

REBOA

(pitfallと当院における戦略)

戦略会議

今本 俊郎

止血戦略の進歩

戦争の歴史

四肢の出血に対するターニケット

Massive Transfusion Protocol

イラクアフガニスタン戦争



A systemic review and meta-analysis of the use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in the management of major exsanguinationより

REBOAの誕生

1954年 朝鮮戦争



臓器虚血などの合併症が問題となり

2000年初頭までは大動脈閉塞バルーンはあまり明記されなくなった。

今、再度脚光を浴びてきている

A systemic review and meta-analysis of the use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in the management of major exsanguinationより

～野獣の時代～

2001年以前

多くの救命センター同様にAortic crossclampが適応も確立せず乱用

2001年以降

crossclamp

14Frシース

NonCPAの



(会社)導入

同題点のAortic crossclampはの行准加件日

当院でのSystemic bloodflow restriction



2001～2010年代

短時間での間歇的occlusion

Partial occlusion

ぶっちゃけ不要？

Zone IIIでの使用に限定

今も産褥出血で継続中



MTP(フィリノーゲン製剤と早期カテコラミン使用)
止血技術(TAE OPE)の進歩

14Fr REBOAの使用は激減

当院でのSystemic bloodflow restriction

RT → REBOA



REVIEW

Open Access



A meta-analysis of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) or open aortic cross-clamping by resuscitative thoracotomy in non-compressible torso hemorrhage patients

Ramiro Manzano Nunez¹, Maria Paula Naranjo¹, Esteban Foianini^{2*}, Paula Ferrada³, Erika Rincon¹, Herney Andrés García-Perdomo⁴, Paola Burbano⁷, Juan Pablo Herrera⁶, Alberto F. García^{4,5} and Carlos A. Ordoñez^{4,5}

死亡率

RTに比べて

Initial analysis

不変

Sensitivity analysis

下げた



止血コントロールのできない体幹外傷による 大量出血患者の蘇生において

REBOAはRTより利点があるかもしれないが

REBOAの使用で利益が得られる患者群を同定し

具体的なREBOAのindicationを特定していく必要がある。

この程度！

適応

適応

腹部大動脈瘤破裂、消化管出血、腹部ope中出血、産後出血

にて報告例あり

外傷における適応→RTによる下行大動脈遮断に準じる
胸部外傷に対しては、その修復も含めてRTが行われる

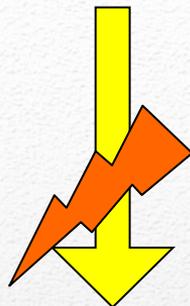
一般的に横隔膜以下の臓器損傷による出血性ショック症例
腹部骨盤症例に関しては、zone I
骨盤外傷においてはzone III

IABO(REBOA)

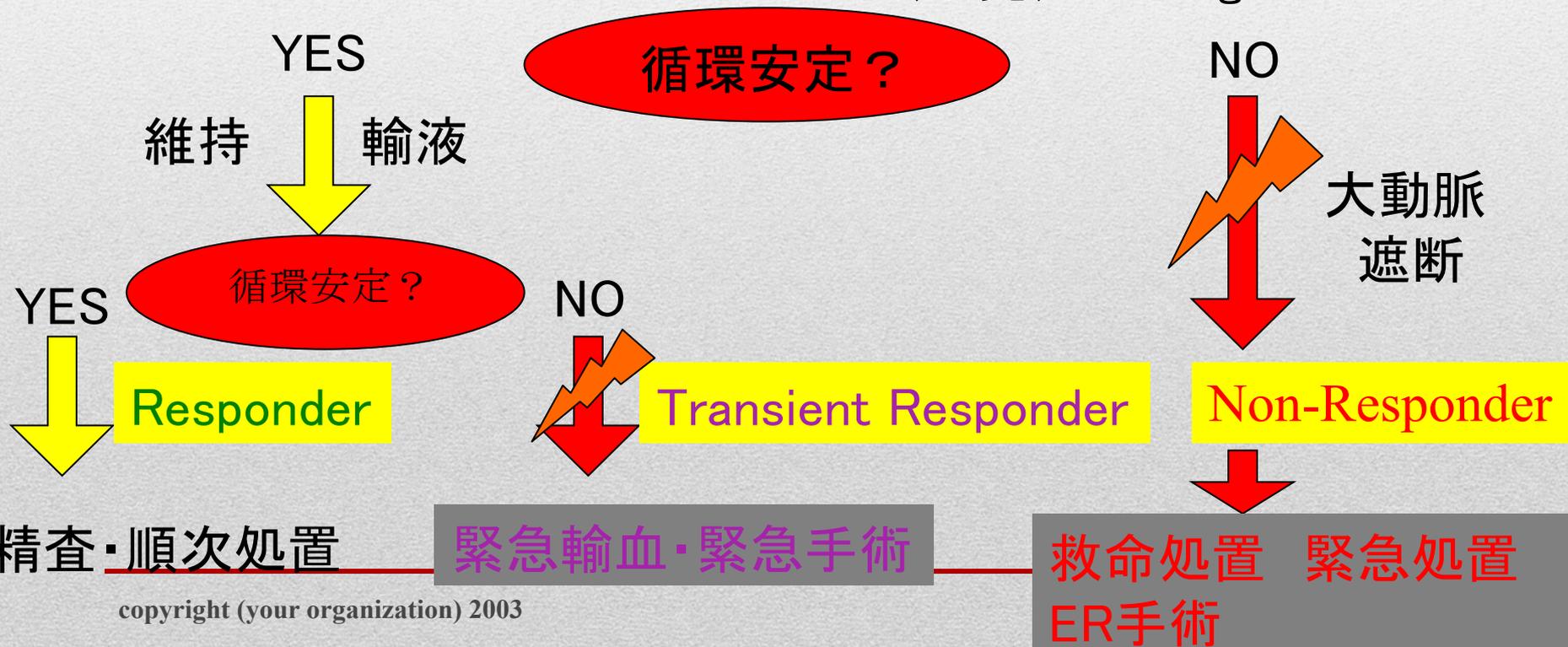
10

外傷性ショック: 90%以上が出血性

いつ遮断するの?



