

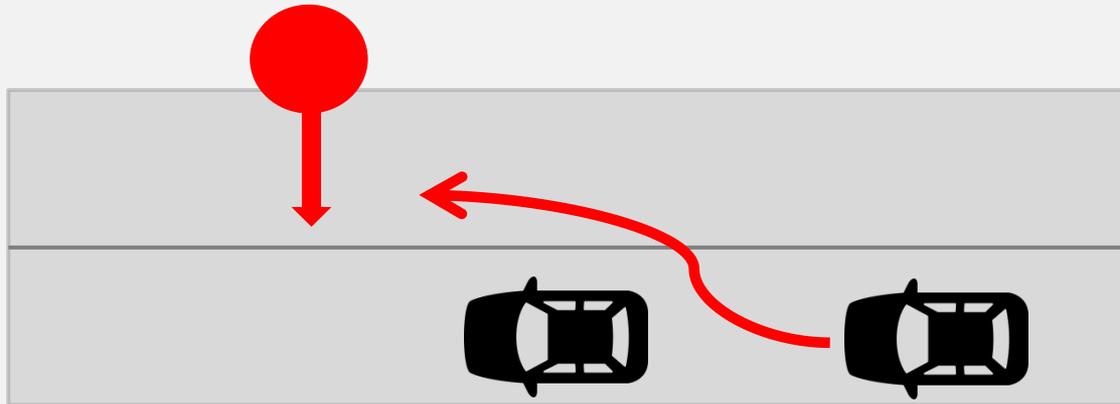
IVR in Trauma



一般財団法人 太田綜合病院附属太田西ノ内病院 放射線部
福島血管撮影技術セミナー(FANTA) 副代表
大原亮平

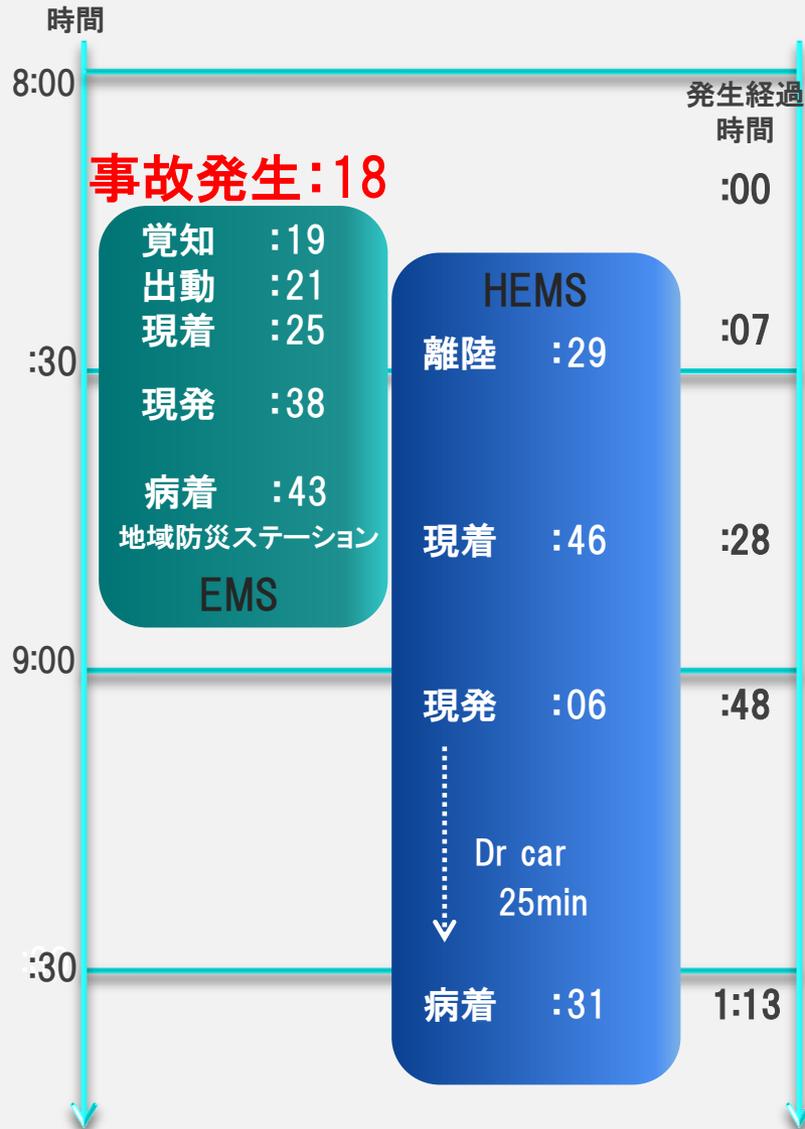
症例

- 89歳女性
- ADL full(杖歩行)、介護未申請
- 高血圧、脂質異常症



- 道路横断中、軽乗用車に左からはねられる
- 約10m飛ばされた
- 加害車両の車のボンネットは中破
- フロントガラスの損傷はなし

症例 病院前



JCS: II -10

EMS

BP:86/65mmHg HR:70bpm RR:36

SpO2:末梢冷感のため測定不能

**人 × 車、両下肢開放骨折、高エネルギー外傷受傷機転
HEMS要請**

E3V4M6

HEMS

BP:測定不能・橈骨動脈微弱、HR:56bpm RR:30 ↓

