Le choc du blessé de guerre

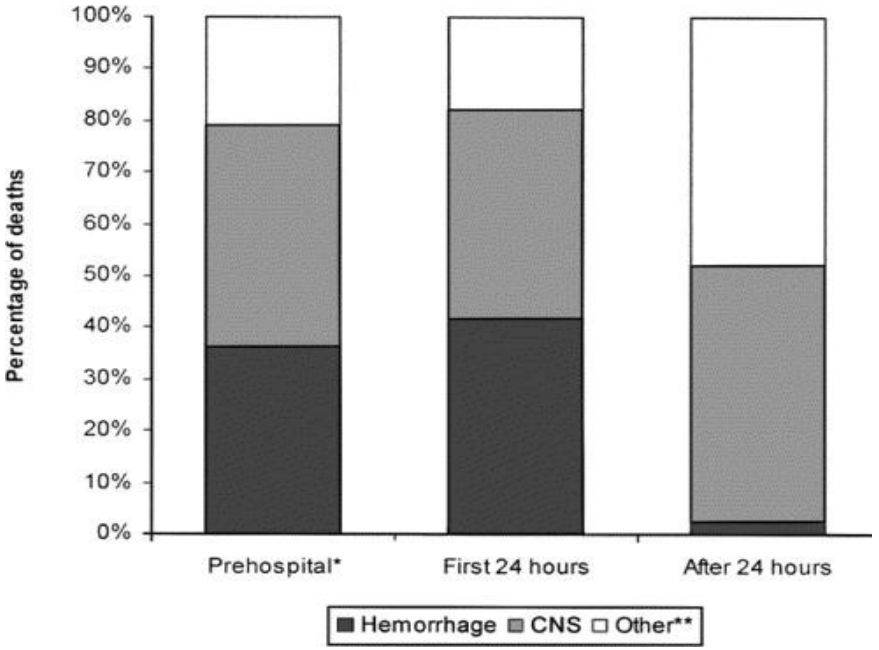
Eléments de réflexion pour la prise en charge en rôle 1

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 PRÉCOCE de tout traumatisé grave



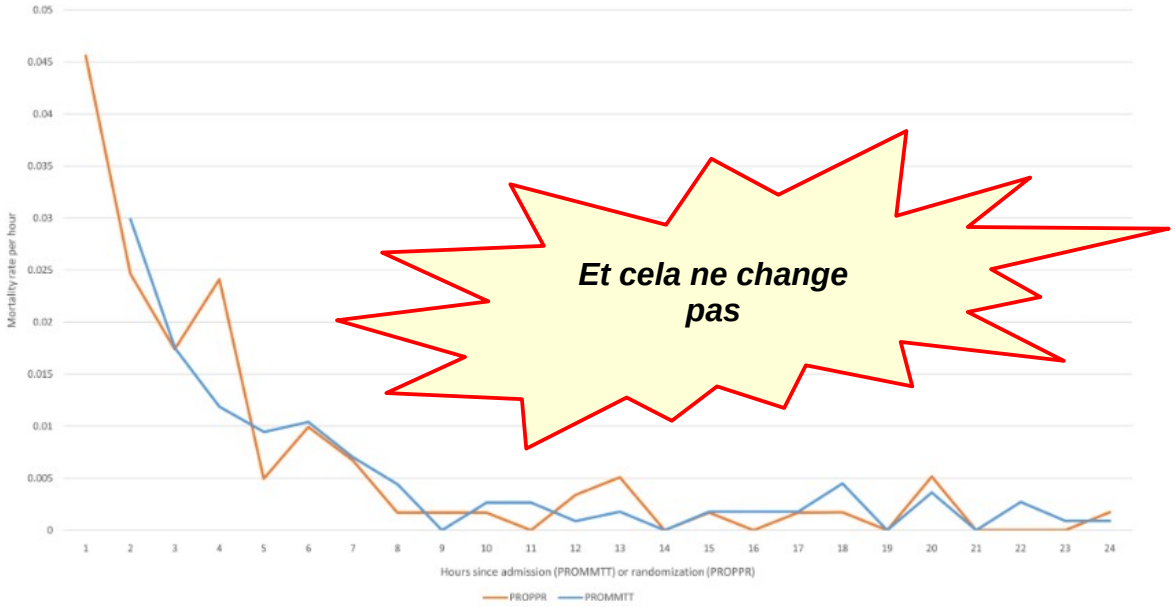


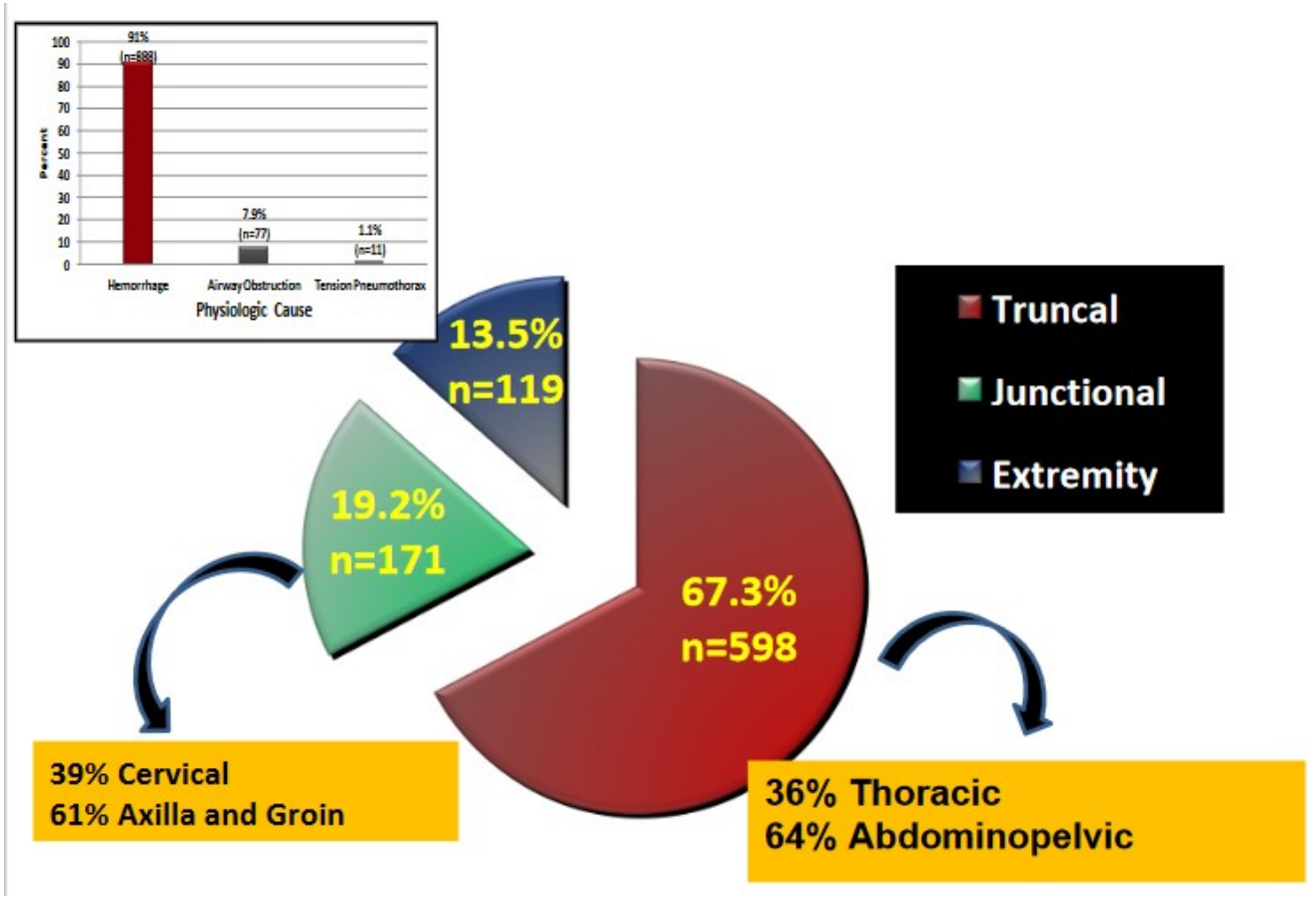
Figure 1. Hourly mortality rates from PROMMTT and PROPPR FOX EE et AL. Shock. 2017 May ; 47(5): 567–573

Essentiellement HEMORRAGIE

Impact of Hemorrhage on Trauma Outcome: An Overview of Epidemiology, Clinical Presentations, and Therapeutic Considerations. Kauvar DS et all. J Trauma. 2006;60:S3–S11

Des décès évitables dans 20% des cas

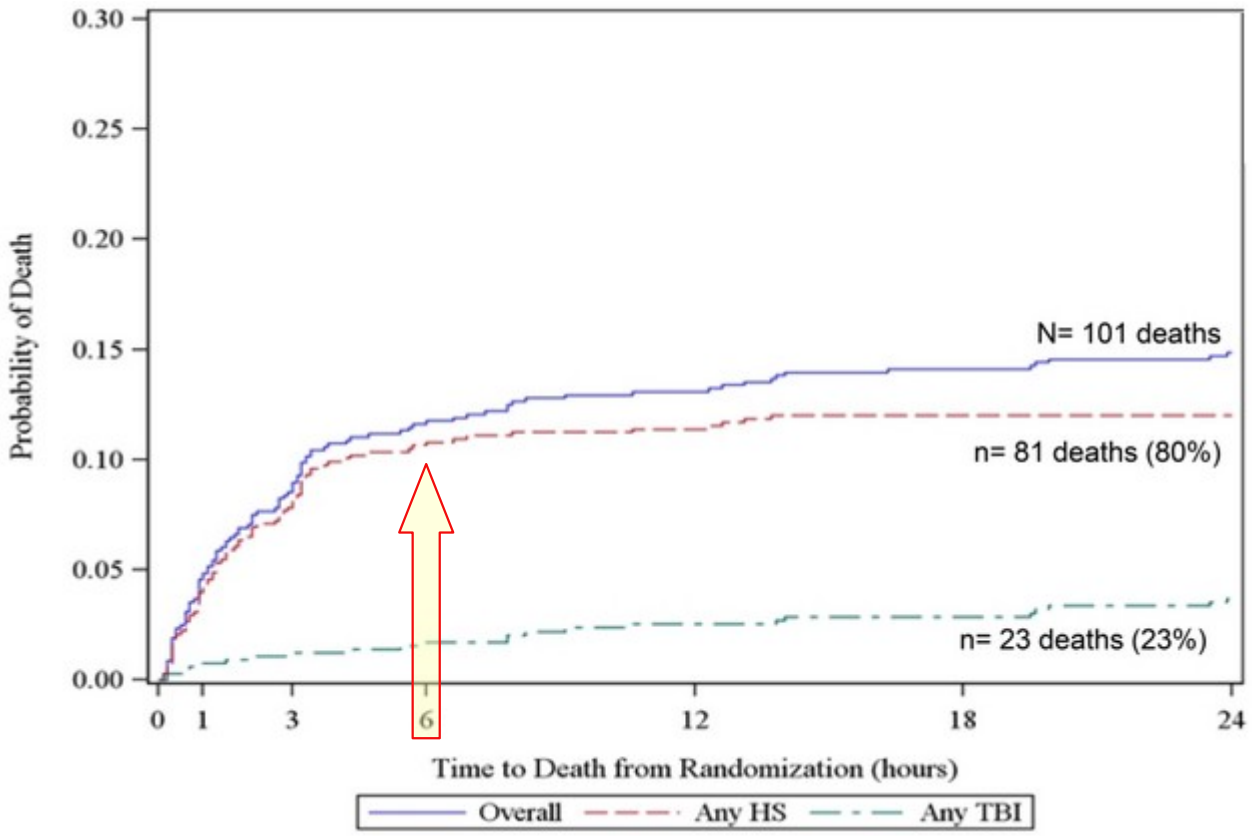
Avant tout : Éviter les exsanguinations



Death on the battlefield (2001-2011): implications for the future of combat casualty care. Eastridge BJ J Trauma Acute Care Surg. 2012 Dec;73(6 Suppl 5):S431-7

Des décès évitables dans 20% des cas

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

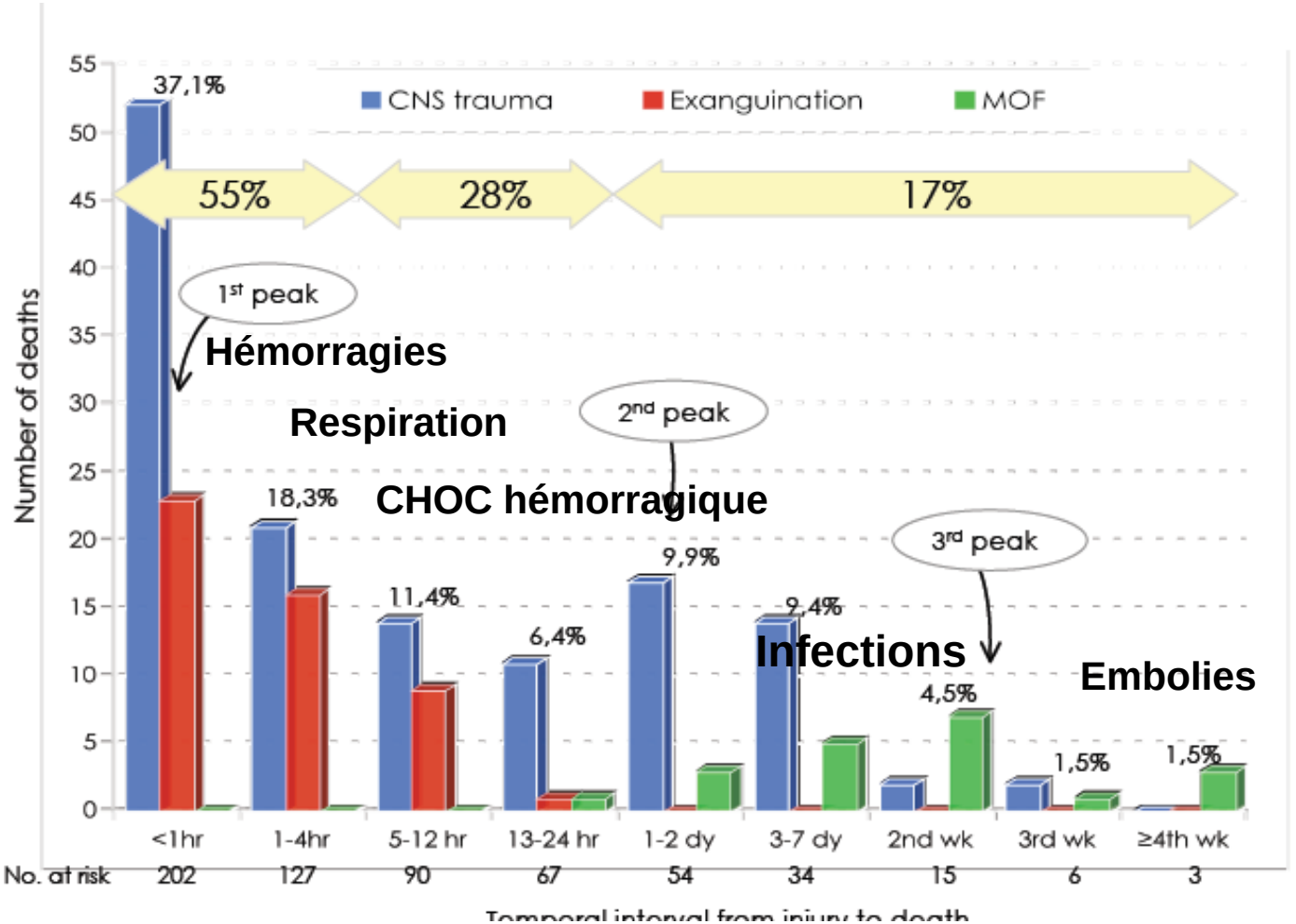


« Approximately 85% of hemorrhagic deaths occur within 6 hours »

Earlier Endpoints Are Required for Hemorrhagic Shock Trials among Severely Injured Patients. Fox ee ET aL; Shock. 2017 May; 47(5): 567–573.

Une prise en charge basée sur 3 concepts

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



Trauma Deaths in a Mature Urban Trauma System: Is "Trimodal" Distribution a Valid Concept? Demetriades D. et Al. J Am Coll Surg. 2005 Sep;201(3):343-8.

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.

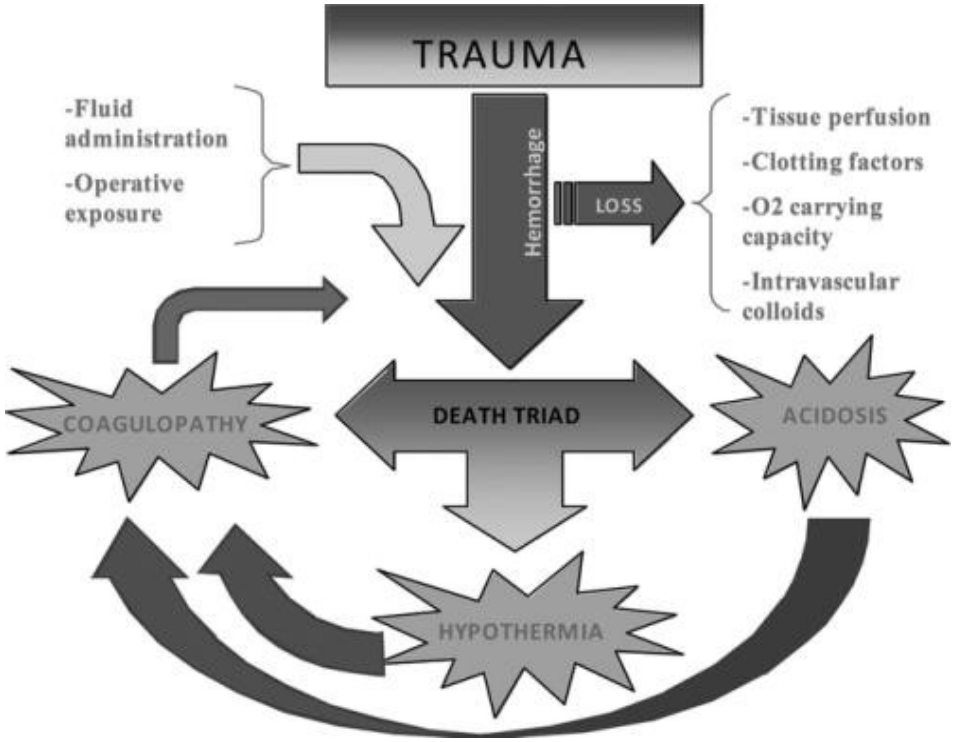
Perfuser les organes essentiels à la vie

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

Immediate versus delayed fluid resuscitation for hypotensive patients with penetrating torso injuries. Bickell WH et All. - N Engl J Med. 1994 Oct 27;331(17):1105-9.

