

第2回日本獣医救急集中治療学会 国際シンポジウム（2025年3月）

人医療における外傷初期診療と DAMAGE CONTROL RESUSCITATION

長尾 剛至

東京都立墨東病院 高度救命救急センター 救命外科

Tsuyoshi Nagao, MD, PhD

Trauma and Critical Care Center, Division of Acute and Critical Care Surgery,
Tokyo metropolitan Bokutoh Hospital



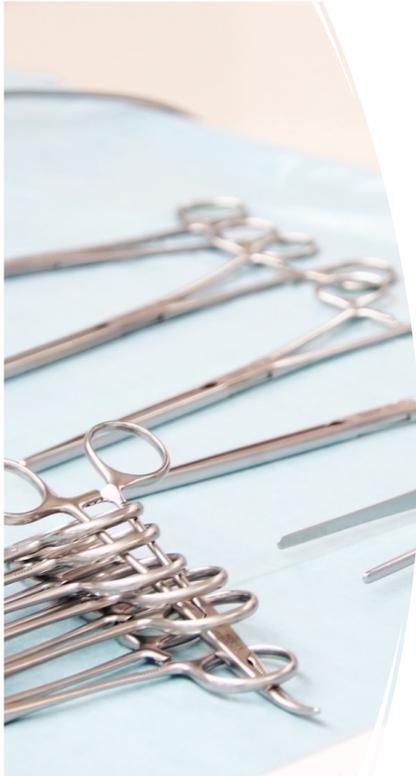
本日の内容



1. 「防ぎうる外傷死」と外傷初期診療ガイドライン
2. ダメージコントロール戦略とDamage control resuscitation
3. Hybrid Emergency Room Systemを用いた治療戦略



本日の内容



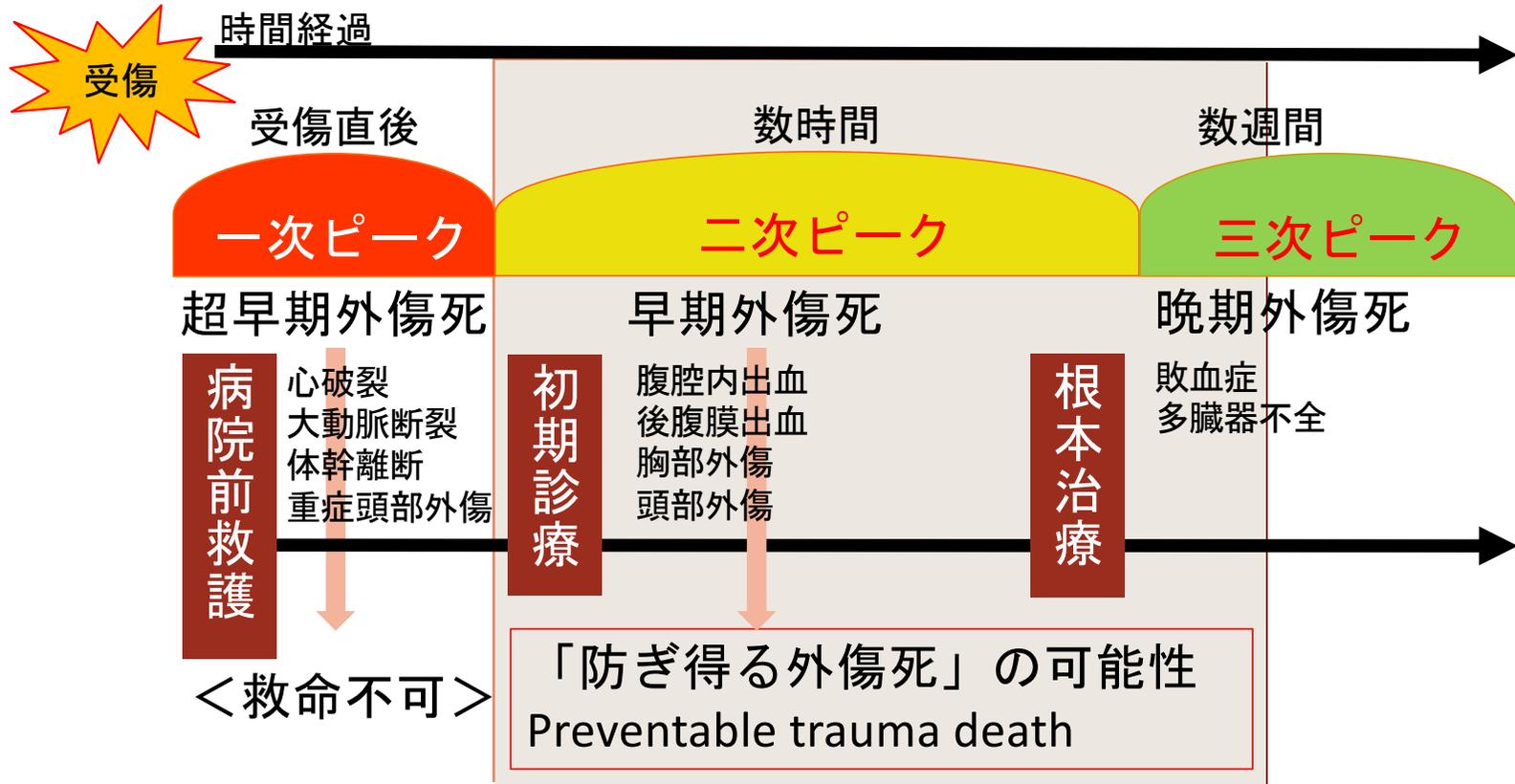
1. 「防ぎうる外傷死」と外傷初期診療ガイドライン

2. ダメージコントロール戦略とDamage control resuscitation

3. Hybrid Emergency Room Systemを用いた治療戦略



「外傷死」



「防ぎうる外傷死」

予測生存率：TRISS法

生理学的重症度、解剖学的重症度、年齢などから算定

予測外死亡 | 予測生存率が50%以上だが死亡したもの

重症頭部外傷や80歳以上の高齢者を除外

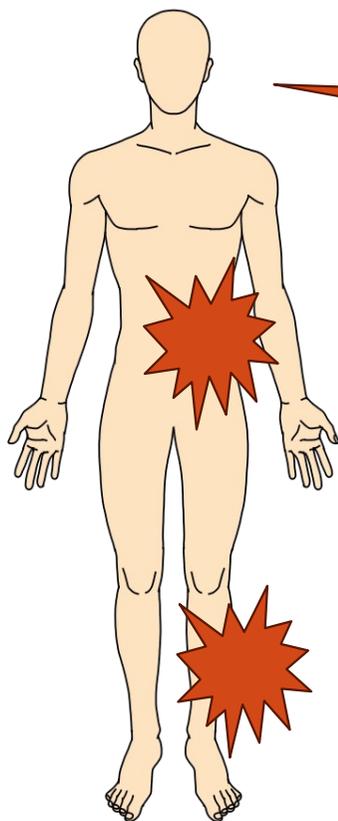
修正予測外死亡 | 2000年の時点で**38.6%**！

適切な対応で死亡が避けられた可能性あり

防ぎ得る外傷死：PTD (Preventable Trauma Death)

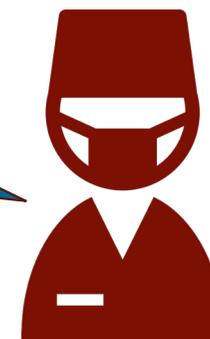


たとえば . . .



脚が痛い！！脚が痛い！！

これはひどい骨折だ！
すぐに手術室で手術しましょう！

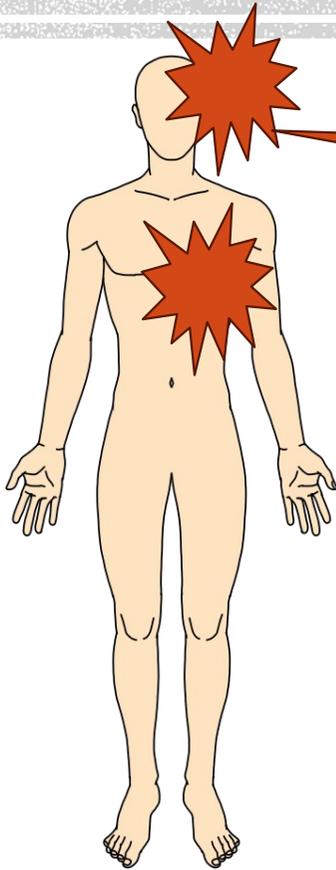


手術室準備中に . . .
血圧低下、意識状態悪化！！！！

実は . . .
腹腔内臓器損傷による大量出血あり

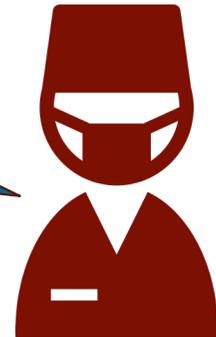


たとえば・・・



・・・ううっ・・・

意識状態悪く頭部外傷だ！
すぐに頭部CT撮って手術！！



CT室で
呼吸状態悪化、血圧低下・・・心肺停止！

実は・・・
胸部外傷による緊張性気胸！！



PTDを減らすために

外傷診療の目的は「防ぎうる外傷死」をいかに減らすか



外傷診療の標準化が必要

2002年より

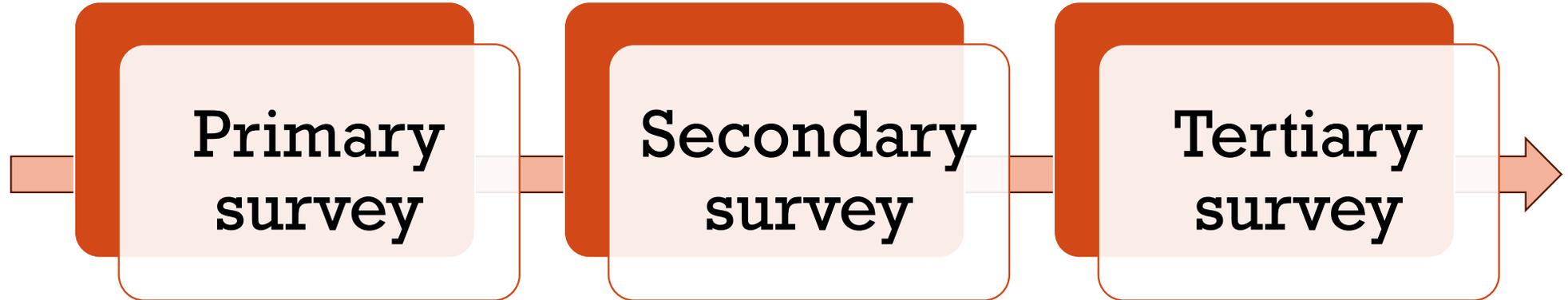
- 外傷初期診療ガイドライン作成
- 研修コース開始（2日間）

JATEC HPより引用



外傷初期診療 (JATEC)

外傷初期診療の流れ



PRIMARY SURVEY

- Primary surveyとは・・・

生理学的徴候の評価とその蘇生

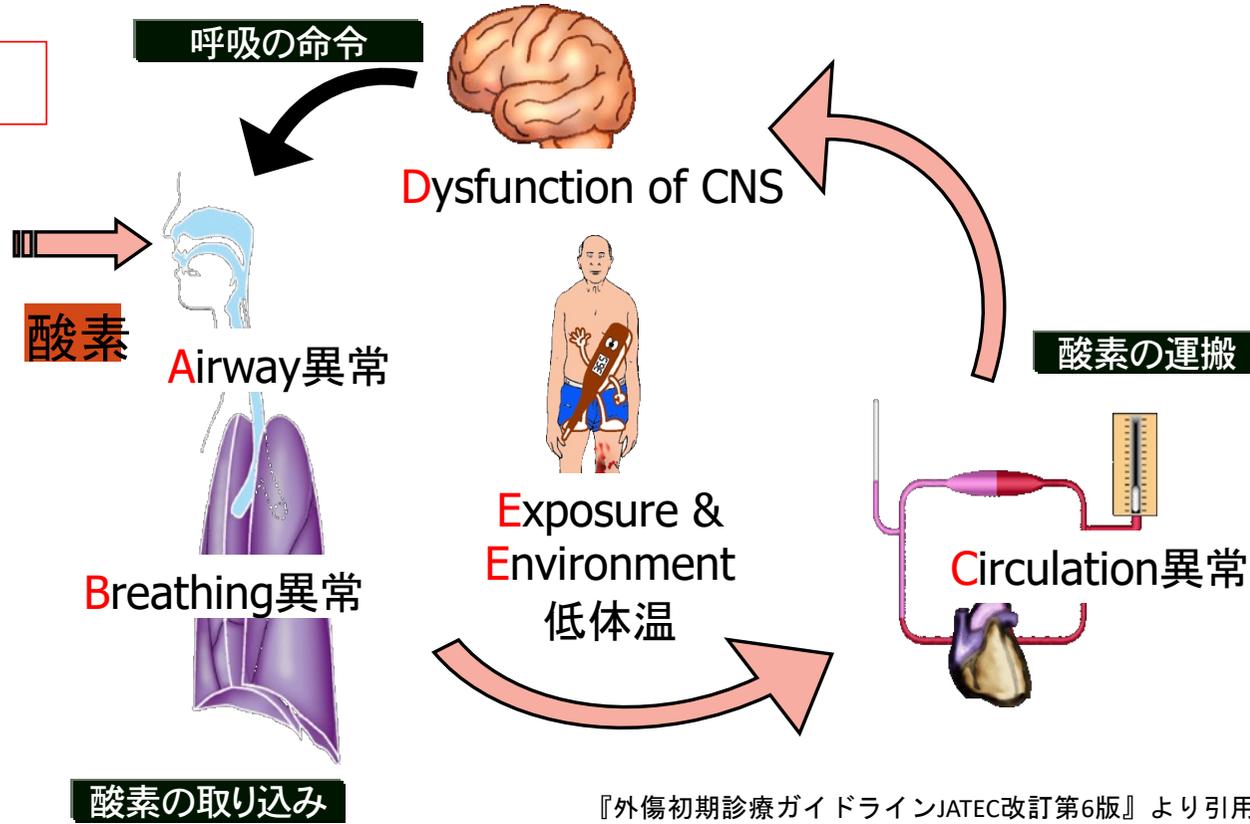
身体所見と必要最低限の画像診断で
生命維持の仕組み（ABCDE）に障害を引き起こす
「致命的な外傷」を迅速に診断し、直ちに蘇生