Fright Dr Primary survey & FAST

A: 気道開通	+	C: 動脈触知	±	FAST	
B: 奇異運動	-	冷感	+	心嚢	-
呼吸補助筋使用	-	湿潤	+	胸腔	-
頸静脈怒張	-	活動性出血	-	腹腔	-
皮下気腫	-	D: GCS (E 3 V 4 M 6)			
気管偏位	-	瞳孔 size	左 3.5 右 3.5	身体所見	
呼吸音	左 + 右 +	対光反射	左 + 右 +	両下肢開放骨折	(活動性出血有)
		麻痺	無		

末梢ルート1本確保、リンゲル全開投与、
両下腿の開放創に対してガーゼで圧迫止血(活動性出血の止血成功)

BP:169/108mmHg HR:56bpm RR:23 SpO2:100% ↑
全身の痛みを訴え フェンタニル50μg iv ×2

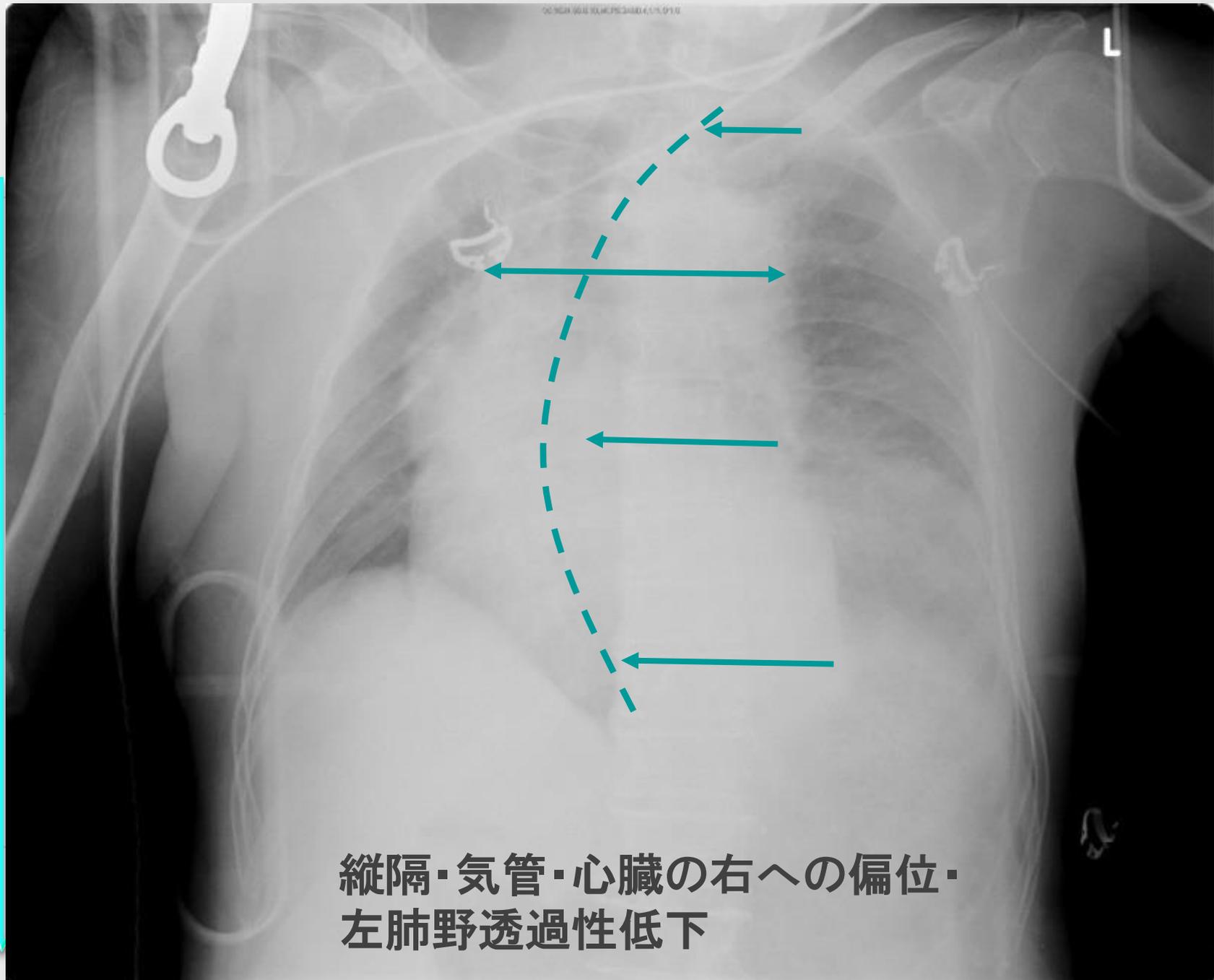
BP:124/76mmHg HR:78bpm RR:25 SpO2:100% ↓