Une prise en charge basée sur 3 concepts

3. Le damage control surgery and resuscitation



Arrêt des hémorragies

Des interventions courtes

La coagulopathie traumatique

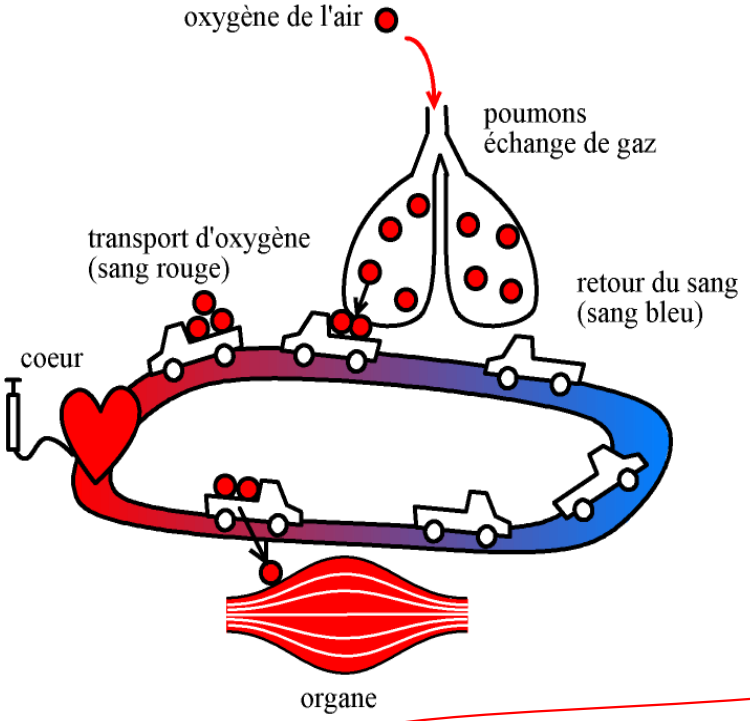
Une réanimation spécifique: Prévention triade léthale

Damage Control Resuscitation in Combination With Damage Control Laparotomy: A Survival Advantage - Duchesne JC et Al. J Trauma. 2010;69: 46–52

Rappels de physiopathologie

Quelques éléments de physiologie

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



TaO2 = CaO2 X Qc [10 ml/kg/min ou 500 ml/min/m2]

CaO2 = 0,003 XPaO2 + 1,34 x Hb x SaO2

VO2 = Qc X (CaO2–CvO2) [250 ml/min]

Qc = VES X f [5 l/min= 70 ml X70/min]

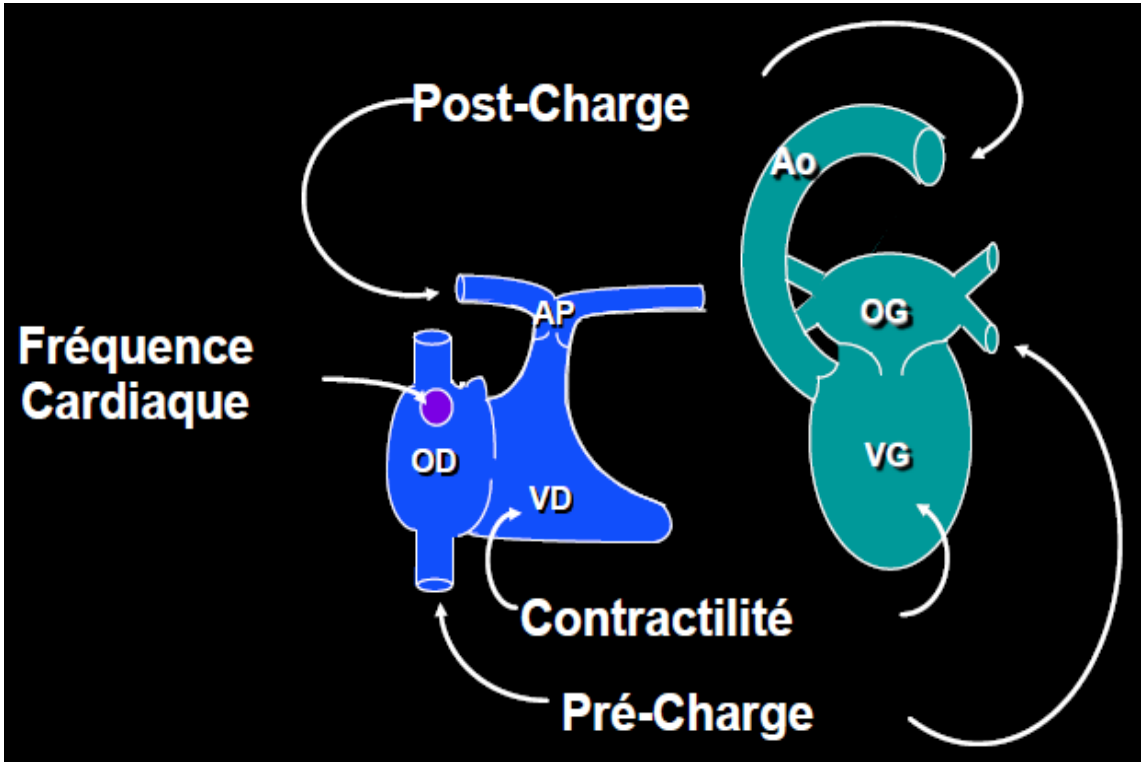
La volémie *La contraction* *Les résistances* *Le baroréflexe*

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...



Précharge :

Permet le remplissage des cavités cardiaques en diastole

Contractilité :

Permet la contraction des fibres myocardiques

Postcharge :

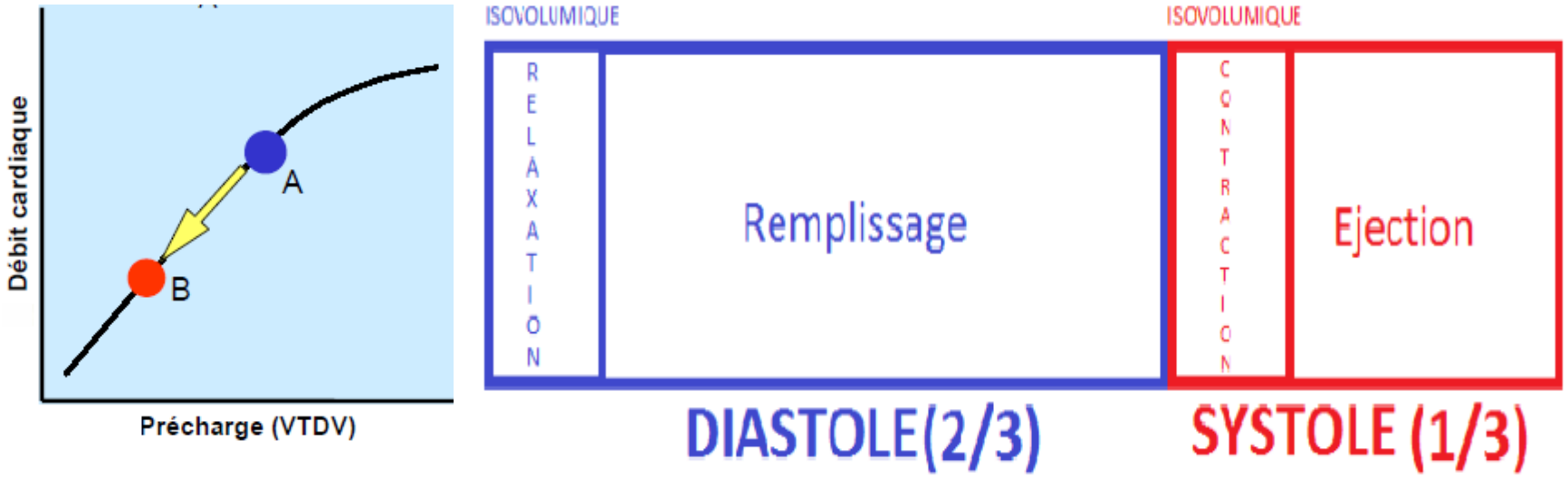
S'oppose à l'éjection du contenu ventriculaire

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 ⇒ Précharge ↓ , 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,

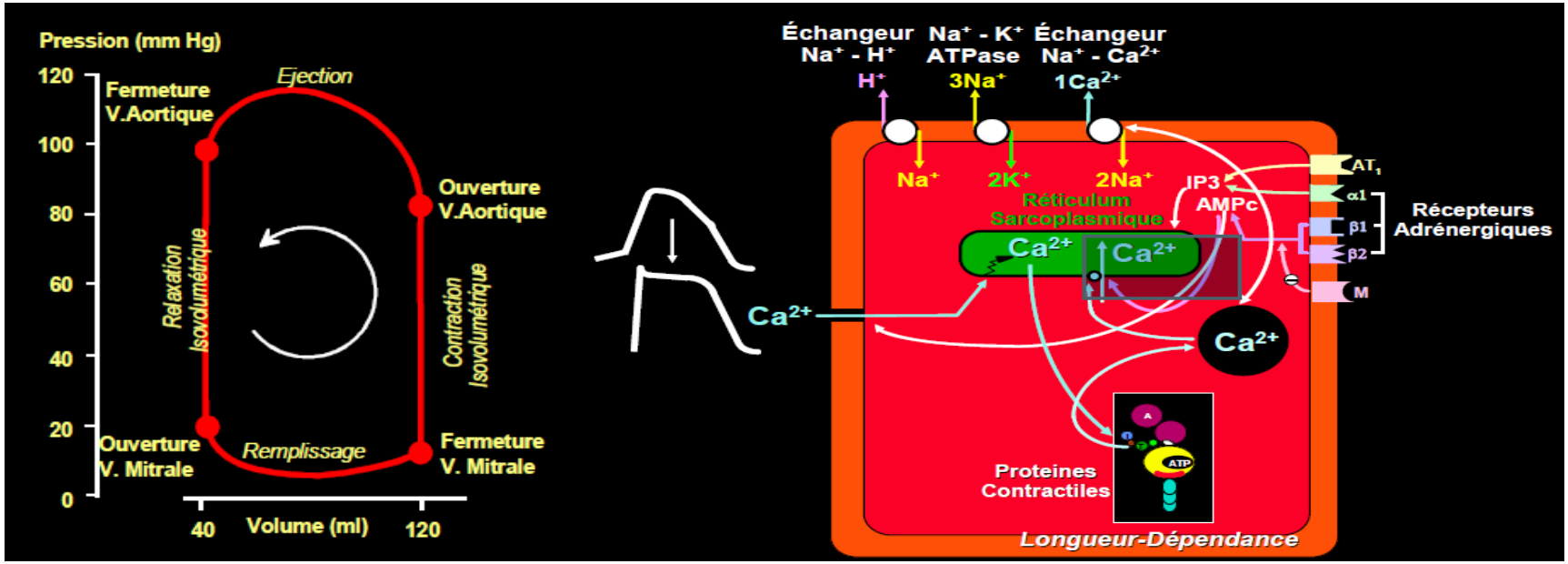
Le sang veineux : 70% du sang total

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*

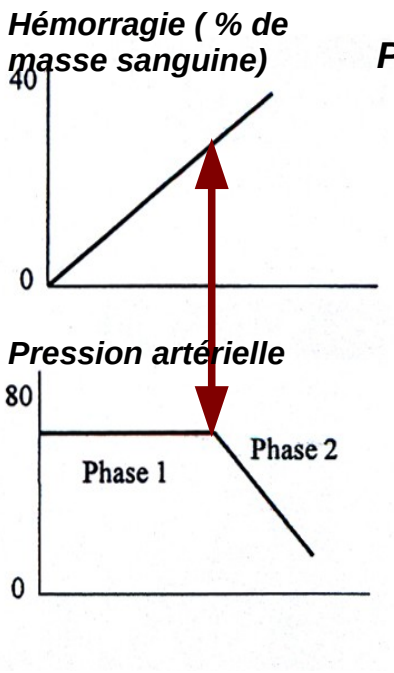
Monoxyde de CO, Acide cyanhydrique	*Hypocalcémie*
Incendie lieux clos	**Transfusion massive**

Le coeur en tant que pompe. Couplage des cavités cardiaques, couplage coeur-système artériel. Nitenberg A.

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

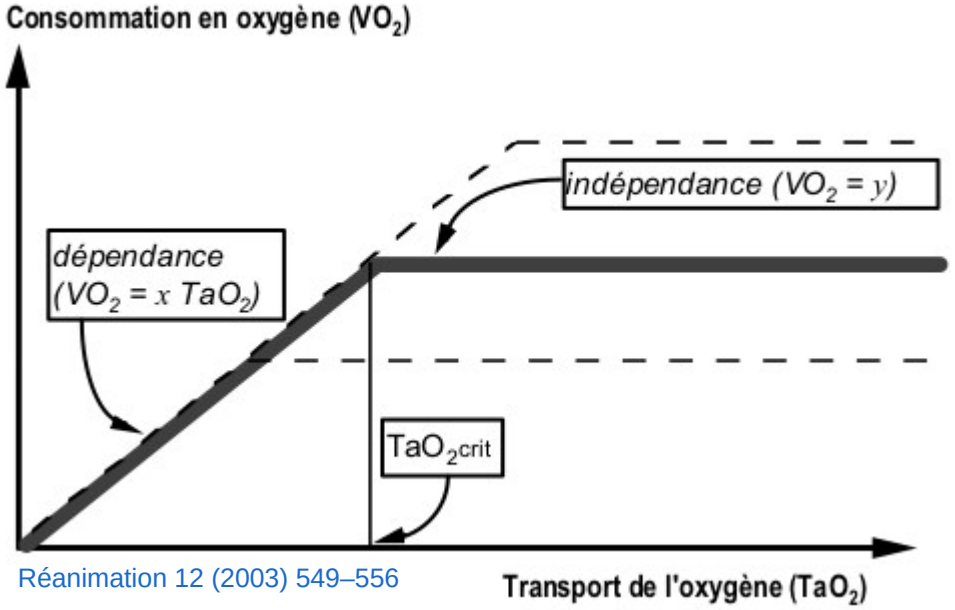
Une adaptation sympathique dépassée qui peut passer inaperçue

Siegenthaler N et all. Aspects physiopathologiques de la microcirculation aux soins intensifs. Rev Med Suisse 2008;4:2696-2701

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



Réanimation 12 (2003) 549–556

L'oxygène n'est pas transporté, délivré, extrait et utilisé

5 à 6 ml/min/kg

Métabolisme anaérobie: Lactates

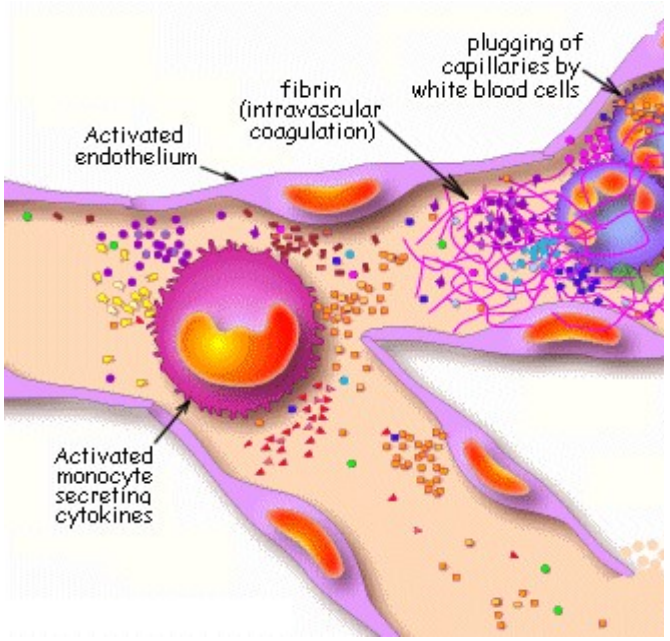
OBJECTIF : Pas de lactates artériels > 2 mmoles/l

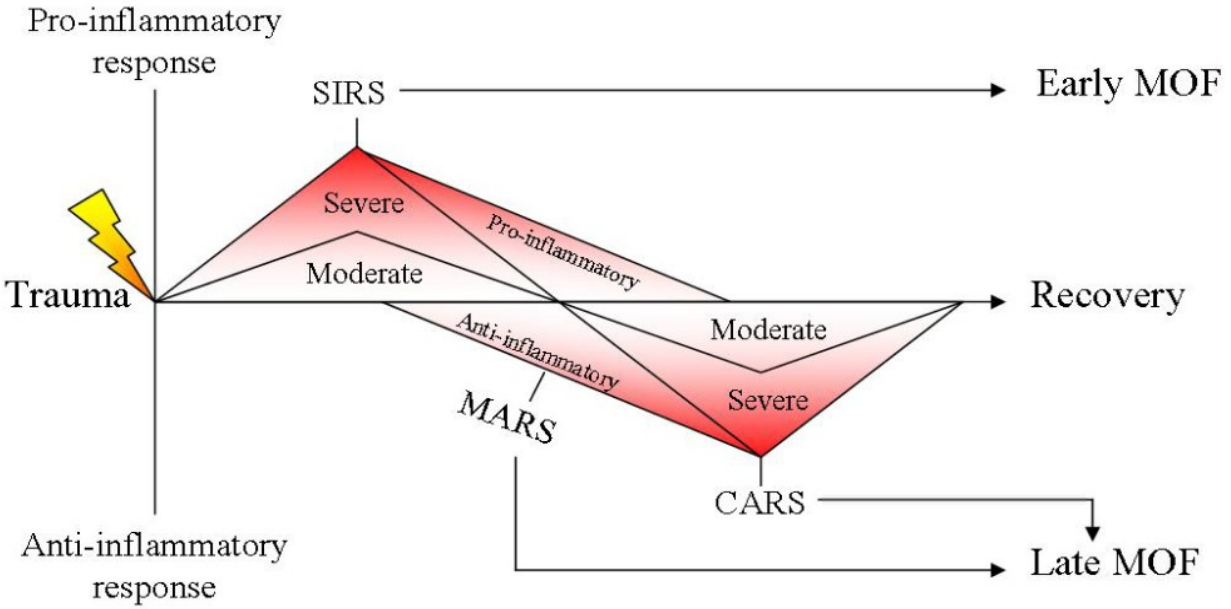
Siegenthaler N et all. Aspects physiopathologiques de la microcirculation aux soins intensifs. Rev Med Suisse 2008;4:2696-2701

Quelques éléments de physiologie

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

Cercle vicieux des cascades de réactions inflammatoires



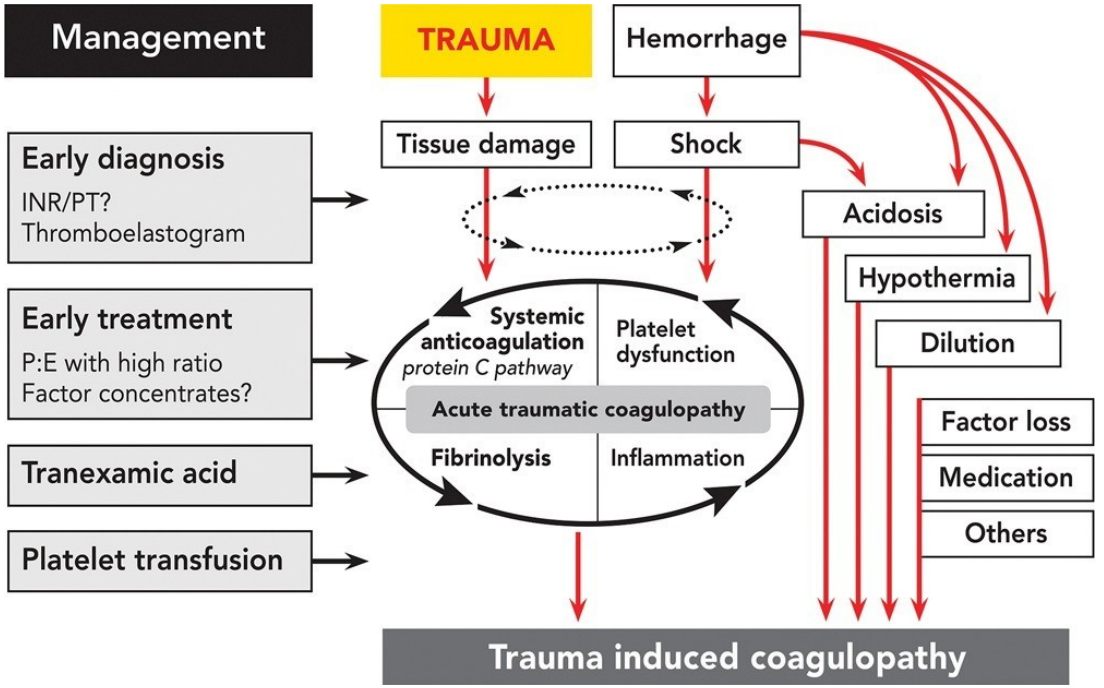


Eviter l' agression de l'endothélium vasculaire

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

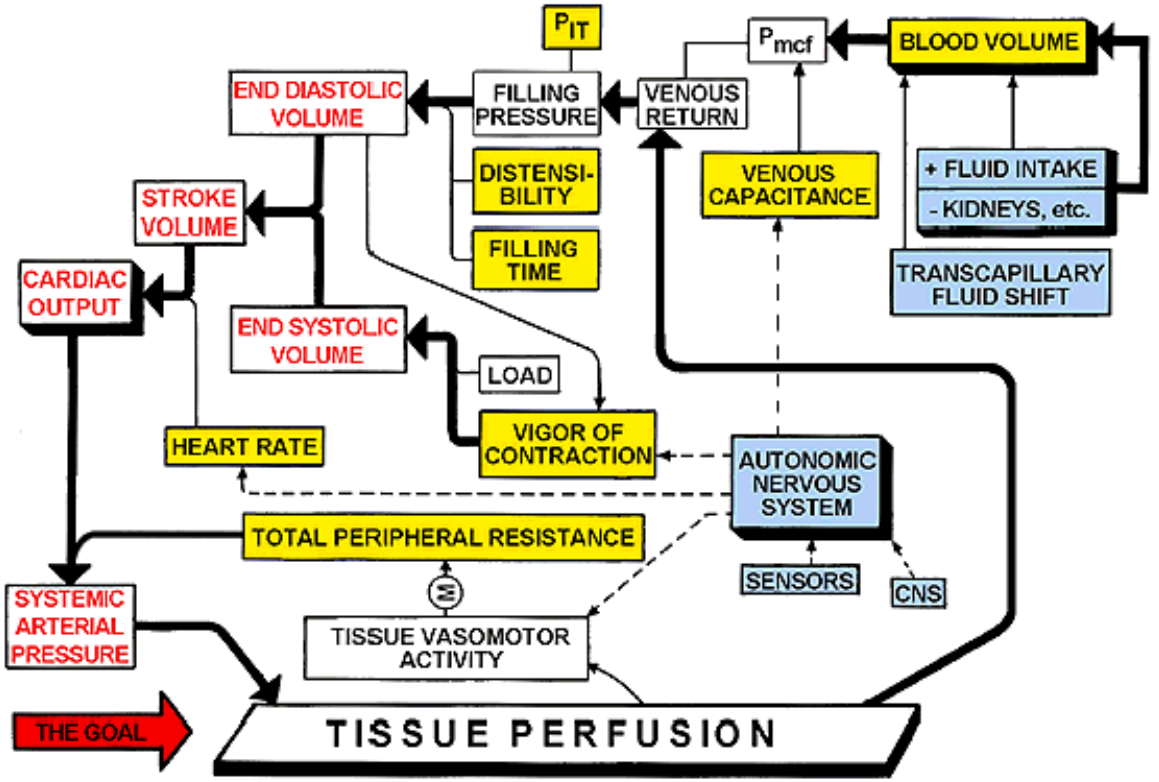


L'hypoperfusion : un élément majeur de la coagulopathie du traumatisé

Management of Trauma-induced Coagulopathy in a Severe Blunt Trauma Patient. David JS et Al. Anesthesiology 07 2013, Vol.119, 191-200