患者救命のために最も重要



生命維持の仕組み

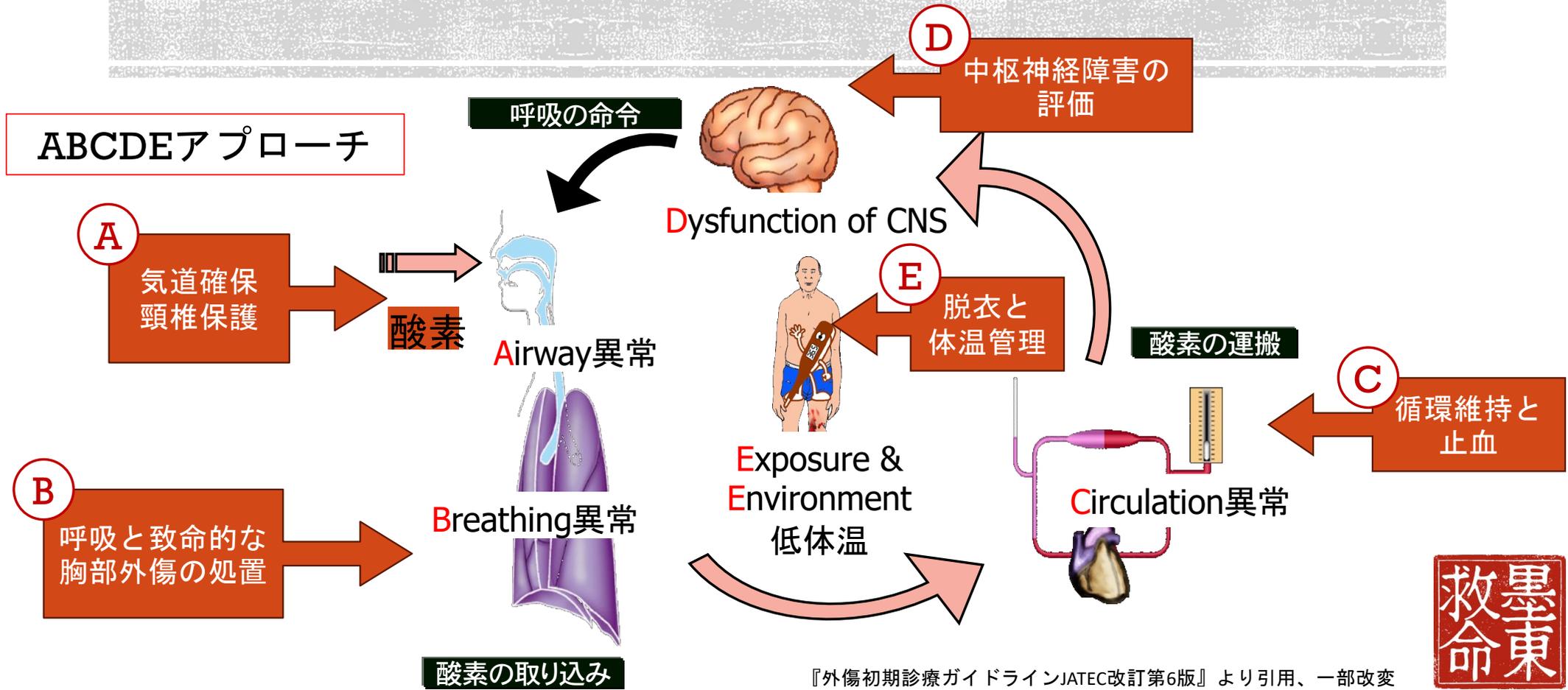
生命維持の仕組み



『外傷初期診療ガイドラインJATEC改訂第6版』より引用、一部改変



PRIMARY SURVEY



PRIMARY SURVEYで留意する損傷

PSで存在する可能性のある蘇生が必要となる主たる損傷・病態

TAFな3XMAPでDH

T : Cardiac tamponade	心タンポナーデ	[C]
A : Airway obstruction	気道閉塞	[AB]
F : Flail chest	フレイルチェスト	[B]
X : Open pneumothorax	開放性気胸	[B]
X : Tension pneumothorax	緊張性気胸	[BC]
X, M : Massive hemothorax	大量血胸	[BC]
A : Abdominal hemorrhage	腹腔内出血	[C]
P : Pelvic fracture	骨盤骨折	[C]
D : Dysfunction of CNS	切迫するD	[D]
H : Hypothermia	低体温	[E]



PS A: AIRWAY

【評価】

- 気道の開通を確認
- 発声の有無、嘔声の有無、陥没呼吸などの有無
- 口腔内の血液や異物

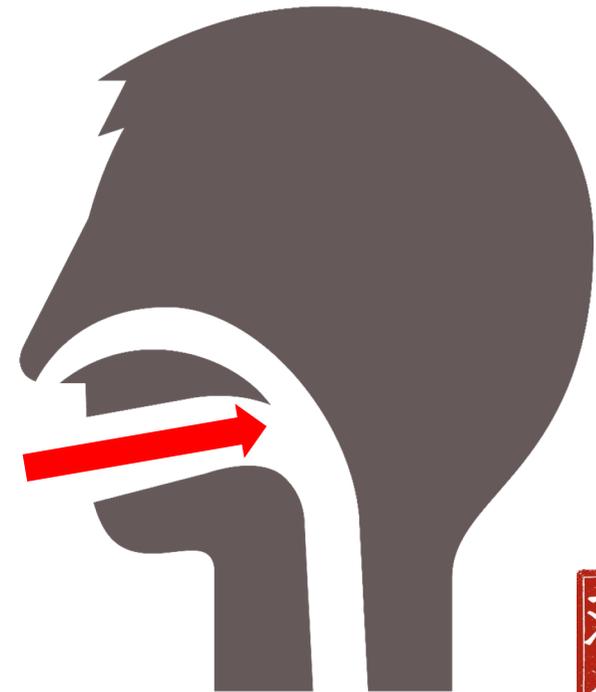
【蘇生が必要な状態】

- 上気道閉塞

【蘇生処置】

- 下顎拳上、吸引などでの異物除去
- 経口気管挿管、輪状甲状靭帯穿刺・切開

同時に頸椎の保護も行う



PS B: BREATHING

【評価】

呼吸と胸郭の評価

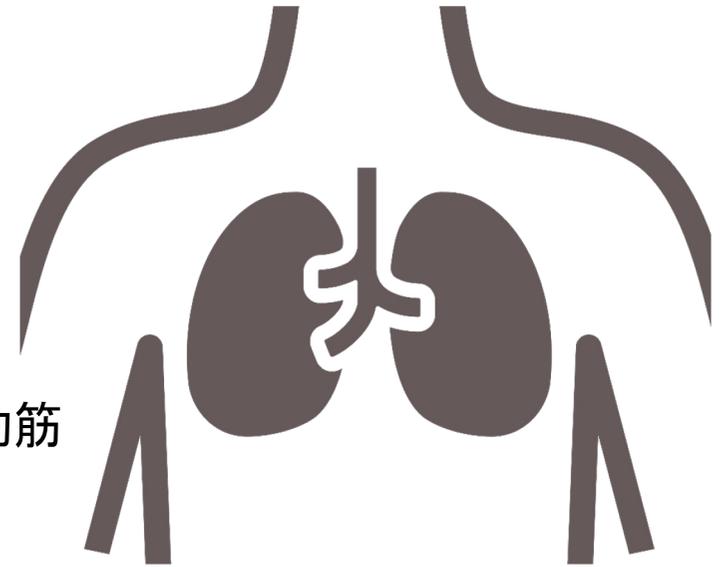
- 胸郭拳上の左右差、flail chestの有無
- 呼吸音左右差、呼吸回数、SpO₂
- 握雪感はないか、動揺性はないか
- 鼓音や濁音はないか
- 頸部も観察：気管偏位、頸静脈怒張、呼吸補助筋

【蘇生が必要な状態】

- 開放性気胸、低酸素状態、緊張性気胸(BC)、大量血胸(BC)

【蘇生処置】

- 補助換気、気管挿管、陽圧換気、胸腔穿刺、胸腔ドレナージ



PS B: BREATHING

緊張性気胸

閉塞性ショックを呈する：ショック＋呼吸不全

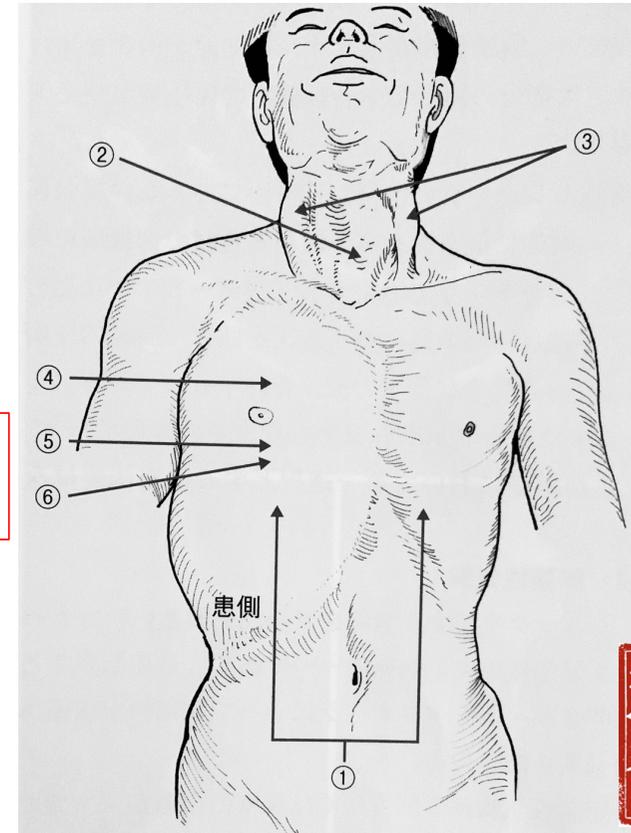
最も緊急性の高い病態の1つ

【身体所見】

- ① 胸郭運動左右差
- ② 気管偏位
- ③ 頸静脈怒張
- ④ 呼吸音減弱・消失
- ⑤ 皮下気腫
- ⑥ 打診上鼓音

➤ 緊急胸腔穿刺
➤ 胸腔ドレナージ

身体所見のみで迅速に診断
(レントゲン撮る前に)



PS C:CIRCULATION

ショックがあるかどうかをできるだけ早く認知！！

	Class I	Class II	Class III	Class IV
出血量 (ml)	<750	750-1500	1500-2000	>2000
出血量 (%)	<15%	15-30%	30-40%	>40%
脈拍数	<100	>100	>120	>140 or 徐脈
血圧	不変	収縮期不変 拡張期↑	収縮期↓ 拡張期↓	収縮期↓ 拡張期↓
脈圧	不変 or ↑	低下	低下	低下
呼吸数	14-20	20-30	30-40	>40 or なし
意識レベル	軽度の不安	不安	不安、不穏	不穏、無気力



PS C:CIRCULATION

ショックがあるかどうかをできるだけ早く認知！！

【評価】

身体所見を重視する

S: Skin 皮膚の冷感、湿潤など

H: HR 頻脈の有無、脈の強弱など

O: Outer bleeding 外出血の有無

C: CRT 爪を5秒圧迫し何秒で色調が戻るか(2秒以上は異常)
Consciousness 意識 脳血流↓不安、不穏、攻撃的など

K: Ketsuatsu 血圧



PS C:CIRCULATION

外傷によるショック

- 循環血液量減少性ショック (出血性ショック)

Free spaceへの出血 ⇒ 腹腔、胸腔、後腹膜腔、外出血

- 閉塞性ショック

心タンポナーデ
緊張性気胸

身体所見

FAST

胸部、骨盤のレントゲン

ほとんどが
出血性ショック

身体所見

- 血液分布異常性ショック (神経原性ショック)