症例 病着後

病着	病着後経過	発生後経過
9:31	E2V1M4・不穏状態、SpO2:測定不能 sBP:69mmHg HR:63bpm RR25 ↓	:00
:40	FAST (-) ポータブルXP A-line 挿入 トランサミン 1A iv 5% アルブミン-TM ポンピング投与	1:13
10:00	sBP:47mmHg HR:68bpm RR32 ↓	
:02	緊急気管挿管 FiO2 0.8 sBP:52mmHg HR:34bpm ↓ RCC 8単位 ポンピング投与 アドレナリン 0.2mg	:29
:19	sBP:58mmHg HR:42bpm →	1:32
:30	左胸腔ドレーン挿入 sBP:84mmHg HR:78bpm ↑	:48
:41	sBP:61mmHg HR:88bpm ↓ IABO挿入 sBP:122mmHg HR:87bpm ↑	:70
:56	CT Pan Scan	1:27
11:00	CT室滞在時間12分	2:38
:09	IVR室入室 (CT終了後1分)	1:38
		2:51



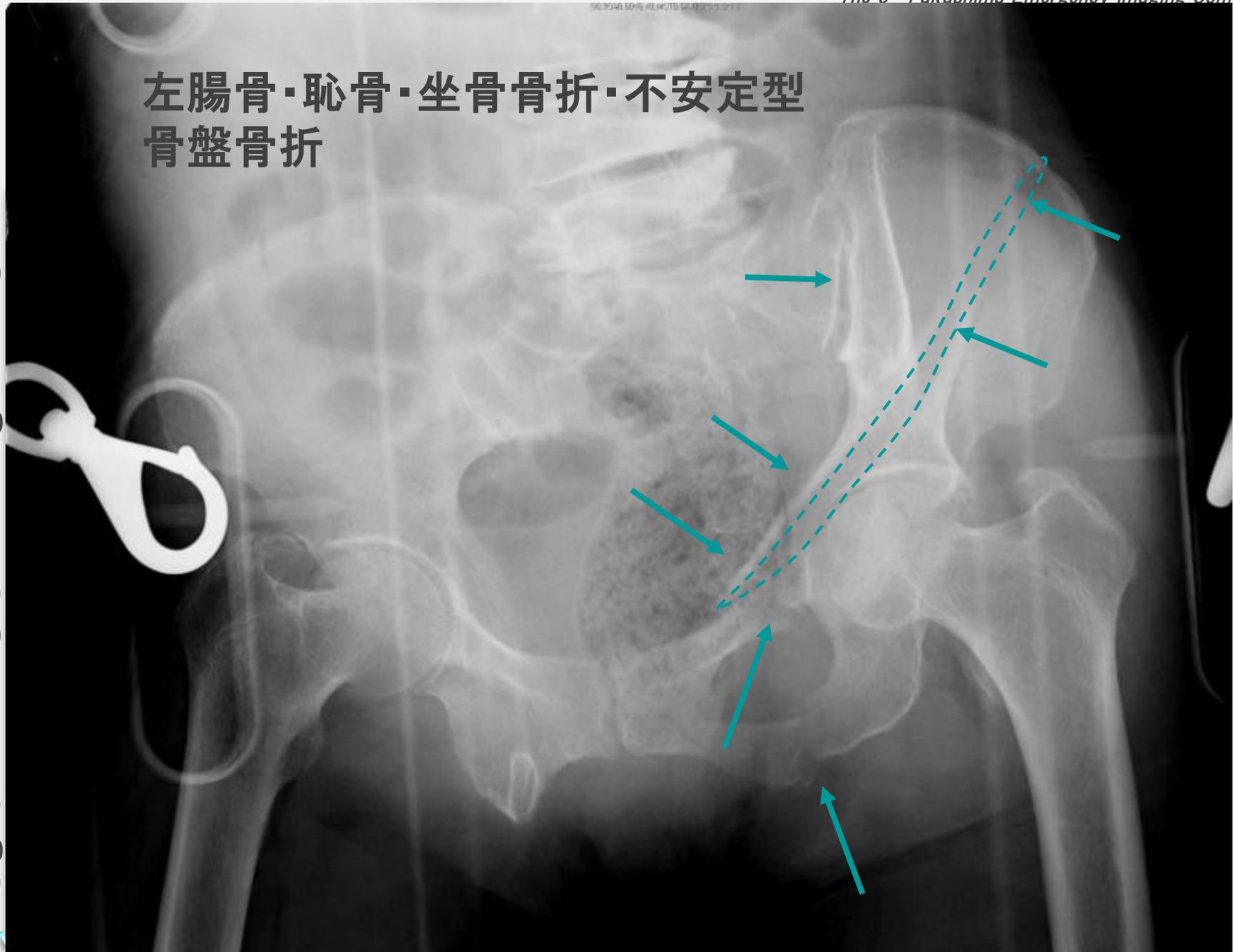
病着
9:31
:40
10:00
:02
:19
:30
:41
:56
11:00
:09