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 PRÈVENIR

Reconnaître

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

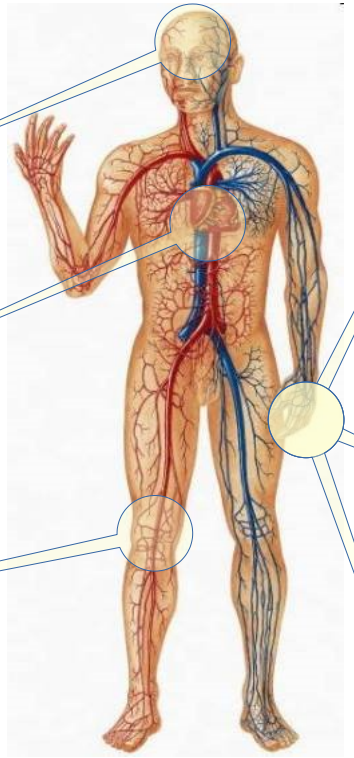
Reconnaître le choc

Pas si simple

Anxieux, agité, inconscient

AVpu

Polypnée





Marbrures cutanées

Sang au sol

Hypotension

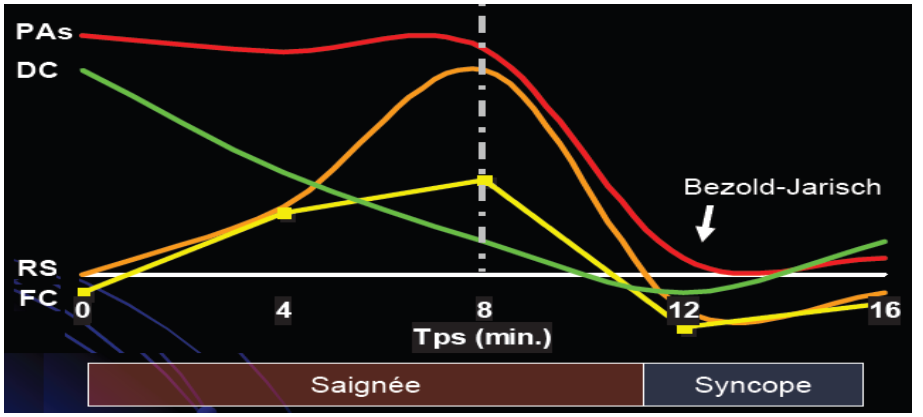






≥ 80mmHg 70-80mmHg 60-70mmHg

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 to750	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

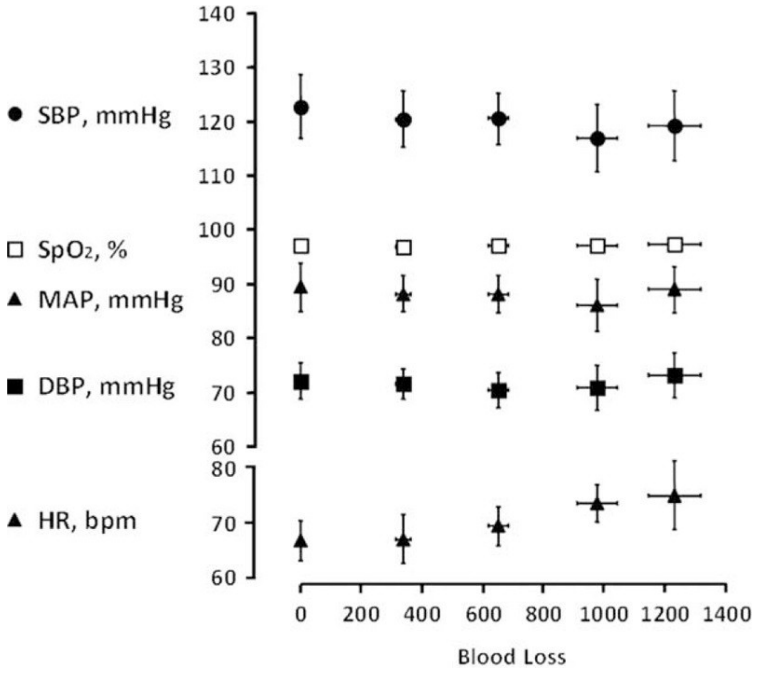
Une bradycardie relative est un signe **non RARE** du choc hémorragique

Testing the validity of the ATLS classification of hypovolaemic shock. Guly HR. et all. Resuscitation. 2010 Sep;81(9):1142-7.

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

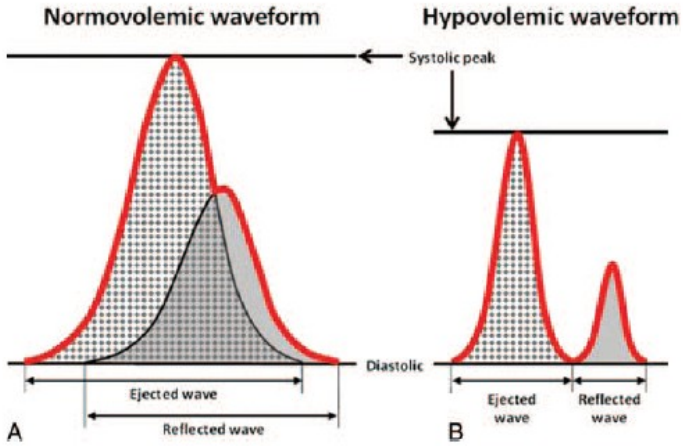
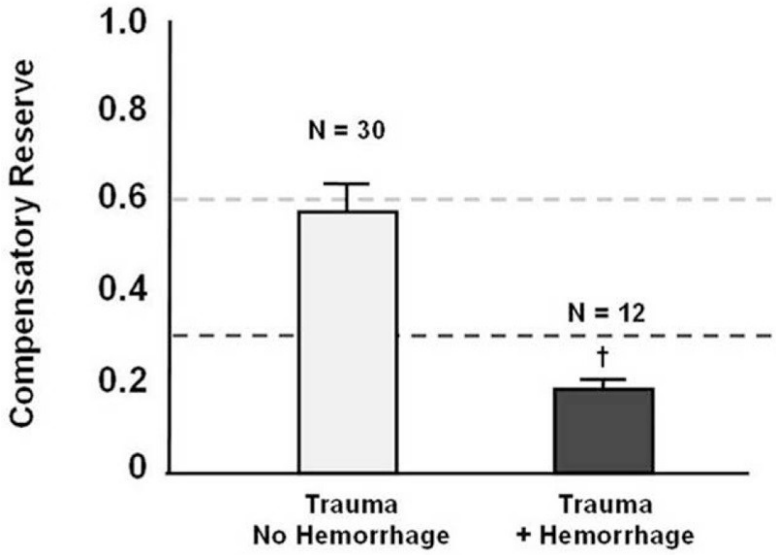


FIG. 7. **Characteristic features of the arterial ejected and reflected waveforms change when progressing from (A) a normovolemic state to (B) central hypovolemia.** The red line indicates the integrated waveform that would be seen and recorded by an observer (32).



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

The Compensatory Reserve For Early and Accurate Prediction Of Hemodynamic Compromise: A Review of the Underlying Physiology. Cnvertino VA et Al. Shock. 2016 Jun;45(6):580-90

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 OΣ /PΣ
Infection*, choc spinal, dysautonomie sévère du blast, anaphylaxie

* Ces pathologies associent plusieurs de ces mécanismes

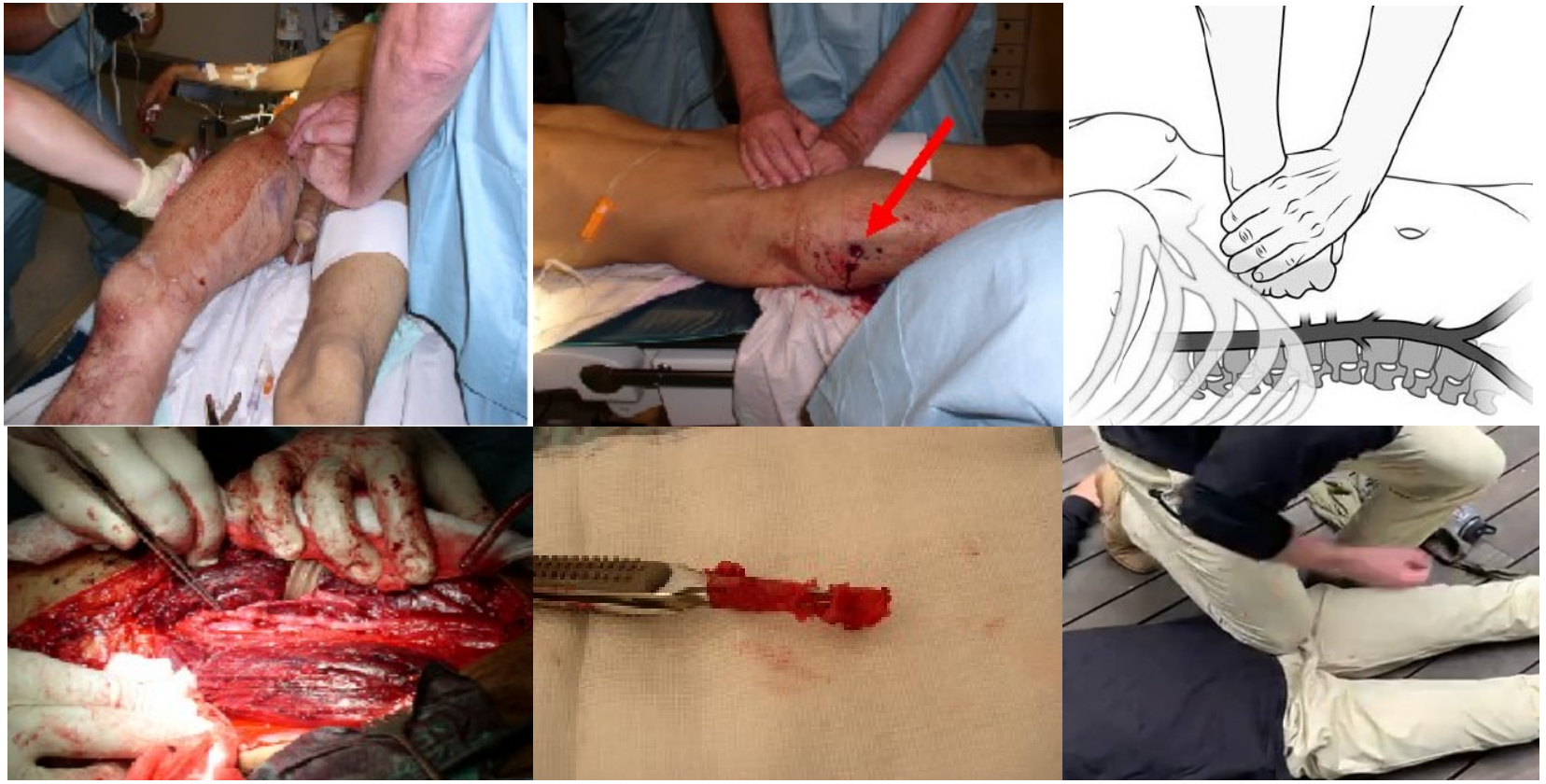
Traiter

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

Temporization of Penetrating Abdominal-Pelvic Trauma With Manual External Aortic Compression: A Novel Case Report. Douma M et Al. Ann Emerg Med. 2014 Jul;64(1):79-81.

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

Prehospital tourniquet use in operation iraqi freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. Beekley AC. et all - J Trauma. 2008;64:S28 –S37

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/la joue +tôt que le front

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

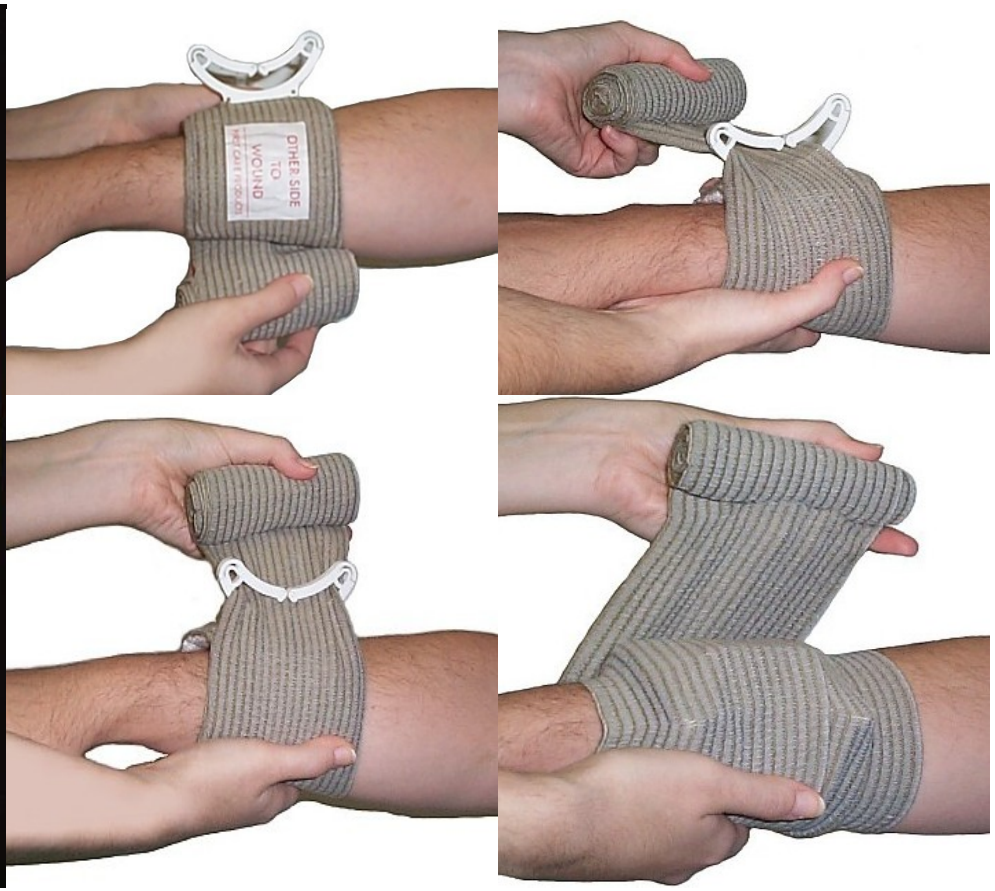
En cas d'EVASAN de longue durée > 3h : Se poser la question d'un pansement compressif extensif

Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. Kragh JF.Ann Surg 2009;249: 1–7

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

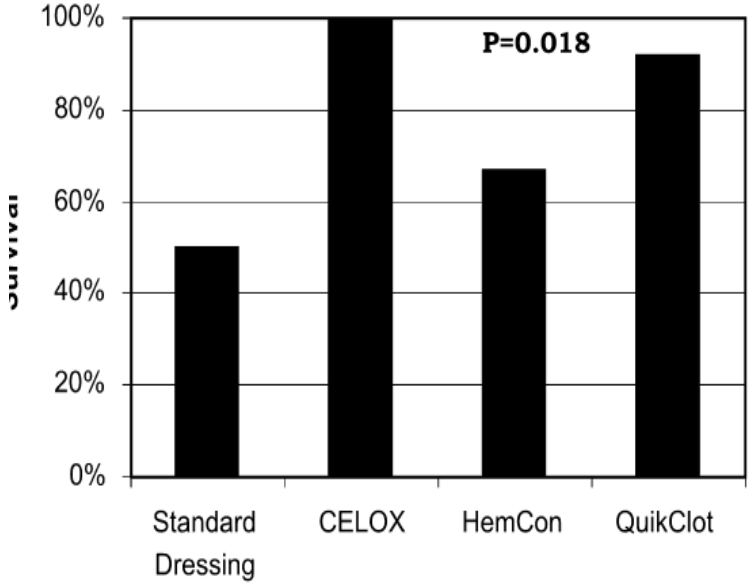
Une compression d'au moins 2 min idéalement 4 min

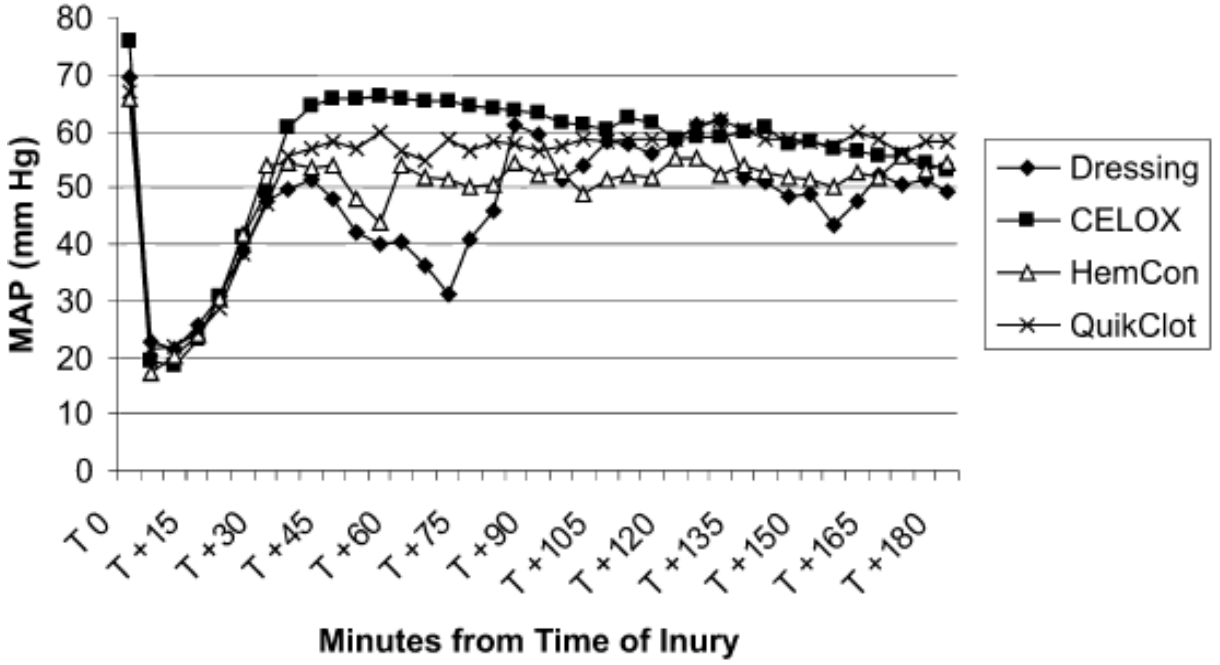
Ont une efficacité ***sur un modèle d'hémorragie fémorale porcine***

Comparison of 10 Hemostatic Dressings in a Groin Transection Model in Swine. Arnaud F et all. J Trauma. 2009;67: 848–855

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

Welch M et Al. J R Army Med Corps. 2019 Feb 2. pii: jramc 2018-001066. doi: 10.1136/jramc-2018-001066.

