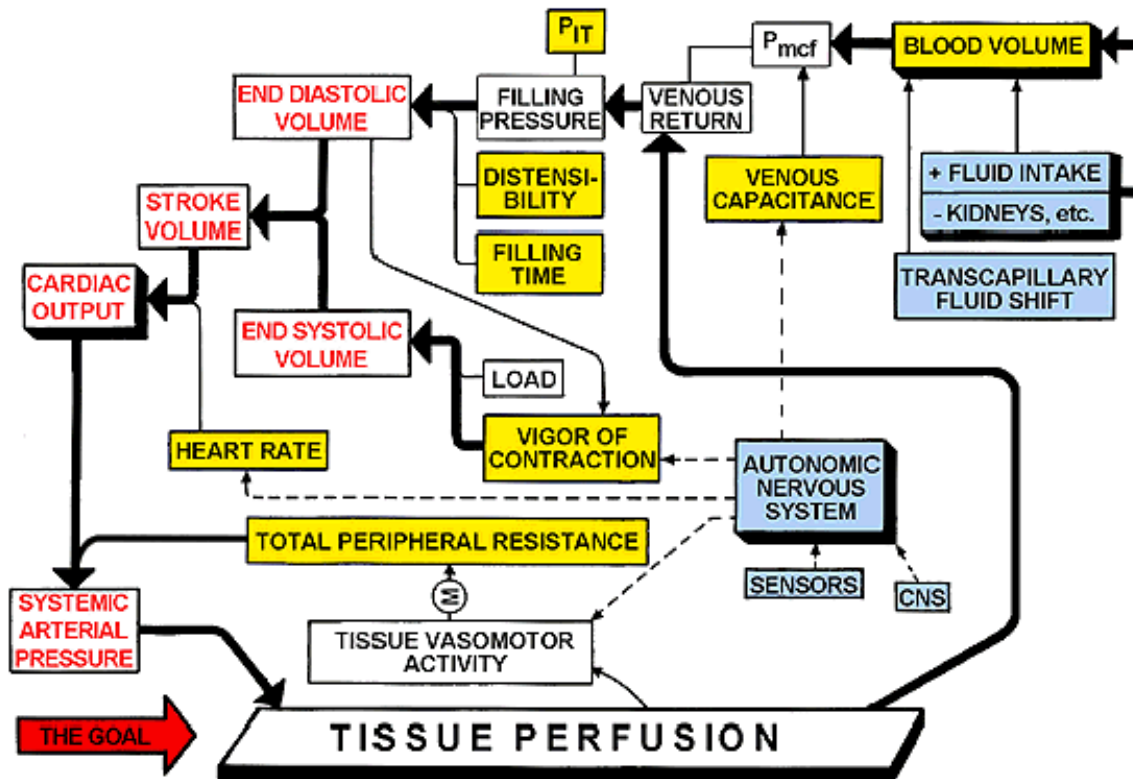
Une coagulopathie présente chez 1/3 des traumatisés graves



L'hypoperfusion : un élément majeur de la coagulopathie du traumatisé

Quelques éléments de physiologie

Choc = Inadéquation entre les besoins en O₂ et la quantité délivrée aux tissus



Au total, une histoire complexe qu'il vaut mieux éviter et mieux PRÉVENIR

Reconnaître

Point d'histoire: L'hibernation artificielle – Laborit H et Chippaux C

Reconnaître le choc

Pas si simple

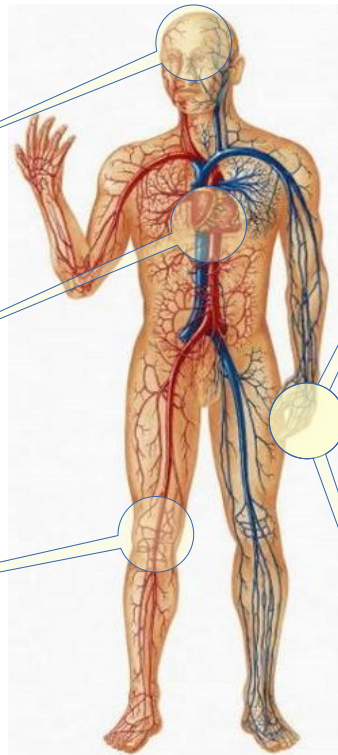
Anxieux, agité, inconscient



Polypnée



Marbrures cutanées



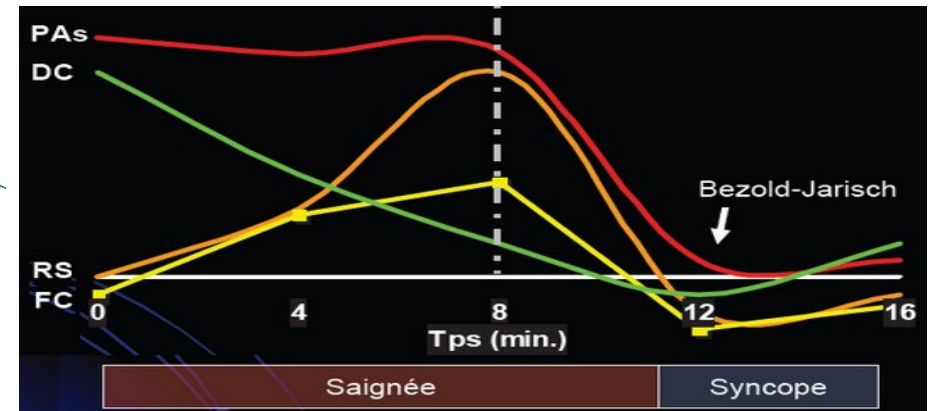
Sang au sol

Hypotension



$\geq 80\text{mmHg}$ 70-80mmHg 60-70mmHg

Fréquence cardiaque



Pouls capillaire > 5s



Reconnaître le choc

Pas si simple

Les hémorragies ne sont pas forcément visibles

Sur le sol, dans le brancard, dans les pansements **ET** :

- Le thorax
- L'abdomen
- Le pelvis et le rétro-péritoine
- Les os long et ce qui les entoure

Fracture du pelvis	: 3 litres
Hémothorax unilatéral	: 2 litres
Fracture du fémur fermée	: 1,5 litres
Fracture costale simple	: 0.150 ml par côte

Reconnaître le choc

Pas si simple

Une classification ATLS discutable

	Class I	Class II	Class III	Class IV
Blood loss* (ml)	Up to 750	750-1500	1500-2000	>2000
Blood loss (% blood volume)	Up to 15%	15%-30%	30%-40%	>40%
Pulse rate	<100	100-120	120-140	>140
Blood pressure	Normal	Normal	Decreased	Decreased
Pulse pressure (mmHg)	Normal or increased	Decreased	Decreased	Decreased
Respiratory rate	14-20	20-30	30-40	>35
Urine output (ml/h)	>30	20-30	5-15	Negligible
Central nervous system/mental status	Slightly anxious	Mildly anxious	Anxious, confused	Confused, lethargic
Fluid replacement	Crystalloid	Crystalloid	Crystalloid and blood	Crystalloid and blood

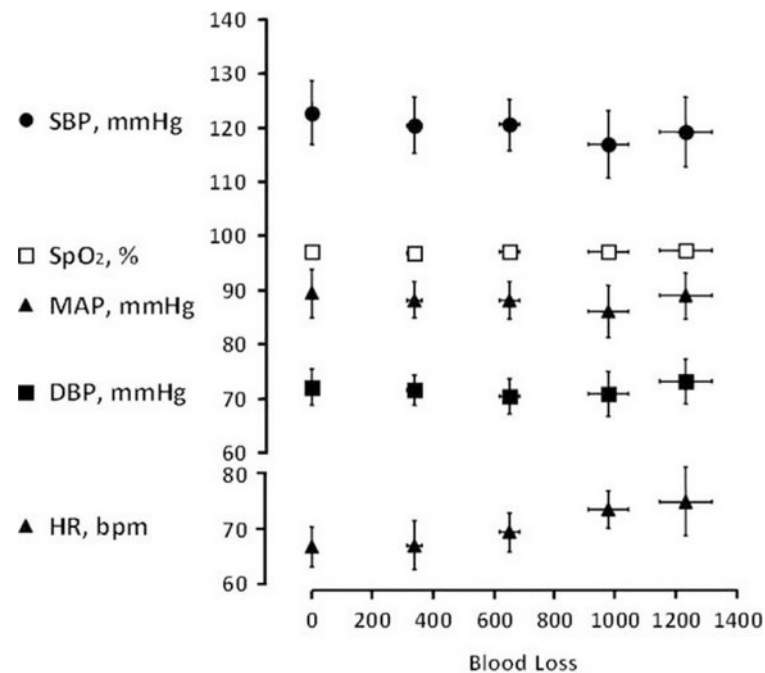
L'hypotension est un signe **TARDIF** du choc hémorragique

Une bradycardie relative est un signe **non RARE** du choc hémorragique

Reconnaître le choc

Pas si simple

Les signes cliniques ne sont pas assez précoces



- Une FC > 120 est signe de gravité, en deçà ne veut pas dire grand chose

Mizushima Y J trauma. 2011;71(4):789-792

- Une PA < 90 est signe de gravité, mais 50 % de ceux qui meurent ont une PA > 90

Eastridge B. et Al . J of trauma. 2007;62(2):291-299.

Reconnaître le choc

Pas si simple

Beaucoup de publications sur les associations de paramètres vitaux simples

- Le Shock Index : $FC/PAS > 0,9$
- Le ROPE Index : $FC/PAS-PAD > 3$
- La réserve compensatoire : Analyse de la courbe de PA réfléchie

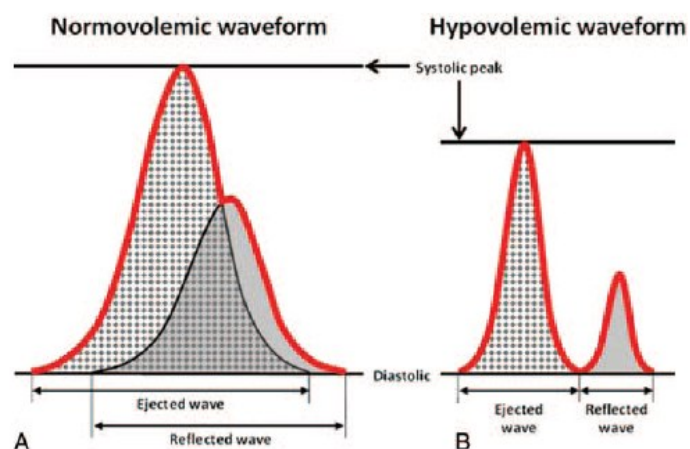
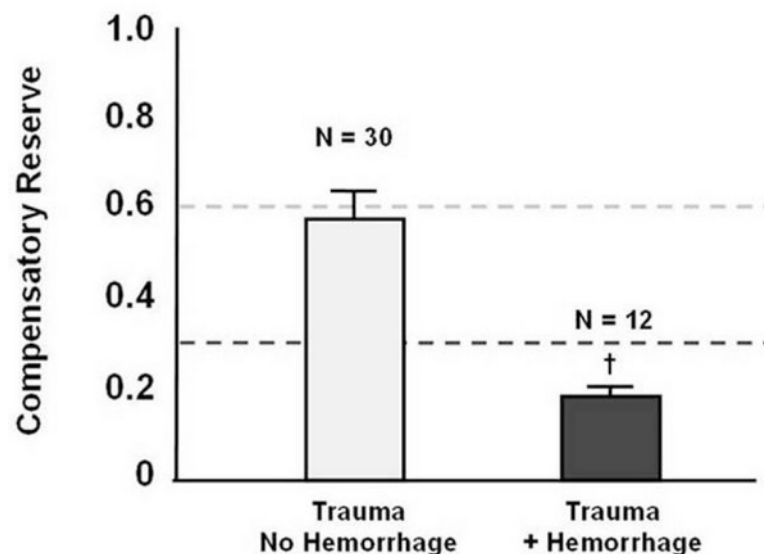


FIG. 7. Characteristic features of the arterial ejected and reflected waveforms change when progressing from (A) a normovolemic state to (B) central hypovolemia. The red line indicates the integrated waveform that would be seen and recorded by an observer (32).



La courbe de PA réfléchie traduit la mise en œuvre des mesures d'adaptation à l'hypovolémie. Son analyse par un algorithme propriétaire permettrait une détection précoce de l'hypovolémie

Paramètres biologiques : *Suivi des lactates artériels (>2 mmol/l?)*

RECO 3 SFAR

Reconnaître le choc

Pas si simple

TOUJOURS rechercher une cause associée à l'hémorragie pour expliquer l'hypotension

C : Cardiogénique. Le muscle cardiaque ne fonctionne pas
Contusion du cœur, intoxication CN, hypocalcémie

H : Hypovolémique. Il existe une réduction de la volémie autre par hémorragie
Brûlés, Syndrome des loges

O : Obstructif. Il existe un obstacle à l'éjection systolique
Pneumothorax compressif*, tamponnade cardiaque*, syndrome compartimental abdominal*

C : Circulatoire. Le système vasculaire n'est plus régulé par l'équilibre $O\Sigma / P\Sigma$
Infection*, choc spinal, dysautonomie sévère du blast, anaphylaxie

* Ces pathologies associent plusieurs de ces mécanismes

Traiter

Objectif 2 : Une pouls radial perçu !

Remplissage ? Lutte contre l'hypothermie ? Les médicaments ?

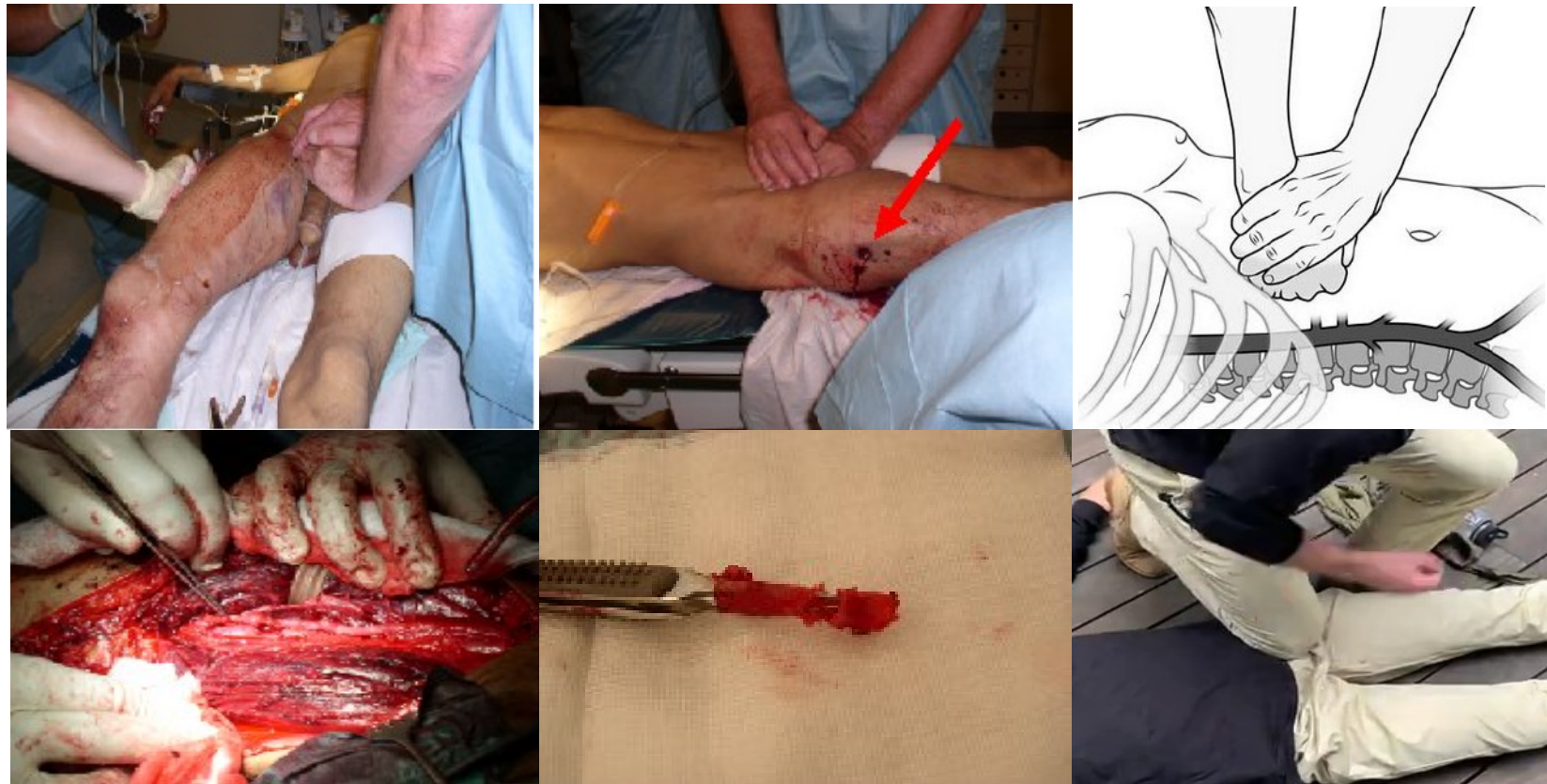
OBJECTIF 1: Tout faire pour arrêter l'hémorragie