高位脊髄損傷

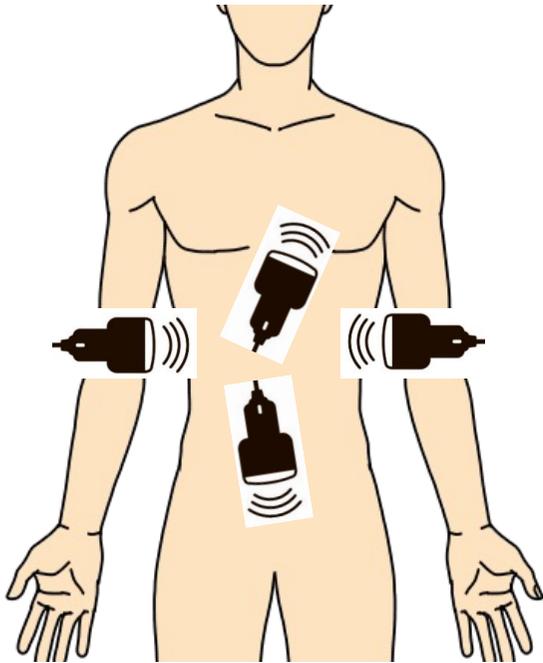
- 心原性ショック

鈍的心損傷



PS C: CIRCULATION

FAST : Focused Assessment with Sonography for Trauma



- ① 心嚢水 (閉塞性ショック)
- ② モリソン窩、右胸腔
- ③ 脾周囲、左胸腔
- ④ 膀胱周囲

- ⑤ 肺野 (気胸の評価)

E-FAST : Extended FAST

繰り返し行うことが大切！！



PS C:CIRCULATION

単純レントゲン撮影：胸部と骨盤

胸部レントゲン（PS）

- 1 大量血胸
- 2 肺挫傷
- 3 flail chestの原因となる多発肋骨骨折
- 4 陽圧換気が必要な場合の気胸の有無
- 5 挿入されたカテーテルやチューブの位置



骨盤レントゲン（PS）

- 1 不安定型骨盤骨折の有無
- ⇒骨盤輪が破綻（後腹膜出血の原因）



PS C:CIRCULATION

【ショックの認知】

SHOCK



【原因検索】

身体所見

FAST

胸部・骨盤X線



ショックへの対応

【閉塞性ショックへの対応】

緊張性気胸：胸腔ドレナージ・胸腔穿刺
心タンポナーデ：心嚢穿刺、心膜開窓術

【出血性ショックへの対応】

輸液ルートの確保 ⇒ 初期輸液療法
外出血の圧迫・ターニケット
骨盤骨折：簡易骨盤固定



Muranaka Online HPより引用



PS C: CIRCULATION

初期輸液療法

乳酸リンゲル液1ℓを15分～20分で投与
その反応を見て治療方針を決定

初期輸液に反応

そのままPSを継続



初期輸液に反応しない

輸血、気管挿管、止血

なにより**止血**を意識！
（手術・血管塞栓など）



PS C: CIRCULATION

止血

圧迫可能

直接圧迫



ターニケット

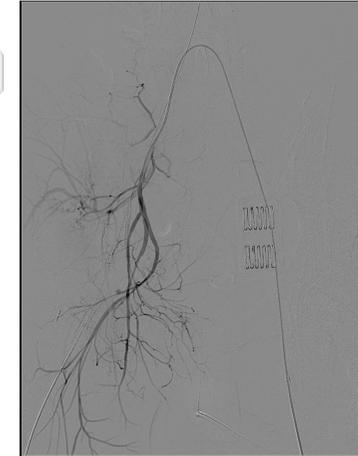


圧迫不可能

緊急手術



血管塞栓



PS D:DISFUNCTION OF CNS

【評価】

‘切迫するD’という状態があるかどうか

- 麻痺
- 意識
- 瞳孔不同

【切迫するD】

Glasgow Coma Scale（GCS）8点以下（EOVOMO）

または経過中にGCSの2点以上の低下

片麻痺、瞳孔不同など、その他脳ヘルニア徴候のある場合

【対応】

脳神経外科コール、経口気管挿管

ABCの安定を確認し、SSの最初に頭部CT ⇒減圧手術など



PS E:EXPOSURE/ENVIROMENT

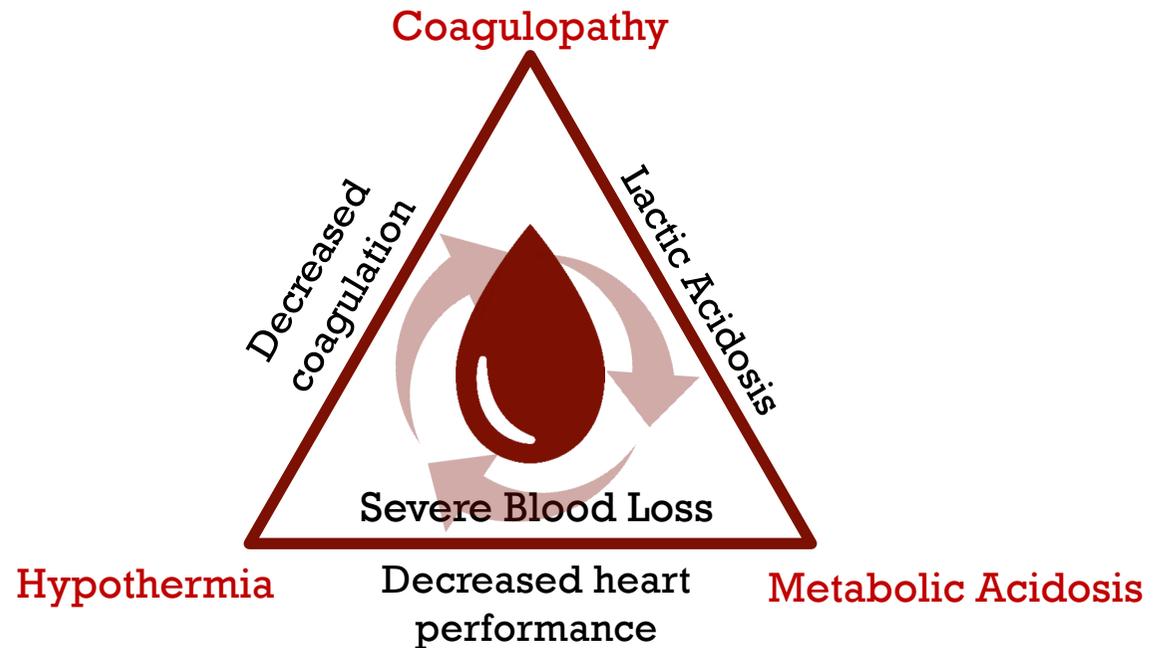
➤ 脱衣

全身脱衣を行い、損傷の評価を行う

➤ 保温

低体温の有無の評価とその予防

外傷死の3徴 : Lethal Triad



SECONDARY SURVEY

- Secondary surveyとは . . .

解剖学的な異常、根本治療が必要な損傷の検索

ABCDが安定しているという前提でSSへ

⇒切迫するDあれば最初に頭部CT (同時にpan scanも可)

AMPLE、Head to Toe

必要なレントゲン、CTの撮影 (trauma pan scan)

FIXES



SS AMPLE

AMPLE		
A	Allergy	アレルギー歴
M	Medication	服用中の治療薬・嗜好品
P	Past History & Pregnancy	既往歴、妊娠の有無
L	Last meal	最終の食事
E	Event	受傷機転や受傷現場の状況



SS HEAD TO TOE

- 頭の前からつま先まで、背部まで観察。直腸診も。
- 最後に神経学的所見も評価。
- 解剖学的な異常の検索を主眼としての診察。
基本は「見て、聞いて、触って、（叩いて）」
- 途中で異常を見つけた場合はvital signsを評価
⇒vital signsに異常あれば、A, B, C . . . に戻る



SS HEAD TO TOE

- 頭部顔面：創傷の有無、皮下血腫、顔面変形・疼痛、パンダの目徴候
- 頸部：創傷、気管偏位、皮下気腫、頸静脈怒脹、後頸部痛 . . .
- 胸部：呼吸の評価、皮下気腫、肋骨・胸骨の圧痛、胸部Xp再確認、ECG . . .
- 腹部：腹部膨隆、シートベルト痕、圧痛、蠕動音、FAST再検 . . .
- 骨盤部：創傷の有無、骨盤Xp再確認、そっと触診 . . .
- 会陰部：創傷の有無、尿道出血、直腸診 . . .
- 下肢：変形、腫脹、麻痺など . . .
- 上肢：変形、腫脹、麻痺など . . .
- 背部：創傷、脊柱の変形や圧痛など . . .
- 神経学的所見：麻痺、意識、瞳孔など . . .

頭の先からつま先まで
背部まで
解剖学的に治療や検査
が必要となる損傷を
細かく探していく



SS PSで撮影したX線の再評価

観察ポイント

- ① 気管・気管支
- ② 胸腔・肺実質
- ③ 縦隔
- ④ 横隔膜
- ⑤ 骨性胸郭
- ⑥ 軟部組織
- ⑦ チューブ・輸液ライン

① 気管・気管支の損傷や偏位など

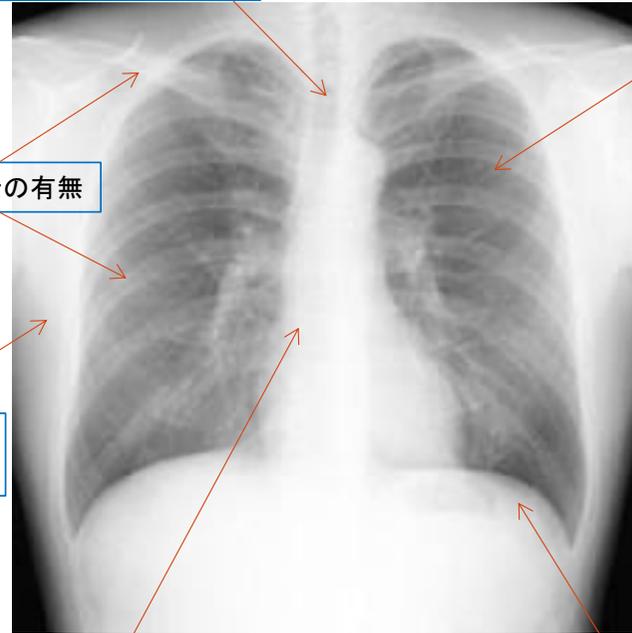
② 胸腔・肺野の異常
(血気胸、肺挫傷の有無)

⑤ 骨折の有無

⑥ 軟部陰影
(皮下気腫)

③ 縦隔の拡大や縦隔気腫の有無
(大動脈損傷、食道損傷、気管損傷)

④ 横隔膜の異常
(横隔膜損傷、気胸)



SS FIXES

- FIXESでやり忘れをチェック！

FIXES		
F	Finger & tube	全ての穴の観察、尿カテなどのチューブ
I	IV, IM	抗生剤、破傷風予防など
X	X-ray	レントゲンやCTなどの撮影
E	ECG	心電図
S	Splint	シーネ固定

TERTIARY SURVEY

■Tertiary surveyとは・ ・

見落としを回避するための再診療

- 患者が症状を訴えない/訴えられない状況
アルコール摂取、意識障害、鎮静・鎮痛、高齢者・小児・外国人
- 仰臥位では症候が出現しにくい状況
脊椎圧迫骨折、変形ない下肢の骨折、寛骨臼骨折などは荷重がかからないと症状出にくい
- 早期には症候が出現しにくい損傷
炎症、虚血を起こす疾患、腸管損傷・腓損傷など
- 医師の注意を引く隣接臓器損傷の存在
骨折・脱臼などの伴う神経・血管・靭帯損傷、同一肢の骨折など



外傷初期診療のまとめ

PS : 生理学的評価と蘇生 (ABCDE)

SS : 解剖学的評価と根本治療のための検索

TS : 見逃し損傷の再評価



外傷診療の質の変化は？

➤ JATECの普及後、外傷患者の死亡率低下（2004-2011）

Hondo K, Shiraishi A, Fujie S, et al. In-hospital trauma mortality has decreased in Japan possibly due to trauma education. J Am Coll Surg 2013;217:850–7.

➤ 10年間で外傷患者の院内死亡率低下（2004-2013）

Nagata I, Abe T, Uchida M, et al. Ten-year in hospital mortality trends for patients with trauma in Japan: A Multicentre observational study. BMJ Open 2018;8:e018635.

➤ 10年間で小児外傷患者の院内死亡率低下（2009-2018）

Toida C, Muguruma T, Gakumazawa M, et al. Ten-year in-hospital mortality trends among Paediatric injured patients in Japan: A nationwide observational study. J Clin Med 2020;9:3273.

本邦の外傷診療体制や教育の強化より
外傷患者の院内死亡率は低下傾向にある



初期診療の次の段階？

A B C D E



大量出血・出血性ショックへの
迅速かつ適切な介入が重要



外傷外科手術の基本

C の異常に対する
最も迅速かつ的確な介入 ⇒ 外傷外科手術

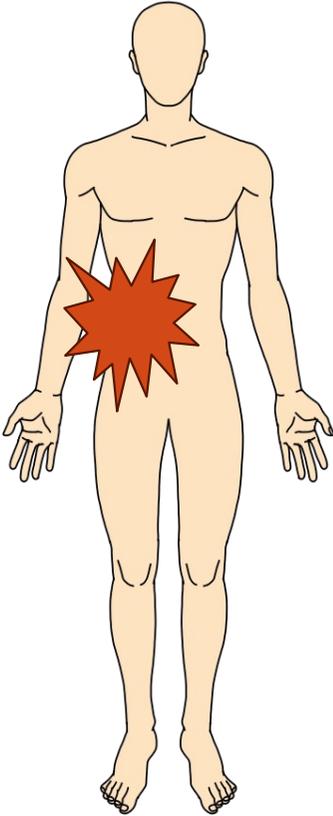
手術中

出血の制御
損傷部の評価
汚染の制御

根治手術が可能かどうかの判断



例えば . . .