Arrêter l'hémorragie

Par pansement compressif large : N*otamment en relais d'un garrot*





En cas d'hémorragie persistante et d'isolement

Exemples de bandes compressives :







BattleWrap

Not a tourniquet, but compressive dressing. Experience from 68 traumatic amputations after injuries from mines. Pillgram-Larsen J et Al. Tidsskr Nor Laegeforen. 1992 Jun 30;112(17):2188-90

Arrêter l'hémorragie

Par ballonet gonflable sous pansement compressif





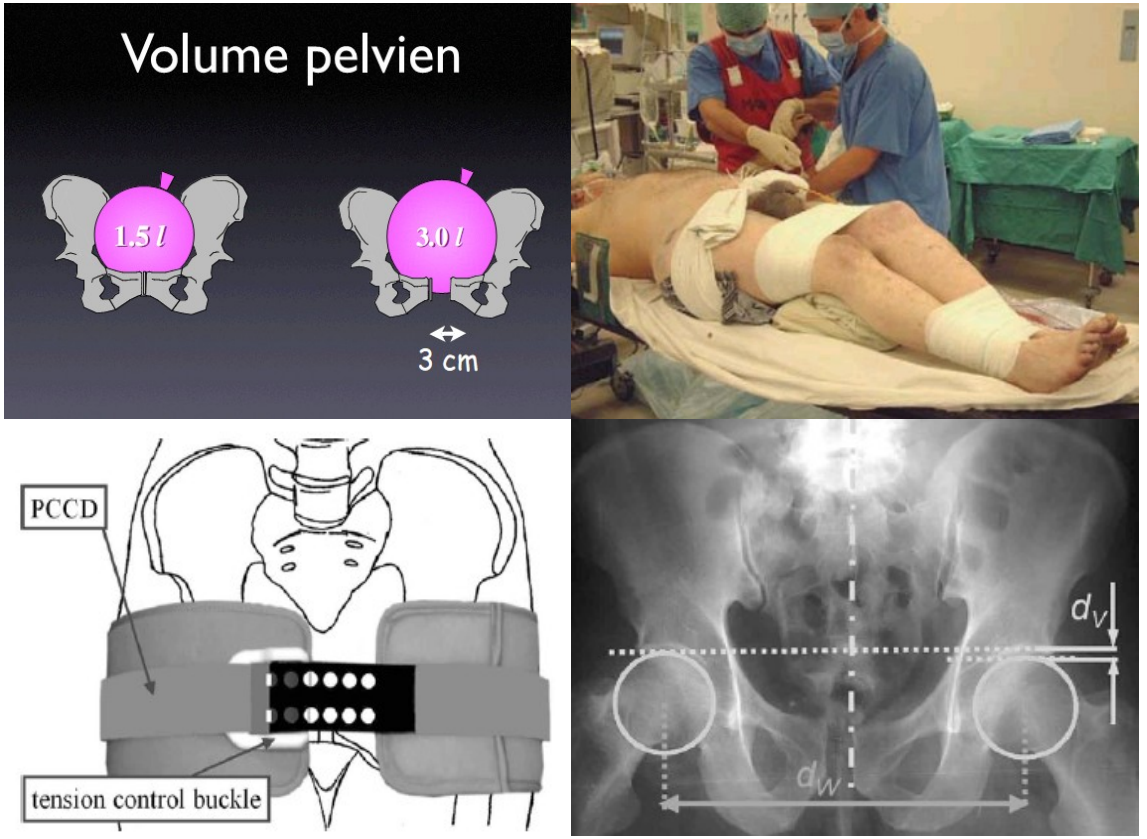
En cas d'hémorragie persistante et d'isolement

Expérience Sri Lankaise

Bleeding control in combat fields with extreme transfer time. Ratnayake AS et Al J R Army Med Corps. 2019 Feb 6. pii: jramc-2018-001120

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

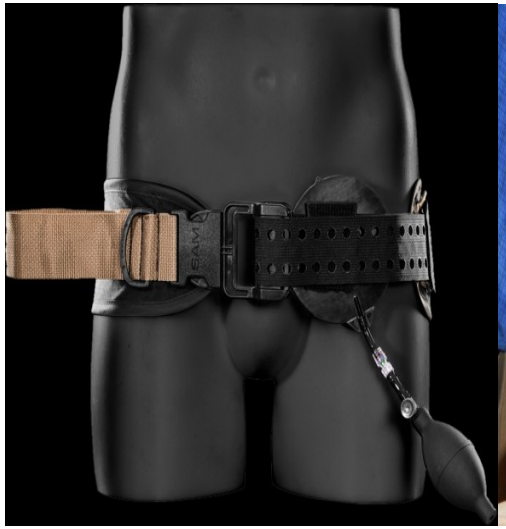
Le cou



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






Objectif 2 : Une pouls radial perçu !

Remplissage ? *Lutte contre l'hypothermie ?* *Les médicaments ?*

Assurer une volémie optimale

Avec quoi ? *Par quelle voie ?* *Quels objectifs au combat ?*



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 ± SD)

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

Hypotensive resuscitation during active hemorrhage: Impact on in-hospital mortality. Dutton RP. et all. J Trauma. 2002;52:1141–1146.

Limiter le remplissage vasculaire

RECO 2 SFAR

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

Immediate versus delayed fluid resuscitation for hypotensive patients with penetrating torso injuries. Bickell WM et all. N Engl J Med 1994;331:1105–9

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs raisonnés

En attendant le sang: les solutés cristalloïdes

RECO 4 SFAR



Attention à l'hémodilution

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

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

Fluid Resuscitation in Tactical Combat Casualty Care TCCC Guidelines Change 21-01

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				
Gélatines fluides modifiées				
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
Gélatine à pont d'urée				
A 3,5 % : Haemaccel®	300	NaCl 0,9 %	0,8-1	3
Hydroéthylamidons				
Haut poids moléculaire (≥ 200 Kd)				
à 6 % : Elohes®	304	NaCl 0,9 %	1-1,4	12-24
à 6 % : Hestéril®	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
Bas poids moléculaire (130 Kd)				
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-osmocité*

RECO 5 SFAR

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

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

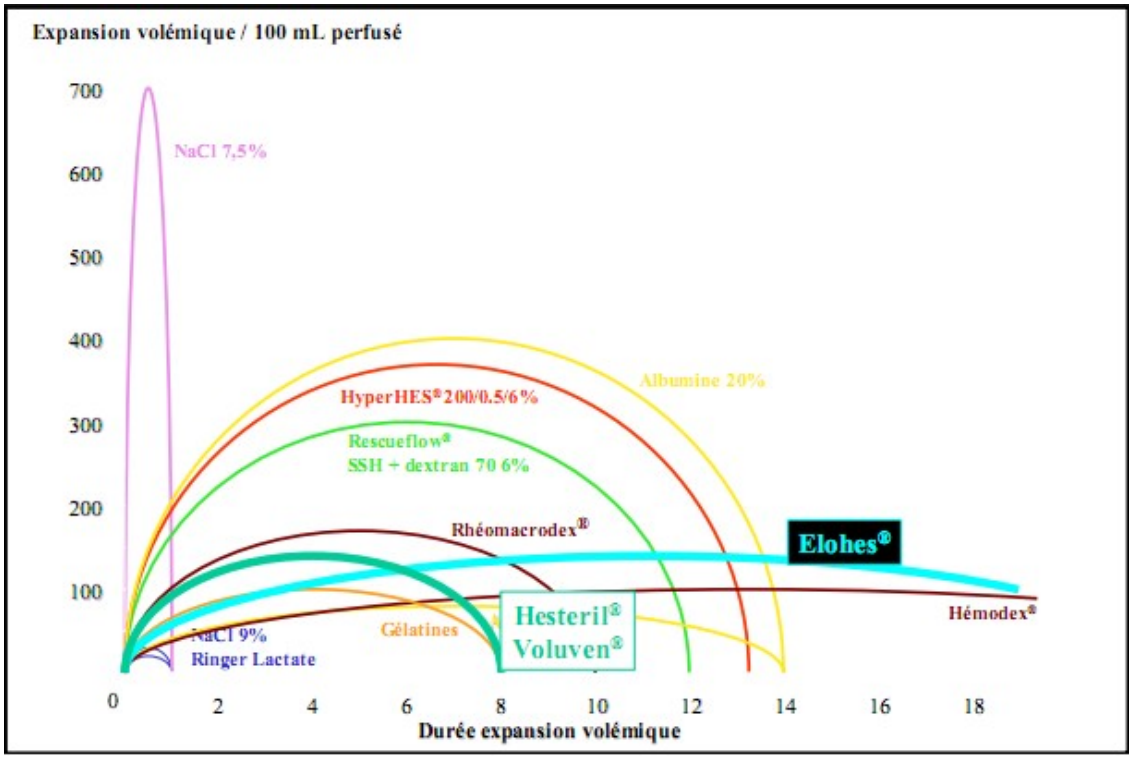
Solutés de remplissage vasculaire G. Dingemans G et all

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs limités

HEA : le - 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 du sang total ou du plasma

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

	HES 70/0.5	*HES 130/0.4*	*HES 200/0.5*	*HES 200/0.5; 260/0.5 (Pentastarch)*	*HES 200/0.62*	*HES 450/0.7 (Hetastarch)*
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 ($mL \cdot kg^{-1}$)	33	33-50	33	20	33	20

Néphrotoxicité ***Tendance au saignement*** ***Accumulation***

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

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

Fluid resuscitation in trauma: what are the best strategies and fluids. Ramesh et al. International Journal of Emergency Medicine (2019) 12:38

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs raisonnés

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

Un choix logistique

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 du sang total ou du plasma

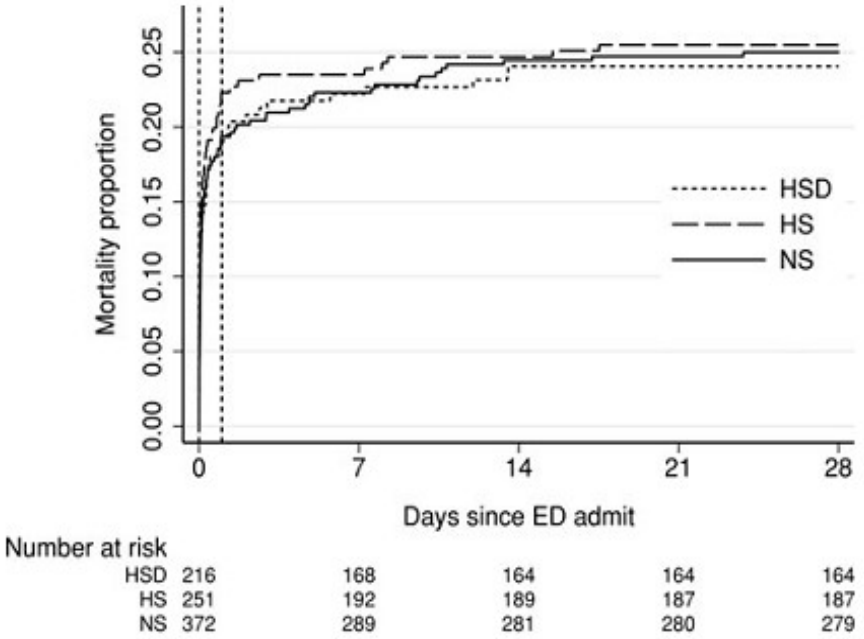
Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

Les solutés hypertoniques en médecine d'urgence. Viggiano M et All.

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs raisonnés

En l'absence de choc, les cristalloïdes font l'affaire : *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 du sang total ou du plasma

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

Out-of-hospital hypertonic resuscitation after traumatic hypovolemic shock. A randomized, placebo controlled trial. Bulger EM et All.Ann Surg 2011;0:1–11

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs raisonnés

En l'absence de choc, les cristalloïdes font l'affaire: : *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 du sang total ou du plasma

Shock. 2014 May; 41(0 1): 35–38

The efficacy and safety of colloid resuscitation in the critically ill. Hartog CS et All.

Assurer une volémie optimale

En ayant des objectifs raisonnés

Des objectifs raisonnables en milieu « difficile »

Ce qu'il faut éviter

- Un pouls radial non perceptible

- Objectifs :

. Une PAS < 80 mmHg en l'absence de TC ou T médullaire (PAM = 50-60 mmHg)

. Une PAM < 80 mmHg si CGS <8 ou trauma médullaire (PAS = 110-120 mmHg

- Une conscience anormale

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

Objectifs hémodynamiques dans le choc hémorragique. Duranteau J. MAPAR 2008

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, dont la mise en place n'est pas une urgence

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 ou ou 500 ml NaCl0,9 % accéléré

- Puis 500 ml de cristalloïdes (à défaut par 250 ml NaCl 7,5% - Max x/j2)

- Débuter au plus tôt la TRANSFUSION (Plyo, STOD, sang chaud)

HEA type Voluven pas recommandé, en 2ème intention, le – possible, 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

				Cox Regression	
Mortality	**IVF Group (n = 1,009)**	**No IVF Group (n = 191)**	***p***	**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

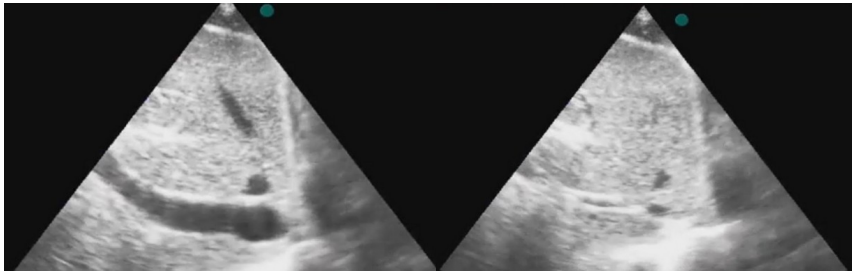
Prehospital intravenous fluid is associated with increased survival in trauma patients. Hampton DA et Al. (J Trauma Acute Care Surg. 2013;74: S9-S15

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

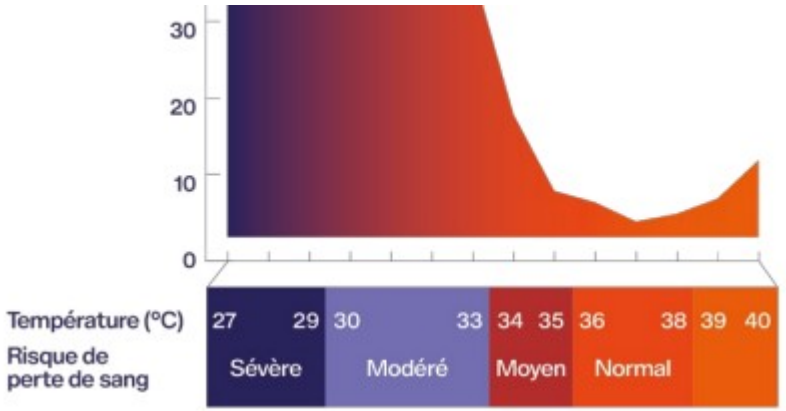
« Kissing heart » : le collapsus ventriculaire échographique. Heidet M et Al. Ann. Fr. Med. Urgence (2015) 5:47–48

Lutter contre l'hypothermie

Lutter contre l'hypothermie

En rôle 1, la prévenir plus que la traiter

Un facteur de mortalité si <36°C



		Cons	Move	Shiv	Alert
>35°C	Cold Stressed	+	+	+	+
32-35°C	Mild Hypothermia	+	(+)	+	+
28-32°C	Moderate Hypothermia	+	(+)	-	-
<28°C	Severe Hypothermia	-	-	-	-

L'hypothermie se voit AUSSI en climats tempérés et chauds

The impact of hypothermia on trauma care at the 31st combat support hospital.Arthur Z. et All. -cAm J Surg. 2006 May;191(5):610-4.

Lutter contre l'hypothermie

L'hypothermie même modérée aggrave le saignement

Table 2
Univariate analysis of parametric variables among hypothermia subcategories

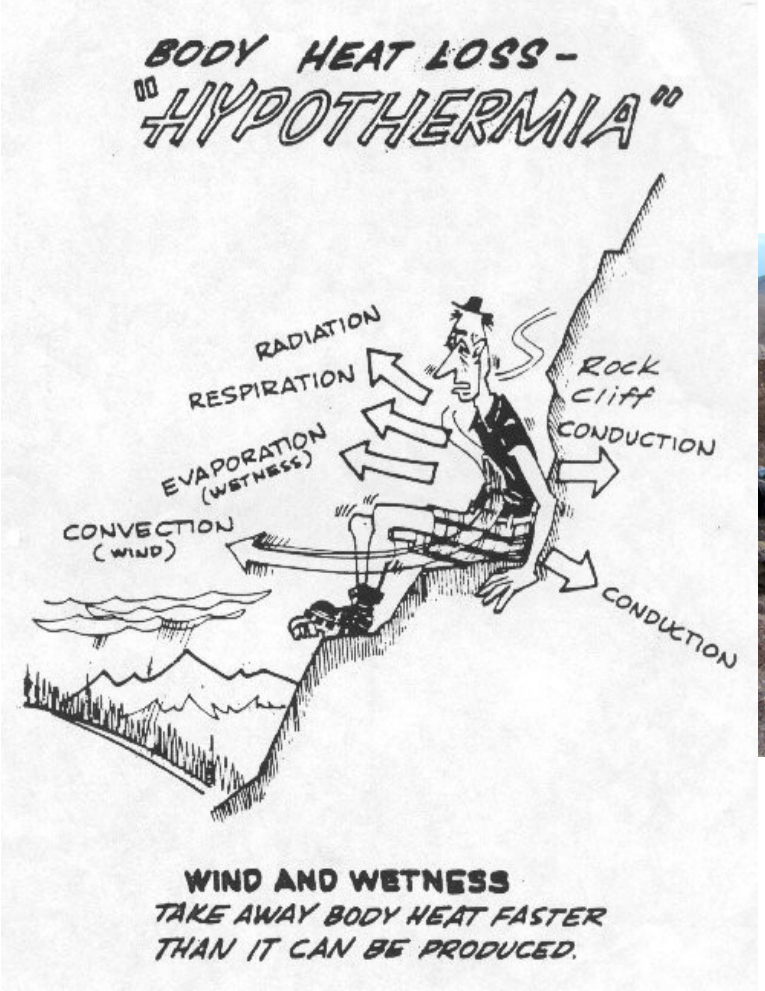
Variable	Normothermic (T >36°C)	Mild hypothermia (T = 34–36°C)	Moderate-severe hypothermia (T <34°C)	Significance within groups (*P*)	Correlation (*r*)
FST					
Operative time (min)	125 (±58)	125 (±25)	93 (±68)	.550	—
Time to evacuation (min)	308 (±272)	201 (±39)	204 (±82)	.151	—
Arrival vitals/labs					
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 = Glascow 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.

The impact of hypothermia on trauma care at the 31st combat support hospital.Arthur Z. et All. -cAm J Surg. 2006 May;191(5):610-4.

Lutter contre l'hypothermie

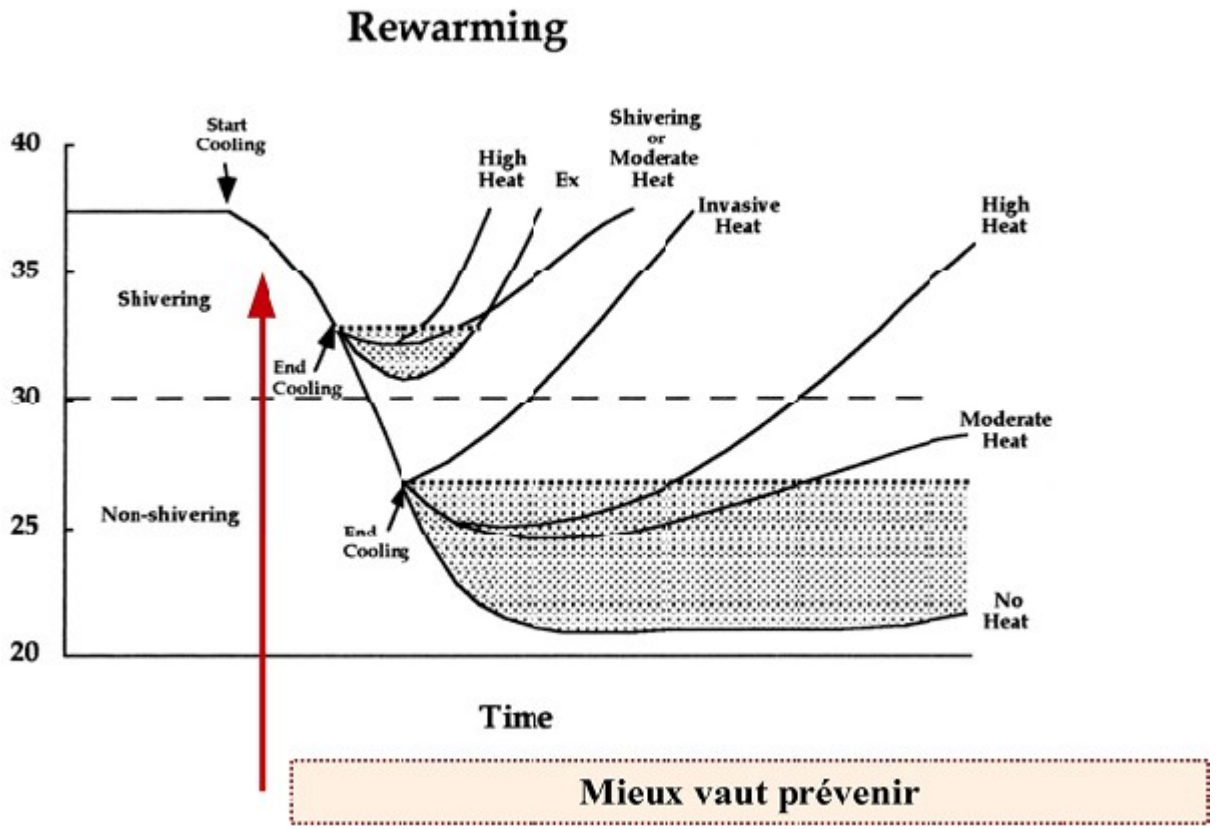
Le contexte s'y prête





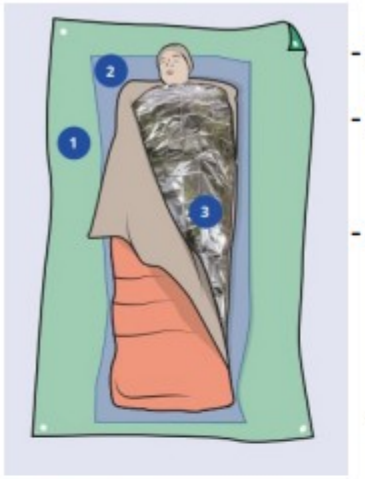
Lutter contre l'hypothermie

Mieux vaut prévenir en débutant tôt : *Attention à l'afterdrop*



Lutter contre l'hypothermie

Associer dès que possible les dispositifs passifs et actifs

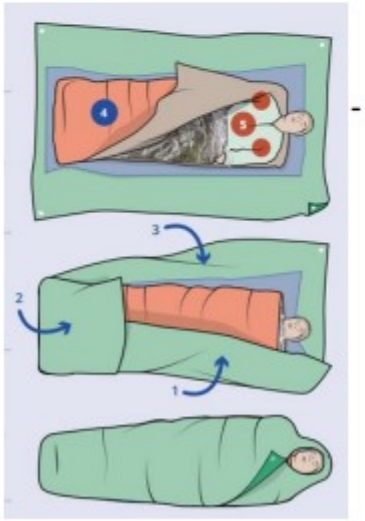


- 1. Un dispositif étanche à l'eau et à l'air (Perte Θ par évaporation et convection ⇓)
- 2. Un dispositif isolant sous le blessé(Perte Θ par conduction ⇓)
- 3. Un pare vapeur autour du blessé(Perte Θ par conduction ⇓)