(Sujet restreint à la prise en charge en rôle 1)

Arrêter l'hémorragie

Par compression manuelle

directe ou sur un point en amont



Si vous n'êtes pas exposé au feu de l'ennemi

Arrêter l'hémorragie

Par la mise en place d'un garrot, voire plusieurs en cas D'Hémorragie massive

	Tourniquet (%)	No Tourniquet (%)	p*
No bleeding on arrival	83.3	60.7	0.033
No bleeding on arrival (injuries requiring primary or debridement amputations)	92	50	0.058 (NS)
No bleeding on arrival (reconstructable vascular injuries)	69	60	0.456 (NS)
No bleeding on arrival (upper extremity injuries)	85	40	0.037
No bleeding on arrival (lower extremity injuries)	83	72	0.308 (NS)
No bleeding on arrival (ISS >15)	85	17	<0.0001

«Of the 42 patients for whom documentation regarding tourniquet effectiveness was available, a total of 52 tourniquets were placed. Eight (15%) of these 52 tourniquets were documented as ineffective at controlling hemorrhage on arrival. »

Ne pas utiliser de garrots non testés

Dans près de 15% des cas un garrot posé en contexte tactique n'est pas efficace

Importance de disposer de garrots **pneumatiques** dans tout vecteur d'EVASAN

Penser **SAFE** et poser un garrot, voire plusieurs

Le moyen plus rapide pour arrêter **hémorragie massive** AVANT la survenue d'un choc



A quel Niveau ?

- Sous le feu : A la RACINE du membre, sur le treillis
- Sinon 1 main au dessus de ce qui saigne sur la peau

Serrage +++ [Arrêt hémorragie, Douleur]

T avec heure de pose

Si possible apparent

Réévaluation dans les 02h00 +++ à l'abri pour

- Repositionner directement sur la peau
- Resserrer / Doubler côte à côte
- Remplacer/Associer à packing/pansement compressif
- Repositionner plus bas
- Desserrer / Avec PST packing/compressif en attente

Ne pas desserrer si :

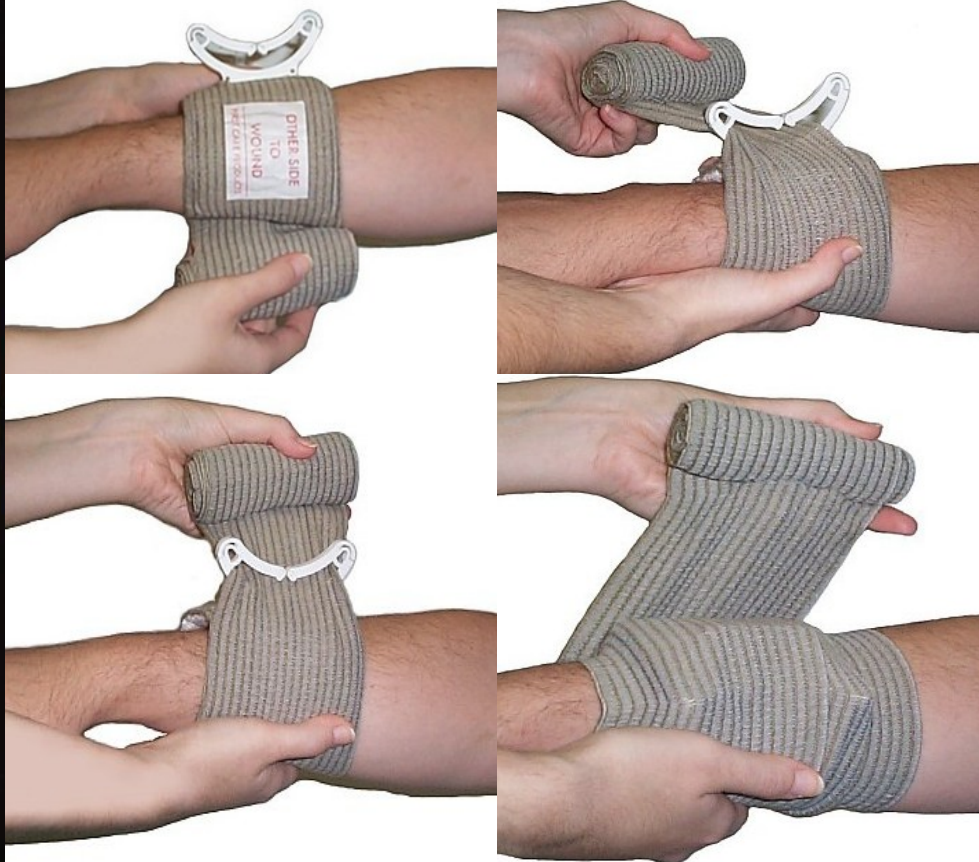
- Vous êtes seuls / Surveillance impossible
- Instabilité tensionnelle
- Inconscient
- Quasi amputation
- Chirurgien à moins d'une heure
- En place depuis + de 4h

En cas d'EVASAN de longue durée > 3h : Se poser la question d'un pansement compressif extensif



Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif simple



Efficace sur les hémorragies veineuses. ***Pour le reste serrer fort***

Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif simple



Table 6-2. Blood loss.

Size designation	Small	Medium	Large	ABD
Measurement (inch)	4 x 7	7.5 x 8	11.75 x 11.75	18 x 22
Saturation (mL)	300	750	1,000	2,500

Serrer fort pour limiter l'accumulation de sang dans le pansement

Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif associé à un « packing de plaie »



Avec l'[Olaes modular bandage](#) ou toute bande de gaze notamment de type **Compressed gauze**

Le packing de plaie : Une action **CAPITALE** pour l'arrêt des hémorragies



Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif associé à un pansement hémostatique

Hemcon



Chitosan, USA

Quikclot



Zeolithe, USA, FR

Celox



Chitosan, UK, SP

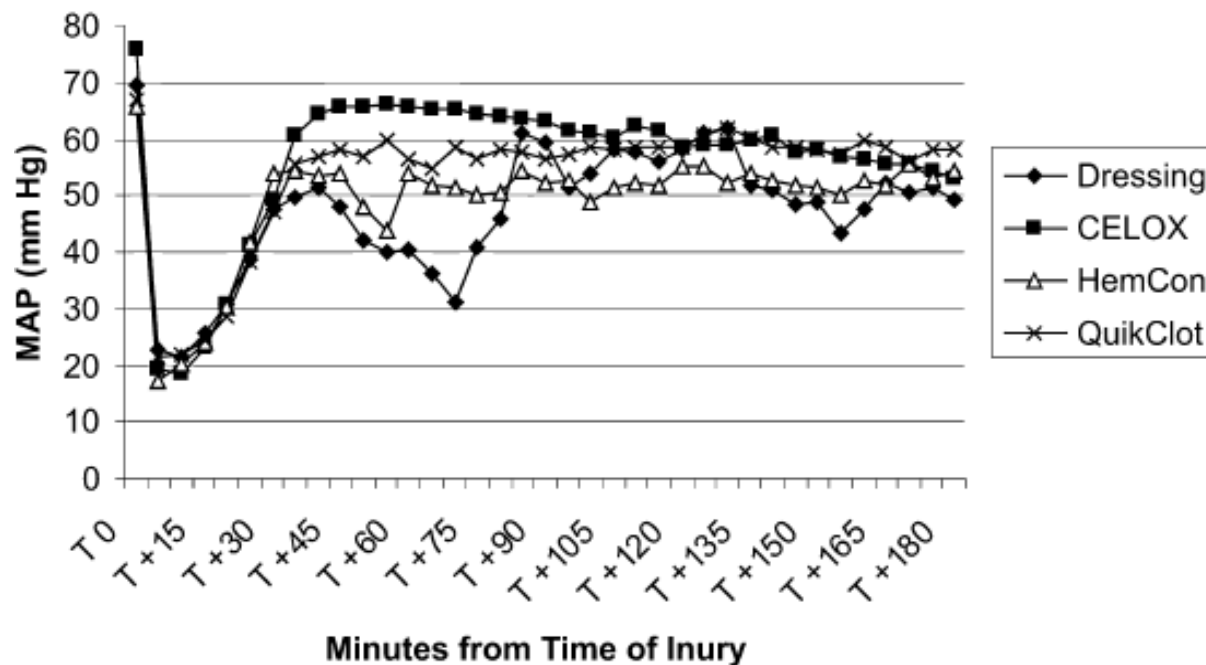
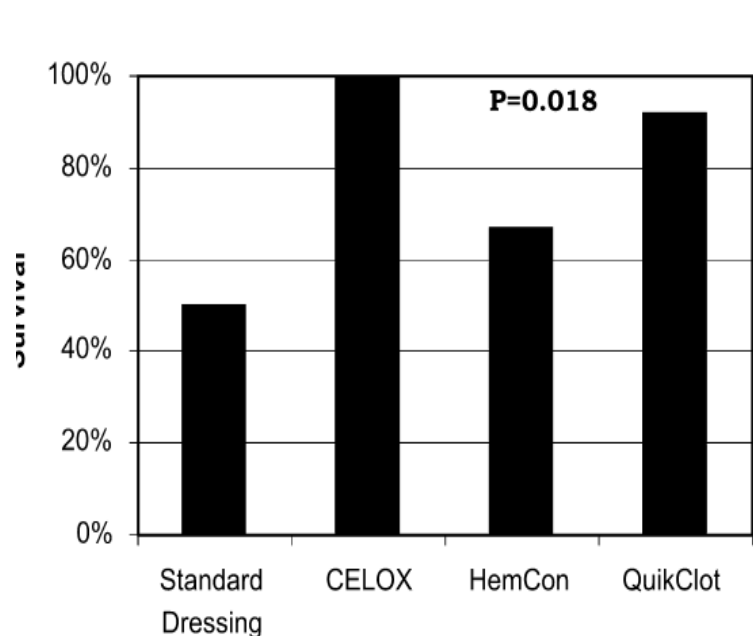
Pour être efficace: A appliquer AU **CONTACT** de la lésion qui saigne

Une compression d'au moins 2 min idéalement 4 min

Ont une efficacité *sur un modèle d'hémorragie fémorale porcine*

Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif associé à un pansement hémostatique



Ne se substituent pas au pansement compressif

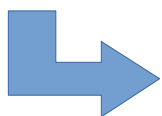
Tous équivalents, utilisés par tous, argumentaire faible

Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif large



En cas d'hémorragie persistante et d'isolement



Exemples de bandes compressives :



BattleWrap

Arrêter l'hémorragie

Par ballonnet gonflable sous pansement compressif



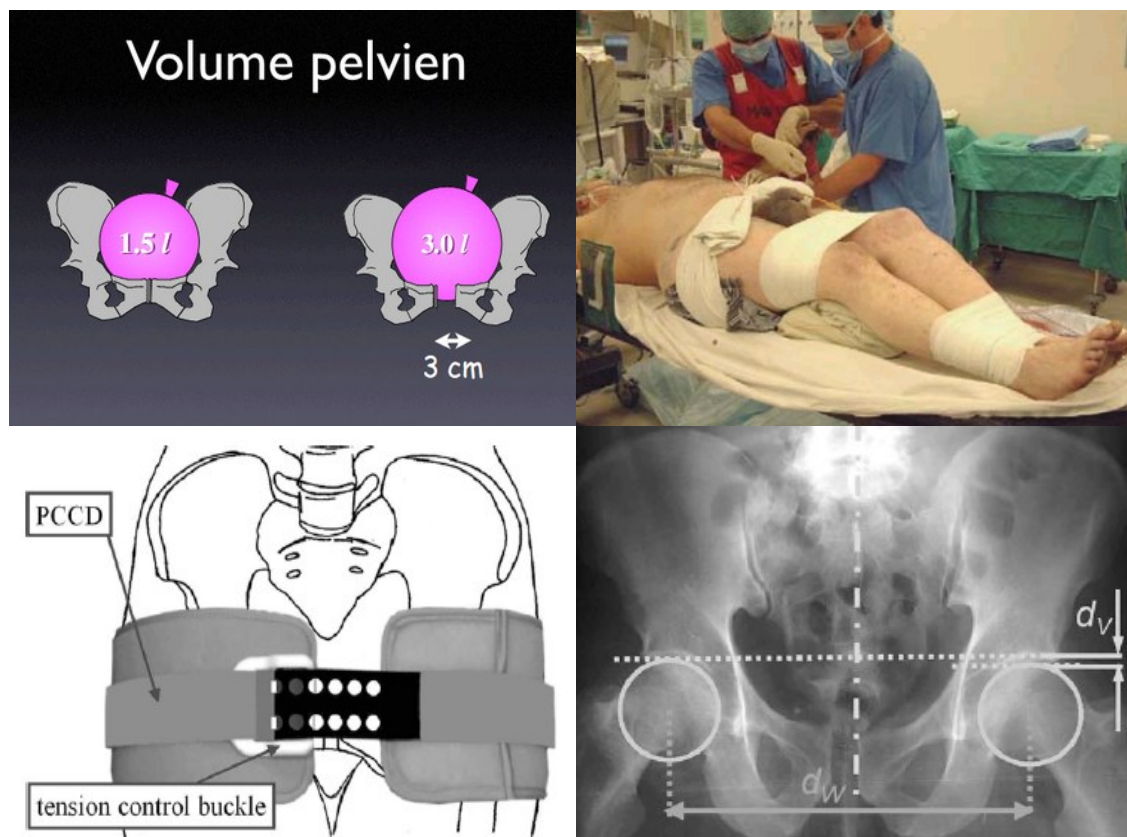
En cas d'hémorragie persistante et d'isolement



Expérience Sri Lankaise

Arrêter l'hémorragie

Par la stabilisation pelvienne



IED forte puissance, blast solidien, « *Claque de pont* »

Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif mais cela peut être difficile

Le scalp



Packing par pansement hémostatique et compressif, plutôt que suture sur le terrain
rarement possible

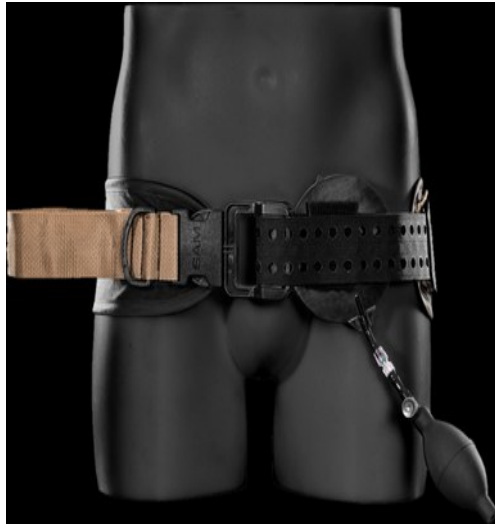
Le cou



Difficile +++. Compression
manuelle directe pendant le
transport, **Sonde de foley**
gonflée dans la plaie

Arrêter l'hémorragie

Comprimer les zones jonctionnelles



SAM JT



Combat ready Clamp



JETT



Abdominal Tourniquet

Un savoir faire à acquérir

Arrêter l'hémorragie

Comprimez avec ce que vous avez



Assurer une volémie optimale

Avec quoi ?

Par quelle voie ?

Quels objectifs au combat ?