Primary survey

- A Intact
- B OK, but tachypnea
- C Shock, FAST 腹腔内 (+)
- D 軽度意識障害あり、不穩
- E BT 35.0°C

腹腔内出血に
緊急開腹手術

例えば . . .

肝損傷



- ✓ 出血の制御
- ✓ 汚染の制御

根治のために
肝後区域切除
を行います

長時間かけて
完璧な後区域切除を実施
腸管損傷もあったため
切除して吻合

安定した患者さんでは
良いかもしれない



例えば . . .

肝損傷



- ✓ 出血の制御
- ✓ 汚染の制御

根治のために
肝後区域切除
を行います

ショック状態の患者に

長時間かけて
完璧な後区域切除を実施
腸管損傷もあったため
切除して吻合

完璧な根治手術ができました

しかし、残念ながら患者は亡くなりました . . .



DECISION MAKING

救命を優先

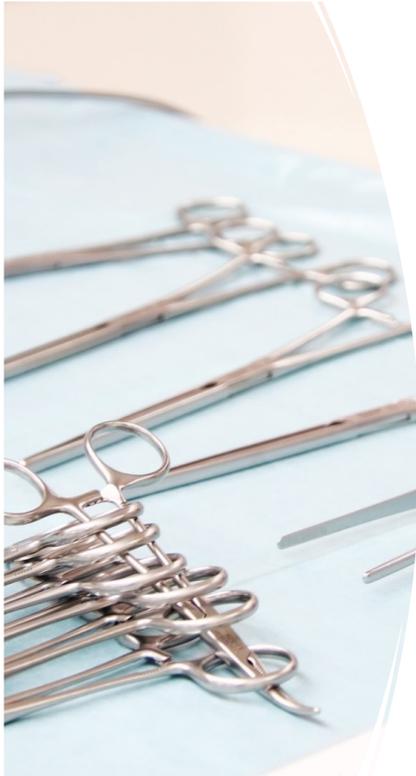
根治的手術

根治術が可能かの判断
Decision making

Damage Control



本日の内容



1. 「防ぎうる外傷死」と外傷初期診療ガイドライン
2. **ダメージコントロール戦略とDamage control resuscitation**
3. Hybrid Emergency Room Systemを用いた治療戦略



ダメージコントロール？



米国海軍で用いられてきた用語

被弾して損傷を受けた戦艦の
被害を最小限に留め
修復可能な母港へ帰航することで
再び戦艦を戦闘可能な状態に復帰

この一連の応急策

Damage control



外傷におけるダメージコントロール戦略



患者救命を最優先課題として行う
一連の応急対策

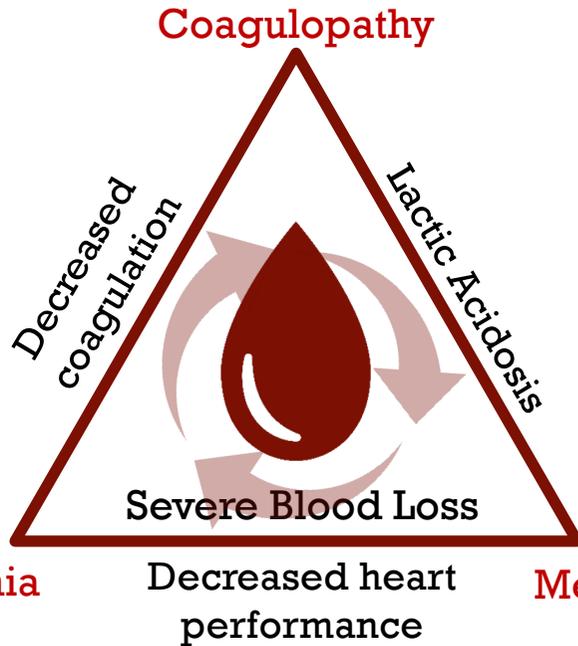
Damage control戦略

損傷を受けた患者の
生理学的な破綻を最小限に留め
立て直し可能なICUに移動
再び根治手術/治療に耐えうる
状態にまで復帰させる



外傷におけるダメージコントロール戦略

外傷死の3徴 : Lethal Triad 患者救命を最優先課題として行う一連の応急対策



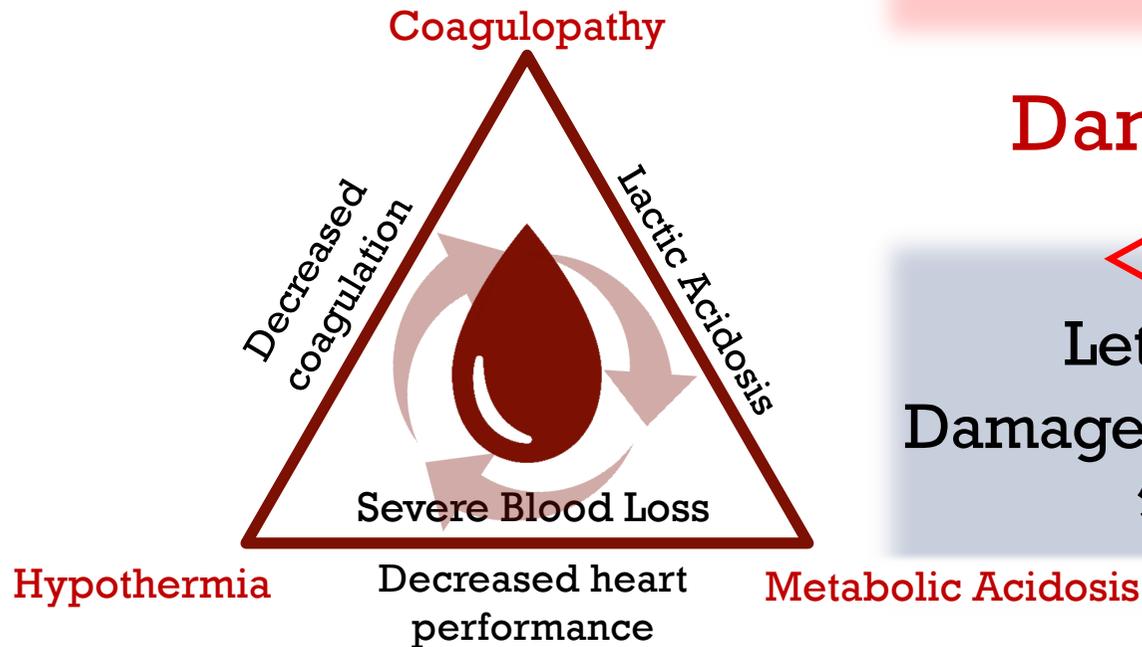
Damage control戦略

損傷を受けた患者の
生理学的な破綻を最小限に留め
立て直し可能なICUに移動
再び根治手術/治療に耐えうる
状態にまで復帰させる



外傷におけるダメージコントロール戦略

外傷死の3徴 : Lethal Triad 患者救命を最優先課題として行う一連の応急対策



Damage control戦略

<生理学的な破綻>

Lethal triadが揃う前に
Damage control戦略をとることを
外科医が決断する
必要がある



ダメージコントロール戦略

Damage control strategy



DAMAGE CONTROL RESUSCITATION

Damage control resuscitation

蘇生的手術
Abbreviated
surgery

止血までの
低血圧許容
晶質液投与の
制限

血液凝固障害の
是正

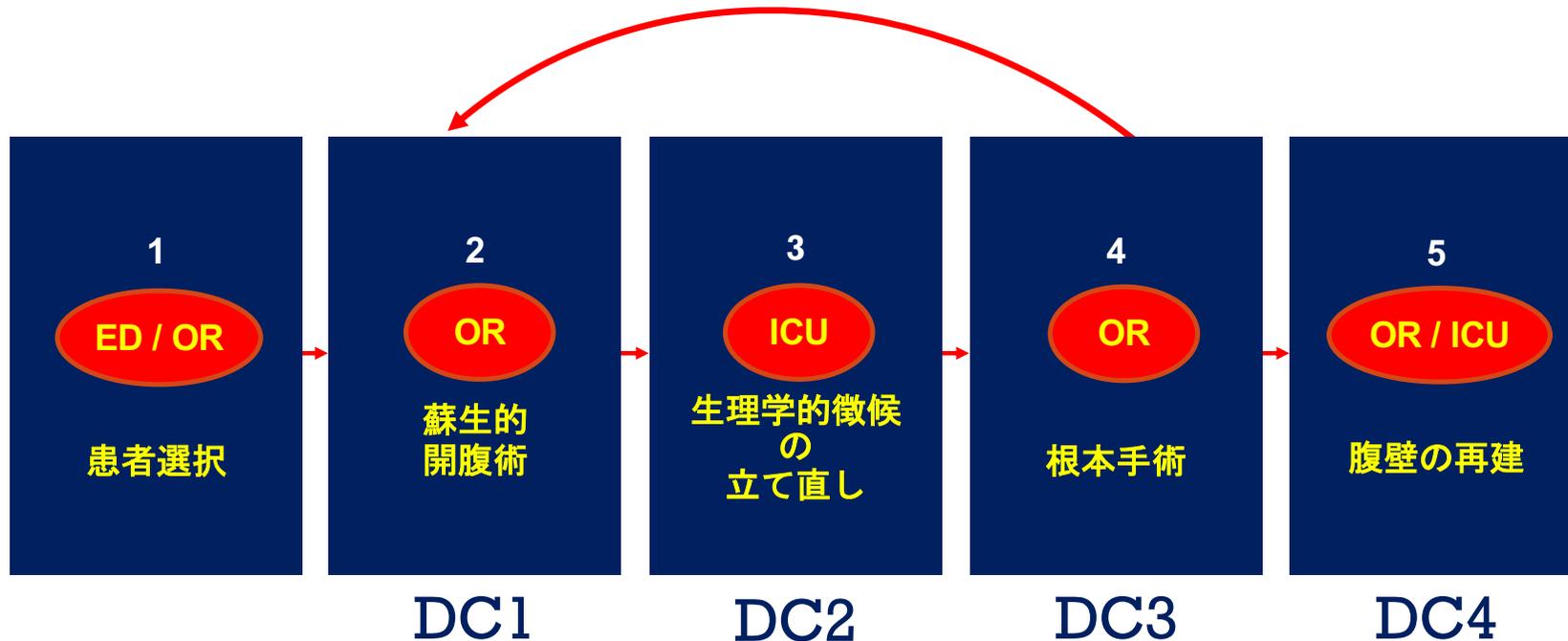
低体温の
是正

アシドーシスの
是正

図1 Damage control resuscitationの概念



DAMAGE CONTROL SURGERYの5ステップ



患者選択

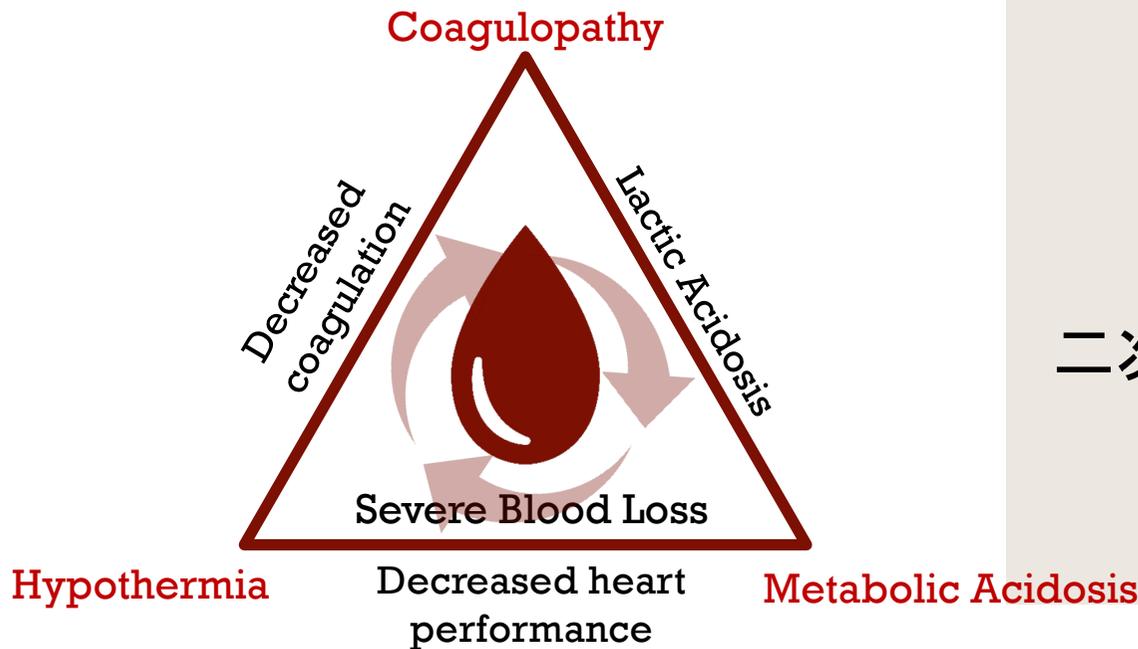
外傷死の3徴 : Lethal Triad

臨床的な因子 : 死の三徴

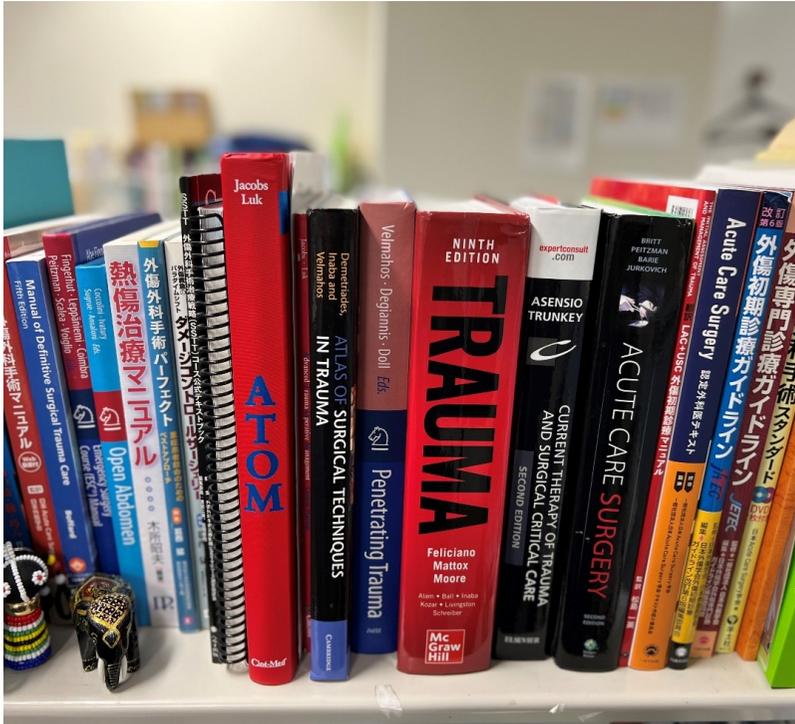
- ✓ 低体温 : 体温 $< 34^{\circ}$
- ✓ 重篤な代謝性アシドーシス
 - pH < 7.2
 - Lactate > 5 mmol/l
- ✓ 凝固障害
 - 大量輸血