初期輸液治療 (Fluid resuscitation) : (成人) 1~2L/30min
(小児) 20ml/kg/30min



REVIEW

Open Access



Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in trauma: a systematic review of the literature

Emiliano Gamberini^{1*}, Federico Coccolini², Beatrice Tamagnini³, Costanza Martino¹, Vittorio Albarello¹, Marco Benni¹, Marcello Bisulli⁴, Nicola Fabbri⁵, Tal Martin Hörer⁶, Luca Ansaloni², Carlo Coniglio⁷, Marco Barozzi⁸ and Vanni Agnoletti¹

導入基準もバラバラ

一般的には腹腔内出血あるいは骨盤輪損傷で *nearCPA*に近い
あるいは輸液・輸血に反応が乏しいBPが90未満で使用している

血圧は上げる。

死亡率の減少は unclear

RESEARCH

Open Access



Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta performed by emergency physicians for traumatic hemorrhagic shock: a case series from Japanese emergency rooms

Ryota Sato^{1,2*}, Akira Kuriyama³, Rei Takaesu⁴, Nobuhiro Miyamae⁵, Wataru Iwanaga¹, Hayato Tokuda⁶ and Takehiro Umemura⁴

日本のとある救命センター 適応は一般的な適応を用いて 4年間のREBOAを要した症例

観察研究

Table 2 Patients included in this study

Age	Sex	Trauma site	Outcome at discharge
65	M	Liver injury	Died
38	M	Liver injury, hemothorax	Died
71	M	Cardiac injury	Died
32	F	Pelvic fracture, lung contusion, TBI	Survived
53	M	Pelvic fracture	Died
40	M	Thoracic aortic injury	Died
56	M	Mesenteric injury	Survived
20	M	Liver injury, kidney injury	Survived
17	M	Hemothorax, retroperitoneal hemorrhage	Died
62	M	Pelvic fracture	Died
74	M	Pelvic fracture	Died
66	M	Pelvic fracture, TBI	Died
86	M	Pelvic fracture	Survived
56	F	Liver injury	Died
45	M	Pelvic fracture	Died
64	F	Thoracic aortic injury	Died
22	M	Lung contusion, TBI	Died
30	M	Pelvic fracture	Survived
47	M	Mesenteric injury	Survived
50	F	Abdominal aortic injury, mesenteric injury	Survived
58	F	Pelvic injury	Survived
39	M	Liver injury, splenic injury	Survived
18	F	Liver injury, kidney injury	Survived
56	F	Liver injury, pelvic fracture	Died

F female, M male, TBI traumatic brain injury

カテコラミンとフィブリノーゲン製剤で何とかなる外傷による大量出血

当院では、そのような症例に対してREBOAは不要



REBOAが病院内の外傷治療の中で生存に対するメリットがあるか？

REBOAはDCの中でしっかりとしたコンテクストを持っているのか？

Survival of severe blunt trauma patients treated with resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta compared with propensity score-adjusted untreated patients

Norii, Tatsuya MD; Crandall, Cameron MD; Terasaka, Yusuke MD

JTDBのデータでREBOA(+)
vs REBOA(-)

PSマッチングして比較

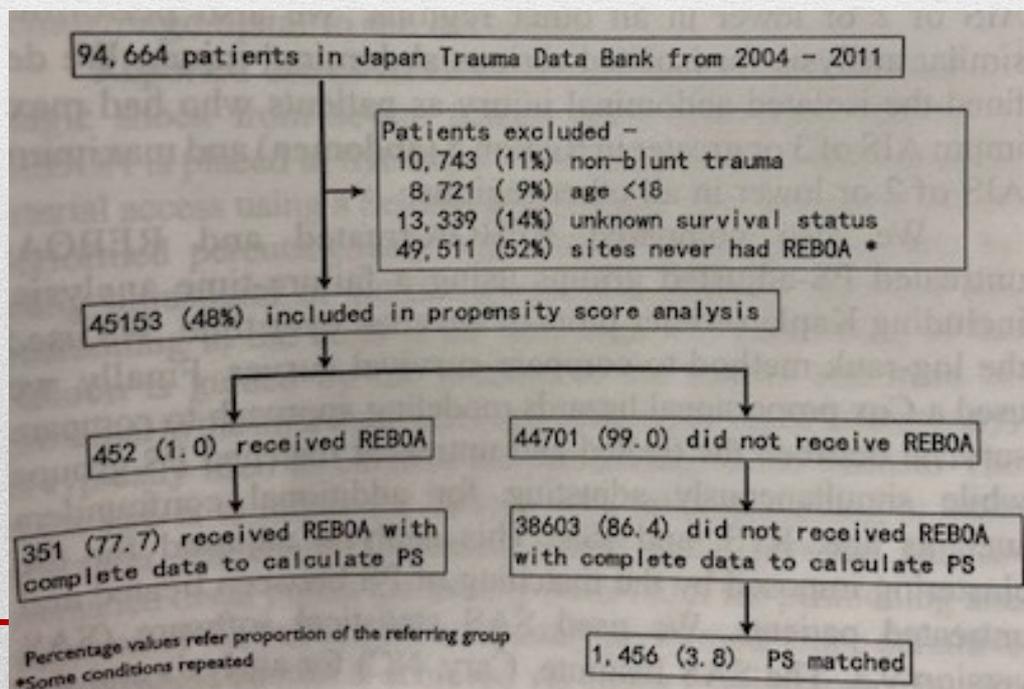


Figure 1. Study participant selection.

TABLE 3. Characteristics of Patients After Adjustment for Likelihood of REBOA Treatment

	Total		REBOA+		REBOA-		p*
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
Overall	1,807	—	351	(19.4)	1,456	(80.6)	
Survival to discharge	839	(46.4)	92	(26.2)	747	(51.3)	<0.0001
Male	1,208	(66.9)	234	(66.7)	974	(66.9)	0.9348
Female	599	(33.1)	117	(33.3)	482	(33.1)	
ISS							
Mean (SD)	32.4	(16.4)	34.0	(15.3)	32.0	(16.6)	0.0091
Median	30		34		29		
IQR	20–42		22–45		19–42		
n	1,800		351		1,453		
RTS							
Mean (SD)	4.72	(3.1)	4.70	(2.6)	4.73	(3.2)	0.0111
Median	5.97		5.35		6.08		
IQR	0.73–7.55		2.83–6.90		0.00–7.84		
n	1,807		351		1,456		
Age, y							
Mean (SD)	51.8	(20.3)	51.6	(20.6)	51.8	(20.2)	0.9443
Median	53		54		53		
IQR	34–68		32–69		34–68		
n	1,807		351		1,456		

* χ^2 for categorical data; Wilcoxon rank-sum test for continuous data.

ORが0.3

(つまりREBOA(-)に比べて3倍、REBOA(+)が亡くなっている。)

初の報告

REBOA使用は

1 例

**過去5年間で
MTP対応となり、IVR or OPE 症例**

48歳男性 2tトラックと10tトラックの交通事故 挟まれ事案

救急隊接触時 意識レベル1桁 救出中にレベル低下
右骨盤～大腿にかけて広範囲の軟部組織損傷、外出血著明

8:51 CPAへ

9:20 ROSC

9:23 再度CPAへ

9:34 ヘリポート着

MTP発動 左大腿動静脈にシース確保 REBOAインフレーション(10:35)
後腹膜ガーゼパッキング 右SFAも血管鉗子でクランプ
ROSCしCTへ

右気胸 右肺挫傷 開放骨盤骨折の診断

Zeegoへ両側IIA、右EIA、DFAをNBCA(この時にREBOAをデフレート)

血圧低下、アシドーシス、高K血症が進行して死亡

(1)骨盤開放骨折症例の止血補助

(2)開腹止血術が必要な患者

(外科医がすぐに駆けつけられない場合)