Recommandations formalisées d'experts



Recommandations sur la réanimation du choc hémorragique
Guidelines on the treatment of hemorrhagic shock

Guidelines for Prehospital Fluid Resuscitation in the Injured Patient. Cotton BA et AL. J Trauma. 2009;67: 389 – 402

Assurer une tension artérielle optimale

RECO 1 SFAR

En ayant des objectifs limités: *Concept d'hypotension permissive*

Table 1 Outcomes of Patients Enrolled in the Fluid Resuscitation in Trauma Study, by Target Blood Pressure Group (Means $\pm$ SD)

	SBP > 100 mm Hg	SBP = 70 mm Hg	p Value
Patients enrolled	55	55	
Average SBP during bleeding (mm Hg)	114 $\pm$ 12	100 $\pm$ 17	<0.001
Length of active hemorrhage (h)	2.97 $\pm$ 1.75	2.57 $\pm$ 1.46	0.20
Died	4	4	
Average ISS	19.55 $\pm$ 11.6	23.91 $\pm$ 13.8	0.08
Predicted survival rate (TRISS)	94.0 $\pm$ 12%	90.2 $\pm$ 17%	0.18
Actual survival rate (%)	92.7	92.7	

Tant que l'hémostase n'est pas assurée

PAS = 80 mmHg (Pouls radial perçu) - Si CGS < 8 PAM = 80 mmHg (PAS = 100 mmHg)

Dans le cadre d'une prise en charge par un réseau structuré

Limiter le remplissage vasculaire

Au strict maintien des objectifs de pression artérielle recommandés

Au combat, **ne pas mettre en place un abord vasculaire n'est pas une hérésie**

CHARACTERISTIC	IMMEDIATE RESUSCITATION (N = 309)	DELAYED RESUSCITATION (N = 289)
Age (yr)	31±11	31±10
Male sex (% of patients)	88	91
Systolic blood pressure (mm Hg)	58±35	59±34
Injury Severity Score	26±14	26±14
Revised Trauma Score	5.4±2.1	5.6±2.1
Probability of survival	69	72
Mechanism of injury (% of patients)		
Gunshot wound	65	67
Stab wound	29	30
Shotgun-blast wound	6	3
Primary site of surface injury (% of patients)		
Neck	5	3
Chest	33	35
Abdomen	63	62
Patient care times (min)		
Response interval	8±5	8±6
Scene interval	9±8	7±6
Transport interval	13±6	12±6
Trauma-center interval	44±65	52±99
Intraoperative interval	114±105	134±101†

*Plus-minus values are means ±SD.

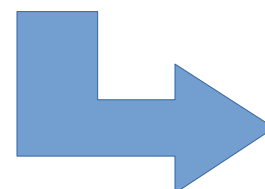
†P = 0.028 for the comparison between groups.

« For hypotensive patients with penetrating torso injuries, delay of aggressive fluid resuscitation until operative intervention improves the outcome »

Pas de perfusion systématique si

- Pouls radial perçu
- Parfaitement conscient
- Le soluté doit être porté

Prehospital Fluid Resuscitation (J Trauma. 67 (2): 389-402, Aug 2009)



Se limiter à 1 verrou salé

Pour les trauma pénétrants, si le blessé est dans l'heure dans un Trauma Center

Assurer une volémie optimale

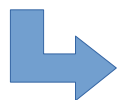
En ayant des objectifs limités

En attendant le sang: les solutés cristalloïdes

RECO 4 SFAR



Attention à l'hémodilution



MAIS: Pour les + graves (Choc/hémorragie non contrôlée): Au + tôt plasma voire sang total !

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

Assurer une volémie optimale

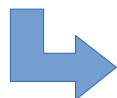
En ayant des objectifs limités

Des solutés cristalloïdes plutôt en solution équilibrée

TYPE DE SOLUTE	Osmolalité	Composition	Pouvoir d'expansion	Durée
Cristalloïdes isotoniques				
Ringer lactate (RL)	277	NaCl 0,6 % + lactate	0,19	-
NaCl 0,9 %	308	NaCl 0,9 %	0,22	-
Isofundine®	304	NaCl 0,8 % + acétate	0,2	-
Cristalloïdes hypertoniques				
Hyperhes®	2464	NaCl 7,2% + HEA	2-3	-
RescueFlow®	2400	NaCl 7,5% + dextran 70	2-3	-
Gélatines				
<i>Gélatines fluides modifiées</i>				
à 3% : Plasmion®	320	RL	0,8-1	3
à 3 % : Plasmagel®	350	NaCl 0,9 %	0,8-1	3
à 2,5 % : Plasmagel® désodé	320	G 5 %	0,8-1	3
à 4 % : Gelofusine®	308	NaCl 0,9 %	0,8-1	3
<i>Gélatine à pont d'urée</i>				
A 3,5 % : Haemaccel®	300	NaCl 0,9 %	0,8-1	3
Hydroéthylamidon s				
<i>Haut poids moléculaire (≥ 200 Kd)</i>				
à 6 % : Elohes®	304	NaCl 0,9 %	1-1,4	12-24
à 6 % : Hestétil®	308	NaCl 0,9 %	1-1,4	3-6
à 6 % : Heafusine®	310	NaCl 0,9 %	1-1,4	3-6
à 10 % : Heafusine®	310	NaCl 0,9 %	1,2-1,5	3-6
<i>Bas poids moléculaire (130 Kd)</i>				
à 6 % : Voluven® (amidon de maïs)	308	NaCl 0,9 %	1	6
à 6 % : Restorvol® (amidon de pomme de terre)	309	NaCl 0,9 %	1	6

Bannir l'hypotonicité, respecter l'iso-osmoticité

RECO 5 SFAR



MAIS: Pour les + graves (Choc/hémorragie non contrôlée): Au + tôt plasma voire sang total !

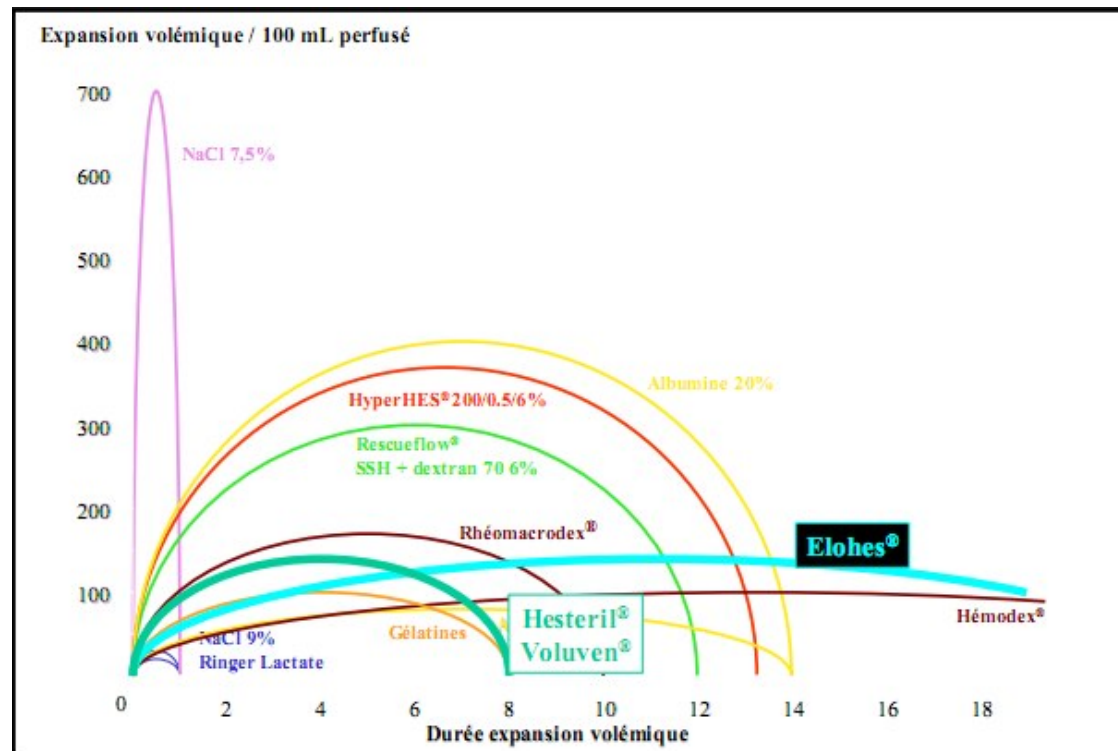
Shock. 2014 May; 41(0 1): 35-38

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs limités

HEA : le MOINS possible et uniquement si cristalloïdes insuffisants

RECO 6 SFAR



Des effets d'expansion volémique + prolongés



MAIS: Pour les + graves (Choc/hémorragie non contrôlée): Au + tôt plasma voire sang total !

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35-38

.Volume kinetics for infusion fluids. Hahn RG Anesthesiology. 2010 Aug;113(2):470-81

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs limités

HEA? Connaître les limites d'emploi

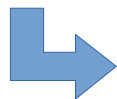
TABLE III Characteristics of different HES solutions

	<i>HES 70/0.5</i>	<i>HES 130/0.4</i>	<i>HES 200/0.5</i>	<i>HES 200/0.5; 260/0.5 (Pentastarch)</i>	<i>HES 200/0.62</i>	<i>HES 450/0.7 (Hetastarch)</i>
Concentration (%)	6	6	6	10	6	6
Volume efficacy (%)	80-90	100	100	130-150	100	100
Volume effect (hr)	1-2	3-4	3-4	3-4	5-6	5-6
Mean molecular weight (Mw) (Daltons)	70,000 260,000	130,000	200,000	200,000	200,000	450,000
Degree of molar substitution (MS)	0.5	0.4	0.5	0.5	0.62	0.7
C2/C6 ratio	4:1	9:1	6:1	6:1	9:1	4.6:1
Max. dose (mL.kg ⁻¹)	33	33-50	33	20	33	20

Néphrotoxicité

Tendance au saignement

Accumulation



MAIS: Pour les + graves (Choc/hémorragie non contrôlée): Au + tôt plasma voire sang total !

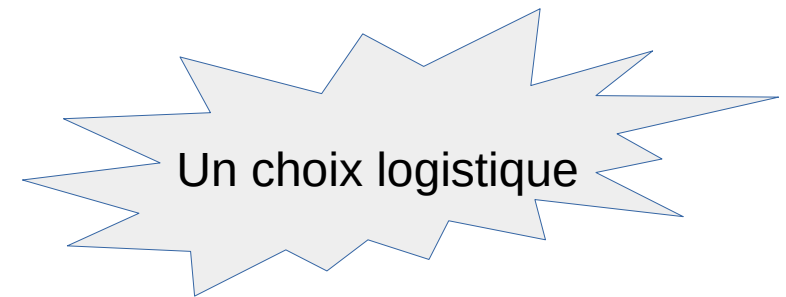
Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs limités

Hypersalé ? Un compromis poids / efficacité: Porter 250 g ou 1 kg ?

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	



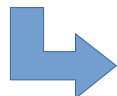
Surtout si Choc + Trauma Cranio-cérébral

Dose MAX : 500 ml



Sinon: coagulopathie

Tan TS et Al. Anaesthesia.2002 Jul;57(7):644-8.



MAIS: Pour les + graves (Choc/hémorragie non contrôlée): Au + tôt plasma voire sang total !

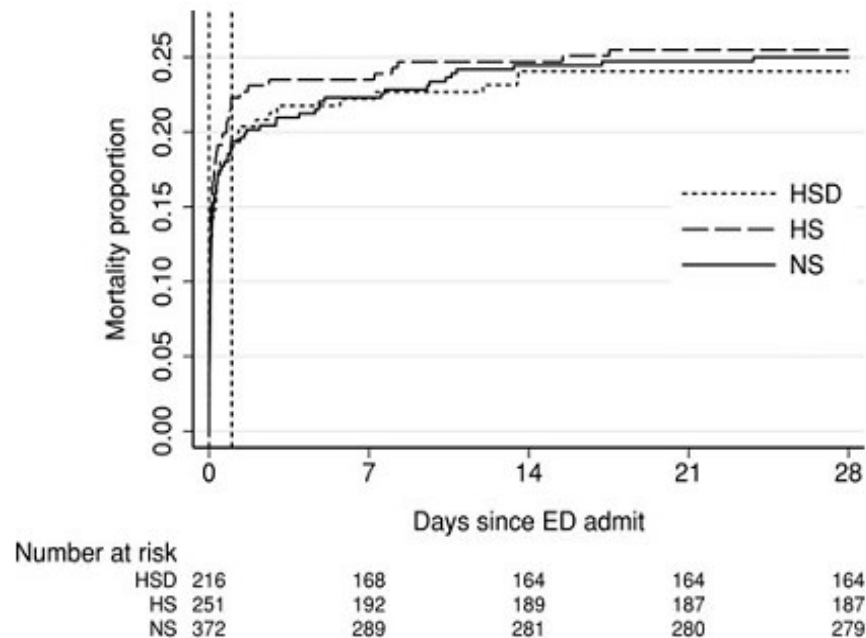
Shock. 2014 May; 41(0 1): 35-38

Assurer une volémie optimale

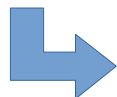
En ayant des objectifs limités

En l'absence de choc, la nature du soluté importe peu :

Au final



« Among injured patients with hypovolemic shock, initial resuscitation fluid treatment with either HS or HSD compared with NS, did not result in superior 28-day survival »



MAIS: Pour les + graves (Choc/hémorragie non contrôlée): Au + tôt plasma voire sang total !

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

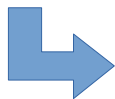
Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs limités

La nature du soluté importe peu :

Au final

« The preferred use of colloidal solutions for resuscitation of patients with acute hypovolemia is based on rationales that are not supported by clinical evidence. **Synthetic colloids are not superior in critically ill adults and children but must be considered harmful depending on the cumulative dose administered.** Safe threshold doses need to be determined in studies in high-risk patients and observation periods of 90 days. Such studies on HES 130/0.4 are still lacking despite its widespread and increasing use. **Because there are safer and equally effective alternatives in the form of crystalloids, use of synthétiste colloids should be avoided except in the context of clinical studies** »



MAIS: Pour les + graves (Choc/hémorragie non contrôlée): Au + tôt plasma voire sang total !

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs limités

Des objectifs raisonnables en milieu « difficile »

Ce qu'il faut éviter

- Un pouls radial non perceptible
- Une pression artérielle systolique < 80 mmHg, voire une PAM < 80 mmHg si CGS ≤ 8
- Une conscience anormale

Assurer une oxygénation cellulaire minimale par l'apport d'oxygène si disponible

Assurer une volémie optimale

En pratique

Ce qui est recommandé dans le [sauvetage au combat](#)

Dès lors qu'une des conditions est présente :

- Plaie abdominale
- Absence de pouls radial et conscience anormale



Sinon verrou salé

En cas d'état de choc, en attente d'une transfusion Plyo/Sang :

- 250 ml de sérum salé hypertonique à 7,5% en 20 min
- Puis 500 ml de cristalloïdes (à défaut par 250 ml NaCl 7,5%)



HEA type Voluven seulement si difficulté à restaurer un pouls radial

Assurer une volémie optimale

Ne pas oublier : Low flow resuscitation ne signifie pas zero flow resuscitation

TABLE 5. Mortality and Complications Data From 1,200 PROMMTT Patients by Prehospital IVF Status

Mortality	IVF Group (n = 1,009)	No IVF Group (n = 191)	p	Cox Regression	
				HR (95% CI)	p
Overall	212 (21%)	45 (23%)	0.43	0.84 (0.72–0.98)	0.03
Exsanguination	82 (8%)	14 (7%)	0.71	1.08 (0.86–1.33)	0.52
Head injury	95 (9%)	16 (8%)	0.65	0.69 (0.54–0.88)	<0.01
Airway	29 (3%)	7 (4%)	0.56	0.64 (0.40–1.0)	0.07
Sepsis	7 (0.7%)	1 (0.5%)	0.79	*	*
Multiorgan failure	23 (2%)	6 (3%)	0.48	0.64 (0.36–1.14)	0.13
Cardiovascular	45 (4%)	6 (3%)	0.41	0.99 (0.71–1.37)	0.94
Other	24 (2%)	13 (7%)	<0.01	0.75 (0.48–1.19)	0.22
Complications					
Cardiac arrest	9 (1%)	2 (2%)	0.83	0.37 (0.12–1.18)	0.09
Pulmonary embolism	24 (3%)	5 (4%)	0.83	1.25 (0.87–1.80)	0.24
Myocardial infarction	2 (0.3%)	1 (0.8%)	0.40	*	*
Deep venous thrombosis	43 (6%)	13 (10%)	0.13	1.14 (0.84–1.55)	0.39
Cerebrovascular event	11 (2%)	2 (2%)	0.97	*	*
Septic shock	19 (3%)	3 (2%)	0.77	1.00 (0.58–1.73)	0.99
Vasopressor-dependent shock	11 (1%)	1 (0.8%)	0.48	*	*
ACS	5 (0.7%)	6 (5%)	<0.01	0.49 (0.17–1.43)	0.19
Renal failure	17 (3%)	3 (2%)	0.92	1.02 (0.55–1.91)	0.95
Acute lung injury	0 (0%)	0 (0%)	**	**	**
Adult respiratory distress syndrome	2 (0.2%)	0 (0%)	0.54	*	*
Multiple-organ failure	13 (1%)	2 (1%)	0.78	0.96 (0.52–1.77)	0.88

*Model did not converge, too few were events reported.