二次的な因子

- ✓ 根本的修復が困難
- ✓ 手術時間が90分を超える
- ✓ 複合損傷がある



蘇生的手術（ABBREVIATED SURGERY）



外傷外科における蘇生的手術

迅速な出血の制御
迅速な汚染の制御
一時的な腹壁の閉鎖

✓ 迅速性

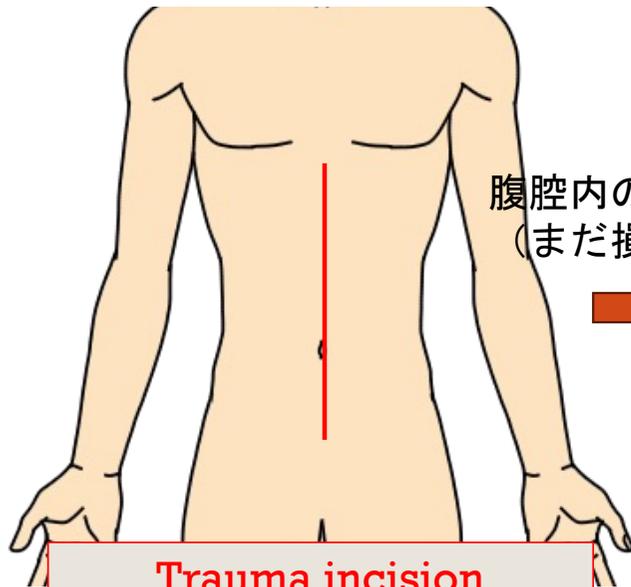
✓ 確実性

Decision Making



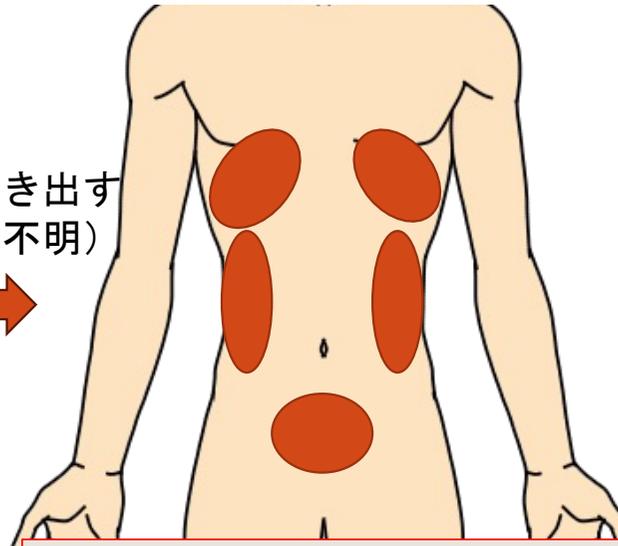
蘇生的手術 (ABBREVIATED SURGERY)

Trauma laparotomy



Trauma incision
剣状突起から恥骨上まで

腹腔内の血液を掻き出す
(まだ損傷臓器は不明)



もっとも損傷がなさそうなところから
パッキングガーゼを除去し、損傷臓器を評価

5点パッキング

1. 右横隔膜下 (肝周囲)
2. 左横隔膜下 (脾周囲)
3. 右傍結腸溝
4. 左傍結腸溝
5. 膀胱直腸窩

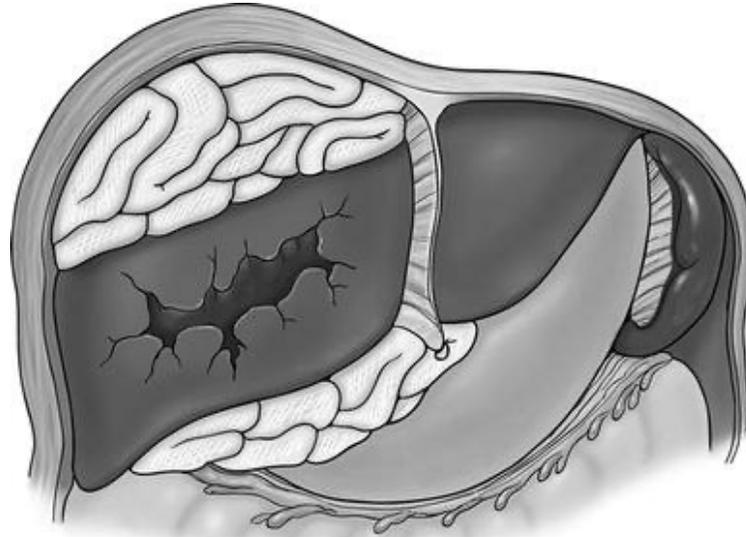


蘇生的手術 (ABBREVIATED SURGERY)

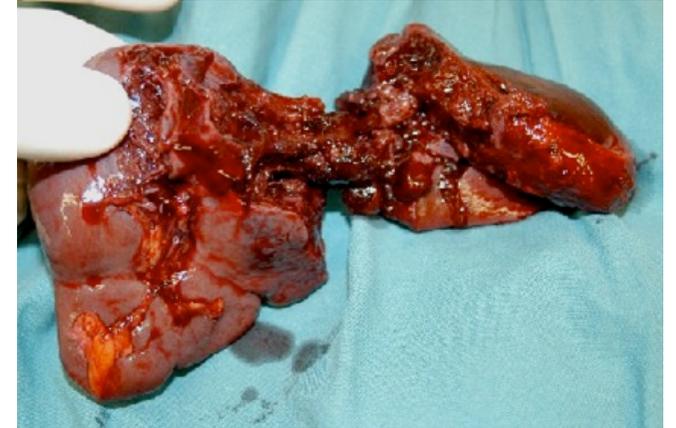
迅速な出血の制御 : Hemorrhage control

Techniques:

- パッキング
- 切除
- 結紮/縫合
- シヤント



肝損傷



脾損傷



蘇生的手術 (ABBREVIATED SURGERY)

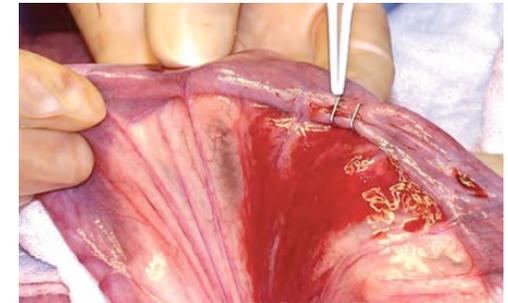
汚染の制御 : Contamination control

Techniques:

- 修復 : 縫合
- 切除 : ステープラー
- ドレナージ



腸管吻合はしない



ATOM student manualより引用

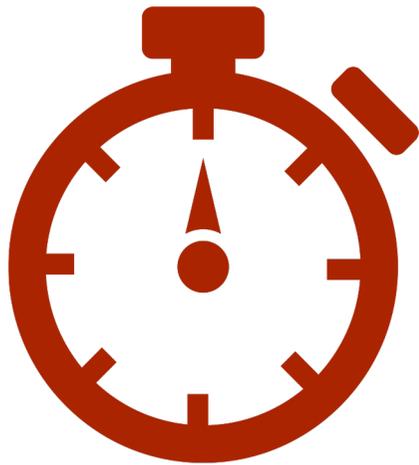
蘇生的手術 (ABBREVIATED SURGERY)

一時的な腹壁閉鎖 : Temporary abdominal closure



蘇生～計画的再手術

ICUで蘇生を行い、
根治手術のために手術室に戻る



初回手術から**12時間～36時間**の間に実施

Not too late, not too early!

- パッキングの除去
- 止血の確認
- 腸管の吻合
- 閉腹（筋膜閉鎖）



DAMAGE CONTROL RESUSCITATION

Damage control resuscitation

蘇生的手術
Abbreviated
surgery

止血までの
低血圧許容
晶質液投与の
制限

血液凝固障害の
是正

低体温の
是正

アシドーシスの
是正

図1 Damage control resuscitationの概念

Balanced resuscitation



FLUID RESUSCITATION

以前は . . .

Cの異常 **Shock** ⇒
出血性ショック = 循環血液量減少

Crystalloid（晶質液）による

**Aggressive
resuscitation**

ところが . . .



晶質液によるAGGRESSIVE RESUSCITATIONの弊害

✓合併症の増加

- 呼吸循環器系合併症の増加
- 消化管機能障害
- 凝固障害の進行
- 免疫・炎症系の障害
- 腹部コンパートメント症候群
- 代謝性アシドーシスの進行
- 低体温のリスク
- 死亡率の増加

✓再出血のリスク

- 損傷部の圧の上昇により凝血塊がはずれることで再出血



BALANCED RESUSCITATION

✓ Permissive hypotension

主な出血源が止血されるまでは低血圧を容認した蘇生を行う

GCS \leq 8

脳損傷のない患者

重症頭部外傷のある患者

収縮期血圧 80~90mmHg
(平均血圧 50~60mmHg)

平均血圧 80~90mmHg



BALANCED RESUSCITATION

✓ Permissive hypotension

- 病院前で低血圧を許容した群と正常血圧群：死亡率に差なし

Dutton RP, Mackenzie CF, Scalea TM. Hypotensive resuscitation during active hemorrhage: impact on in-hospital mortality. *J Trauma*. 2002;52(6):1141-1146. doi:10.1097/00005373-200206000-00020

- 低血圧を許容した群で24時間以内の早期死亡率が低下する

Morrison CA, Carrick MM, Norman MA, et al. Hypotensive resuscitation strategy reduces transfusion requirements and severe postoperative coagulopathy in trauma patients with hemorrhagic shock: preliminary results of a randomized controlled trial. *J Trauma*. 2011;70(3):652-663. doi:10.1097/TA.0b013e31820e77ea

止血までの低血圧での管理は容認される戦略



SYNTHETIC COLLOIDS ?