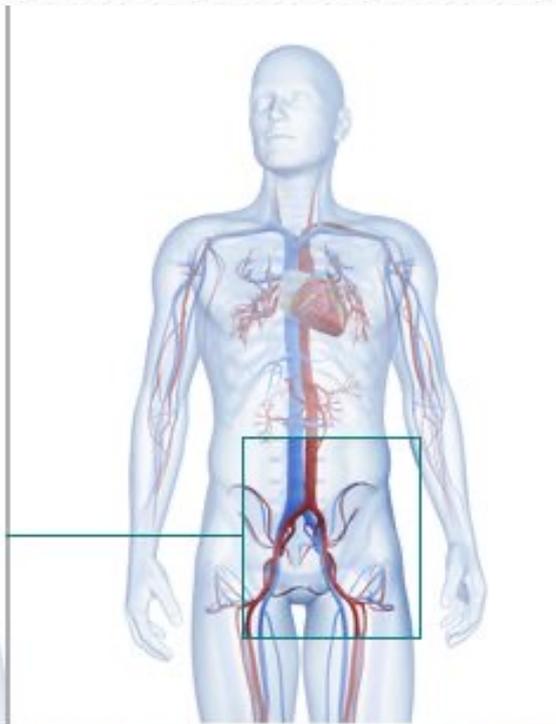
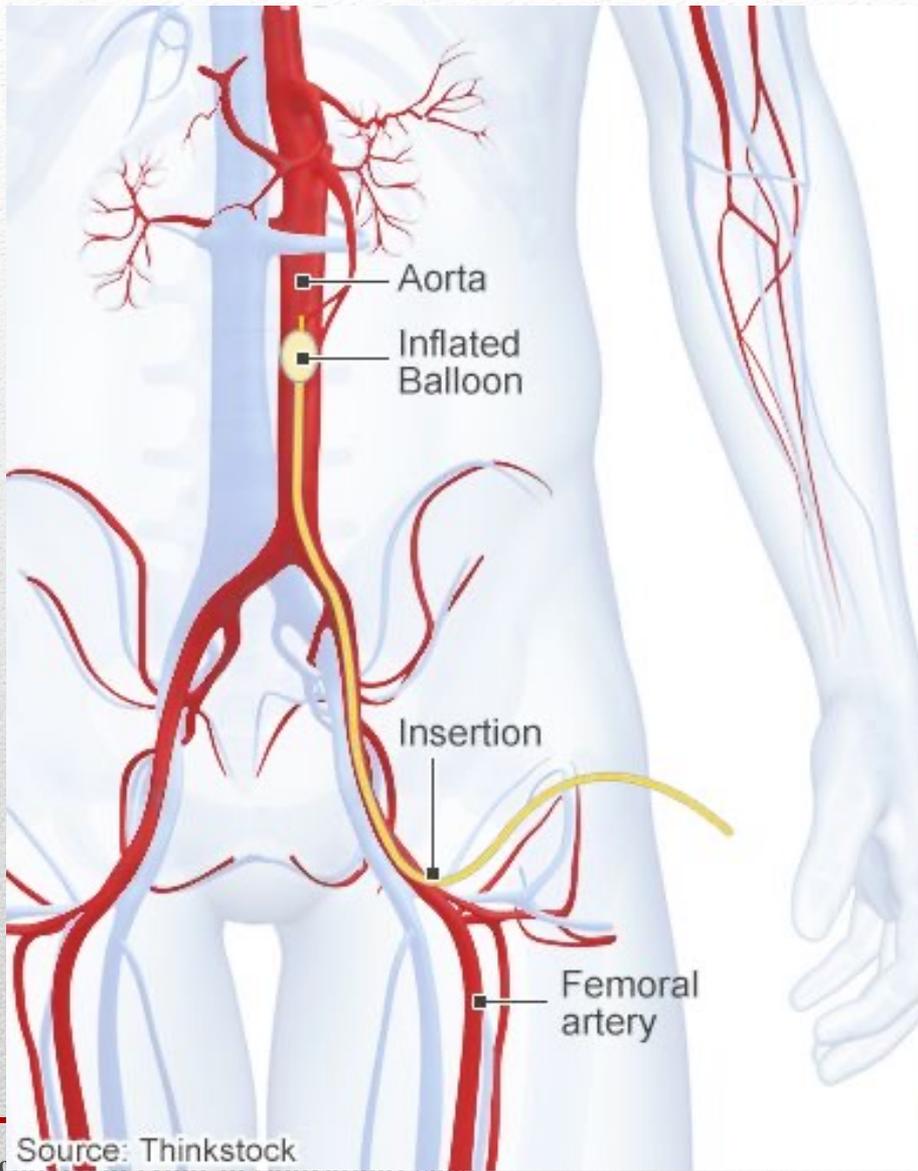
(IVRでの止血の適応がある場合は除外)

当院にadjustした適応案



出陣
じゅあああ!!

いざ入れる時に注意すること



Reboa - aorta balloon



Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in trauma: a systematic review of the literature

Emiliano Gamberini^{1*}, Federico Coccolini², Beatrice Tamagnini³, Costanza Martino¹, Vittorio Albarello¹, Marco Benni¹, Marcello Bisulli⁴, Nicola Fabbri⁵, Tal Martin Hörer⁶, Luca Ansaloni², Carlo Coniglio⁷, Marco Barozzi⁸ and Vanni Agnoletti¹

合併症

0.66% : distal ischemia/血栓イベント

0.07% : 頭蓋内出血の増悪

0.22% : 刺入部の仮性動脈瘤

0.89% : 腎不全(虚血に伴う)