Type couverture de survie
Sur les vêtements même humides

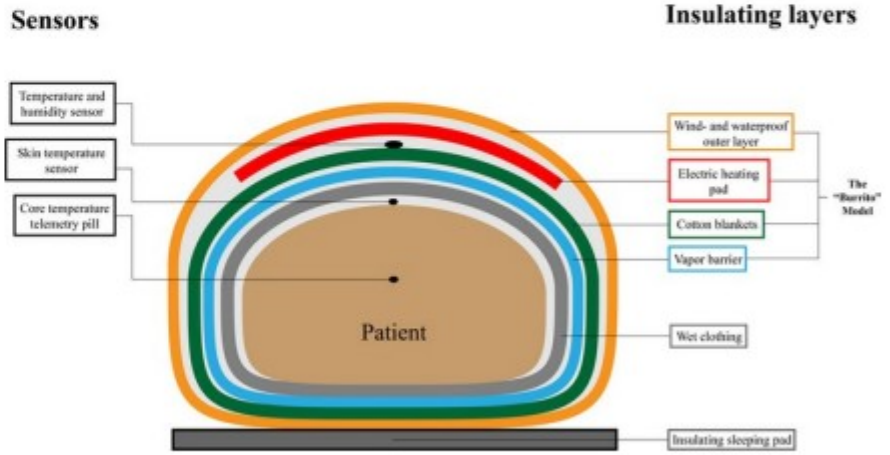
- 4. Un dispositif de rétention et d'accumulation de la chaleur (Perte Θ par radiation ⇓)

Type sac de couchage
Couverture blizzard blanket



- 5. Un moyen de réchauffement actif

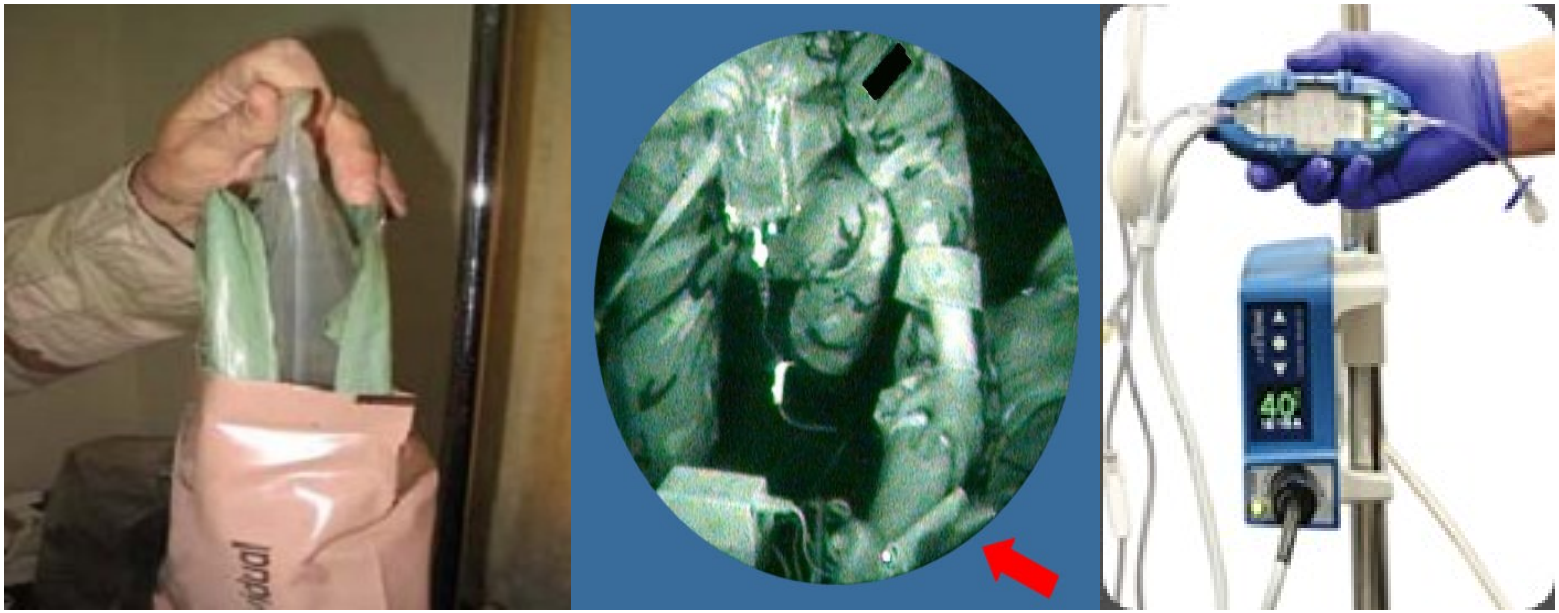
Réchauffement cutané actif
Inhalation air réchauffé
Boissons chaudes



Dès que possible, placer le blessé en ambiance thermique contrôlée

Lutter contre l'hypothermie

Mieux vaut prévenir en réchauffant ce qui peut l'être: *Les solutés*



Les perfusions à 35°C ?

Pas si simple que cela en condition de combat

Lutter contre l'hypothermie

Mieux vaut prévenir en réchauffant ce qui peut l'être: *L'air inhalé*



FIDO

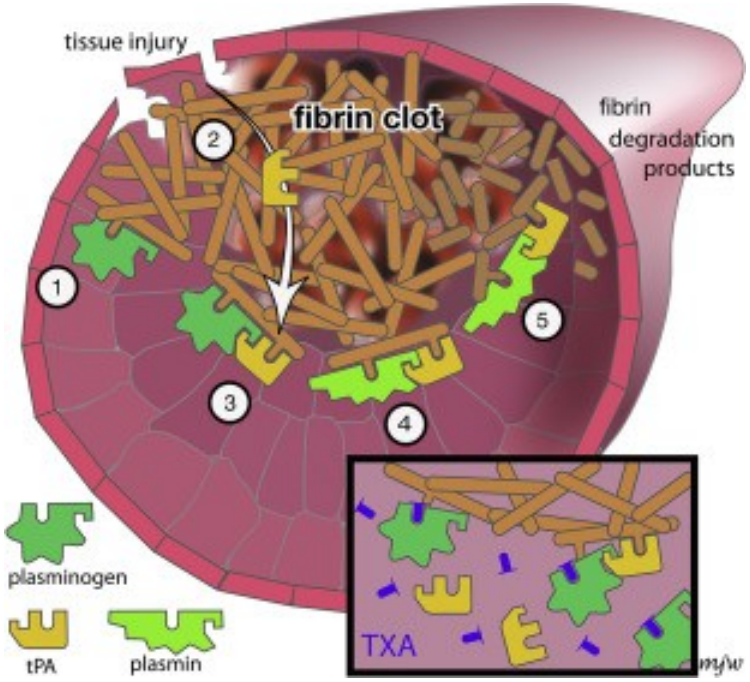
Réinhalation des gaz expirés lors de l'oxygénothérapie en circuits semi-fermés

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

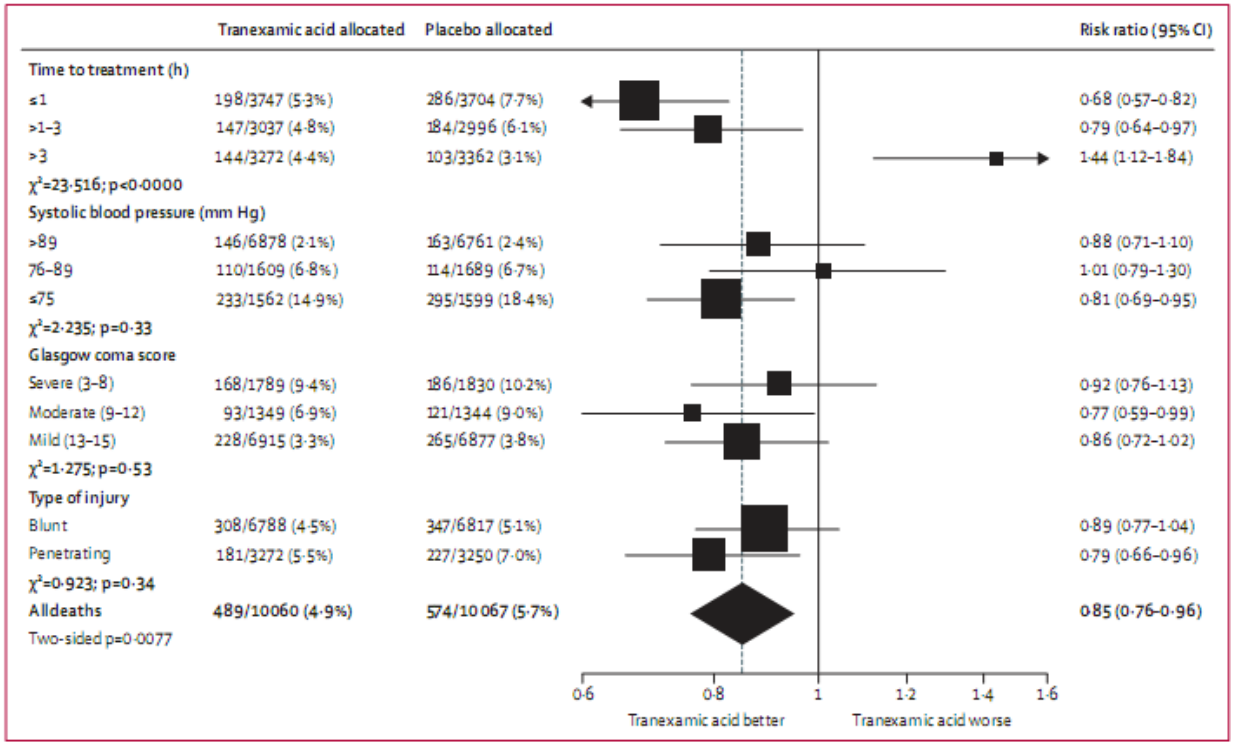
Le TXA, analogue des récepteurs à la lysine, se fixe sur le plasminogène et bloque sa transformation en plasmine

Tranexamic Acid in the Perioperative Period: Yes, No, Maybe? Richards JE et Al. Adv Anesth. 2019 Dec;37:87-110.,

Réduire l'hyperfibrinolyse

L'acide tranexaminique : *Intérêt prouvé en traumatologie*

RECO 15 SFAR



	Tranexamic acid allocated	Placebo allocated	Risk ratio (95% CI)
Time to treatment (h)			
≤1	198/3747 (5·3%)	286/3704 (7·7%)	0·68 (0·57–0·82)
>1–3	147/3037 (4·8%)	184/2996 (6·1%)	0·79 (0·64–0·97)
>3	144/3272 (4·4%)	103/3362 (3·1%)	1·44 (1·12–1·84)
χ^2=23·516; p<0·0000			
Systolic blood pressure (mm Hg)			
>89	146/6878 (2·1%)	163/6761 (2·4%)	0·88 (0·71–1·10)
76–89	110/1609 (6·8%)	114/1689 (6·7%)	1·01 (0·79–1·30)
≤75	233/1562 (14·9%)	295/1599 (18·4%)	0·81 (0·69–0·95)
χ^2=2·235; p=0·33			
Glasgow coma score			
Severe (3–8)	168/1789 (9·4%)	186/1830 (10·2%)	0·92 (0·76–1·13)
Moderate (9–12)	93/1349 (6·9%)	121/1344 (9·0%)	0·77 (0·59–0·99)
Mild (13–15)	228/6915 (3·3%)	265/6877 (3·8%)	0·86 (0·72–1·02)
χ^2=1·275; p=0·53			
Type of injury			
Blunt	308/6788 (4·5%)	347/6817 (5·1%)	0·89 (0·77–1·04)
Penetrating	181/3272 (5·5%)	227/3250 (7·0%)	0·79 (0·66–0·96)
χ^2=0·923; p=0·34			
All deaths	**489/10060 (4·9%)**	**574/10 067 (5·7%)**	**0·85 (0·76–0·96)**
Two-sided p=0·0077			

Au moins 5 mg/l de TXA

Blood Coagul Fibrinolysis. 2018 Dec 21

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

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

CRASH-2: tranexamic acid and trauma patients

Réduire l'hyperfibrinolyse

L'acide tranexaminique : *Intérêt prouvé aussi en contexte militaire*

U.S. AIR FORCE

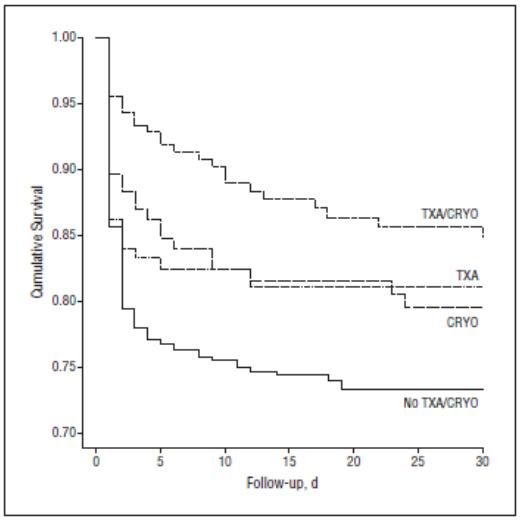
Mortality Analysis

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.

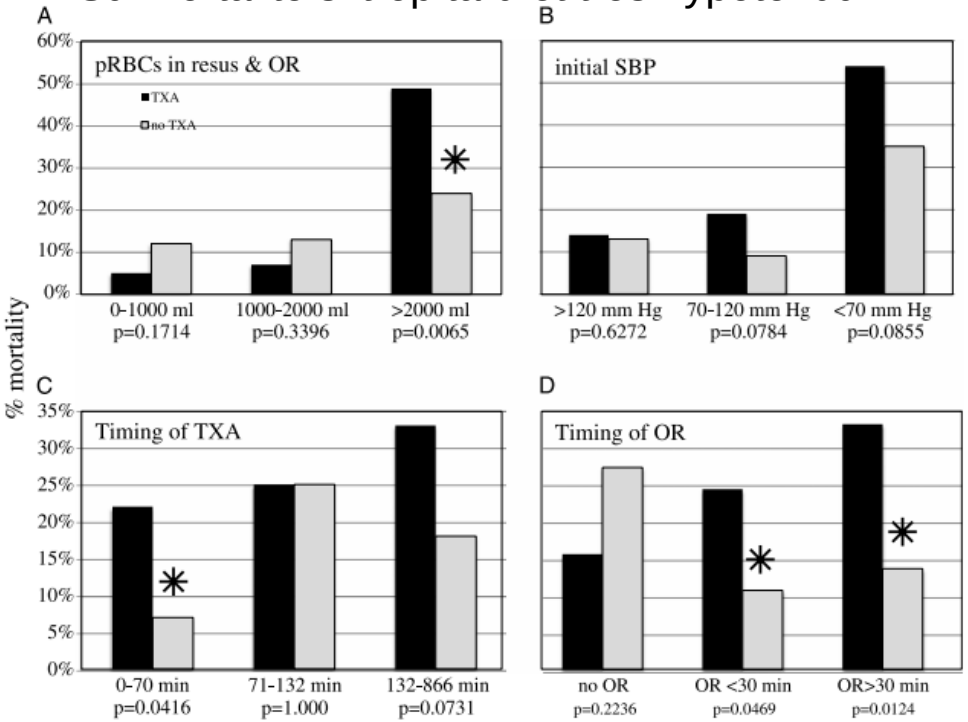
Etude CRASH 2 : 20 211 trauma, **2 g Exacyl en 10 min puis 1 g toutes les 08h**

Military Application of Tranexamic Acid in Trauma Emergency Resuscitation (MATTERs) Study. Morrisson JJ et all. Arch Surg. 2012;147(2):113-119

Réduire l'hyperfibrinolyse

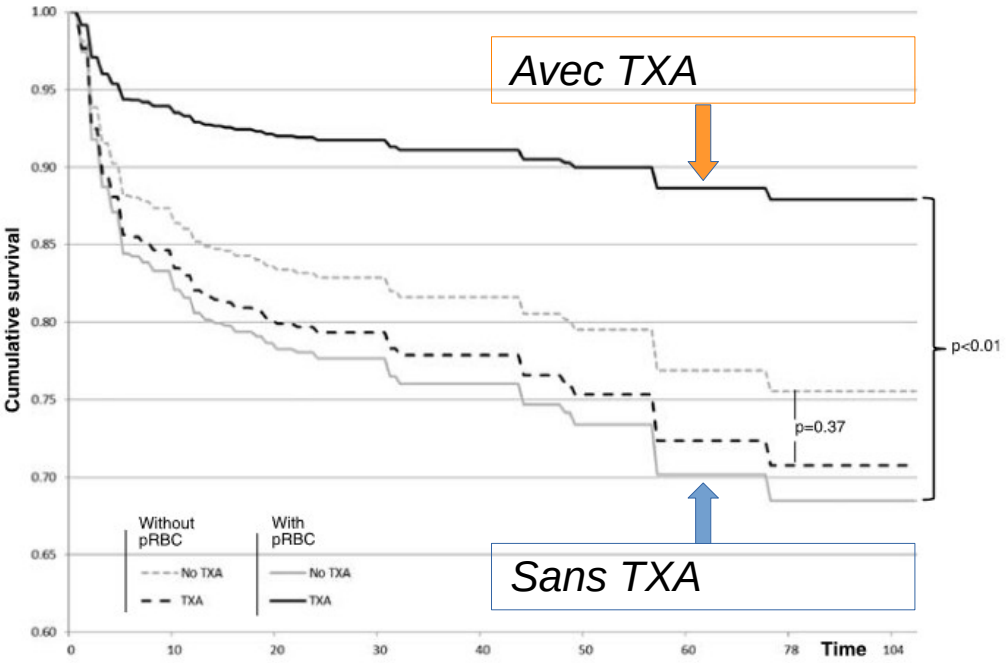
L'acide tranexaminique : *Quelques interrogations persistent*

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. »

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

Military Application of Tranexamic Acid in Trauma Emergency Resuscitation (MATTERs) Study. Morrisson JJ et all. Arch Surg. 2012;147(2):113-119

Recourir précocément aux vasopresseurs

RECO 9/10 SFAR

L'adrénaline titrée en IV ou en intra-osseux



	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

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

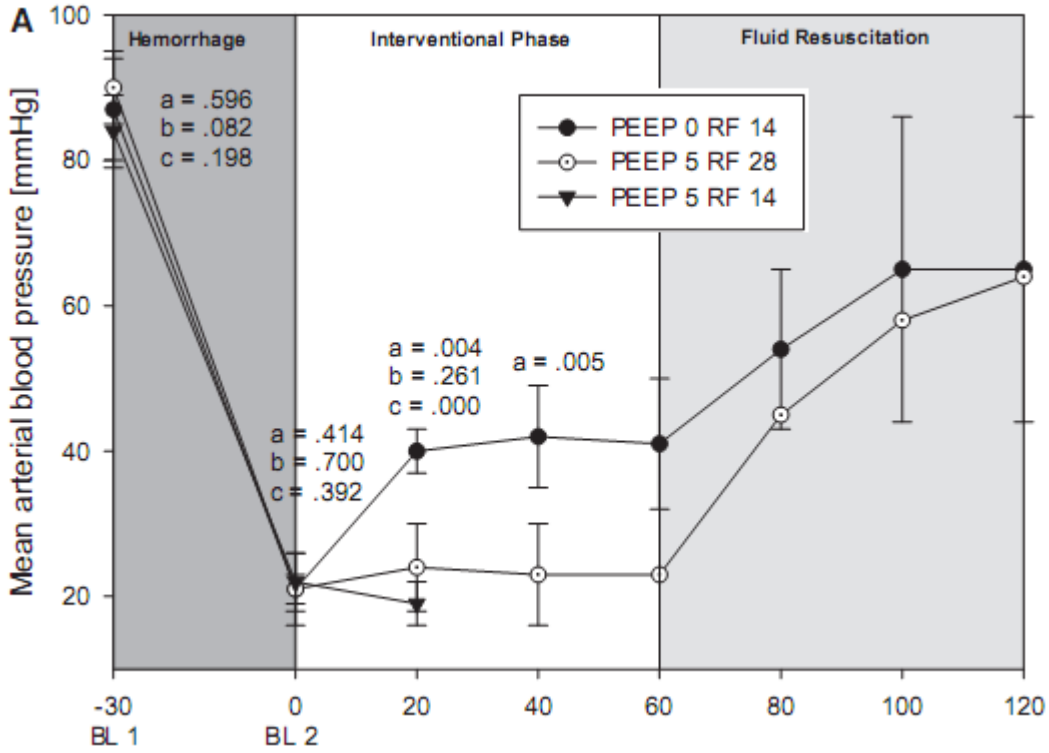
Juste ce qu'il faut : Vasoconstriction splanchnique