**No cases reported.

Significant difference, $p \leq 0.05$.

1242 patients

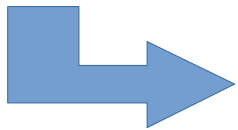
84 % perfusés de 700 ml

Non perfusé = + compliqué

Le remplissage pré-hospitalier **raisonné** réduit la mortalité hospitalière

Assurer une volémie optimale

Un remplissage vasculaire guidé par l'échographie visuelle ?



En dehors des hypovolémies importantes : Peu sensible et peu spécifique

- Collapsus inspiratoire de la VCI



- Collapsus systolique du VG : « kissing heart »



Pas la panacée

Lutter contre l'hypothermie

Lutter contre l'hypothermie

L'hypothermie même modérée aggrave le saignement

Table 2

Univariate analysis of parametric variables among hypothermia subcategories

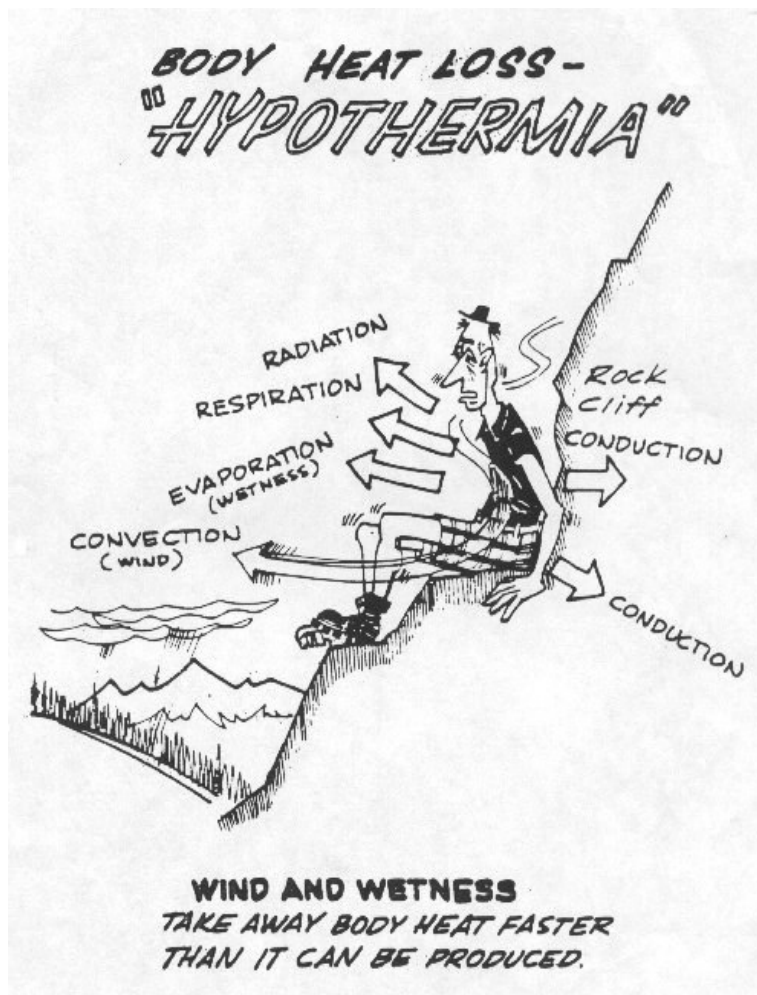
Variable	Normothermic (T >36°C)	Mild hypothermia (T = 34–36°C)	Moderate-severe hypothermia (T <34°C)	Significance within groups (<i>P</i>)	Correlation (<i>r</i>)
FST					
Operative time (min)	125 (±58)	125 (±25)	93 (±68)	.550	—
Time to evacuation (min)	308 (±272)	201 (±39)	204 (±82)	.151	—
Arrival vitals/labs					
SBP (mm Hg)	128.5 (±18.4)*	122.4 (±25.5)*	113.1 (±30.6)*	<.01	−.145
HR	91 (±21)	93 (±25)	99 (±25)*	<.01	.057
GCS	13.9 (±3.1)*	12.6 (±4.4)*	7.7 (±5.6)*	<.01	−.234
HCT (mg/dL)	39.5 (±7.6)*	36.7 (±8.5)*	31.5 (±9)*	<.01	−.193
pH	7.34 (±.1)*	7.3 (±.1)*	7.2 (±.2)*	<.01	−.280
BD	4.5 (±3.8)*	6.3 (±5.2)*	10.4 (±7.3)*	<.01	.288
Perioperative data					
EBL (mL)	370 (±910)*	806 (±1206)*	1317 (±2581)*	<.01	.215
PRBC (units)	4.8 (±5)	6.5 (±5)	9.6 (±9)*	<.01	.227
Whole blood (units)	5.6 (±5)	5.5 (±5)	3.8 (±2)	.490	−.106
FFP (units)	4.9 (±5)	5.5 (±4)	6.4 (±4)	.214	.105
Operative time (min)	133 (±89)*	173 (±94)	173 (±86)	<.01	.173
Postoperative data					
ICU (days)	3.7 (±5)	3.9 (±5)	8.7 (±11)*	<.01	.118
ISS	11.2 (±9)*	18.2 (±15)*	29.7 (±15)*	<.01	.296

SBP = systolic blood pressure; HR = heart rate; GCS = Glasgow Coma Scale; HCT = hematocrit; BD = base deficit; EBL = estimated blood loss; ISS = Injury Severity Score.

* Group is significantly different ($P < .05$) than the other 2 groups by Tukey post hoc analysis.

Lutter contre l'hypothermie

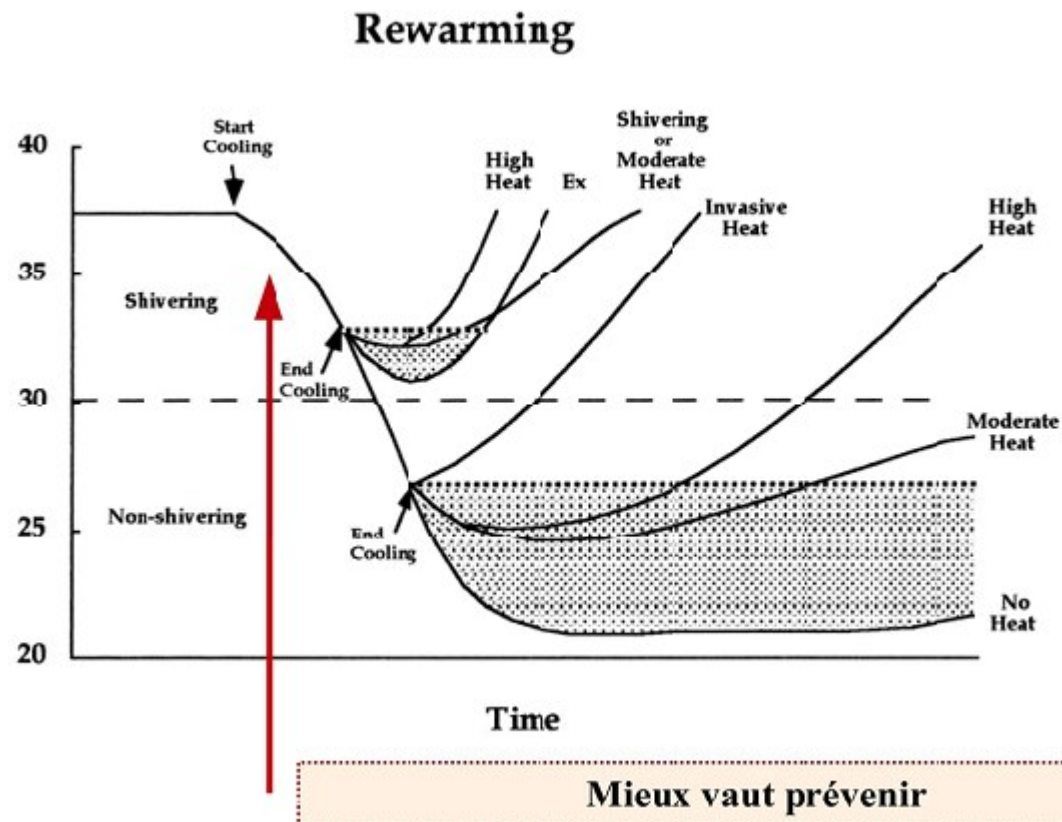
Le contexte s'y prête



Lutter contre l'hypothermie

Mieux vaut prévenir :

Attention à l'afterdrop



Lutter contre l'hypothermie

Mieux vaut prévenir :

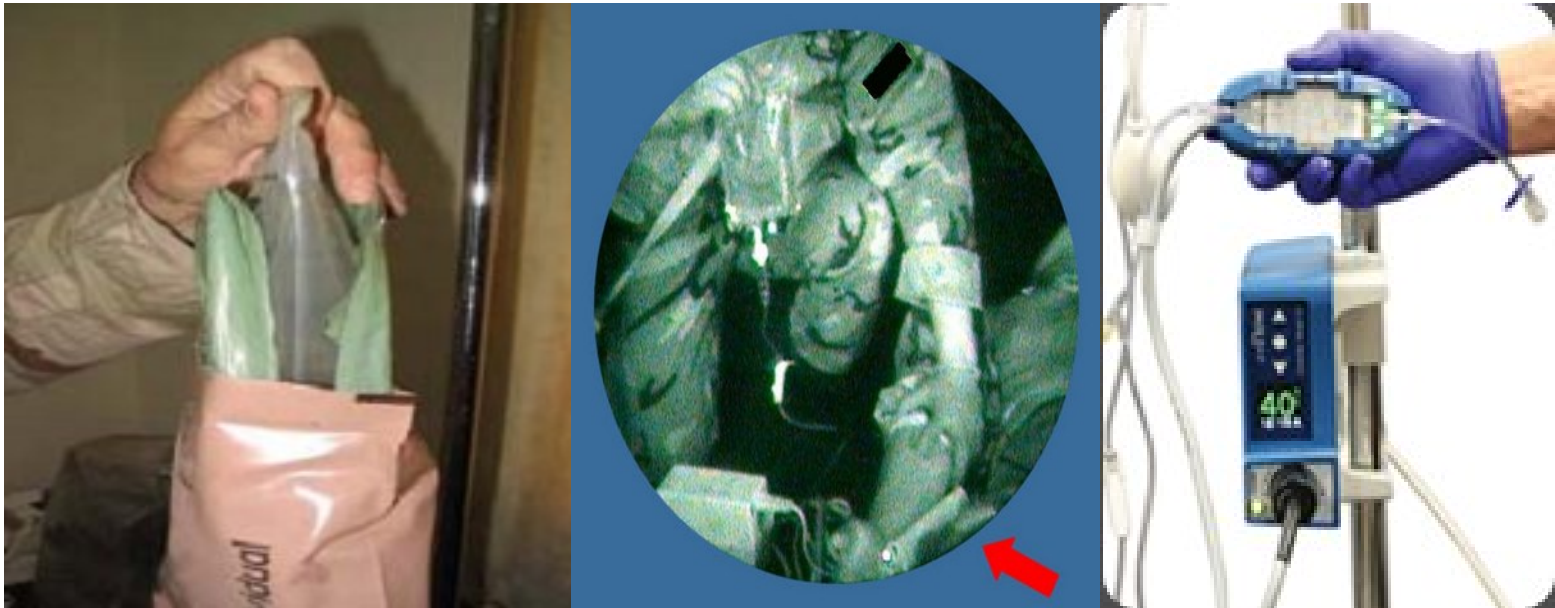
Réduire les pertes thermiques corporelles



Lutter contre l'hypothermie

Mieux vaut prévenir :

Réchauffer ce qui peut l'être



Les perfusions à 35°C ?

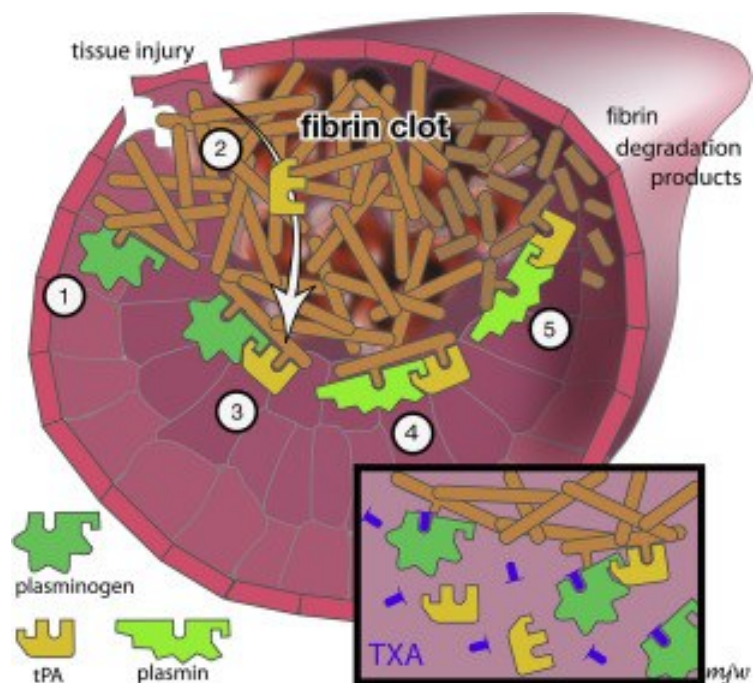
Pas si simple que cela en condition de combat

Réduire l'hyperfibrinolyse

Réduire l'hyperfibrinolyse

L'acide tranexaminique :

l'antifibrinolytique de référence



- 1 Le plasminogène lié à la fibrine du caillot sur un récepteur lysine est inactif
- 2 Du tPA est libéré après lésion tissulaire
- 3 Le tPA se lie au plasminogène inactif fixé sur le caillot
- 4 Le plasminogène se transforme en plasmine active sur le caillot
- 5 La plasmine découpe le caillot