0.15% : バルーンの迷入

0.30% : 感染

0.07% : 後腹膜血腫

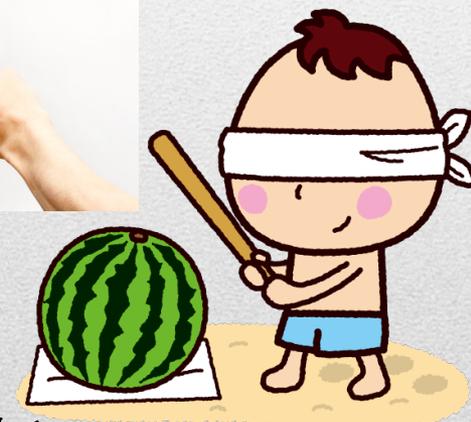
0.66% : イントロデューサーが入っていかない

(特に高齢者女性)大腿動脈の蛇行やねじれなど。

0.07% : バルーンの破裂



リスク因子



成功のための

潜在的な合併症や障壁

6 steps

アクセスできない 出血する 不適切な位置での穿刺 静脈アクセス

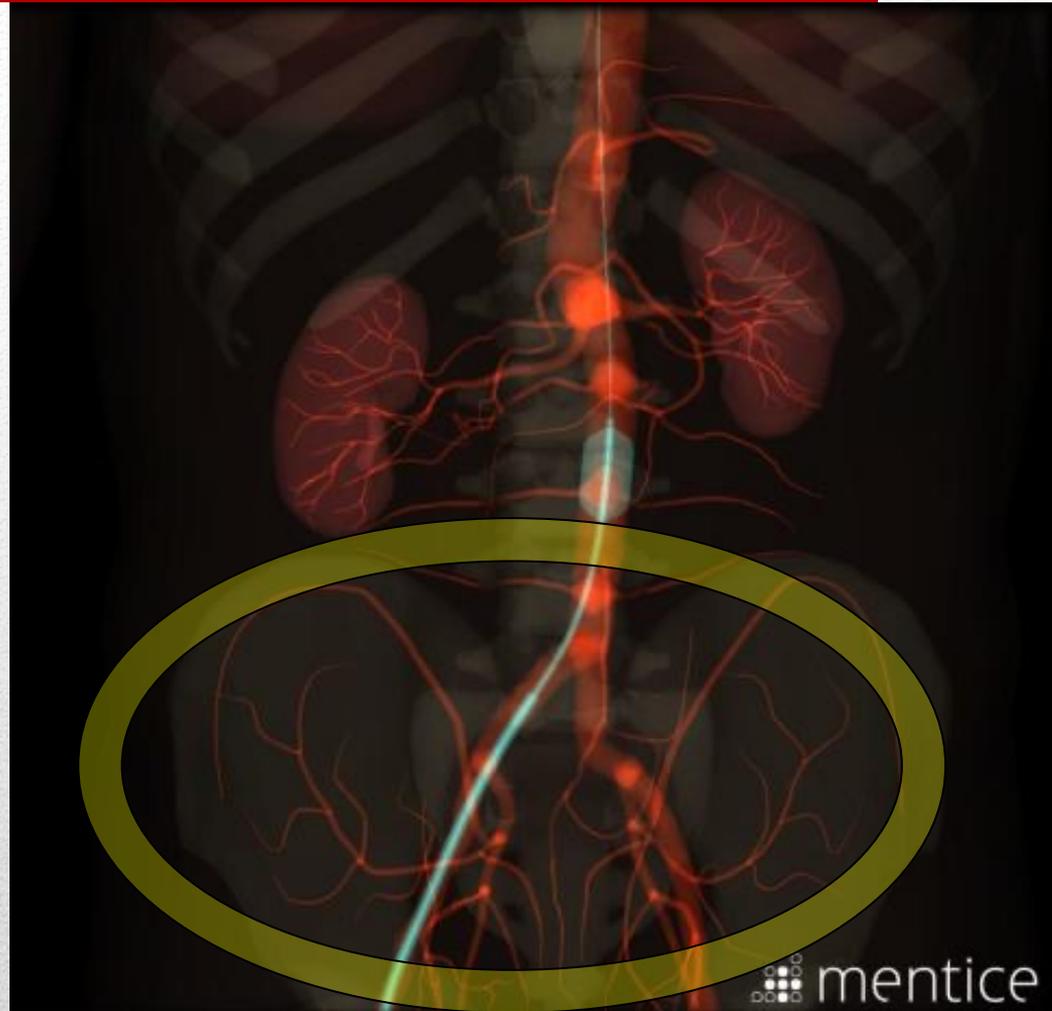


低血圧 低酸素 血管攣縮 アノマリー 石灰化 経験不足 関節損傷

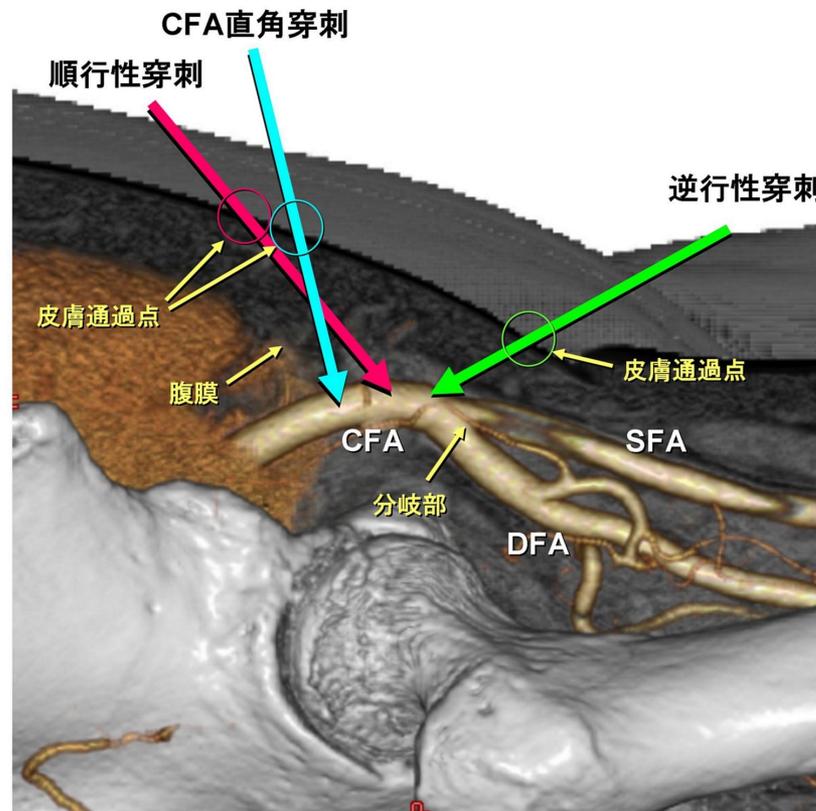
①動脈へのアクセス

穿刺側は以下の 3 点より判断

- **血腫の無い大腿動脈
(優先順位 1)**
- **下大動脈の蛇行に対して
角度の少ない大腿動脈
(優先順位 2)**
- **出血側の反対側の大腿動脈
(優先順位 3)**