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

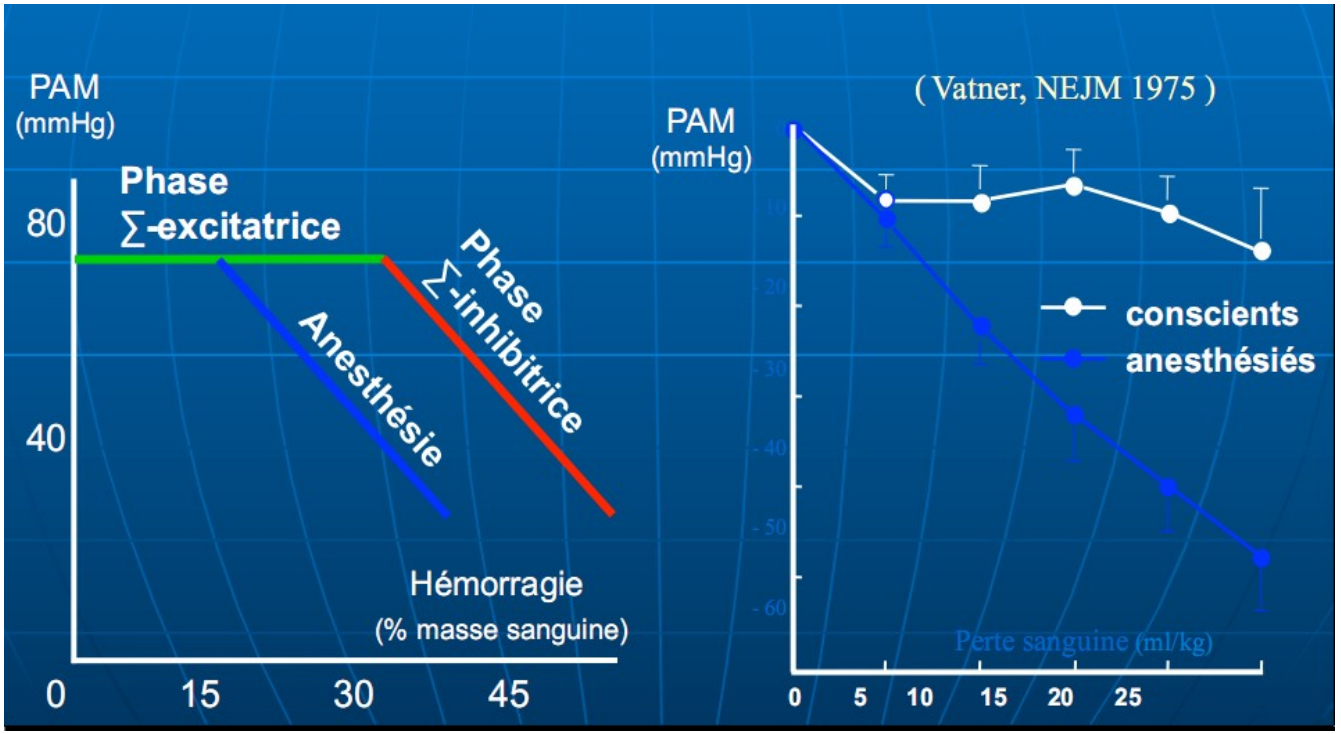
La ventilation en pression positive peut aggraver l'hypotension

C’est l’apport d’oxygène qui compte

Influence of ventilation strategies on survival in severe controlled hemorrhagic shock - Herf H. et All.Critical Care Medicine. 36(9):2613-2620, September 2008

Ne pas aggraver l'hypotension

Par une anesthésie mal conduite : *Surdosage et altération du baro-réflexe*



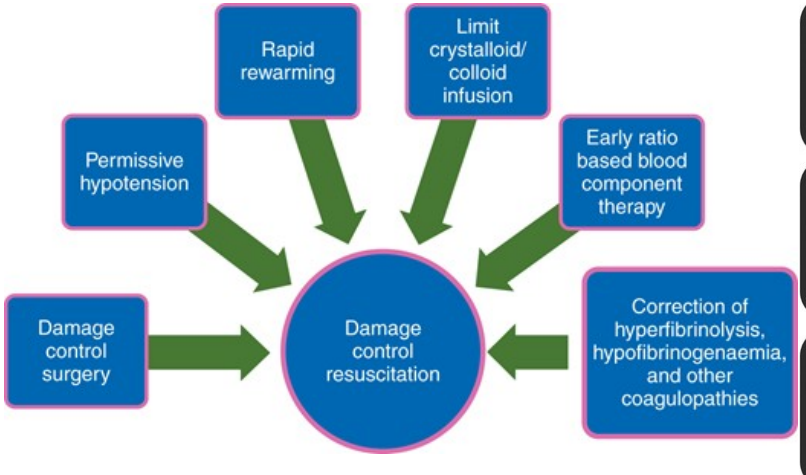
- Thiopental *Non*
- Propofol *Non*
- Midazolam *Prudence*
- **Kétamine *0,5 à 1,5 mg/kg***
- Etomidate 0,2 à 0,4 mg/kg
- **GammaOH *50 à 75 mg/kg***

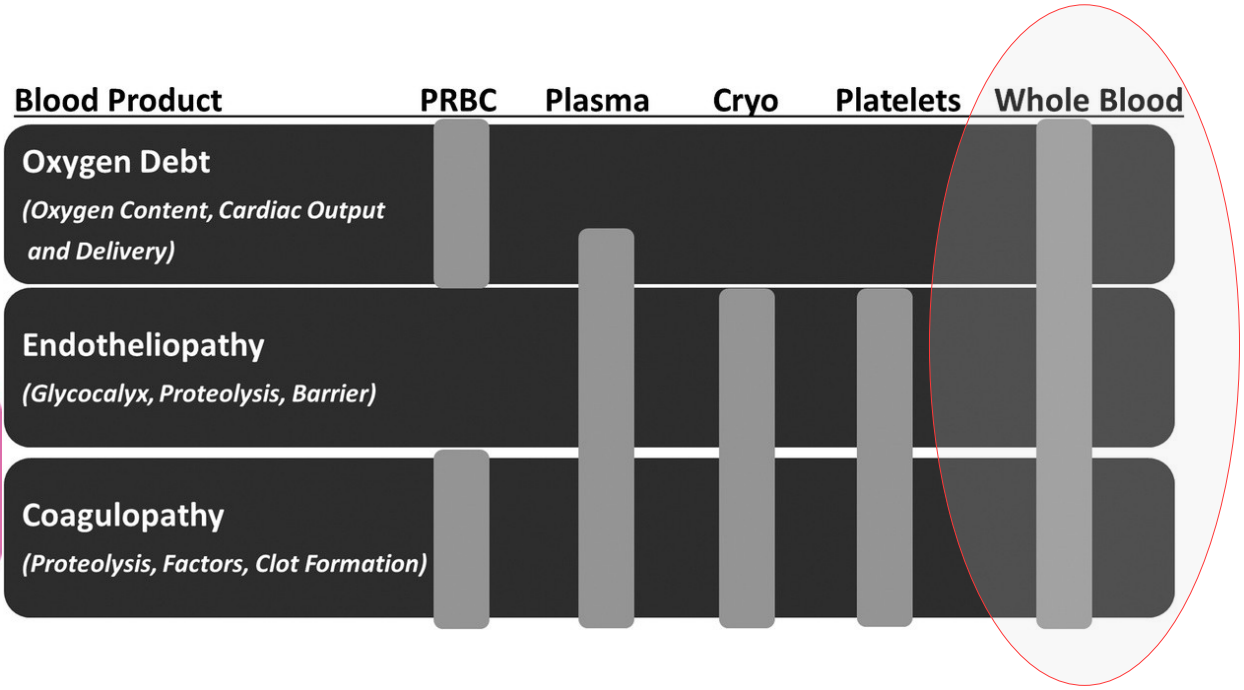
Apport précoce, voire d'emblée aux amines pressives, notamment lors de l'ISR

C'est l'apport d'oxygène qui compte

Anaesthesia in haemodynamically compromised emergency patients: does ketamine represent the best choice of induction agent? Morris C et Al. Anaesthesia, 2009, 64, pages 532–539

Mettre en œuvre le + tôt possible une réanimation hémostatique



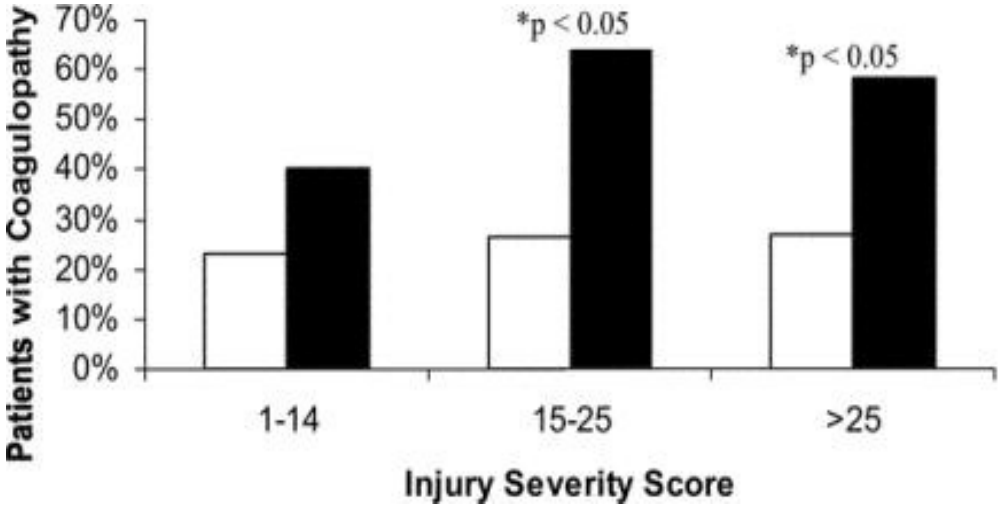


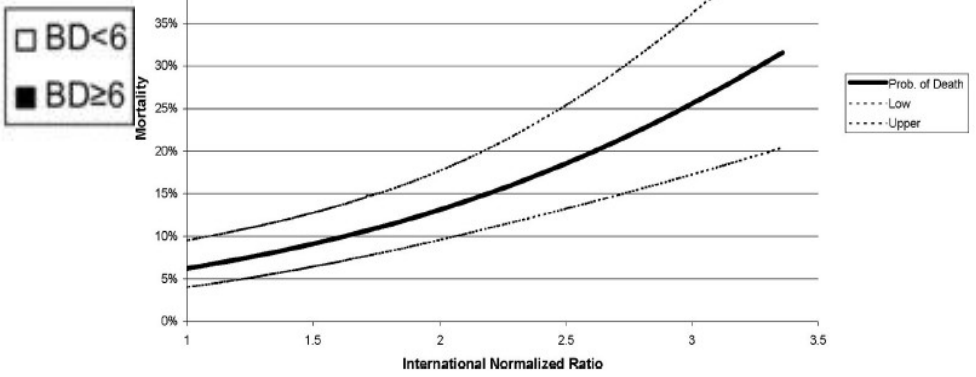
Acute traumatic coagulopathy: pathophysiology and resuscitation. Simmons JW et Al. Br J Anaesth (2016) 117 (suppl_3): iii31-iii43

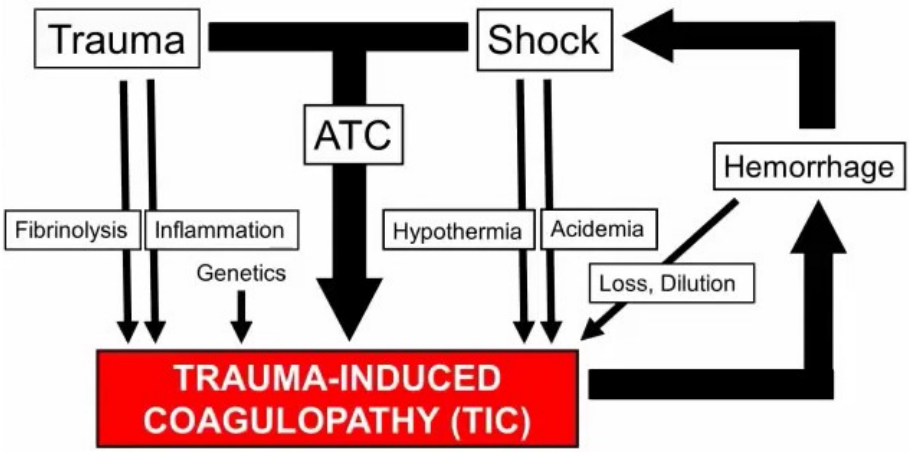
Identifier les critères prédictifs de coagulopathie

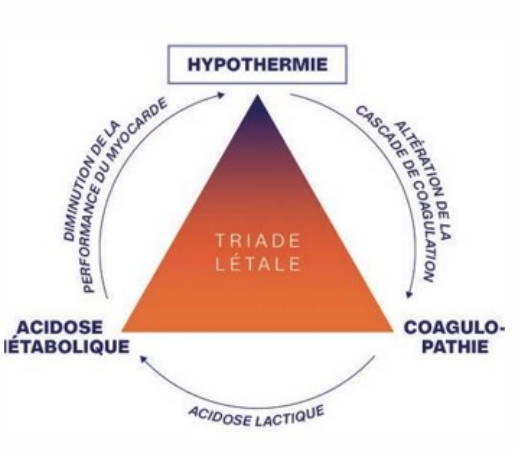
Au moins un traumatisé sur 4 a une coagulopathie pour une mortalité X4

Prévenir la triade létale









 Increased Mortality Associated With the Early Coagulopathyof Trauma in Combat Casualties. Niles SE et Al. J Trauma. 2008;64:1459 –1465.

Identifier les critères prédictifs de coagulopathie

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

Un exemple d'algorithme

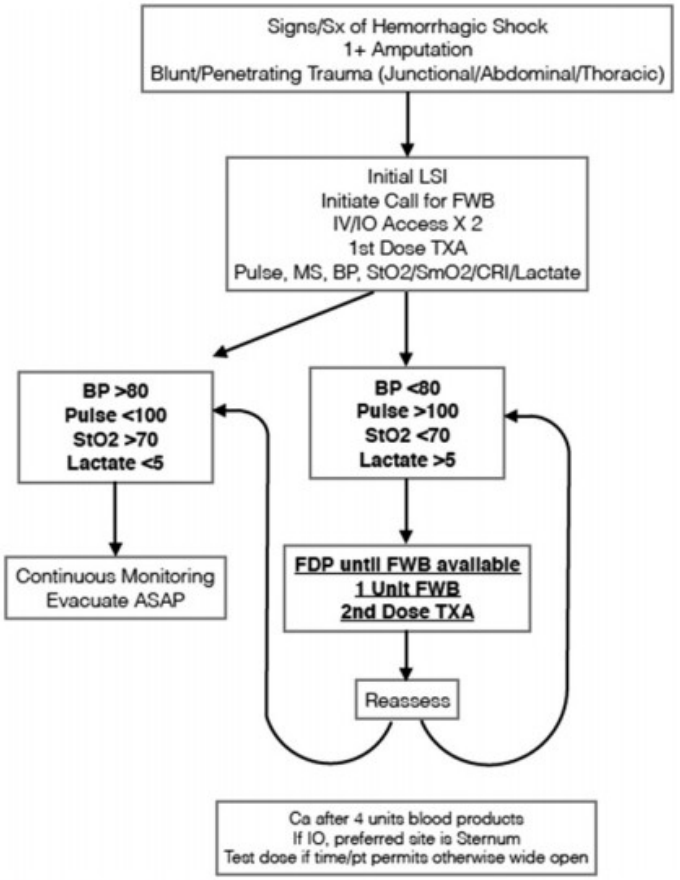


FIGURE 1. 75th Hemorrhagic shock.

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

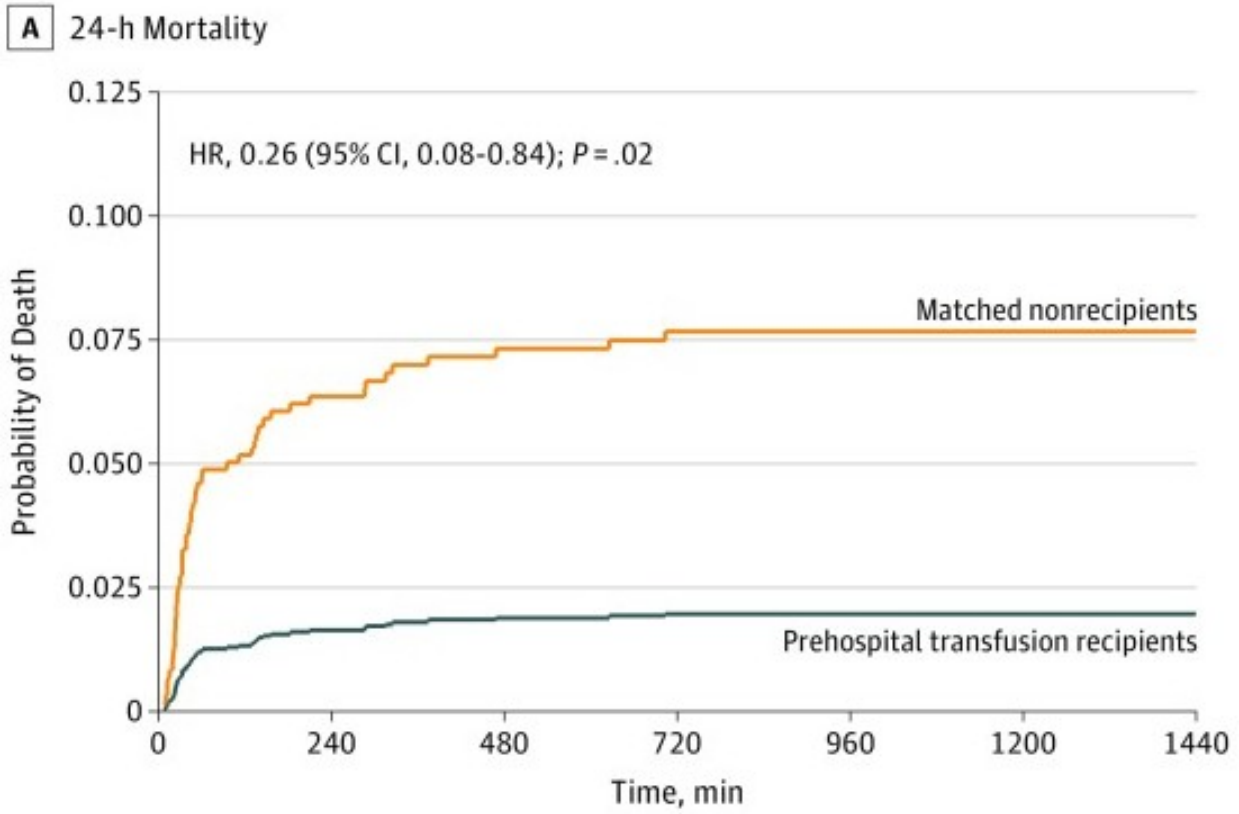
Pas utilisable en préhospitalier

Tactical Damage Control Resuscitation. Fisher AD et Al. Military Medicine, 180, 8:869, 2015

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

Association of Prehospital Blood Product Transfusion During Medical Evacuation of Combat Casualties in Afghanistan With Acute and 30-Day Survival. Shackelford SA. JAMA. 2017 Oct 24;318(16):1581-1591

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

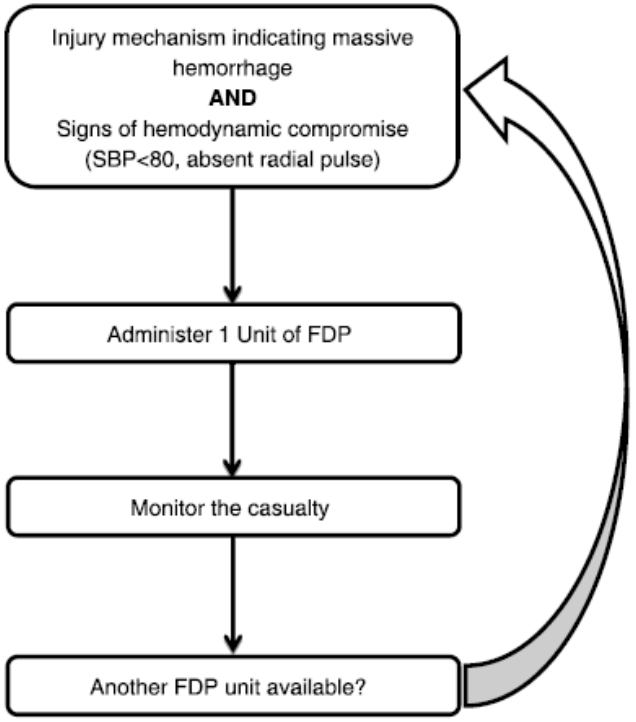


FIG. 1. **The IDF dried plasma transfusion protocol**. SBP indicates systolic blood pressure.