ヘスパンダーやアルブミンなどのコロイドは
出血が持続している外傷患者では

使用を控えるべき

- 外傷患者における急性腎障害や多臓器障害の発生率が増加

Williams T, Parker R, The role of synthetic colloids for the volume resuscitation of critically ill adults, *Emergency Medicine Journal* 2013;30:269

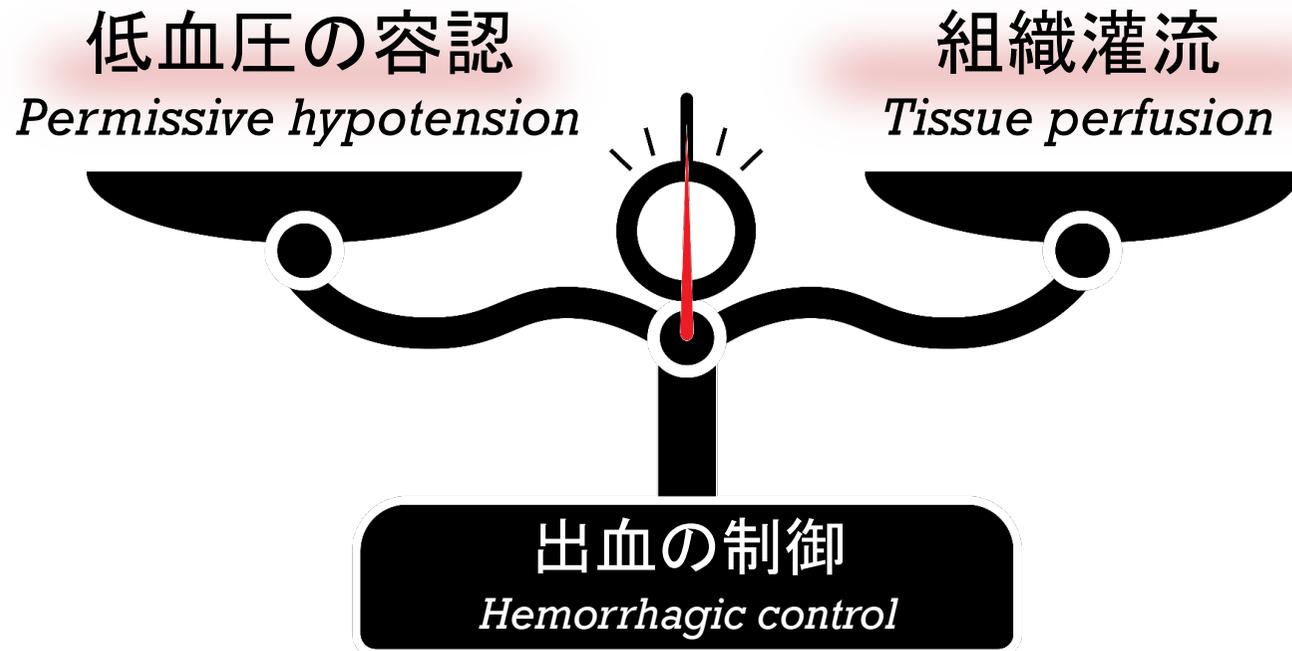
- 重症外傷患者での急性腎障害や腎代替療法の必要性が増加

Hilbert-Carius P, Schwarzkopf D, Reinhart K, et al. Synthetic colloid resuscitation in severely injured patients: analysis of a nationwide trauma registry (TraumaRegister DGU). *Sci Rep.* 2018;8(1):11567. Published 2018 Aug 1. doi:10.1038/s41598-018-30053-0



BALANCED RESUSCITATION

Balanced resuscitation



BALANCED RESUSCITATION

Balanced resuscitation

低血圧の容認

Permissive hypotension

組織灌流

Tissue perfusion

晶質液の制限

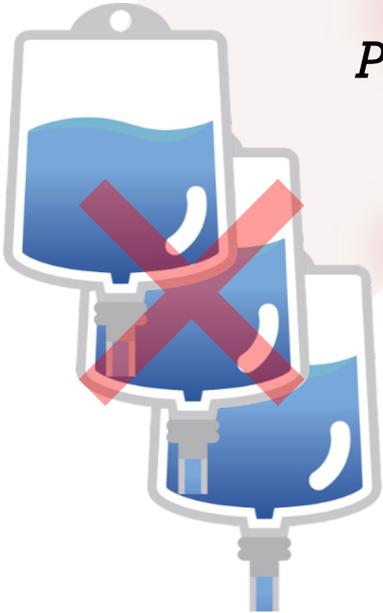
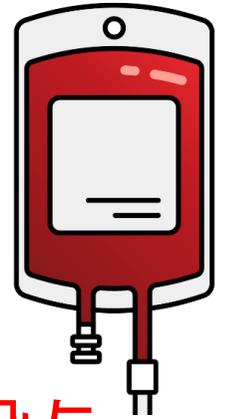
Limit Crystalloid

早期からの血液製剤投与

Immediate administration of blood products

出血の制御

Hemorrhagic control



DAMAGE CONTROL RESUSCITATION

Damage control resuscitation

蘇生的手術
Abbreviated
surgery

止血までの
低血圧許容
晶質液投与の
制限

血液凝固障害の
是正

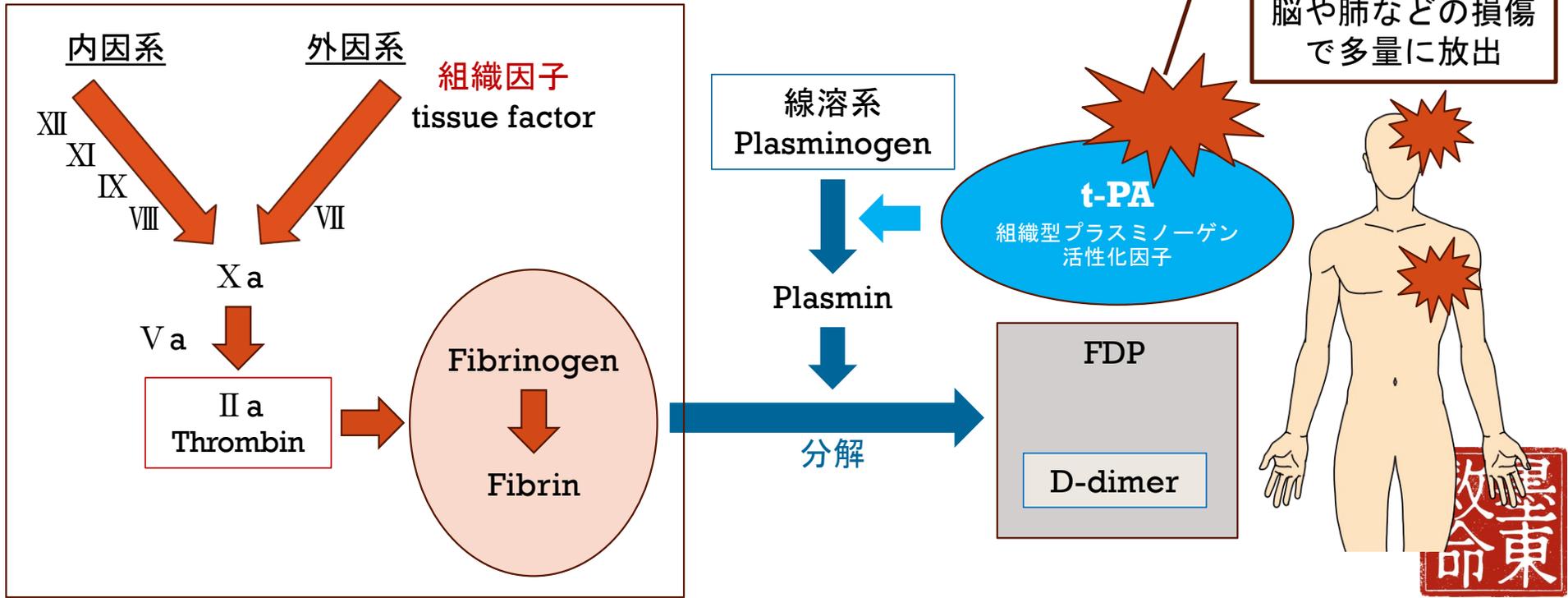
低体温の
是正

アシドーシスの
是正

図1 Damage control resuscitationの概念

そもそも外傷による凝固障害とは？

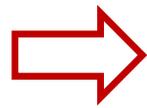
線溶亢進型凝固障害



HEMOSTATIC RESUSCITATION

✓輸血戦略は??

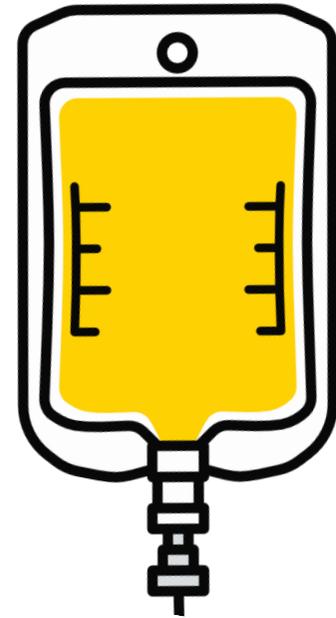
出血



赤血球

+

凝固因子



HEMOSTATIC RESUSCITATION

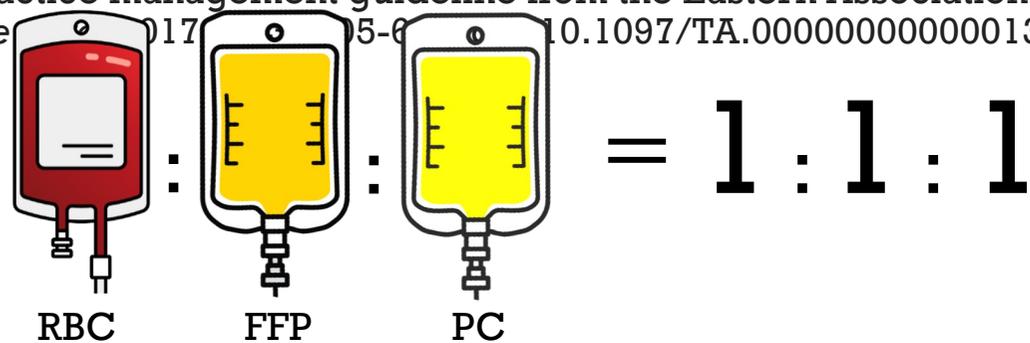
✓赤血球に対して、新鮮凍結血漿・血小板の割合は？

➤ FFP:PC:RBC=1:1:1と1:1:2の群を比較、前者で止血成功率が高く出血死が減少

Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, et al. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA*. 2015;313(5):471-482. doi:10.1001/jama.2015.12

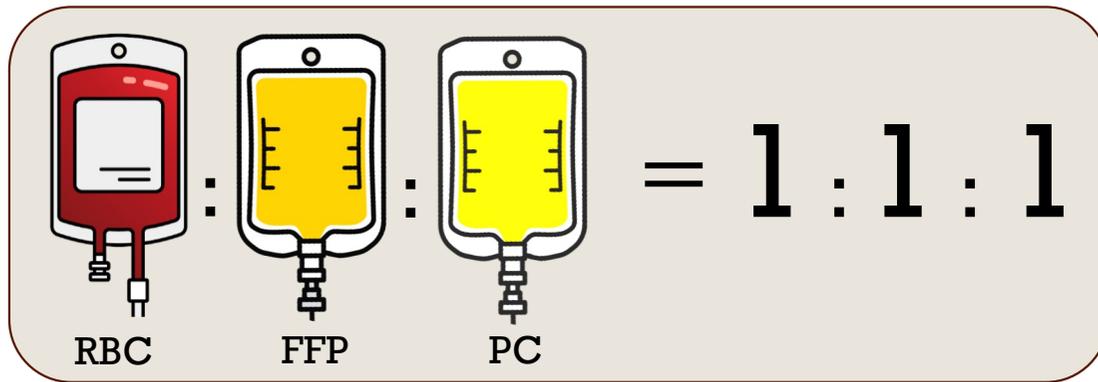
➤ FFPとPCをRBCに対して、高比率で投与 (EAST Guideline)

Cannon JW, Khan MA, Raja AS, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care* 2017;17(5-6):10.1097/TA.0000000000001333



大量輸血プロトコル

✓ Massive Transfusion Protocol (MTP) の作成



× バランスよく？
何セット？
いつまで？

- 大量輸血が必要な状況では、迅速かつ適切な比率での成分輸血の搬送と投与が必要
- 院内でのプロトコルの整備と実行が患者の予後を改善

一度、MTPを発動すれば

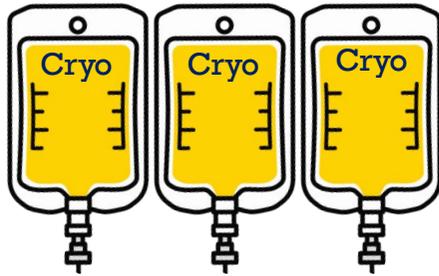
中止をかけるまで適切な比率で輸血が運ばれ続ける・・・など



HEMOSTATIC RESUSCITATION

✓最初に閾値を下回るのがFibrinogen

① クリオプレシピテート



- FFP 4-5単位を濃縮して作成
- 小さく、比較的短時間で溶解
(FFPより短時間)

② フィブリノゲン製剤



- 日本では外傷に保険適応なし



HEMOSTATIC RESUSCITATION

✓ Whole Blood 全血輸血？

- 蘇生輸液としての全血輸血が米国を中心に近年再注目 (戦地でのその止血効果の高さ)

低力価O型全血輸血

(LTOWB: Low titer type O whole blood)

- 抗A抗体, 抗B抗体が低力価のWhole blood

WBのメリット

解凍不要かつ全成分を単一の静脈路から即時に投与可能
→ 迅速な「バランスの良い輸血戦略」を開始可能



HEMOSTATIC RESUSCITATION

✓ トラネキサム酸 (Tranexamic acid :TXA) 抗プラスミン作用



The CRASH-2 trial: a randomised controlled trial and economic evaluation of the effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events and transfusion requirement in bleeding trauma patients

- 大量出血を伴う外傷患者の院内死亡はTXA投与によって有意に減少。
- 特に受傷後3時間以内に、できる限り早いタイミングでの投与が重要。

最初に1gを10分かけて投与
その後、同量を8時間かけて投与



HEMOSTATIC RESUSCITATION

✓カルシウム製剤

- カルシウムも血液凝固に重要なcofactor
- 大量輸血：血液保存用のクエン酸でキレートされ低下
- 低カルシウムは不整脈による心停止の原因に

**カルシウム濃度を正常範囲に維持
(0.9mmol/L以上)**



MONITORING OF COAGULATION

✓ 通常の血液検査

- PT, APTT, Fibrinogen, FDP, D-dimerなど
→測定結果が出るまでに時間がかかるという問題点

✓ Point-of-care testing device

- その時点でのFibrinogenの値のみ迅速に測定
→Point-of-care その時点での数値のみ（繰り返し測定）
→誤差



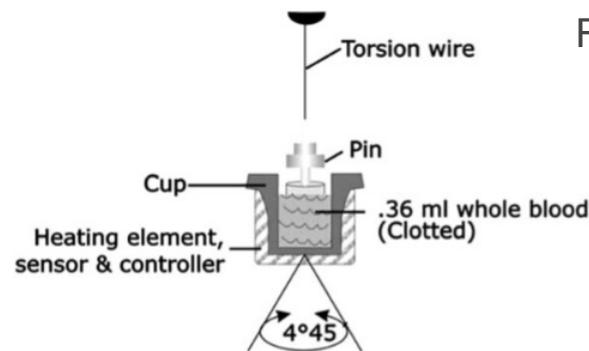
MONITORING OF COAGULATION

- ✓ 血液粘弾性検査を用いた目標指向型治療
Goal-directed therapy with Viscoelastic test
- 固定比ではなく、凝固のより詳細な評価をもとに補正
- TEG[®]やROTEM[®]などの血液粘弾性検査