穿刺部の解剖をよく知っておくこと



**しっかりとCFAで刺す。
大腿骨頭、鼠蹊靭帯の一横指下**

間違った解剖学的な位置に置くこと カテーテルが通過しない



血管損傷 動脈アクセスの中心がずれている

②バルーンのポジションニング

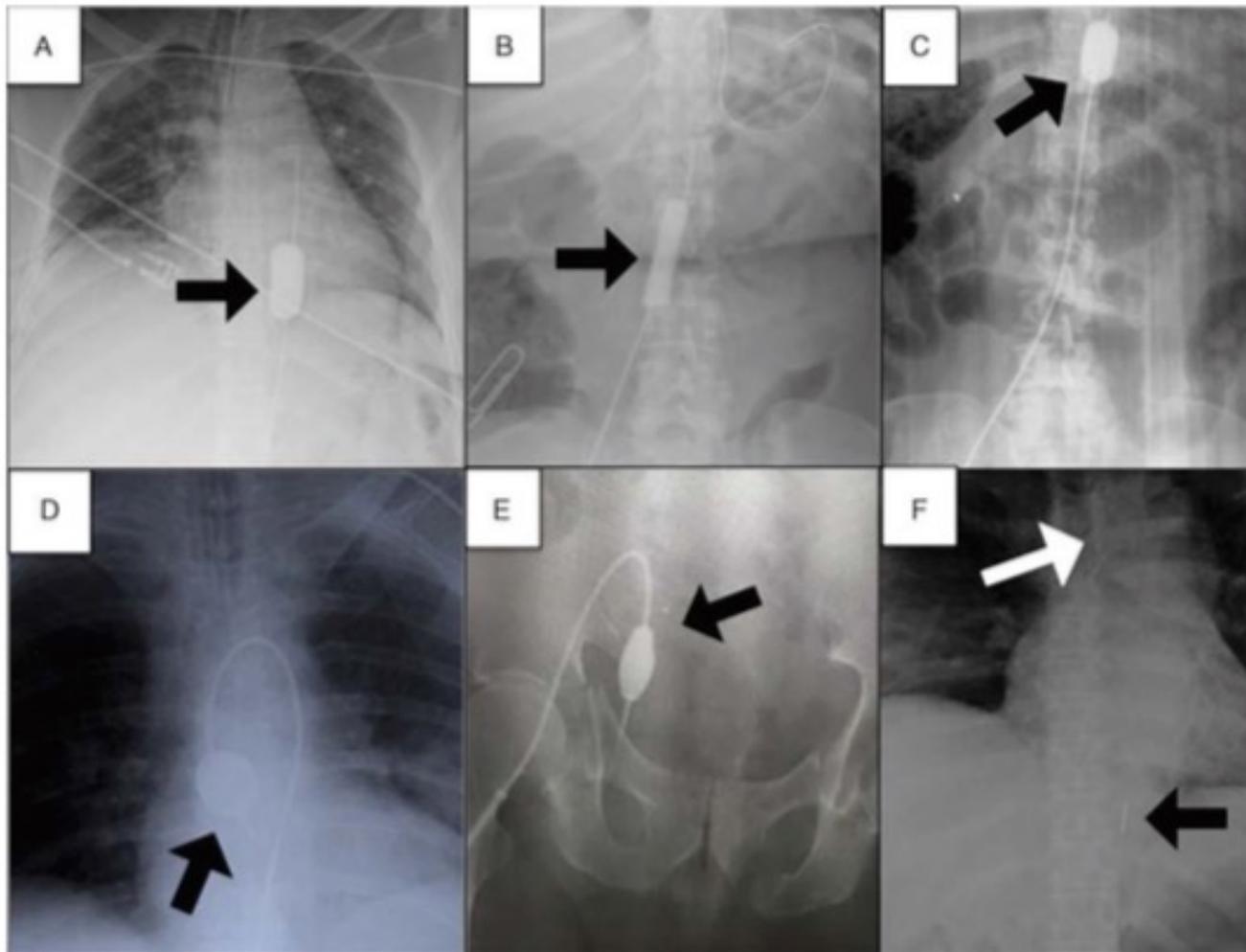


Figure 2. Malposition of REBOA balloons. (A) Appropriate position within Zone 1 of the aorta. (B) Appropriate position within Zone 3 of the aorta. (C) Inadvertent position within Zone 2 of the aorta. (D) Inadvertent position within Zone 0 of the aorta. (E) Inadvertent position within the ipsilateral internal iliac artery. (F) Exacerbation of proximal aortic hemorrhage (white arrow, note widened mediastinum) following inflation of a distally located balloon (now deflated). Black arrows denote balloons.