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

Transfusion 2013;53:65S-71S

	3 mois						
Température (° C)	4	21 – 23	4	18 – 28	0 – 15	22 – 38	25 – 53
Humidité (%)	0.88	0.63	0.70	0.69	0.60	0.76	0.80
Fibrinogène (g/L)	2.47	2.70	2.67	2.73	2.63	2.40	1.50
F VIII (UI/ml)	0.76	0.66	0.54	0.49	0.69	0.53	0.27
F V (%)	64	55	68	60	59	46	34
Protéines (g/L)	56.9	55.0	60.4	58.5	55.9	53.7	55.6

Conservation en ambiance tempérée

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

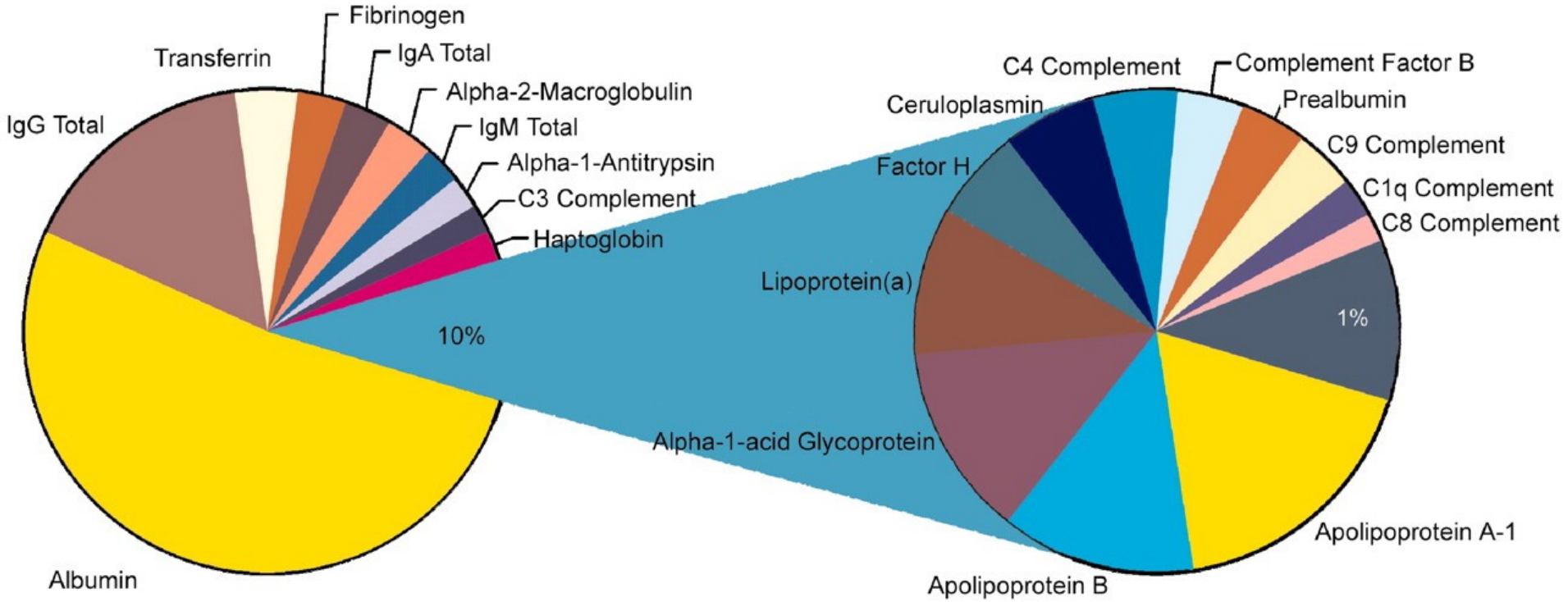
Axe d'amélioration permanente. Plyo concentré enrichi en lyophilisat de plaquettes ?

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

Freeze-dried plasma at the point of injury: from concept to doctrine. Glassberg E. et Al. Shock. 2013 Dec;40(6):444-50

Le PLyo n'apporte pas que des fractions coagulantes

D'autres protéines

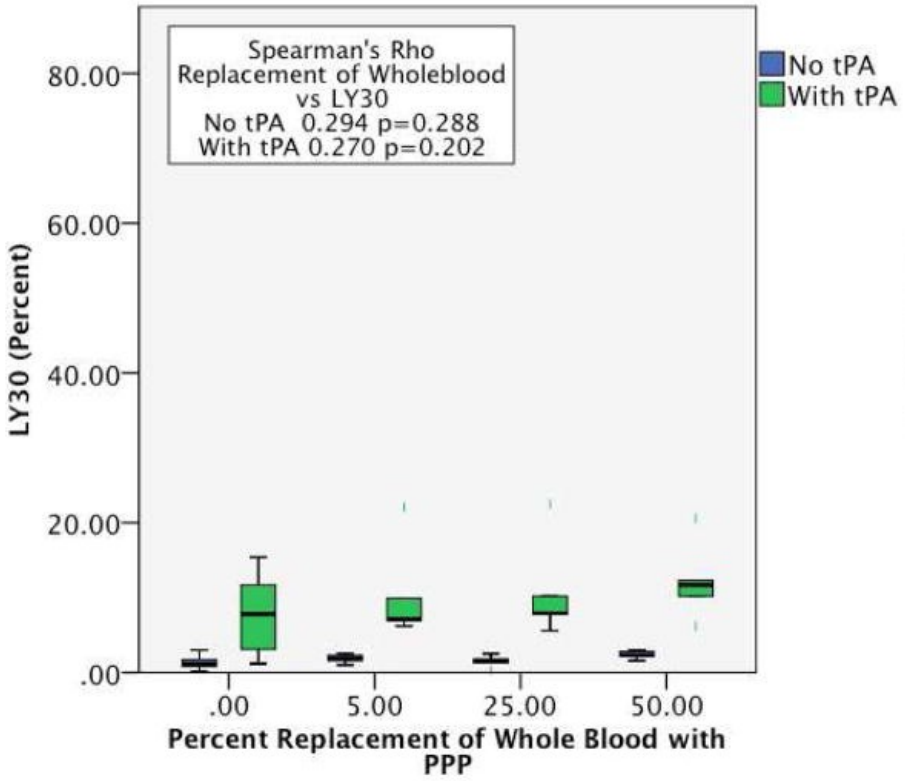


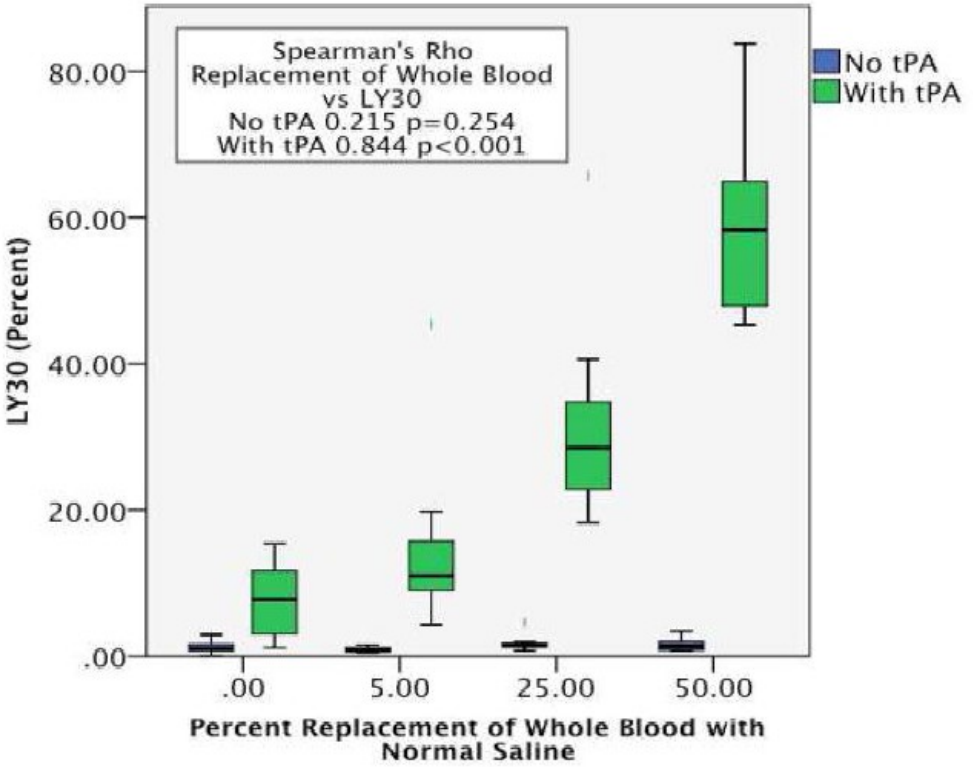
Effets spécifiques *Shock. 2016 Aug;46(2):173-82*

Characterization of the low molecular weight human serum proteome. Tirumalai RS et Al Mol Cell Proteomics. 2003 Oct;2(10):1096-103

Le PLyo réduit l'hyperfibrinolyse médiée par le tPA

Un argument pour une stratégie dite du « Plasma First »





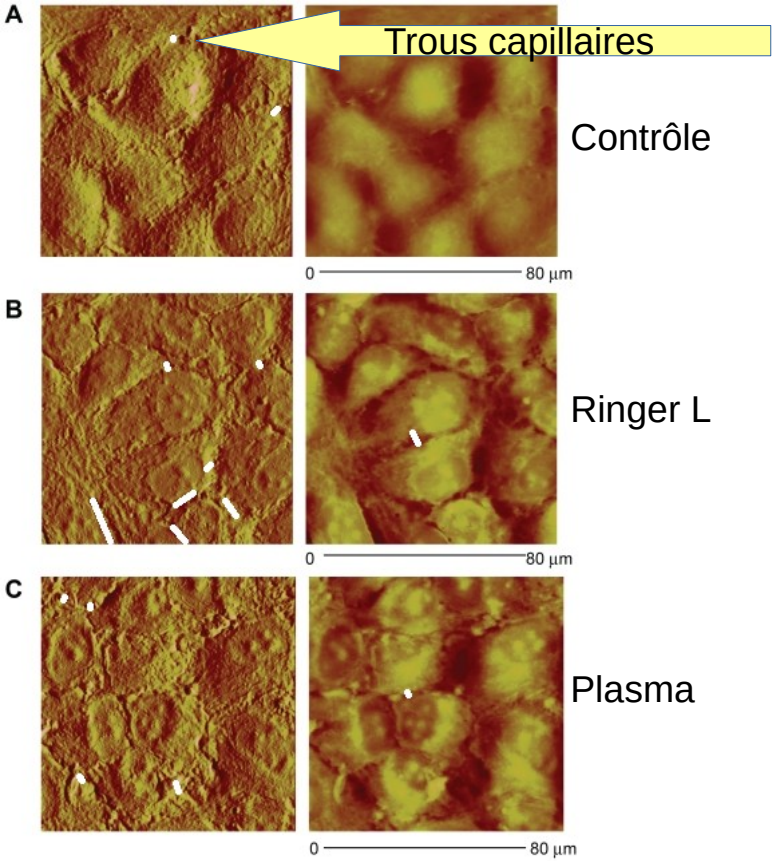
Pas que des fractions coagulantes dans le Plyo, des protéines AUSSI

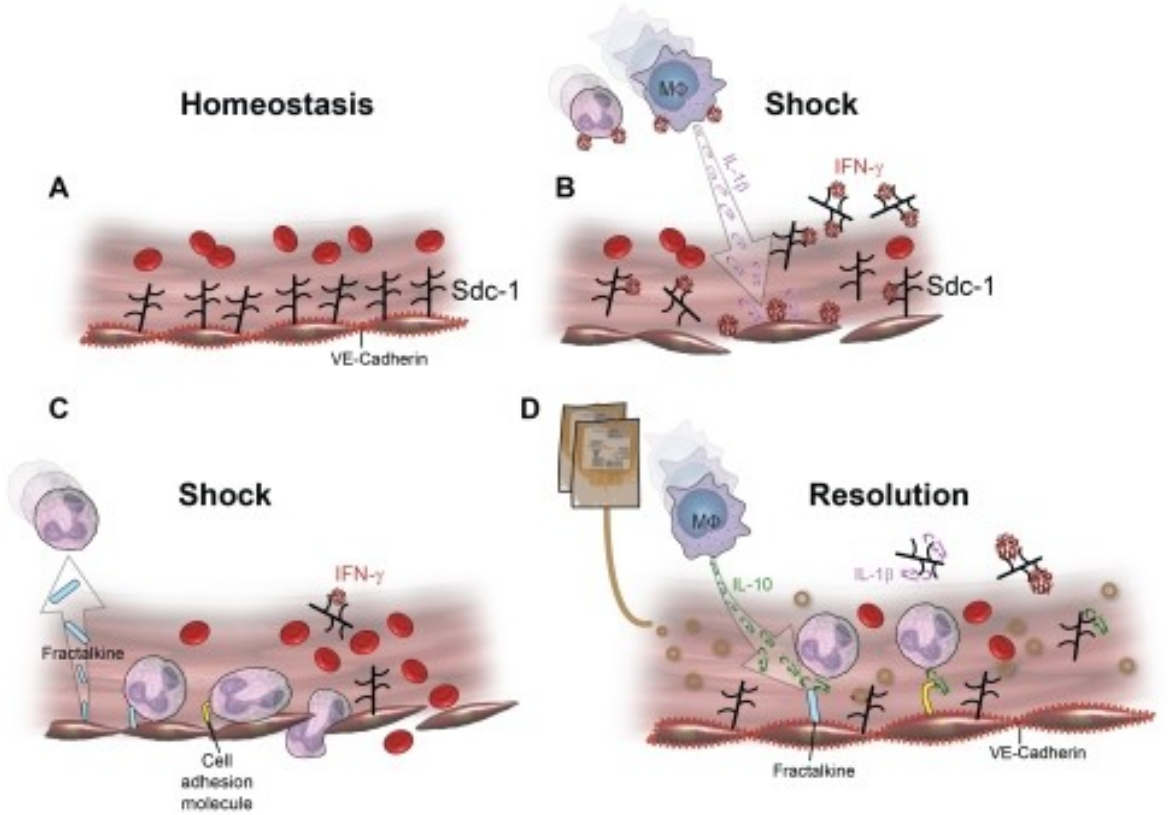
Effets propres *Shock. 2016 Aug;46(2):173-82*

Plasma Is the Physiologic Buffer of tPA Mediated Fibrinolysis: Rationale for Plasma First Resuscitation after Life-Threatening Hemorrhage. Moore HB et Al. J Am Coll Surg. 2015 May; 220(5): 872–879.

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.*

Modulation of syndecan-1 shedding after hemorrhagic shock and resuscitation. Haywood-Watson RJ et Al. PLoS One. 2011; 6(8): e23530.

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

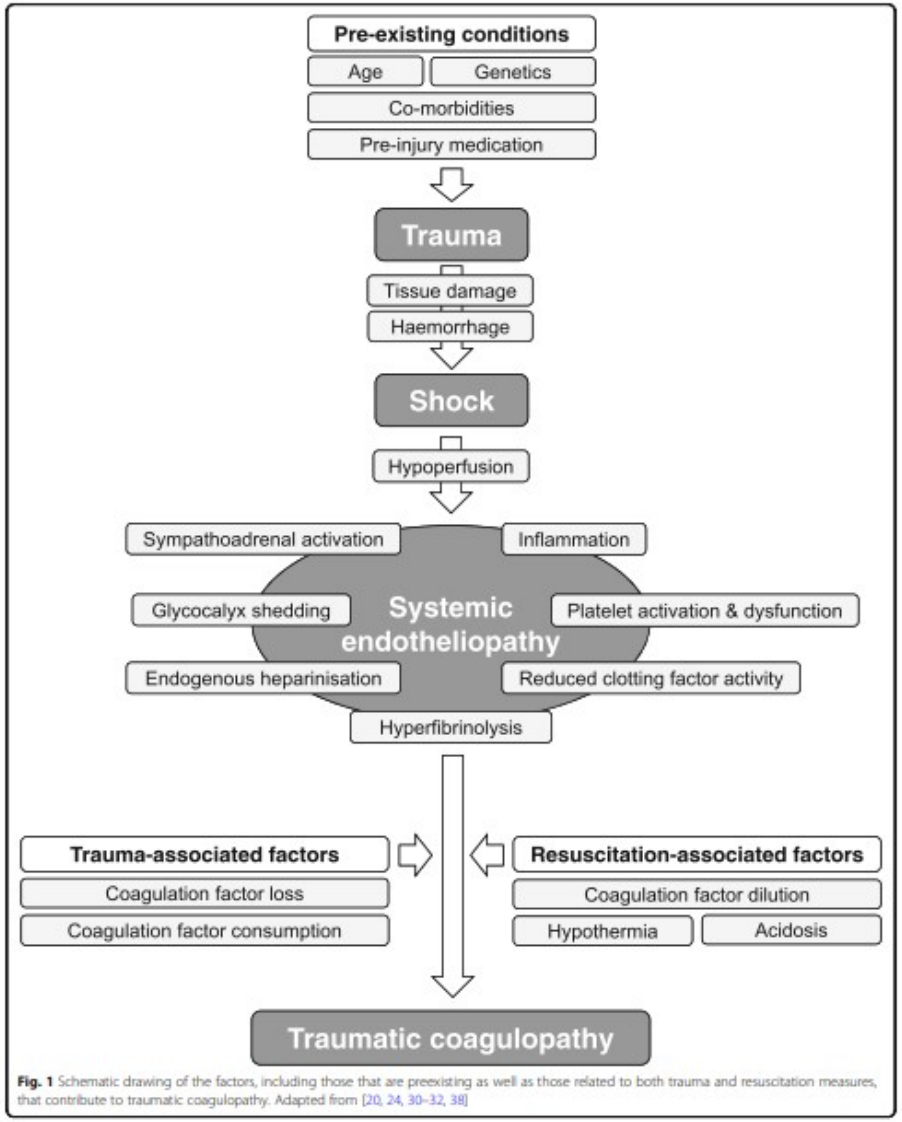


Fig. 1 Schematic drawing of the factors, including those that are preexisting as well as those related to both trauma and resuscitation measures, that contribute to traumatic coagulopathy. Adapted from [20, 24, 30–32, 38]

L'endothélium : Cible de toutes les attentions

Modulation of syndecan-1 shedding after hemorrhagic shock and resuscitation. Haywood-Watson RJ et Al. PLoS One. 2011; 6(8): e23530.

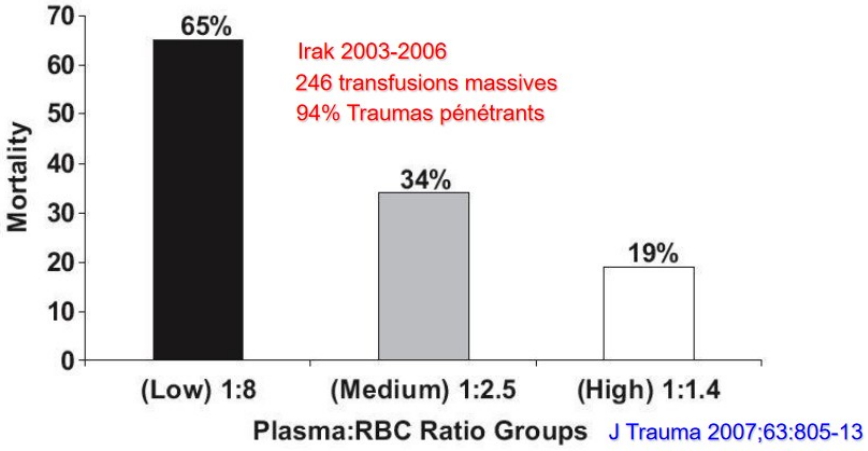
Maintenir la fonction hémostatique avec du sang reconstitué

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

RECO 17/18 SFAR



1 CGR 1 PFC 0 1 Plaquette



→ 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

Au rôle 1 : Seul le sang CTSA O est autorisé – Test anticipé dérogatoire à réception des PSL

Fresh whole blood transfusion capability for Special Operations Forces. Beckett A. et Al. Can J Surg. 2015 Jun; 58(3 Suppl 3): S153–S156.