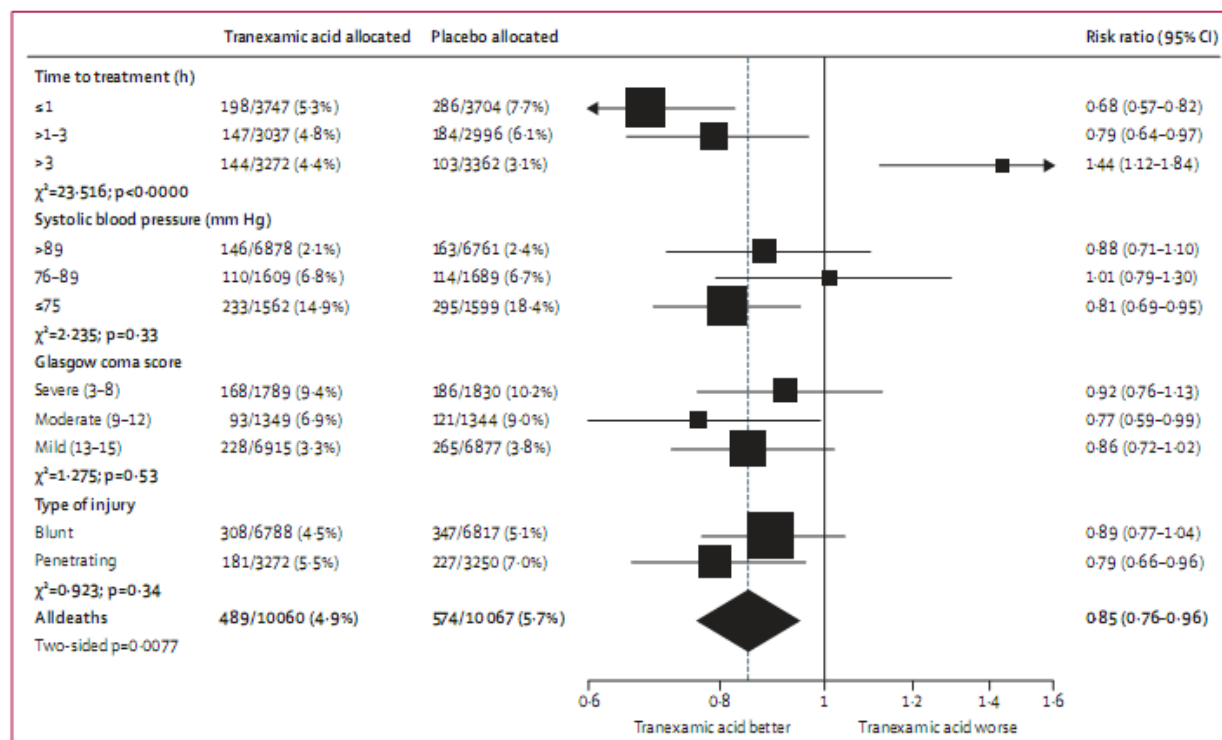
Le TXA, analogue des récepteurs à la lysine, se fixe sur le plasminogène et bloque sa transformation en plasmine

Réduire l'hyperfibrinolyse

L'acide tranexaminique :

Intérêt prouvé en traumatologie

RECO 15 SFAR



Au moins 5 mg/l de TXA

Blood Coagul Fibrinolysis. 2018 Dec 21

Etude CRASH 2 : 20 211 trauma, **1 g Exacyl en 10 min puis 1 g sur 08h**

A initier idéalement la 1ère heure ET AVANT les 3 premières

Réduire l'hyperfibrinolyse

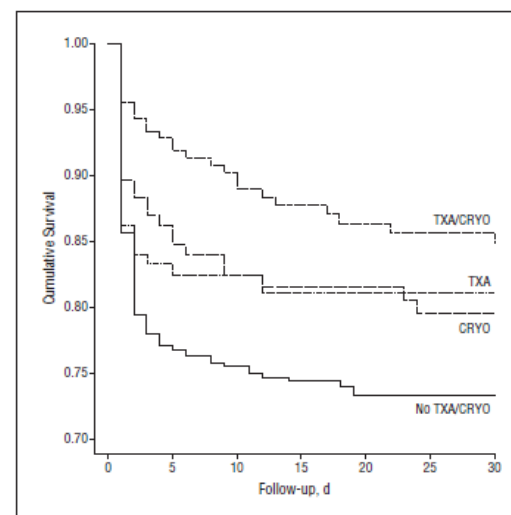
L'acide tranexaminique :

Intérêt prouvé aussi en contexte militaire

Mortality Analysis			
			
Overall	TXA	No-TXA	p Value
< 24 Hr	8.2%	8.5%	0.892
28 Day	16.4%	23.2%	0.018
MT	TXA	No-TXA	p Value
<24 Hr	8.8%	9.2%	0.907
28 Day	13.6%	27.6%	0.003

Team Aerospace Begins Here!

Et encore + si apport de cryoprécipité



JAMA Surg. 2013;148(3):218-225.

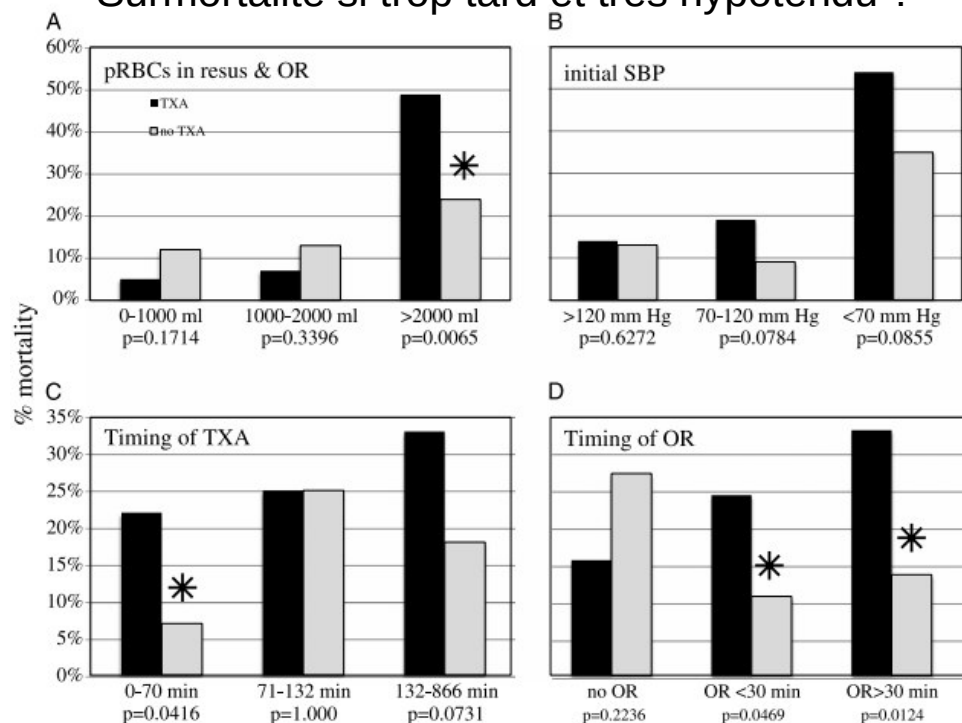
Etude CRASH 2 : 20 211 trauma, **1 g Exacyl en 10 min puis 1 g sur 08h**

Réduire l'hyperfibrinolyse

L'acide tranexaminique :

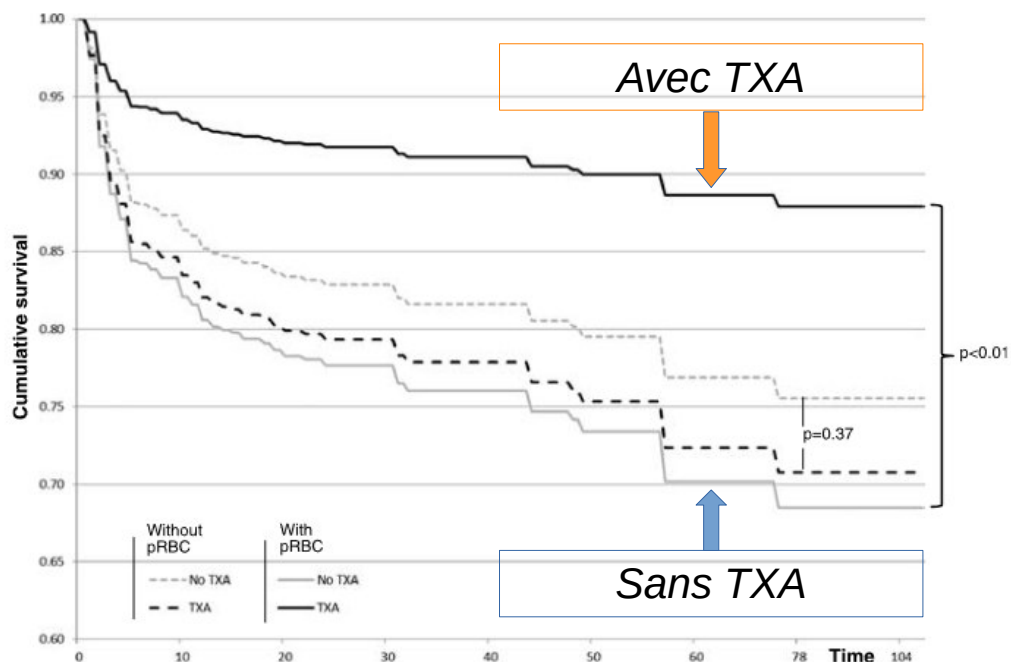
Quelques interrogations persistent

Surmortalité si trop tard et très hypotendu ?



Valle EJ et Al. J Trauma Acute Care Surg. 2014 Jun;76(6):1373-8.

Mais pas chez les transfusés !



Boutonnet M et Al J Trauma Acute Care Surg. 2018;84: S54-S62.

« There are no data in trauma patients, but it is conceivable that when TXA is infused at this rate into an already hypotensive and hemorrhaging trauma patient, their hypotension could be exacerbated, leading to increased fluid requirements. »

1 g Exacyl en 10 min [voire + lentement chez les + graves] puis 1 g sur 08h

Recourir précocément aux vasopresseurs

RECO 9/10 SFAR

L'adrénaline titrée en IV ou en intra-osseux



	Récepteurs α	Récepteurs β_1	Récepteurs β_2
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	

En pratique : Si 1000ml de remplissage sont insuffisants
 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

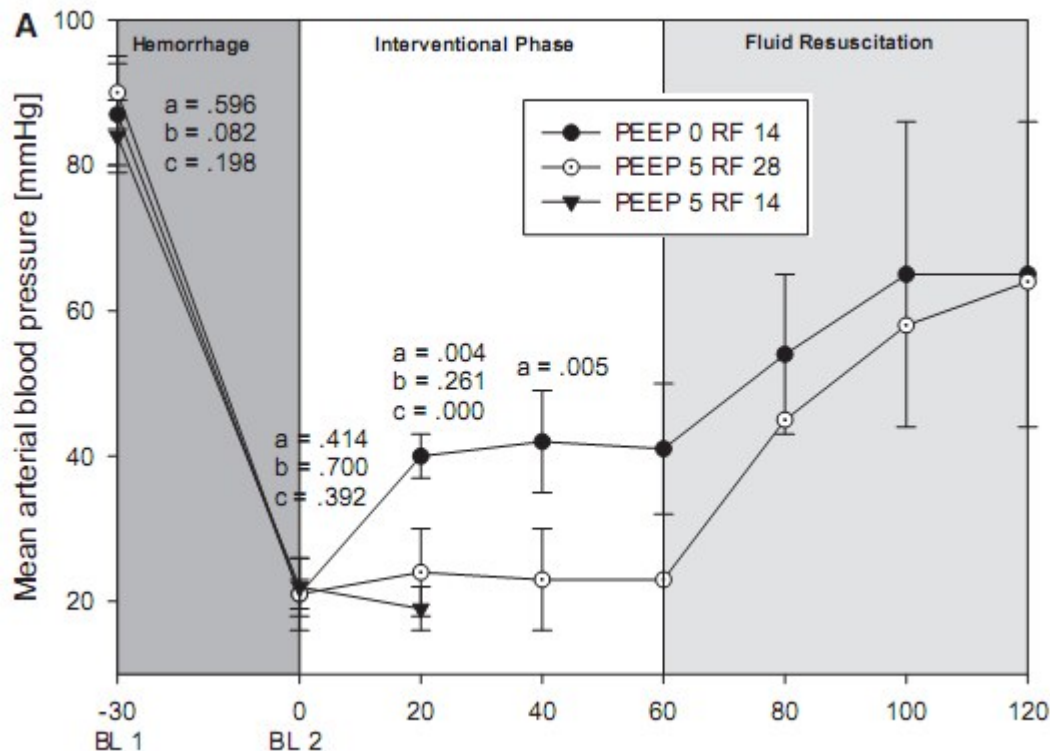
Juste ce qu'il faut : Vasoconstriction splanchnique

Par ailleurs : Le médicament de l'anaphylaxie

Ne pas aggraver l'hypotension

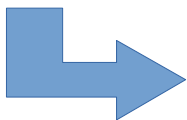
Ne pas aggraver l'hypotension

Eviter toute hyperpression dans le thorax



- Ventiler SANS PEEP
- Avec une fréquence rapide
- Et un volume courant bas
- Si possible avec aide inspiratoire

La ventilation en pression positive peut aggraver l'hypotension

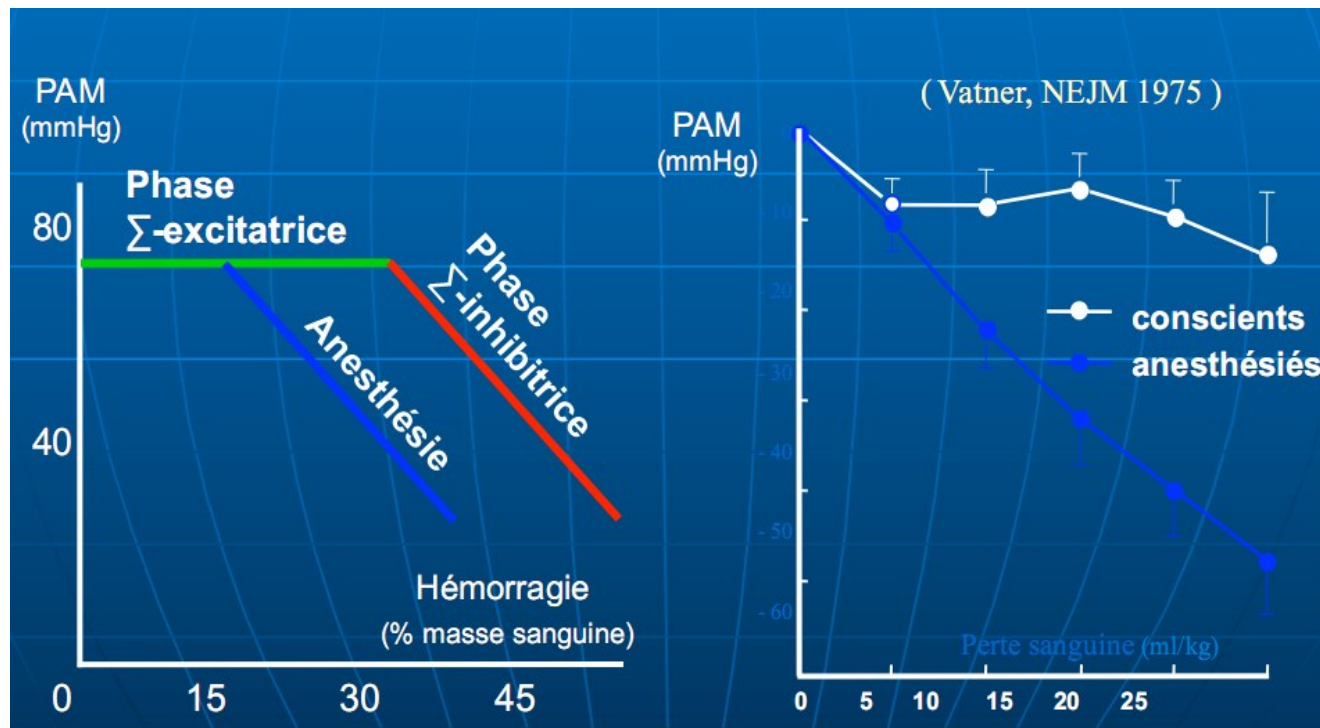


C'est l'apport d'oxygène qui compte

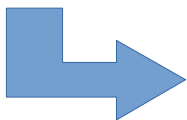
Ne pas aggraver l'hypotension

Par une anesthésie mal conduite :