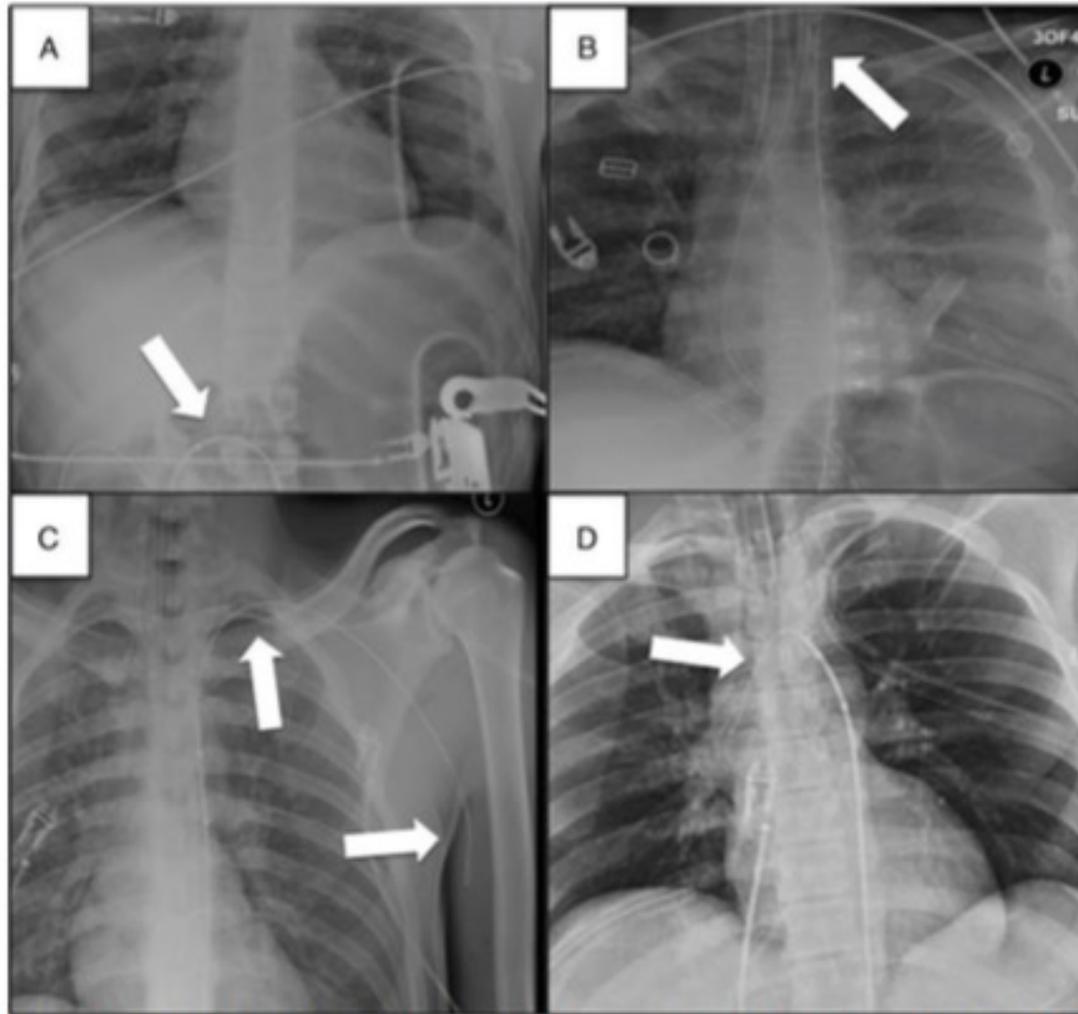
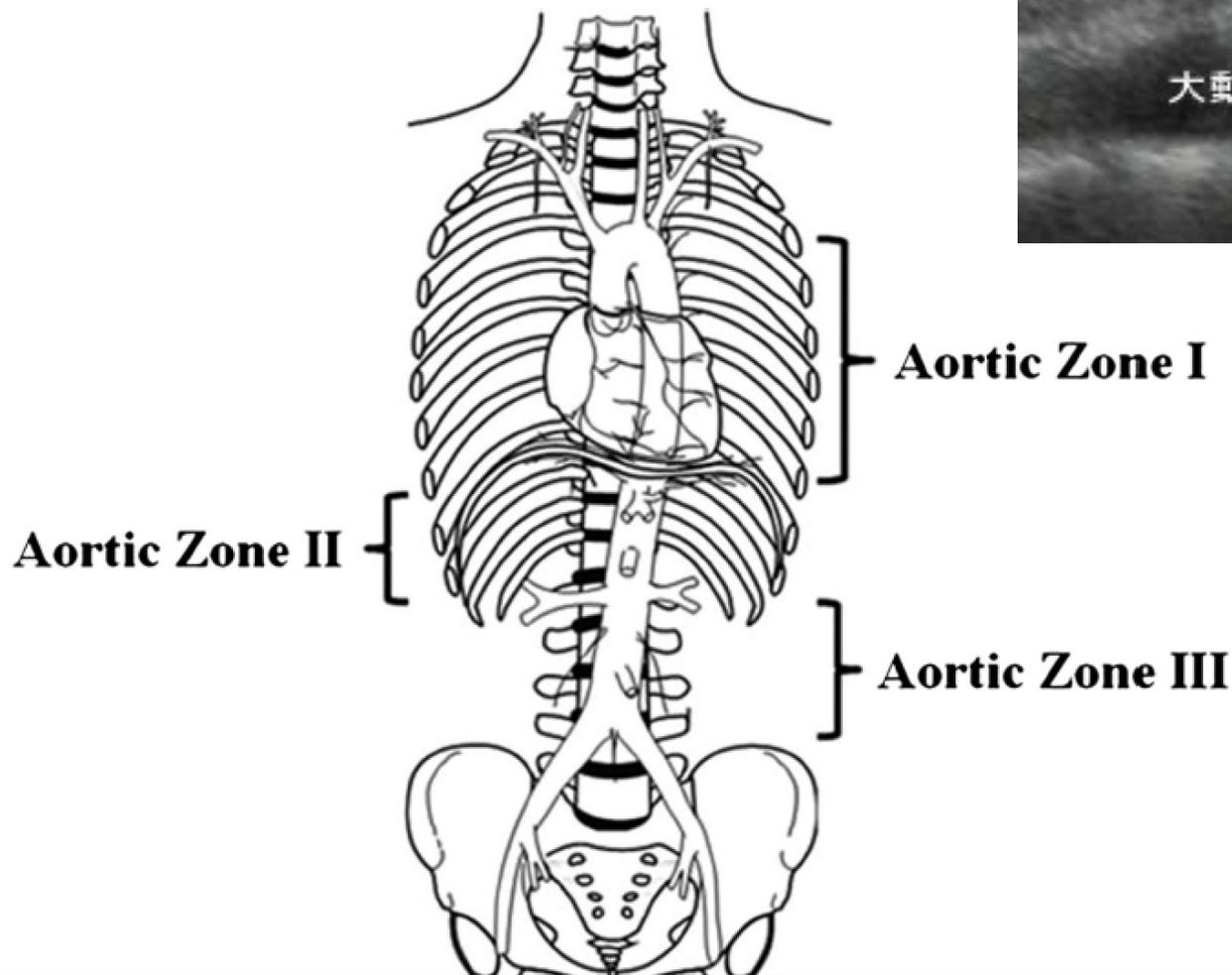
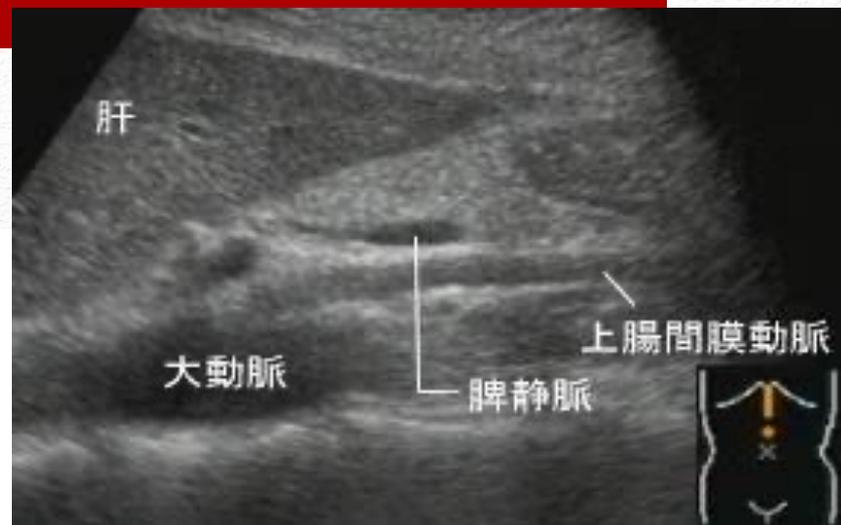


Figure 3. X-ray depictions of wire malposition. (A) Exit of the wire through an injury in the aorta. (B) Inadvertent advancement of the wire into the left carotid artery. (C) Inadvertent advancement of the wire into the left subclavian, axillary, and brachial artery. (D) Inadvertent advancement of the wire into the aortic arch. White arrows denote wire.

位置決め



非透視での位置決めは予定よりも短くなることを覚えておくこと！

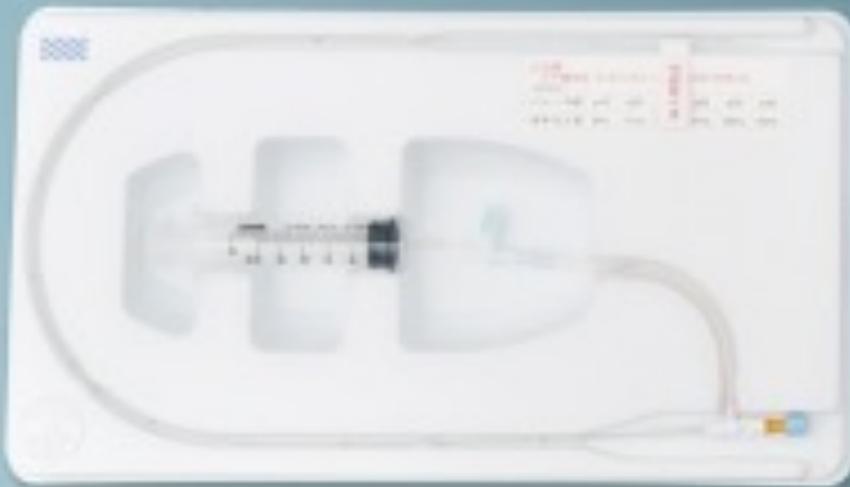
東海メディカル レスキューバルーン

ガイドワイヤーをある程度stiffなものを使う。
(迷入をなくすため)シャフトは大事！

迷入しにくいJ型ワイヤーを使おう！

1Frは約0.3mm 1inchは25.4mm

0.025inch: 20G対応 0.035inch: 18G対応





确实なのは

基本使用はZeego下で

当院にadjustした適応案

鉄則 (ポジショニング)