TEG[®]6s



Haemonetics HPより引用



American J Hematol, Volume: 89, Issue: 2, Pages: 228-232,
First published: 03 October 2013, DOI: (10.1002/ajh.23599)

ROTEM[®] Sigma

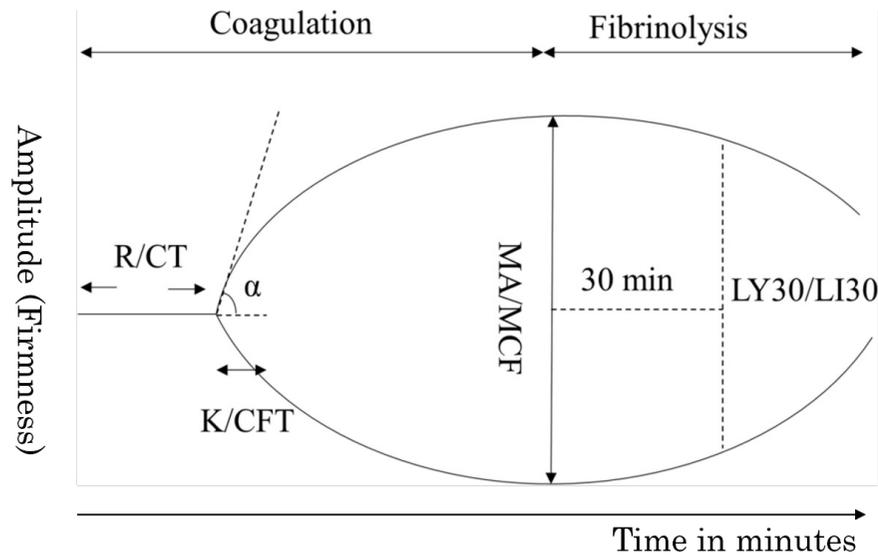


Werfen HPより引用

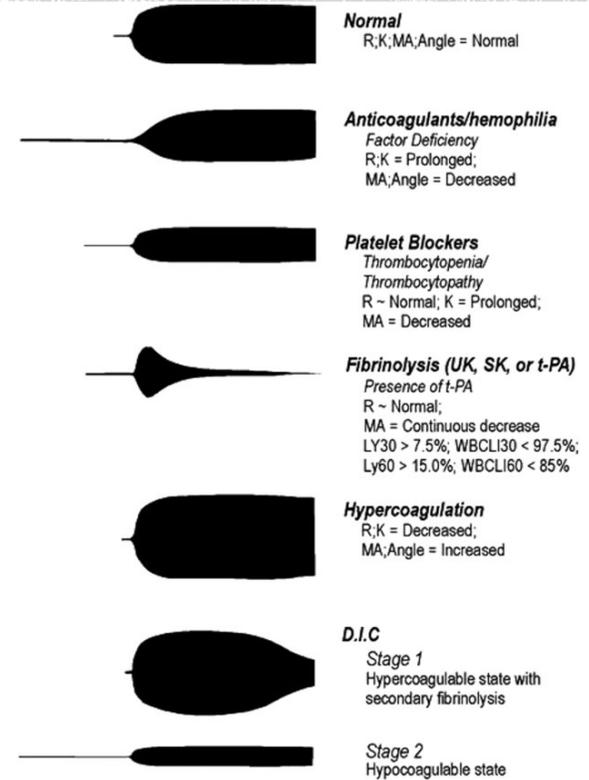


MONITORING OF COAGULATION

- 15分ほどで結果が出る
- リアルタイムに凝固能や線溶の動態を示す



Zhu Z., et al. Utility of viscoelastic hemostatic assay to guide hemostatic resuscitation in trauma patients: a systematic review. World J Emerg Surg. 2022;17(1):48. CC BY 4.0より引用して改変



American J Hematol, Volume: 89, Issue: 2, Pages: 228-232, First published: 03 October 2013, DOI: (10.1002/ajh.23599)



回収式自己血輸血（CELL SAVER[®]）？



Trusted evidence.
Informed decisions.
Better health.

Cochrane review 2015

Cochrane Database of Systematic Reviews

[Intervention Review]

Cell salvage in emergency trauma surgery

- No significant differences between the two groups (cell salvage vs. bank blood) in terms of survival, post-operative infection, or cost.
- Reduction in the amount of banked blood required for transfusion within the first 24 hours following injury among people receiving cell salvage.

有効な可能性あり

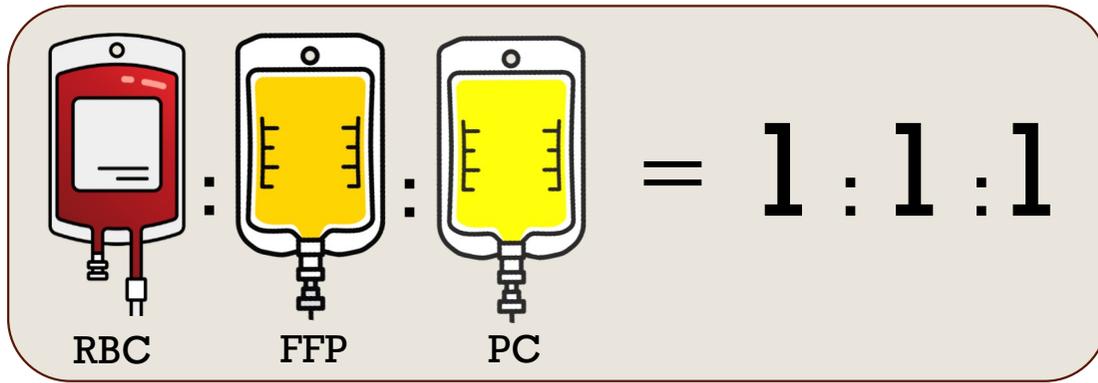


泉工医科工業株式会社HPより

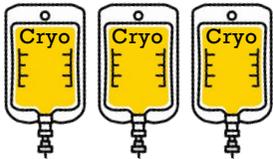


HEMOSTATIC RESUSCITATION

Massive Transfusion Protocol



✓ Cryoprecipitate ✓ Tranexamic acid



✓ Calcium



DAMAGE CONTROL RESUSCITATION

Damage control resuscitation

蘇生的手術
Abbreviated
surgery

止血までの
低血圧許容
晶質液投与の
制限

血液凝固障害の
是正

低体温の
是正

アシドーシスの
是正

迅速かつ的確な止血と輸血



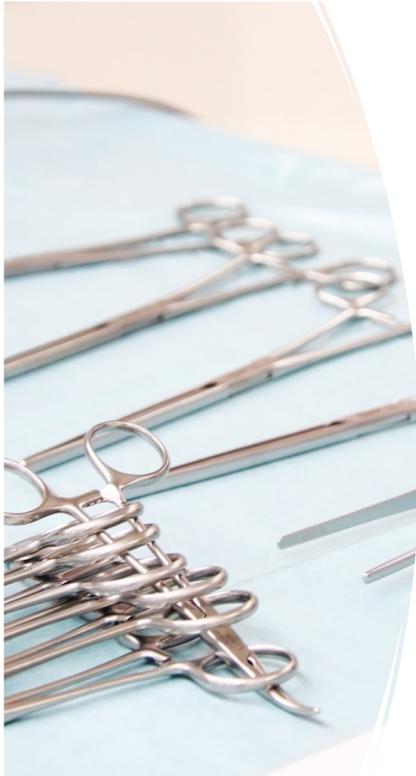
KEY OF TRAUMA RESUSCITATION

生理学的徴候に重点を置いた**評価と蘇生**
(Primary survey)

出血性ショックに対する
迅速な**止血と輸血**に重点を置いた診療体制
(Damage control resuscitation)



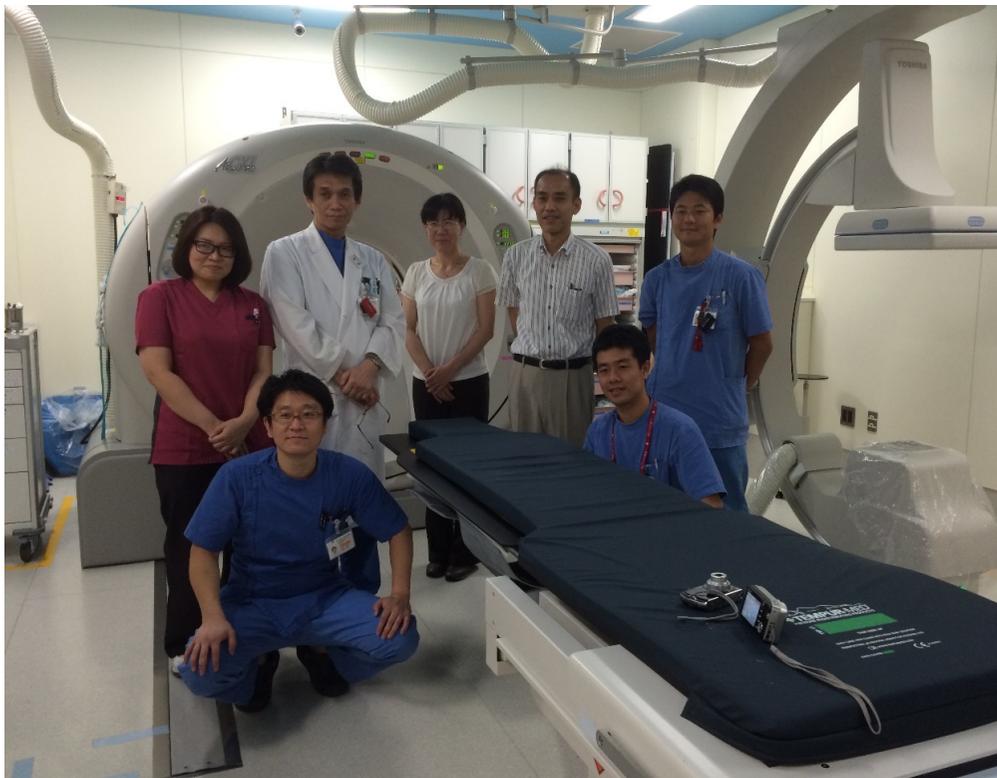
本日の内容



1. 「防ぎうる外傷死」と外傷初期診療ガイドライン
2. ダメージコントロール戦略とDamage control resuscitation
3. Hybrid Emergency Room Systemを用いた治療戦略



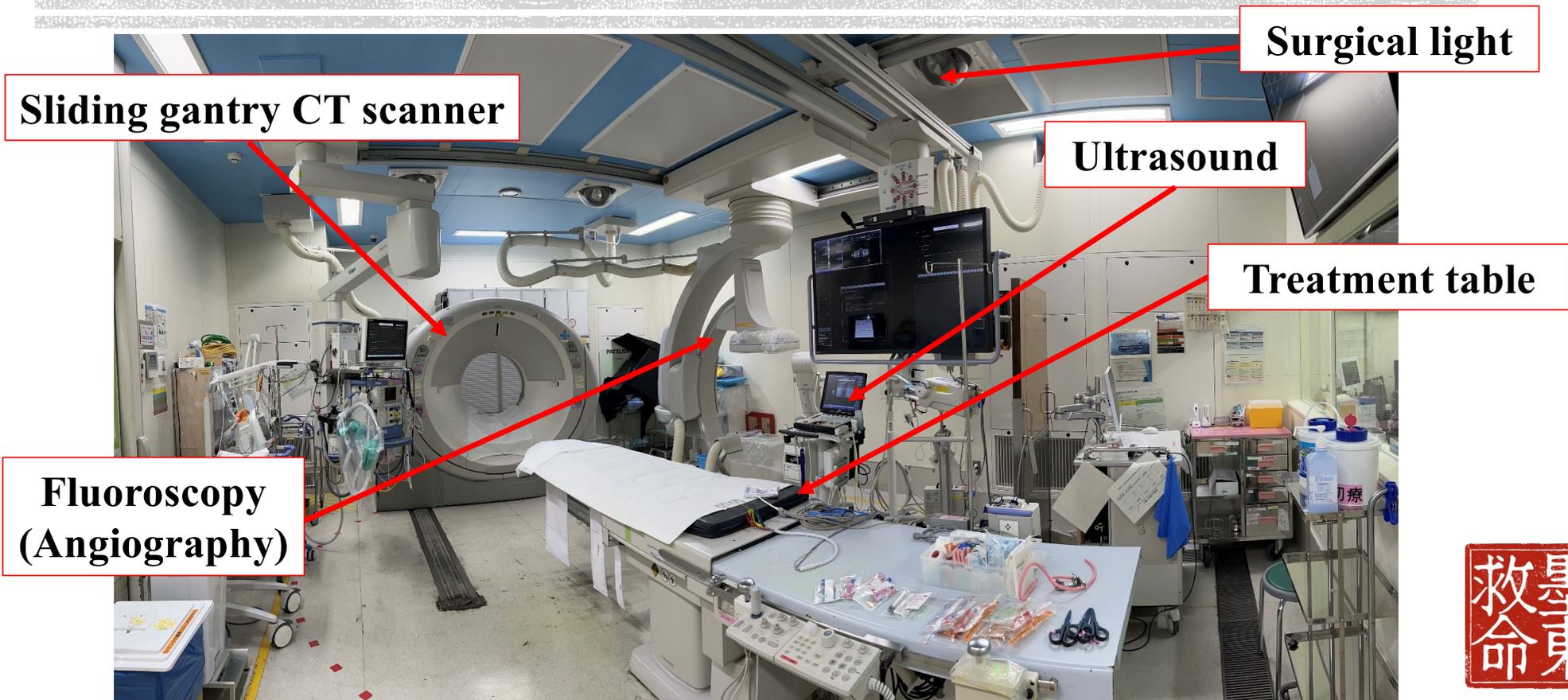
HYBRID ER SYSTEM (HERS)



- 2014年7月24日～
- 世界で2つ目
- 評価と治療が移動なく
同時並行で可能に



HYBRID ER SYSTEM (HERS)



Sliding gantry CT scanner

Surgical light

Ultrasound

Treatment table

Fluoroscopy
(Angiography)

HYBRID ER SYSTEM (HERS)

部屋を移動することなく

より詳細な**評価**とより迅速な**蘇生**
(Primary surveyの変化)

出血性ショックに対する
より迅速かつ多様な**止血環境**
(Hemorrhagic controlの変化)



HYBRID ER SYSTEM (HERS)

➤ HERSは外傷患者の生存率を改善する可能性がある

Kinoshita T, Yamakawa K, Matsuda H, et al. The survival benefit of a novel trauma workflow that includes immediate whole-body computed tomography, surgery, and interventional radiology, all in one trauma resuscitation room: a retrospective historical control study. *Ann Surg.* 2019;269(2):370–376.