Surdosage et altération du baro-réflexe

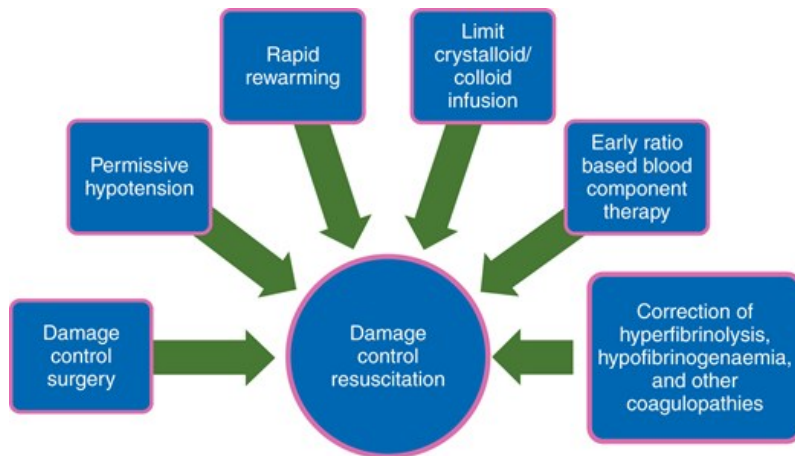


- Thiopental *Non*
- Propofol *Non*
- Midazolam *Prudence*
- **Kétamine 0,5 à 1,5 mg/kg**
- Etomidate 0,2 à 0,4 mg/kg
- **GammaOH 50 à 75 mg/kg**

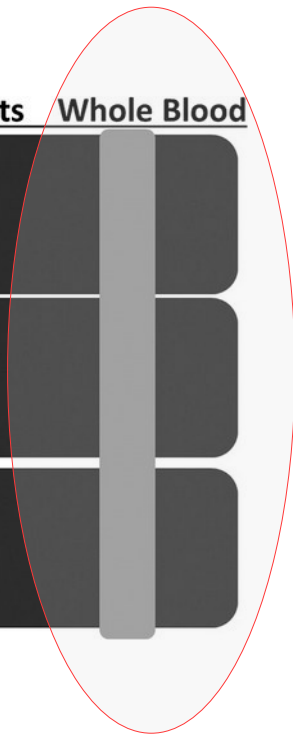


C'est l'apport d'oxygène qui compte

Mettre en œuvre une réanimation hémostatique



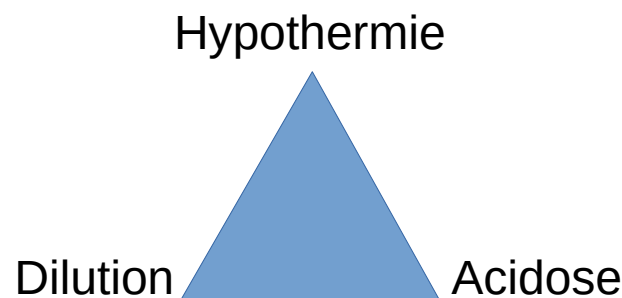
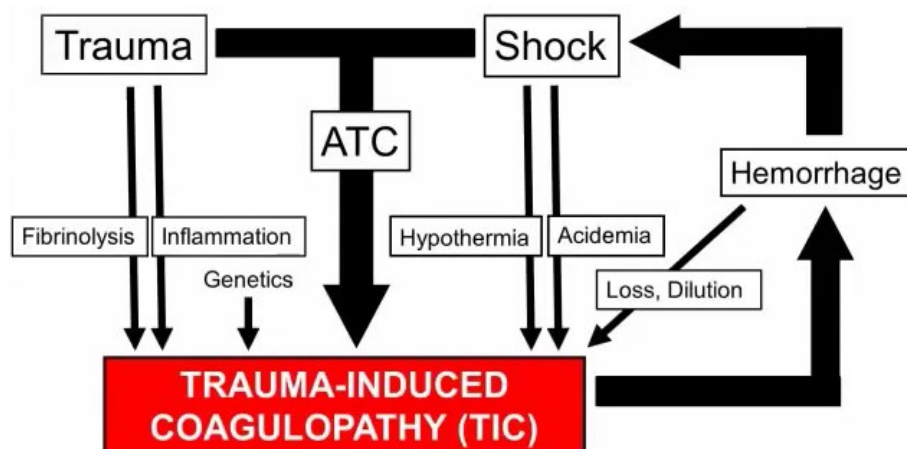
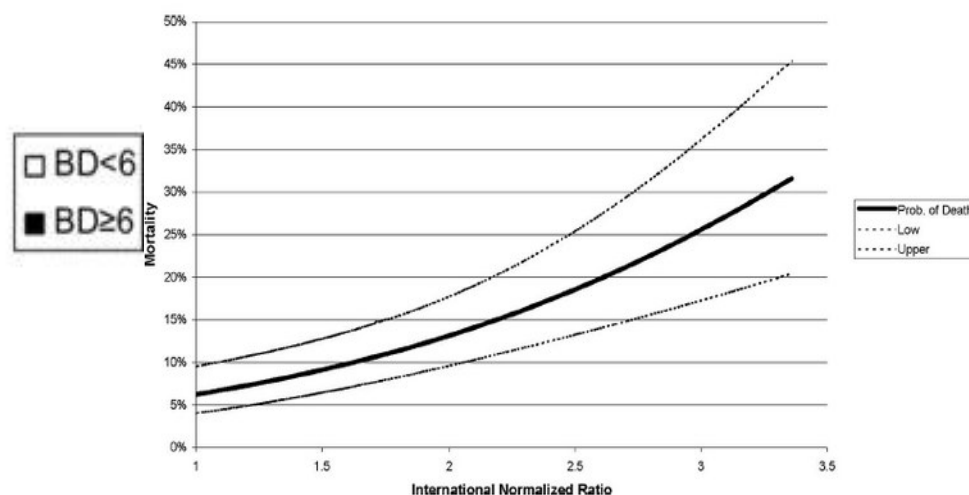
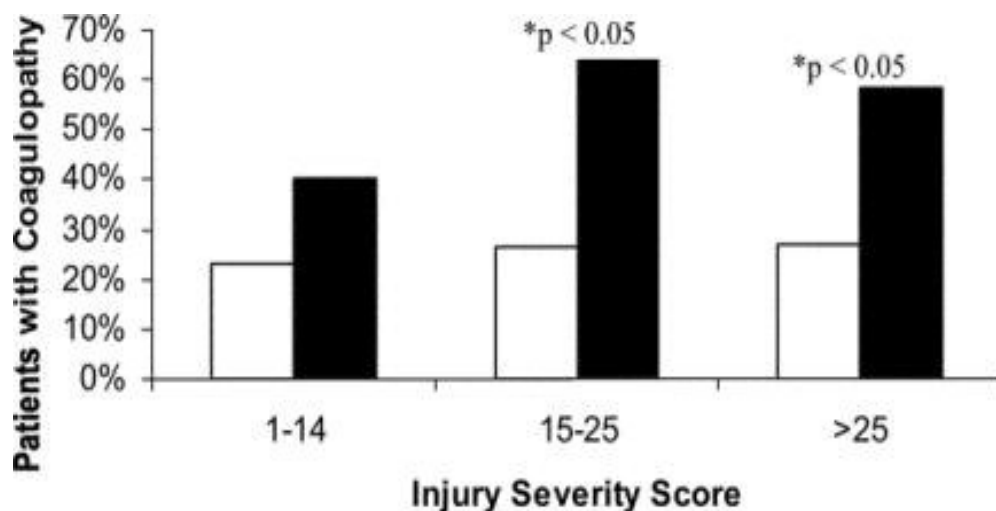
Blood Product	PRBC	Plasma	Cryo	Platelets	Whole Blood
Oxygen Debt (<i>Oxygen Content, Cardiac Output and Delivery</i>)	■	■	■	■	■
Endotheliopathy (<i>Glycocalyx, Proteolysis, Barrier</i>)	■	■	■	■	■
Coagulopathy (<i>Proteolysis, Factors, Clot Formation</i>)	■	■	■	■	■



Identifier les critères prédictifs de coagulopathie

Au moins un traumatisé sur 4 a une coagulopathie pour une mortalité X4

Prévenir la triade létale



Identifier les critères prédictifs de coagulopathie

Au moins un traumatisé sur 4 a une coagulopathie pour une mortalité X4

Un exemple d'algorithme

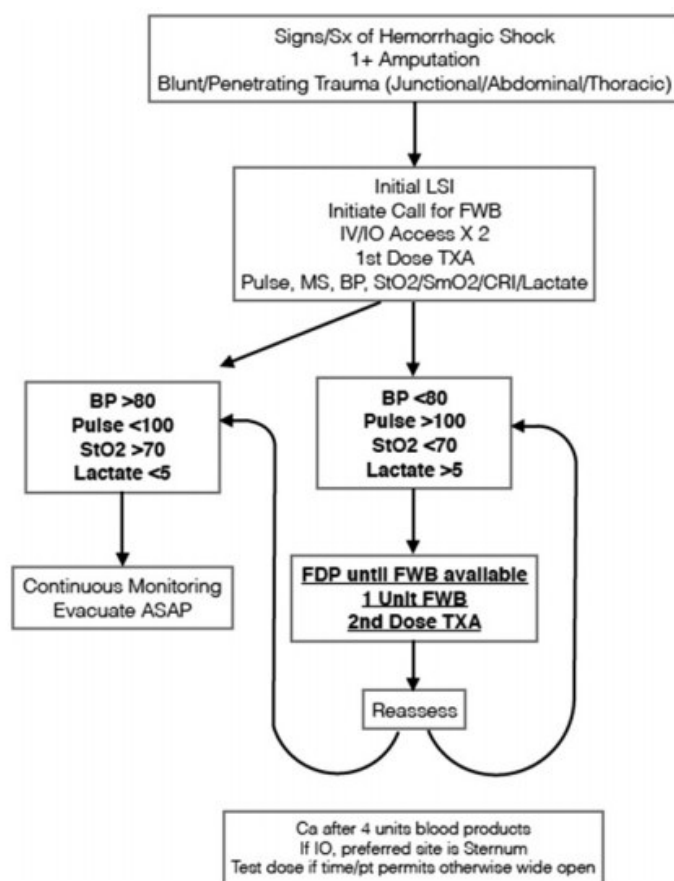


FIGURE 1. 75th Hemorrhagic shock.

Signes de choc

Traumatisme pénétrant/Jonctionnel/Amputation

Saignement persistant

Lactate > 5 et/ou BE > 6 et/ou INR > 1,2

Hb < 10g/dl

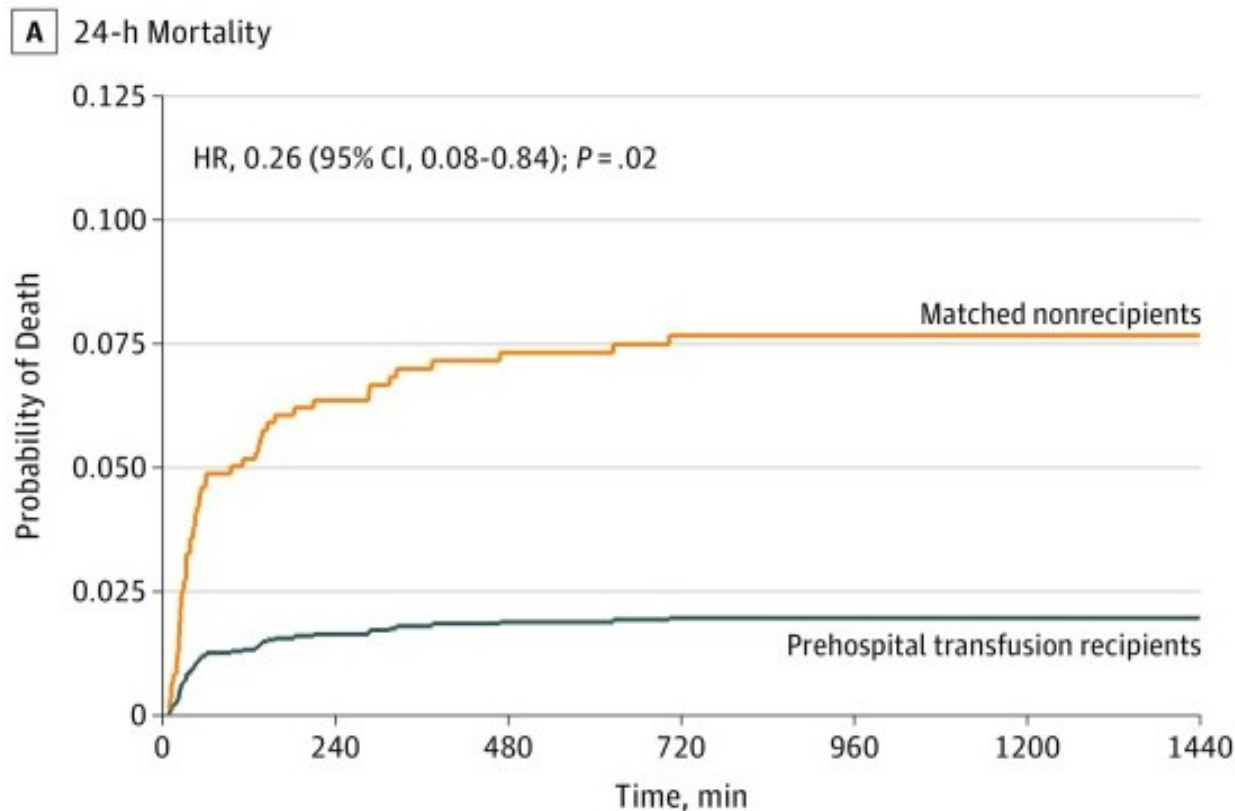
La référence : Visco-élastométrie

Pas utilisable en préhospitalier

Le PLyo doit être employé dès que possible

RECO 16 SFAR

Et c'est un retour à une pratique ancienne



Choqués, 2 amputations distales, 1 amputation haute, Hémorragie du tronc non stabilisé

Alternative récente : OCTAPLASLG

Le PLyo apporte des fractions coagulantes

Schématiquement un peu de fibrinogène, du facteur V et des protéines tampons :

Pour les + graves: Prévoir **plusieurs PLYo** pour l'apport d'au moins 2/3 g de fibrinogène

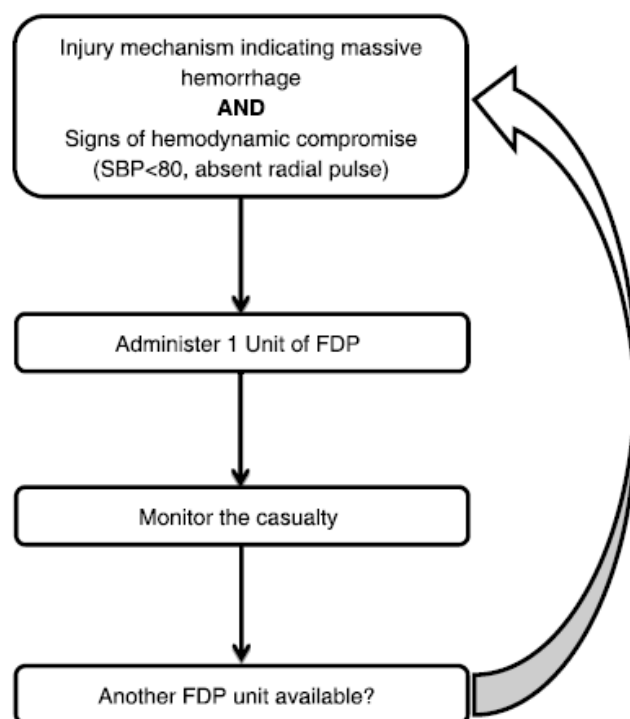


FIG. 1. The IDF dried plasma transfusion protocol. SBP indicates systolic blood pressure.