一旦位置を決めたら押し戻されないように固定

抵抗があったら、とにかく進めない！

動脈損傷・破裂 バルーン破裂 意図しない虚血 近位損傷の増悪



バルーン圧を感じることを軽すぎるなら陰圧をかけてみる

バルーンがずれる

近位の損傷の見落とし

③バルーンのインフレーション

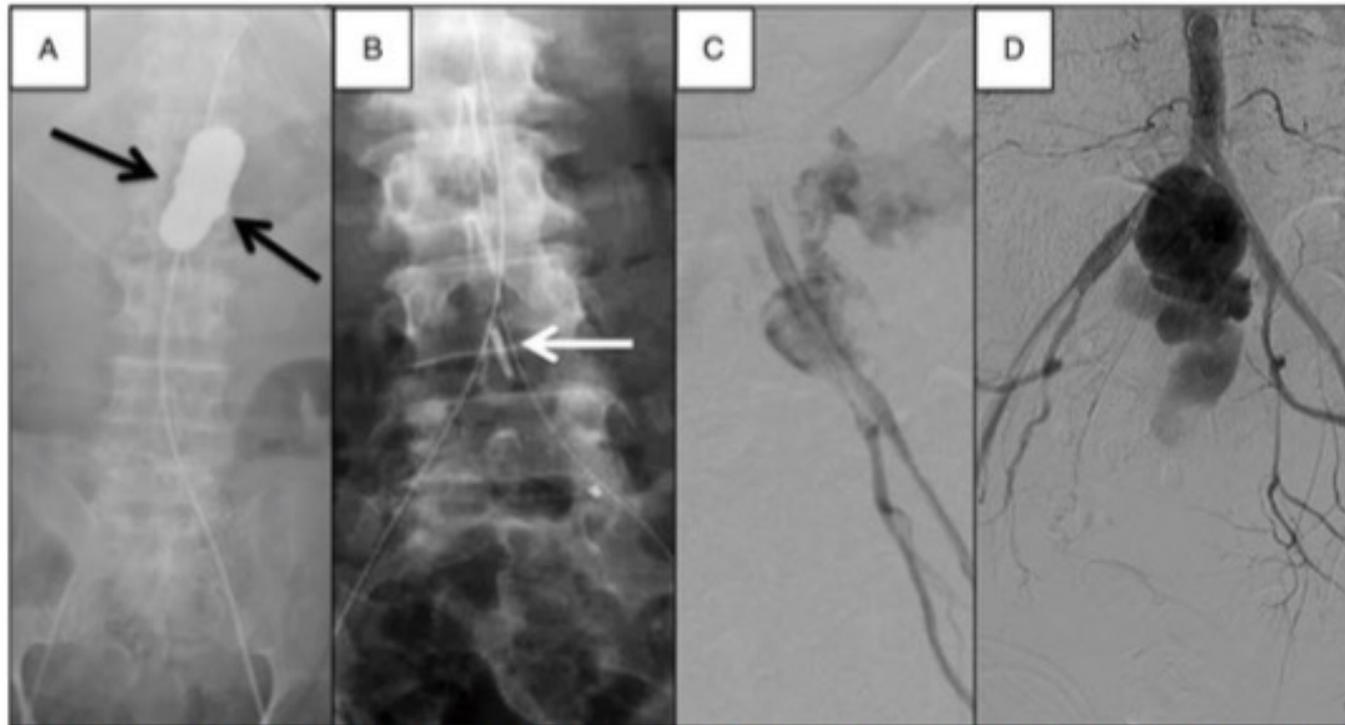


Figure 4. Complications of balloon inflation. (A) Overinflation of REBOA balloon just prior to arterial rupture. Note the balloon extending into the renal arteries due to overpressure (black arrows). (B) Balloon prolapse into the iliac artery leading to iliac artery rupture upon inflation. (C and D) Iliac artery rupture due to malposition and overinflation of the balloon.

鉄則 (インフレーション)

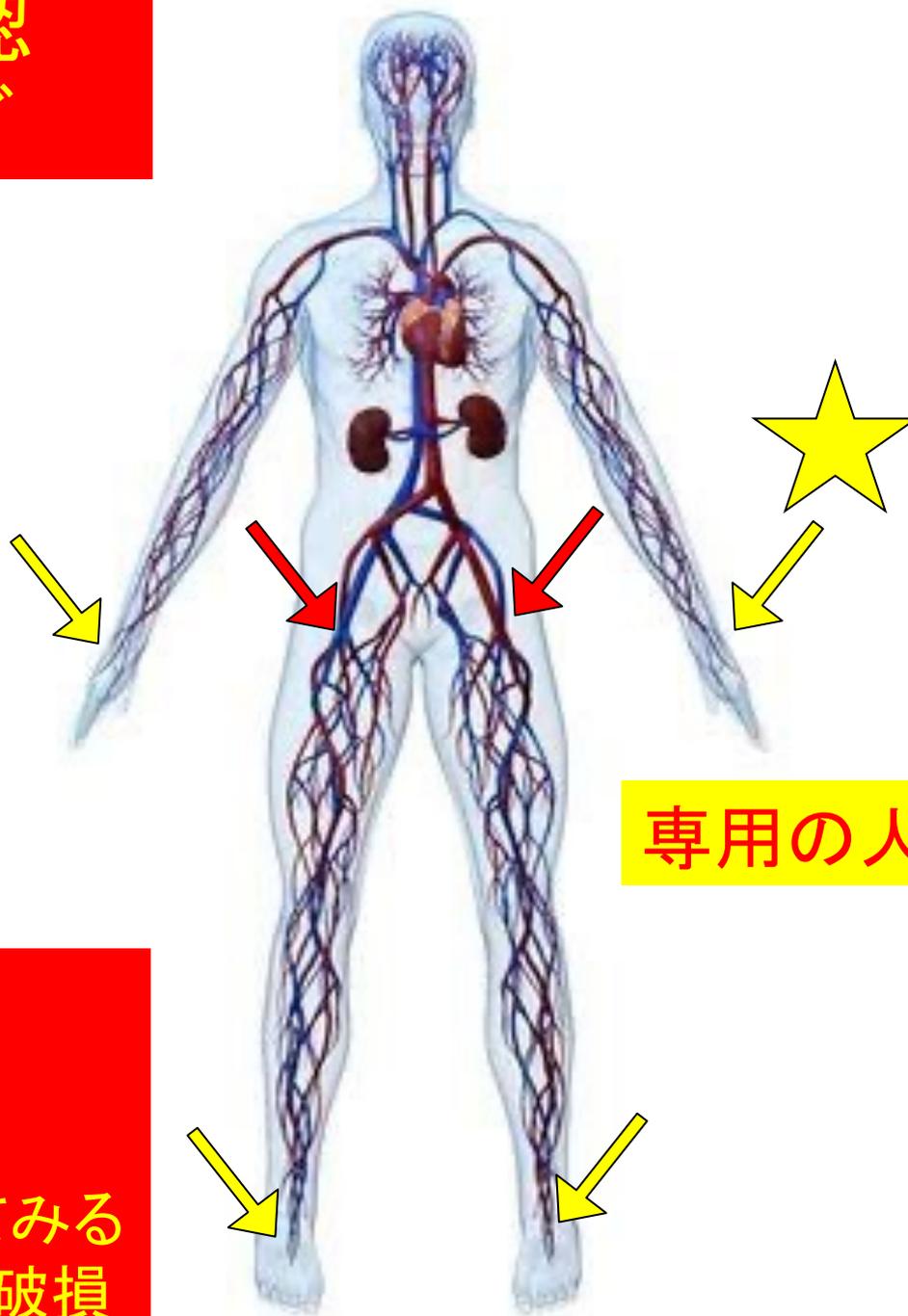
微妙な抵抗の変化を感じ取る！

(インフレートしているシリンジの内筒にかかる)