➤ HERSでは骨盤骨折のある患者に対する血管塞栓による出血コントロールがより迅速に可能であり、より重症な患者の救命が可能

Ito K, Nagao T, Tsunoyama T, et al. Hybrid emergency room system improves timeliness of angioembolization for pelvic fracture. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;88(2):314-319. doi:10.1097/TA.0000000000002544.

HERSは緊急止血が必要な外傷患者の救命率up
に寄与する可能性がある



PS/HEMORRHAGIC CONTROL IN HERS

Primary survey

PS

A

Physical examination

B

E-FAST

C

X-ray (chest, pelvis)

D

E

SS

If ABC stable....

Move to CT room

→ CT scan

Conventional

Transfer

Move to Operation room
(Move to Angio suite)

Move to Operation room
Move to Angio suite

Hemorrhagic control

手術中

Then....

Start Operation/IVR

(Start hemorrhagic control)

Start Operation/IVR



PS/HEMORRHAGIC CONTROL IN HERS

Primary survey

PS

A

Physical examination

B

E-FAST

C

Fluoroscopy

D

E

SS

If ABC stable....

Move to CT room

→ CT scan

HERS

No transfer

CT scan

Even if hemodynamically somewhat unstable...?

Hemorrhagic control

手術中

Immediate hemorrhagic control
Surgery and/or IVR

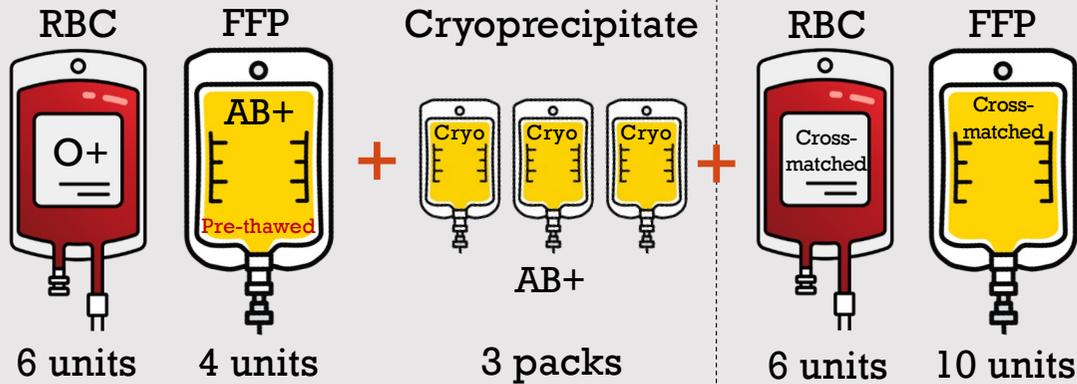
All in HERS



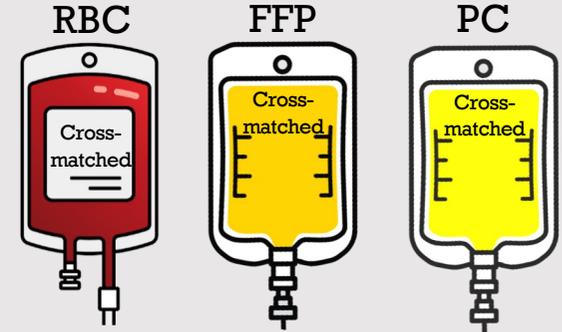
HEMOSTATIC RESUSCITATION IN BOKUTOH HOSPITAL

Hemostatic resuscitation

'Class 0' transfusion

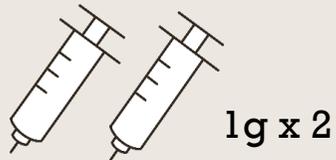


Additional transfusion



1 : 1 : 1

Tranexamic acid



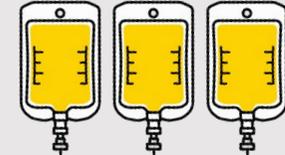
Monitoring

- ✓ FibCare as POCT
- ✓ Blood test / Arterial blood gas

Calcium



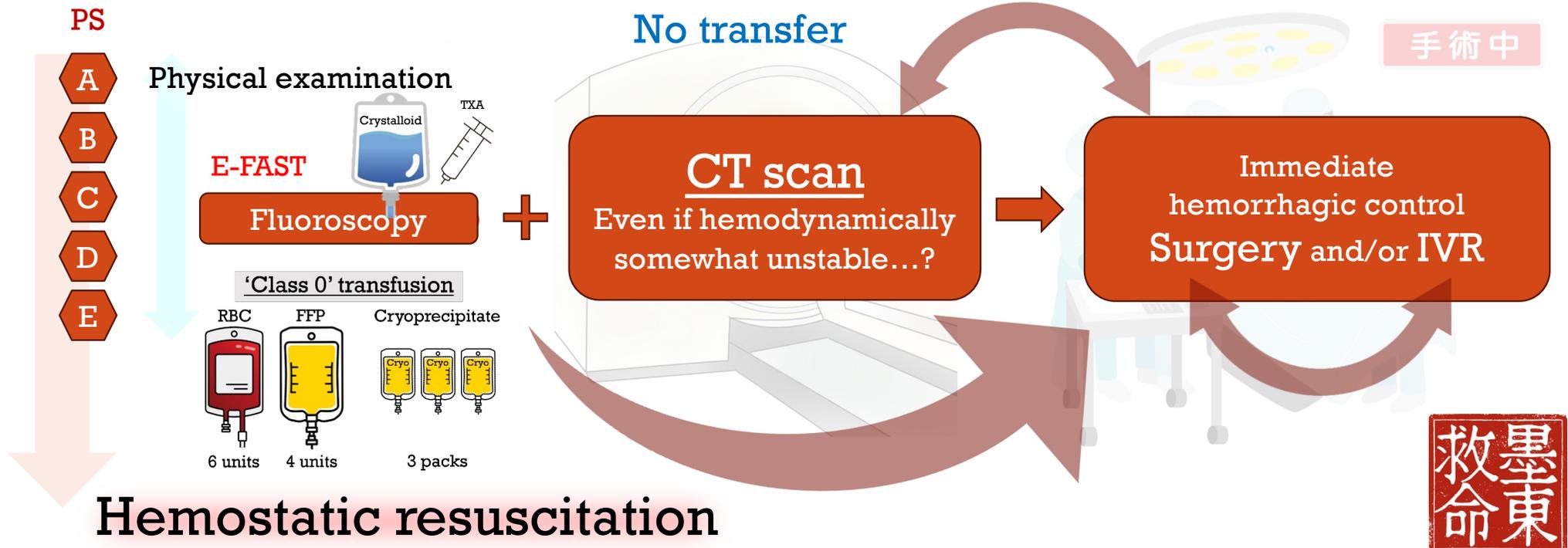
Cryoprecipitate



DCR IN BOKUTOH HOSPITAL

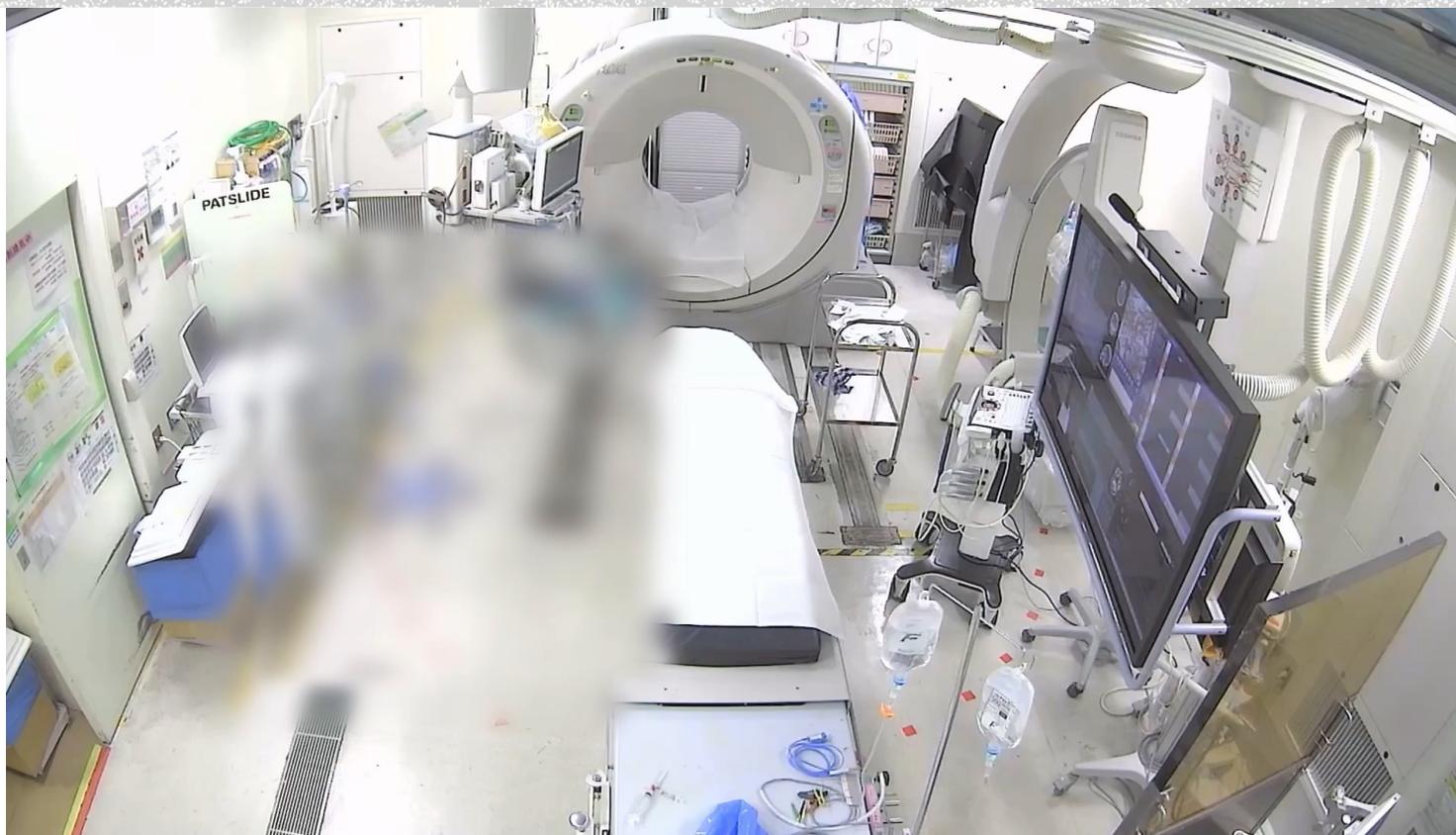
Primary survey

Hemorrhagic control



第2回日本獣医救急集中治療学会 国際シンポジウム（2025年3月）

DCR IN HERS



DCR IN HERS

戦略ミスはハード
では解決困難

HERS

Primary survey

Hemorrhagic control

Hemostatic resuscitation

船を導く Decision making が最も重要

リーダーシップ・チームワーク



HYBRID ER SYSTEM (HERS)

- HERSでも外傷診療の原則は不変！



まとめ

- ✓ 外傷初期診療には体系的な生理学的評価と蘇生が重要である
- ✓ 出血性ショックを伴う重症外傷症例ではDamage control resuscitationの概念を根幹とした戦略が救命につながる
- ✓ それらの「外傷診療の原則」に基づいた診療体制の整備により、さらなる救命率の向上を追求



第2回日本獣医救急集中治療学会 国際シンポジウム（2025年3月）



QUESTION ?