- AB like
- 210 ml prêts en 6 min
- Dans les 6 heures
- Equivalent PFC

[Transfusion 2013;53:65S-71S](#)

Des inconvénients

- **Un apport réel (210 ml soit 0,5g) mais limité de fibrinogène**
- Le poids/volume
- Le contenant
- Une reconstitution simple mais à faire rigoureusement

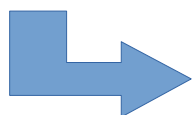
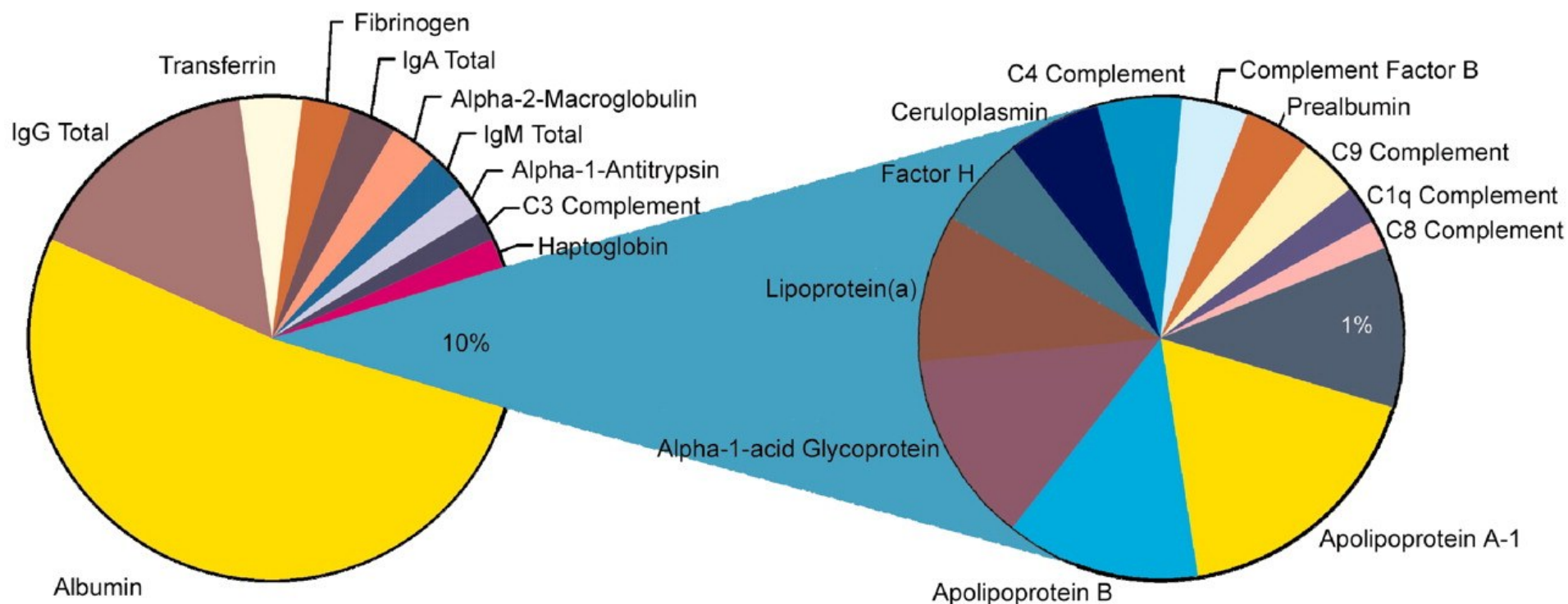


Axe de recherche

Place du fibrinogène +++ notamment lyophilisé (1 flacon = 1,5g/100 ml) et du PPSB ?

Le PLyo n'apporte pas que des fractions coagulantes

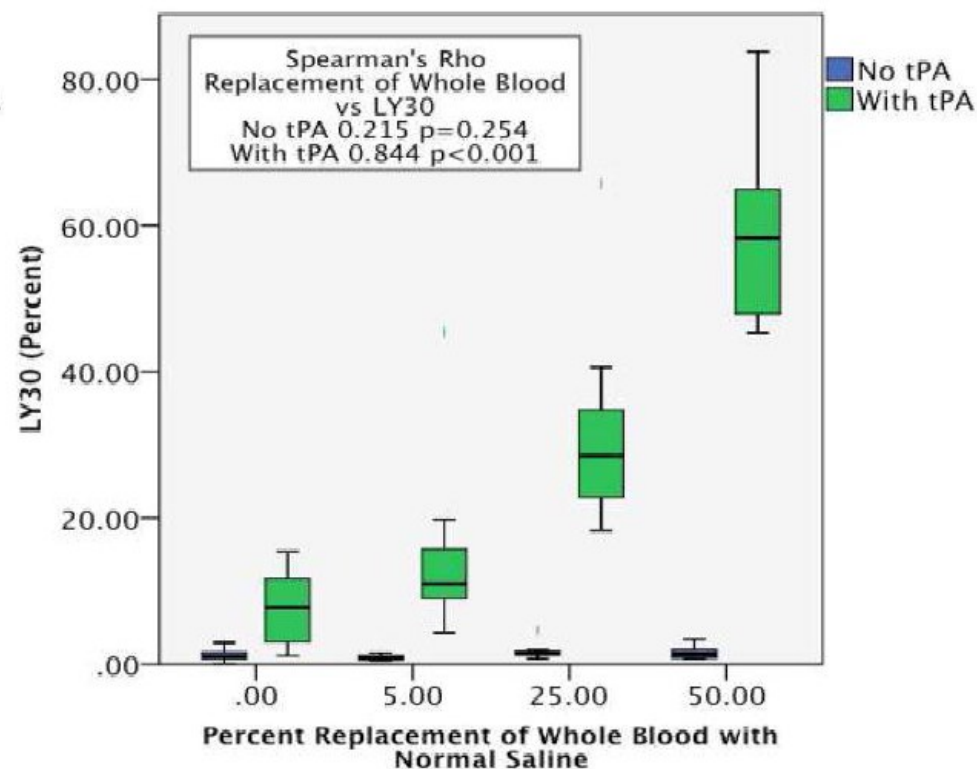
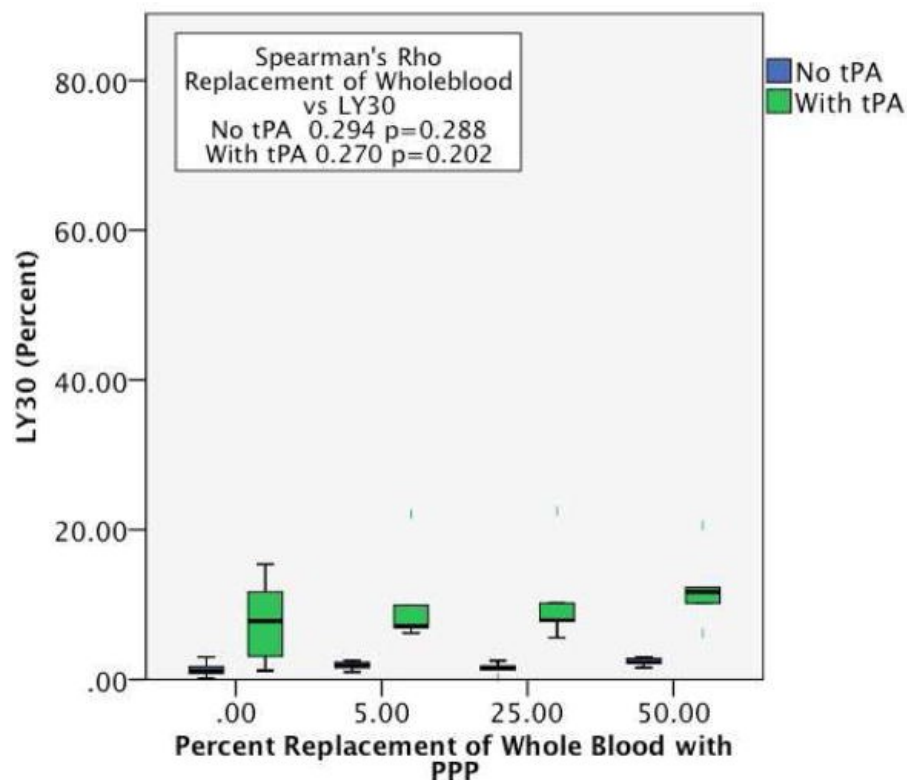
D'autres protéines



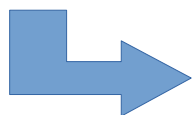
Effets spécifiques [Shock. 2016 Aug;46\(2\):173-82](#)

Le PLyo réduit l'hyperfibrinolyse médiée par le tPA

Un argument pour une stratégie dite du « Plasma First »



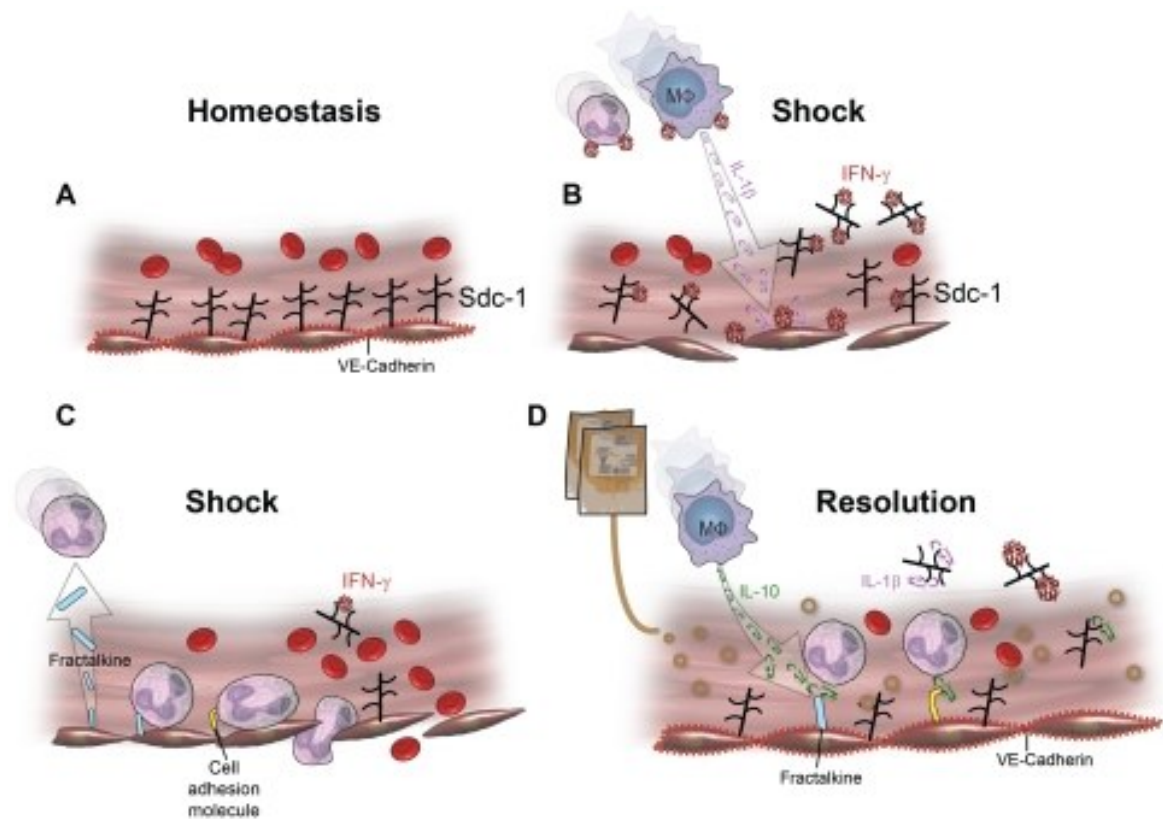
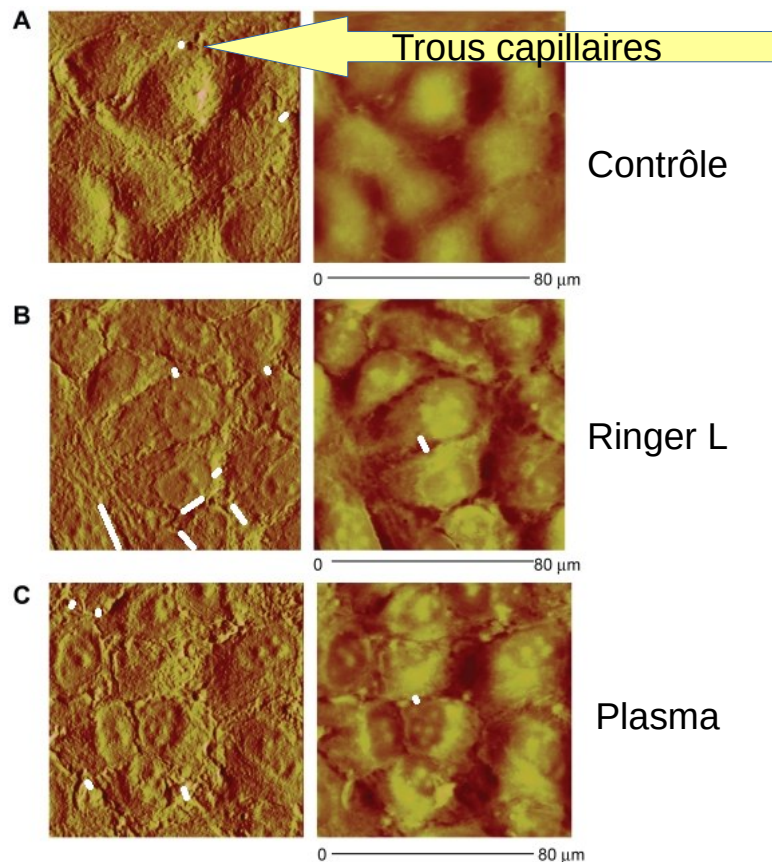
Pas que des fractions coagulantes dans le Plyo, des protéines AUSSI



Effets propres [Shock. 2016 Aug;46\(2\):173-82](#)

Le PLyo restaure (?) l'intégrité de l'endothélium capillaire

Moins de trous dans la membrane capillaire = Moins de fuite



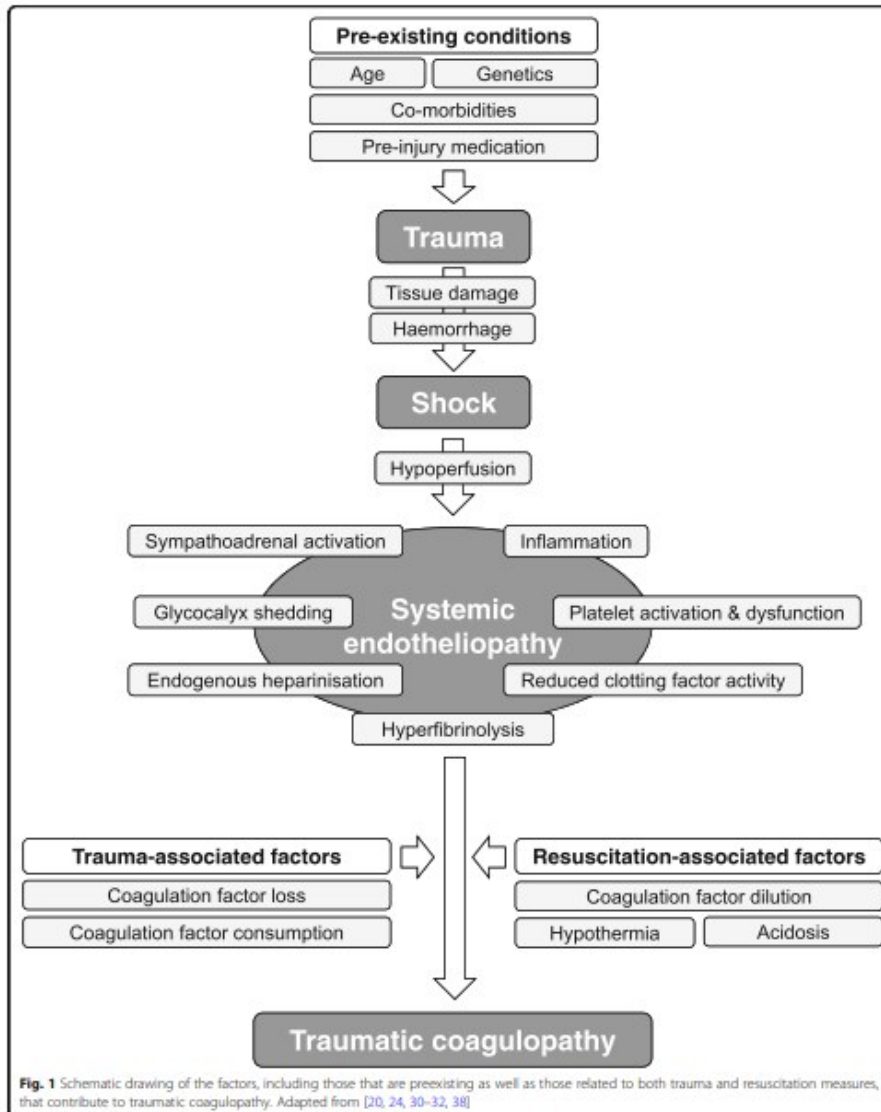
Altération du glycocalyx par disparition de la protéine syndécan 1 puist exposition de l'endothélium à l'action pro-inflammatoire des macrophages



Effets propres

Syndecan-1 restitution by plasma after hemorrhagic shock. Kozar J Trauma Acute Care Surg. 2015 Jun;78(6 Suppl 1):S83-6.