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 [Conservation 21j]

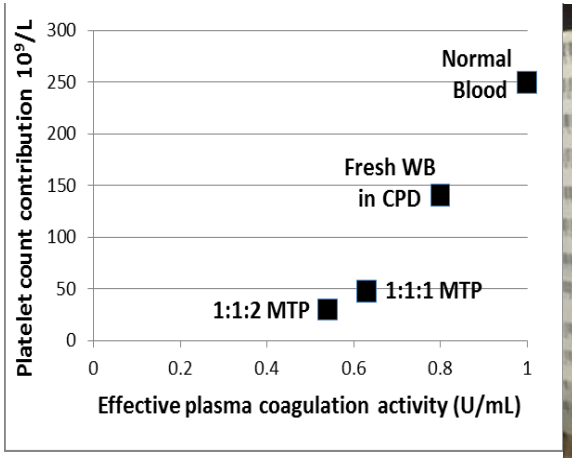
3. C'est plus concentré en Hb et coag

4. Les plaquettes + longtemps, + nombreuses et + efficaces

5. Déleucocyté, D/RH1 +

6. Peu d'hémolysines [taux élevé dans 20 % Groupe O]

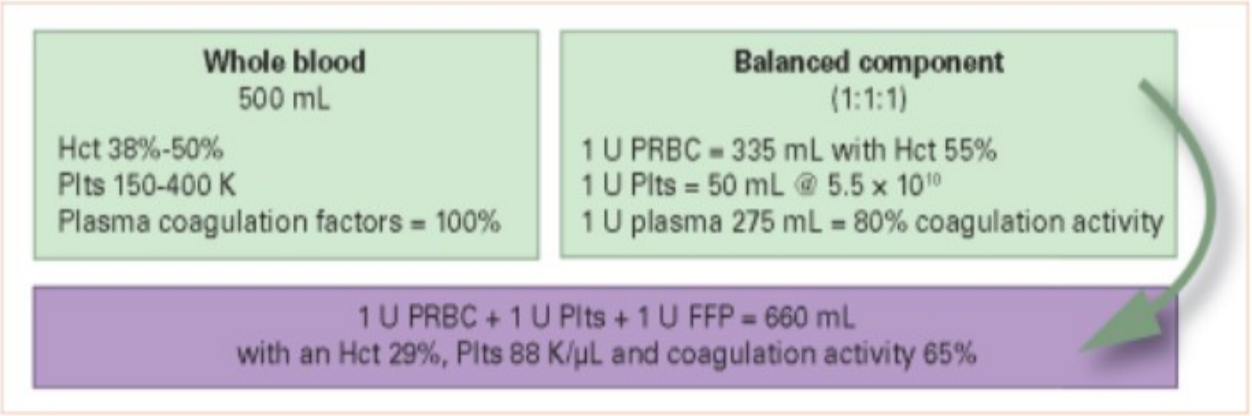
7. Le gain en survie est le même





Indications électives

- PAS < 90 mm Hg
- FC >120
- Traumatisme pénétrant du tronc
- HB capillaire < 11g/dl
- FAST + pour un épanchement liquidien
- Saignement non contrôlé



Au rôle 1 : Seul le sang CTSA O est autorisé – Test anticipé dérogatoire à réception des PSL

Il existe d'autres formes du STO

Raising the standards on whole blood. Yazer MH et Al. J Trauma Acute Care Surg. 2018 Jun;84(6S Suppl 1):S14-S17

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

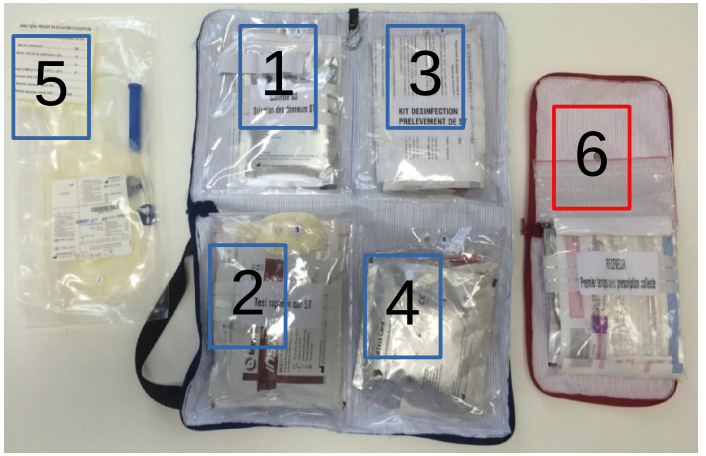
1 Tube violet pour contrôle GS, 1 AB Test , 2 seringues tuberculine
1 Tube jaune avec gel pour envoi CTSA (dans boite transport avec 3 tubes donneur)
1 FT Dérogation pour ST

6

Poche receveur



Poche donneur



5 Poche de prélèvement

1 Sélection et contrôle GS du donneur

3 Nécessaire ponction, tubes prélèvements, pansements, poche à déchets

2 Qualification rapide virus/GS, nécessaire envoi CTSA

4 CULM, Transfuseur, FTA, poche de transfert

Un prélèvement : 60 min . Assurer la sécurité transfusionnelle

Repine TB et Al. The Use of Fresh Whole Blood in Massive Transfusion. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care, 60(Supplement), S59–S69.

Maintenir la fonction hémostatique avec du sang total frais

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

La meilleure solution (??) : Organisation/Collecte pas si simple à l'avant en cas d'afflux massif



- Sang total non déleucocyté – Sélection des donneurs avant la mission

	O	A	B	AB
RH+	36%	37%	9%	3%
RH-	6%	7%	1%	1%

- Contient de l'anticoagulant
- Conserver 6 h à t ° ambiante
- puis à +4 °C, possible si traçabilité thermique OK
- Péremption: 48h
- Tests rapide sécurité virologique [HIV, HCV, Ag HBS], Palu ? Chagas ?
- Principes de sécurité :
  . Compatibilité avant T: ABT test card [MDMulticard si formé , Kit Diagast par MAR/IADE]
  . Isogroupe ABO [Respect RH chez femme <50 ans si besoins < 3 CGR et stock suffisant]
  . Sinon STOD
  . Sinon Donneurs O à faible taux d'hémolysines préalablement sélectionnés
  .En dernier recours Donneurs groupés ABOX2 sans dosage hémolysines
- Formation avant
- Anticiper l'organisation

50 ml de sang transfusé par erreur de compatibilité = 20 % de mortalité

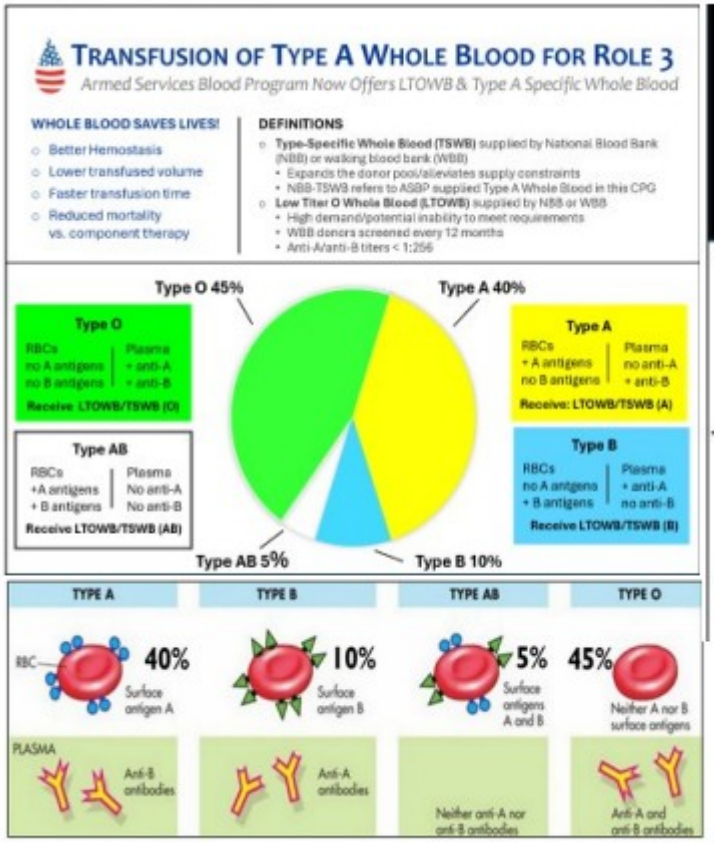
Préparation de la collecte avant la mission - Respect des procédures pendant la mission

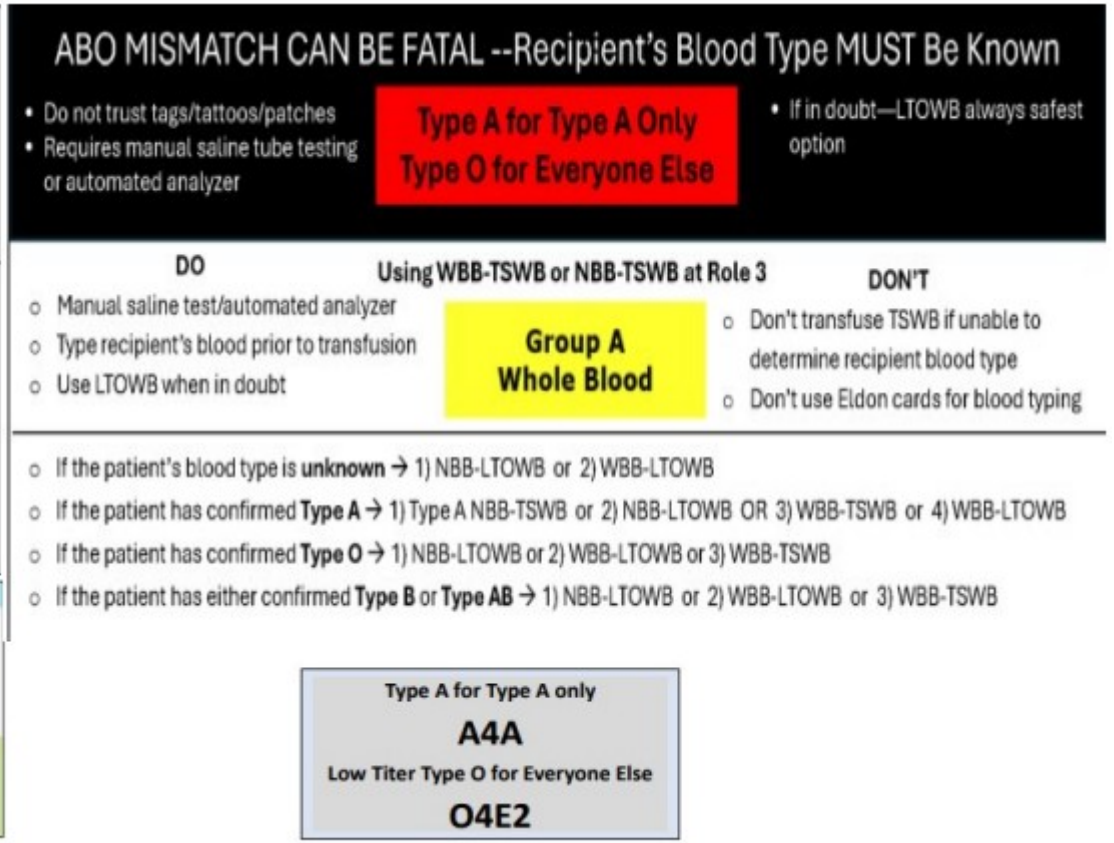
Repine TB et Al. The Use of Fresh Whole Blood in Massive Transfusion. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care, 60(Supplement), S59–S69.

Maintenir la fonction hémostatique avec du sang total frais

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

Pour les US : une démarche analogue





Pas d'altération, pour un don de 450 ml,de la performance opérationnelle des donneurs (10.1111/trf.16463)

Maintenir la fonction hémostatique avec du sang total

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



CARTE D'IDENTITÉ MILITAIRE D'EMILE JEANBRAU, PROFESSEUR À LA FACULTÉ DE MÉDECINE, 1918

BIU Montpellier, BU Médecine, Archives Jeanbrau

« Le 16 octobre 1914, le professeur Emile JEANBRAU de la faculté de médecine de Montpelier, 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. »

Fresh whole blood transfusion capability for Special Operations Forces. Beckett A. et Al. Can J Surg. 2015 Jun; 58(3 Suppl 3): S153–S156.

N'oubliez pas

Être « SMART »

S : Stopper l’hémorragie [Comprimer, garrot, packing, S.balonnet, REBOA, Chirurgie]

M : Maintenir une perfusion [Nacl 7,5 % 250 ml -Max 2 + Titration 0,1 mg adrénaline]

A : Anti-fibrinolytique [TXA 1g 10 min puis 1g 08h]

R : Réchauffer le blessé [Isoler du sol, Couvrir, Heat Pack, Réchauffer Perfusion]

T : Transfuser 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

Resuscitative strategies in traumatic hemorrhagic shock. Bouglé A. et Al. Bouglé et al. Annals of Intensive Care 2013, 3:1

Ce qui sauve la vie

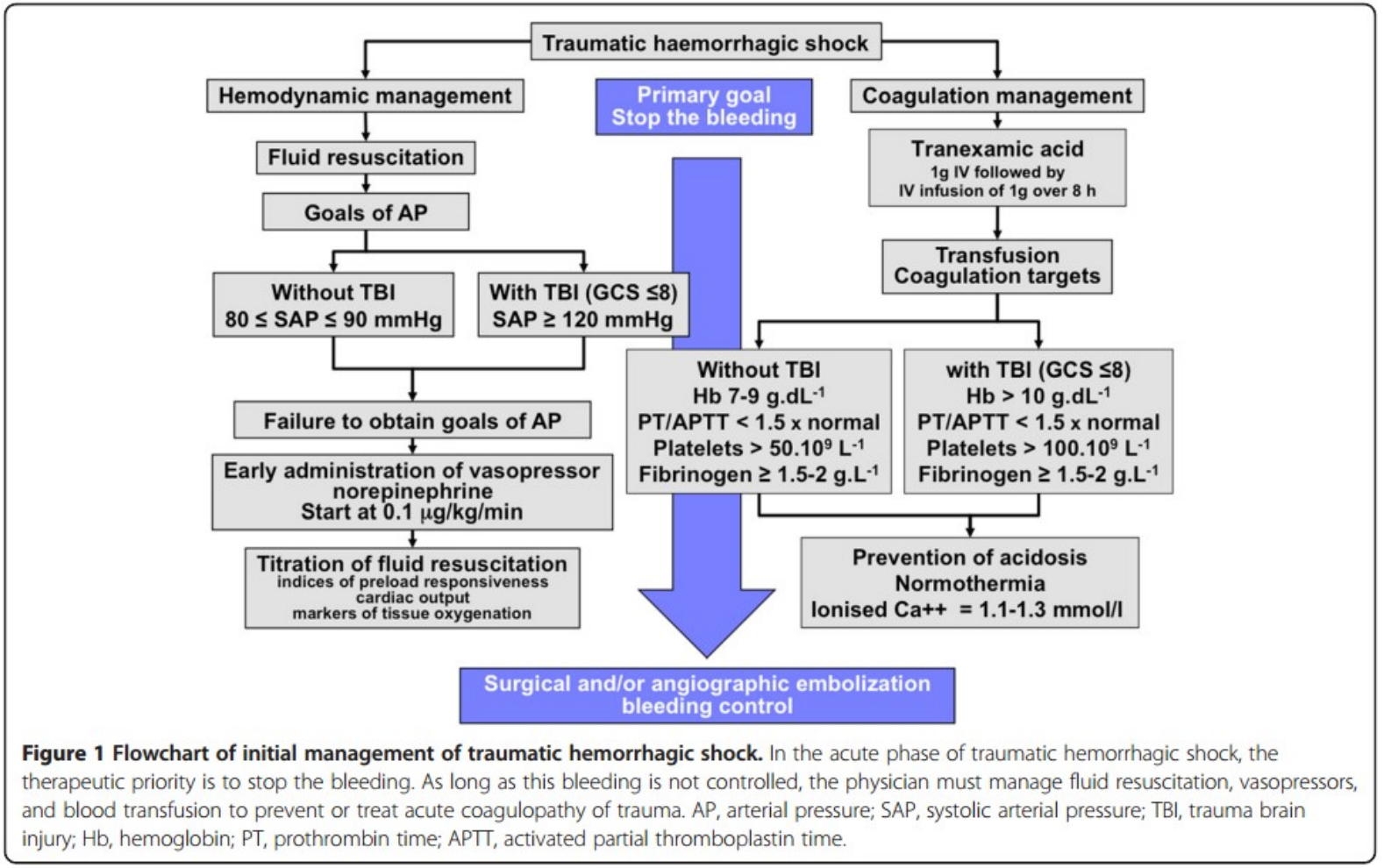
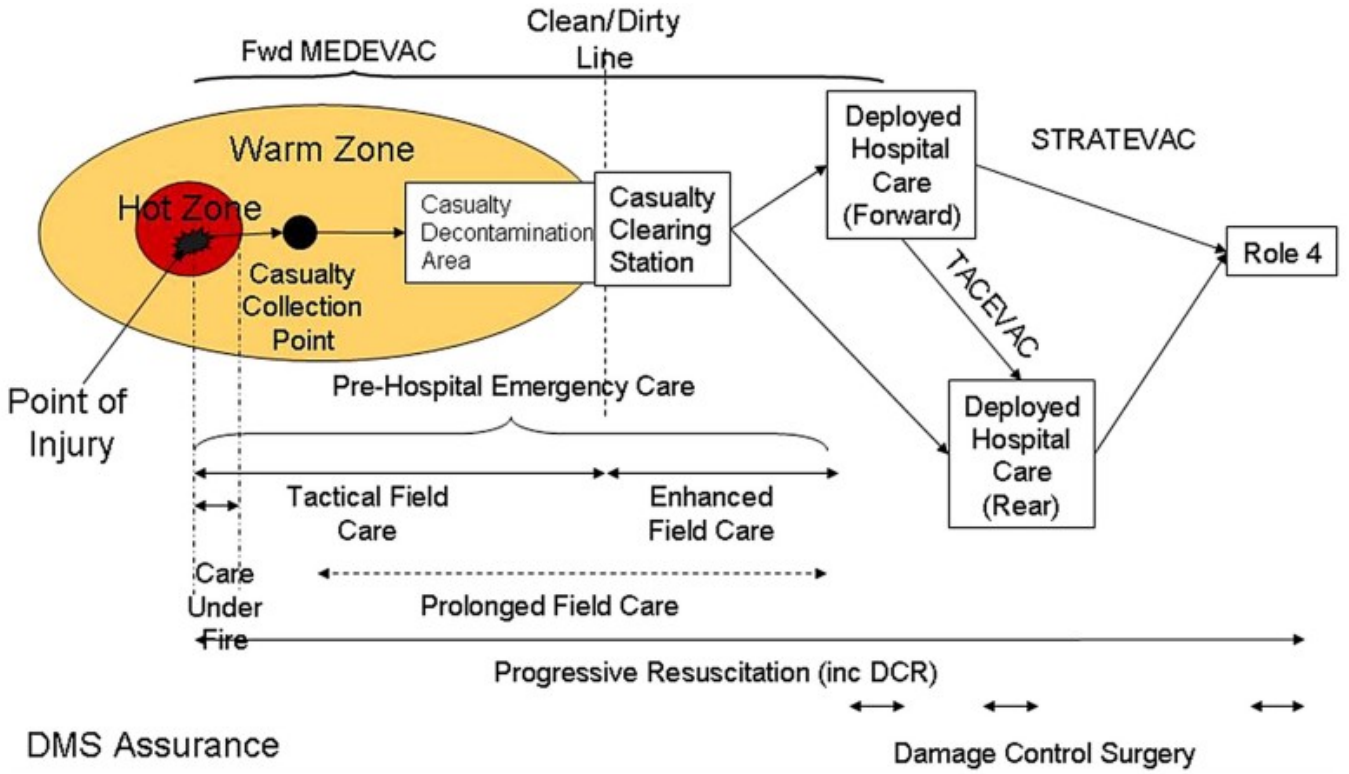


Figure 1 Flowchart of initial management of traumatic hemorrhagic shock. In the acute phase of traumatic hemorrhagic shock, the therapeutic priority is to stop the bleeding. As long as this bleeding is not controlled, the physician must manage fluid resuscitation, vasopressors, and blood transfusion to prevent or treat acute coagulopathy of trauma. AP, arterial pressure; SAP, systolic arterial pressure; TBI, trauma brain injury; Hb, hemoglobin; PT, prothrombin time; APTT, activated partial thromboplastin time.

L'application de principes du Damage Control Resuscitation/Surgery

Resuscitative strategies in traumatic hemorrhagic shock. Bouglé A. et Al. Bouglé et al. Annals of Intensive Care 2013, 3:1

Ce qui sauve la vie



Une chaîne organisée qui permet une « réanimation préhospitalière »

Avec les bonnes qualifications à chaque niveau

For debate: the Operational Patient Care Pathway Bricknell M. J R Army Med Corps. 2014 Mar;160(1):64-9

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