**インフレートする瞬間が一番押し戻される。
押し戻されないように固定**

Aラインあるとなお良い。

圧上昇の確認 モニタリング



専用的人员配置を！

Pitfall

バルーンの破損

→圧下がる

→バルーンを引いてみる

→逆血あるならば、破損

<バルーン拡張径目安>

製品番号	拡張容量（液体注入時）					
	8mL	11mL	15mL	21mL	28mL	40mL
OBS-01A	φ 16	φ 20	φ 25	φ 30	φ 35	φ 40

バルーン拡張径の単位は全て mm

**注入の生理食塩水に造影剤を希釈して入れると確認はしやすくなる
（2～4倍希釈 原液は粘稠性が高く、deflate出来なくなる恐れあり）**

注入量

39

胸部外傷(肺動脈、静脈)

頭部外傷の増悪(case reportあり)

近位損傷の増悪

バルーンの迷入 虚血による負荷の増大
近位の圧が上がりすぎること アクセスしているところでの血栓



閉塞時間、しっかりとした蘇生、シースによる虚血肢

④ オクルージョン中のマネージメント

遮断時間

秒単位のマネージメントを！

- 連続遮断時間：10～30分程度が安全域
- 間歇的遮断：上記時間以内毎に、数分の遮断解除



42

9/9/22

循環虚脱 高K血症 アシドーシス



フローコントロール

⑤ バルーンのデフレーション

Flow control

- 血圧を上げ過ぎない
- 収縮期血圧が **110mmHg** 前後以上となるようなら、積極的に **1~2ml ずつ** デフレートしていく（目標血圧による）

φ16mm

φ40mm

- **急速な遮断解除は注意！**

ORIGINAL ARTICLE

The use of aortic balloon occlusion in traumatic shock: first report from the ABO trauma registry

M. Sadeghi¹  · K. F. Nilsson² · T. Larzon² · A. Pirouzram² · A. Toivola² · P. Skoog¹² · K. Idoguchi³ · Y. Kon⁴ · T. Ishida⁵ · Y. Matsumara^{6,7} · J. Matsumoto⁸ · V. Reva^{9,10} · M. Maszkowski¹ · A. Bersztel¹ · E. Caragounis¹¹ · M. Falkenberg¹³ · L. Handolin¹⁴ · B. Kessel¹⁵ · D. Hebron¹⁵ · F. Coccolini¹⁶ · L. Ansaloni¹⁶ · M. J. Madurska¹⁷ · J. J. Morrison¹⁷ · T. M. Hörer²

**Partial occlusionについての
技術的な報告などの臨床研究は少ない**

エイヤアっと抜くことなかれ



⑥ 抜去 (バルーンだけ)



**ここまでを理解できない人は
REBOAを入れてはいけません！ 47**

数ヶ月の訓練

3～5例のREBOA挿入のexpertのスーパーバイズ下で
一人立ちには耐えうる。

WHO ?

(あくまで文献的示唆ですが)





Contents lists available at ScienceDirect

Injury

journal homepage: www.elsevier.com/locate/injury



Editorial

Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA):
What have we learned?



多くの失血死がprehospital
REBOAの使用はprehospitalでこそ適応を厳格に定めなされるべき？



ロンドン



大阪は泉州救命

研究課題

戦地やそれに準じた装備のないところで
病院に着くまでの死亡を減らす目的となってくるのでは？

プレホスピタルでのREBOAの使用

例)
一般的な導入基準よりも厳しい導入基準

喀血など鎖骨下動脈より近位での血管損傷が予想される症例を除く
Life threatening な hypotensionでカテコラミンへの反応も弱くCPAが切迫している状態
搬送までに20分以上かかる時など

当院におけるREBOAを用いた外傷治療戦略(確定)

骨盤開放骨折症例 (pre-hospitalの情報)



Zeego入室しREBOAを透視下に留置



根治的止血術及び固定



REBOA管理者はフローコントロールをする



ICU入室あるいは通常のMTPのみで耐えうるバイタルになれば抜去
(デフレートして24時間以内はバルーンのみ抜去可能)

当院におけるREBOAを用いた外傷治療戦略(確定)

開腹止血術が必要な患者(外科医がすぐに駆けつけられない場合)



待機中の循環保持をMTP対応

IVRの適応がある場合(すぐにTAE可)



REBOAをZone I で留置

REBOA不要



REBOA管理者はフローコントロールをする
(Zone IIIの時よりpartial occlusionを意識)



開腹止血術へ

当院におけるREBOAを用いた外傷治療戦略 (pre-hospitalでの運用案)

医療スタッフ接触時、nearCPAの状態、あるいはCPA直後

除外項目を検討

- ・明らかな重症胸部外傷
(喀血・エコーで胸腔内フリースペース)
- ・10倍ボスミンに反応を搬送時間に耐えうると判断

除外項目該当しないならREBOAをZone I で留置 (迷入がないことをエコーで確認)

初療室入室 (MTP対応で漸次フローコントロールを始める)

CT撮像し、根治的止血術へ (TAE or ope)

完全なデフレートまではREBOA管理者は患者から離れない

48歳男性 2tトラックと10tトラックの交通事故 挟まれ事案

救急隊接触時 意識レベル1桁 救出中にレベル低下
右骨盤～大腿にかけて広範囲の軟部組織損傷、外出血著明

8:51 CPAへ

9:20 ROSC

9:23 再度CPAへ

9:34 ヘリポート着

MTP発動 左大腿動静脈にシース確保 REBOAインフレーション(10:35)
後腹膜ガーゼパッキング 右SFAも血管鉗子でクランプ
ROSCしCTへ

右気胸 右肺挫傷 開放骨盤骨折の診断

Zeegoへ両側IIA、右EIA、DFAをNBCA(この時にREBOAをデフレート)

血圧低下、アシドーシス、高K血症が進行して死亡

48歳男性 2tトラックと10tトラックの交通事故 挟まれ事案

救急隊接触時 意識レベル1桁 救出中にレベル低下
右骨盤～大腿にかけて広範囲の軟部組織損傷、外出血著明

8:51 CPAへ

REBOA留置、インフレーション

9:20 ROSC

9:23 再度CPAへ

9:34 ヘリポート着

Zeegoに直接搬入

MTP発動 左大腿動静脈にシース確保
後腹膜ガーゼパッキング 右SFAも血管鉗子でクランプ
ROSCしCTへ

右気胸 右肺挫傷 開放骨盤骨折の診断

Zeegoへ両側IIA、右EIA、DFAをNBCA (REBOAを partialデフレート)

救命の可能性？



RT → *REBOA*



外傷蘇生の新たな地平線へ