Le PLyo restaure (?) l'intégrité de l'endothélium capillaire

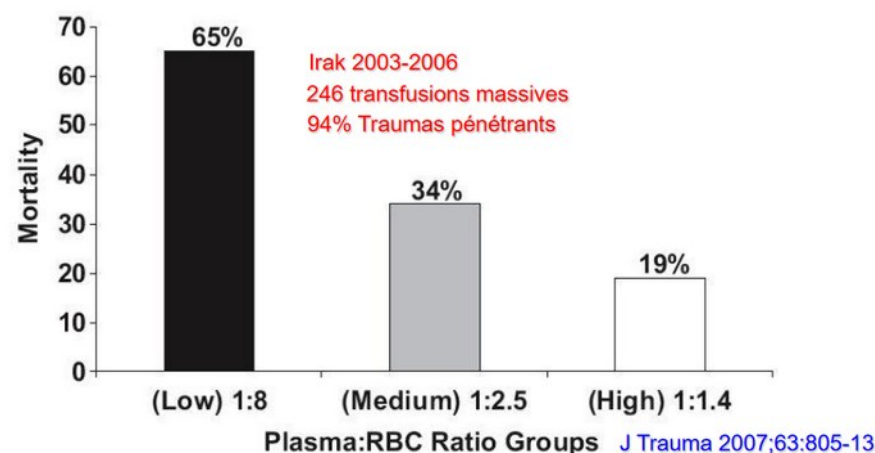


L'endothélium : Cible de toutes les attentions

Maintenir la fonction hémostatique avec du sang reconstitué

La stratégie du 1-1-1 est prônée en milieu civil

RECO 17/18 SFAR



- ➡ En contexte militaire : P Lyo + Sang frais ? Validé en Role 2/3
- ➡ En rôle 1 : **P Lyo OK**, fibrinogène si dispo et sang frais envisagé
- ➡ Y compris en préhospitalier

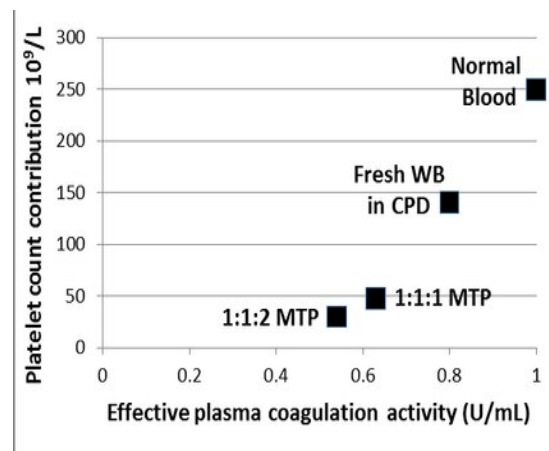
Daniel Y et al. J R Army Med Corps. 2016 Dec;162(6):419-427

Un retour aux sources pour une vieille histoire initiée par Emile Janbreau, pionnier de la transfusion

Maintenir la fonction hémostatique avec du sang total

La réapparition du sang total : Le STOD, sang O à bas titre d'hémolysines

1. Pas nouveau
2. C'est plus simple, mais des contraintes
3. C'est plus concentré en Hb et coag
4. Les plaquettes + longtemps, + nombreuses et + efficaces
5. Il n'y a pas d'hémolyse
6. Le gain en survie est le même



Indications électives

- Choc patent
- Hémorragie du tronc/jonction instable
- 1 amputation au dessus du genou
- 2 amputations au dessous du genou
- à suivre

Whole blood
500 mL

Hct 38%-50%
Plts 150-400 K
Plasma coagulation factors = 100%

Balanced component
(1:1:1)

1 U PRBC = 335 mL with Hct 55%
1 U Plts = 50 mL @ 5.5×10^{10}
1 U plasma 275 mL = 80% coagulation activity

1 U PRBC + 1 U Plts + 1 U FFP = 660 mL
with an Hct 29%, Plts 88 K/ μ L and coagulation activity 65%

Un retour aux sources pour une vieille histoire initiée par [Emile Janbreau](#), pionnier de la transfusion

Maintenir la fonction hémostatique avec du sang total frais

Le recours au sang total chaud : L'origine de la transfusion

La meilleure solution (??) avec un protocole strict de prélèvement/indication/suivi

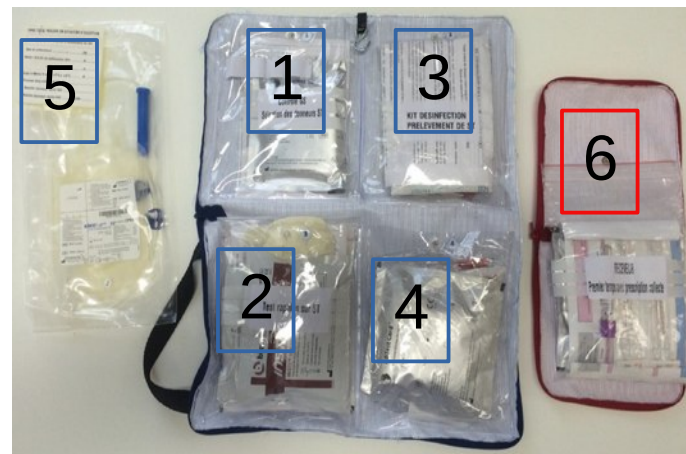
1 Tube violet pour contrôle GS, 1 AB Test , 2 seringues tuberculine
1 Tube jaune avec gel pour envoi CTSA (dans boîte transport avec 3 tubes donneur)
1 FT Dérogation pour ST

6

Poche receveur



Poche donneur



5

Poche de prélèvement

1

Sélection et contrôle GS du donneur

2

Qualification rapide virus/GS, nécessaire envoi CTSA

3

Nécessaire ponction, tubes prélèvements, pansements, poche à déchets

4

CULM, Transfuseur, FTA, poche de transfert

Fiches techniques incluses dans les différentes poches

Maintenir la fonction hémostatique avec du sang total

Un retour aux sources pour une histoire initiée par Emile Jeanbrau, pionnier de la transfusion



« Le 16 octobre 1914, le professeur Emile JEANBRAU de la faculté de médecine de Montpellier, affecté à l'hôpital de Biarritz, a demandé à [Isidore COLAS](#) un don de sang pour le caporal Henri LEGRAIN arrivé en état de choc et agonisant du front. Emile JEANBRAU a réalisé la première transfusion sanguine de la première guerre mondiale. Le résultat a été spectaculaire : « Je le vis peu à peu se recolorer et renaître à la vie » expliqua un des médecins. »

N'oubliez pas

Être « SMART »

S : S topper l'hémorragie	[Comprimer, garrot, packing, S.balonnet, REBOA, Chirurgie]
M : M aintenir une perfusion	[Nacl 7,5 % 250 ml -Max 2 + Titration 0,1 mg adrénaline]
A : A nti-fibrinolytique	[TXA 1g 10 min puis 1g 08h]
R : R échauffer le blessé	[Isoler du sol, Couvrir, Heat Pack, Réchauffer Perfusion]
T : T ransfuser dès que possible	[Plyo, Fibrinogène, STOD, CGR/Plyo 1/1, sang chaud]

Ce qui sauve la vie: AVANT TOUT arrêter les hémorragies



Celui du camarade de combat, le vôtre, celui du chirurgien

Ce qui sauve la vie



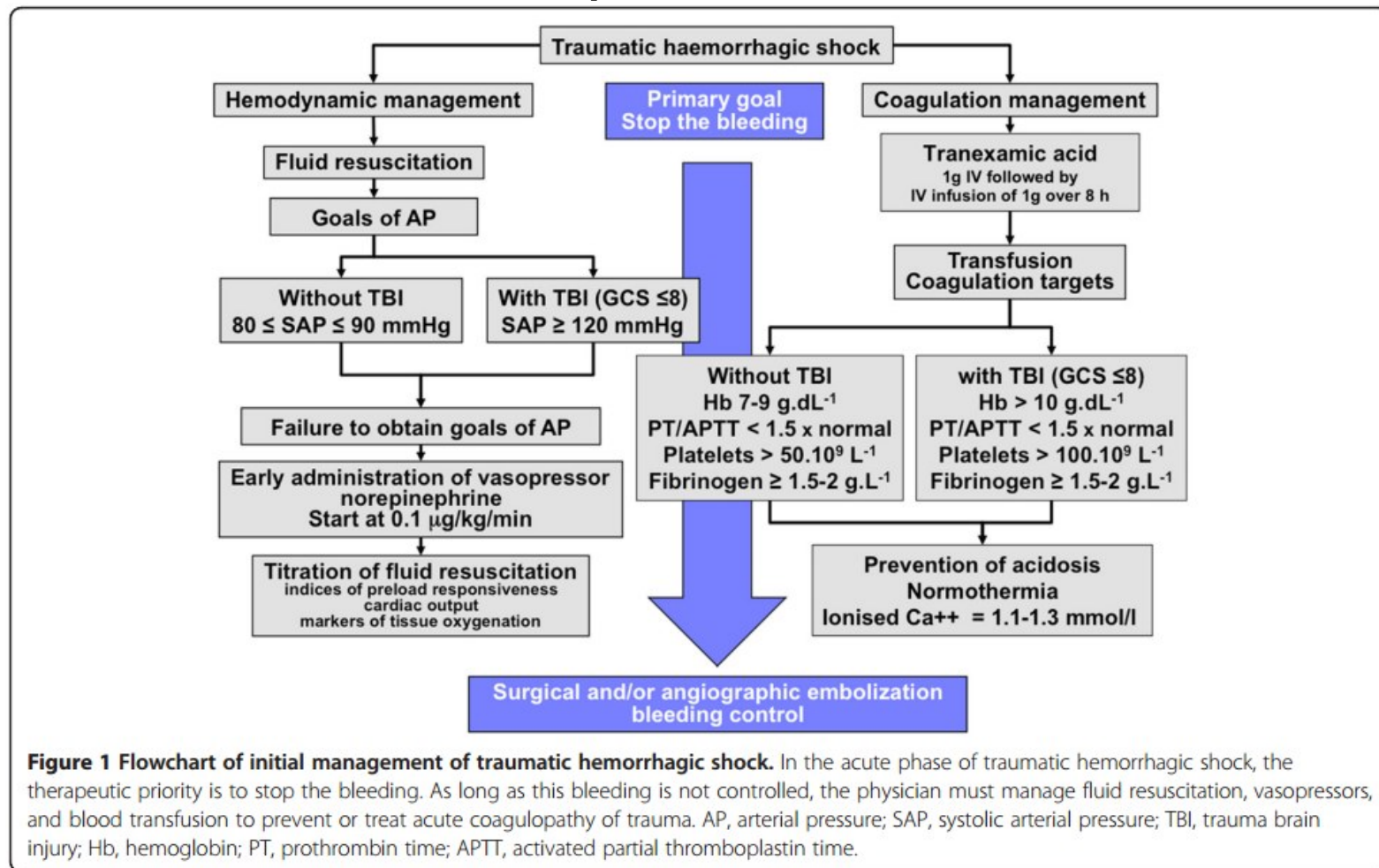
Une évacuation sanitaire rapide au mieux médicalisée

Ce qui sauve la vie



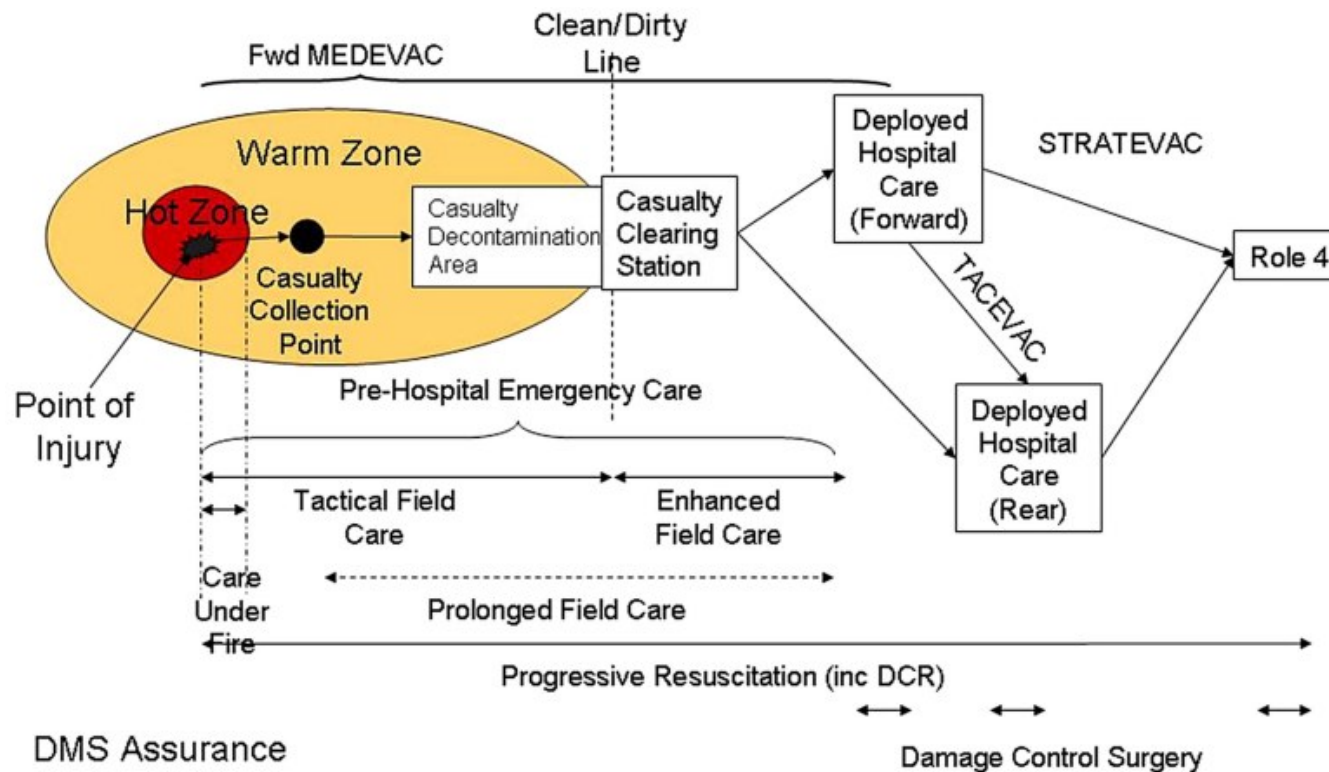
Un bloc opératoire au + près des combats

Ce qui sauve la vie



L'application de principes du Damage Control Resuscitation/Surgery

Ce qui sauve la vie



Une chaîne organisée qui permet une « réanimation préhospitalière »



Avec les bonnes qualifications à chaque niveau

Une manière organisée d'agir conduite par tous pour une restitution en tout contexte

S	Stop the burning process
A	Assess the scene
F	Free of danger
E	Evaluate for ABC

*Répliquer par les armes**Analyser ce qu'il se passe**Extraire le(s) blessé(s) pour des soins sans danger**Evaluer le blessé par la méthode START***Regrouper, établir un périmètre de sécurité, gérer les armes, rendre compte**

M	Massive bleeding control
A	Airway
R	Respiration
C	Choc
H	Head/Hypothermia
E	Evacuate

*Garrot, compression, packing, hémostatiques, Stab. pelvienne**Position, subluxation, guédel, Crico-thyroïdotomie, Intubation**Position, oxygène, exsufflation, intubation, ventilation**Abord vasculaire, remplissage, adrénaline, transfusion**Conscience, protection des VAS, oedème cérébral, hypothermie**9 line CASEVAC/MEDEVAC request***R****Réévaluer****Y****Yeux/ORL****A****Les 4 As: Analgésie, Antifibrinolyse, Anti Emetique, Antibiotique****N**

Pour accéder au Website de médecine tactique

Version pdf (actualisé annuellement)



Version sonorisée (nécessite une ouverture de compte)



GEDISS@



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