縦隔・気管・心臓の右への偏位・
左肺野透過性低下

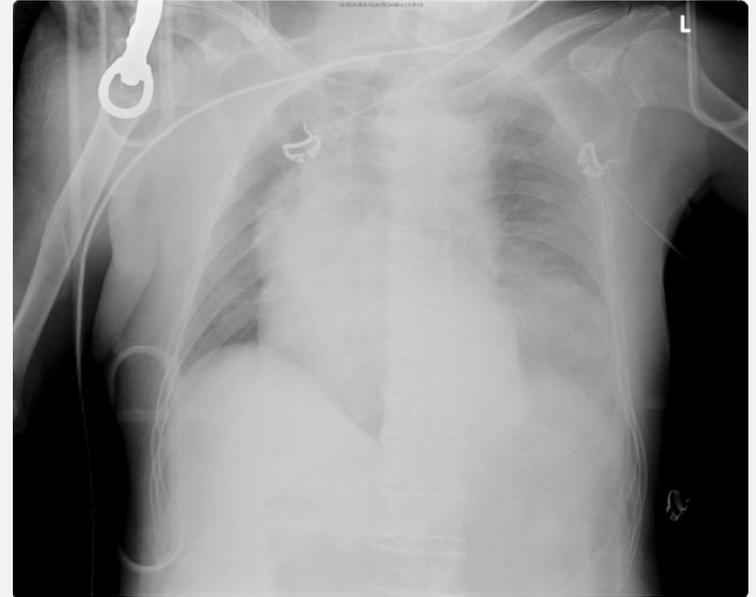
左腸骨・恥骨・坐骨骨折・不安定型
骨盤骨折

病着
9:31
:40
10:00
:02
:19
:30
:41
:56
11:00
:09



症例 病着後

病着	病着後経過	発生後経過
9:31	E2V1M4・不穏状態、SpO2:測定不能 sBP:69mmHg HR:63bpm RR25 ↓	:00 1:13
:40	FAST (ー) ポータブルXP A-line 挿入 トランサミン 1A iv 5% アルブミン-TM ポンピング投与	
10:00	sBP:47mmHg HR:68bpm RR32 ↓	
:02	緊急気管挿管 FiO2 0.8 sBP:52mmHg HR:34bpm ↓ RCC 8単位 ポンピング投与 アドレナリン 0.2mg	:29 1:32
:19	sBP:58mmHg HR:42bpm →	
:30	左胸腔ドレーン挿入 sBP:84mmHg HR:78bpm ↑	:48 2:02
:41	sBP:61mmHg HR:88bpm ↓ IABO挿入 sBP:122mmHg HR:87bpm ↑	:70 2:23
:56	CT Pan Scan	1:27 2:38
11:00	CT室滞在時間12分	
:09	IVR室入室 (CT終了後1分)	1:38 2:51



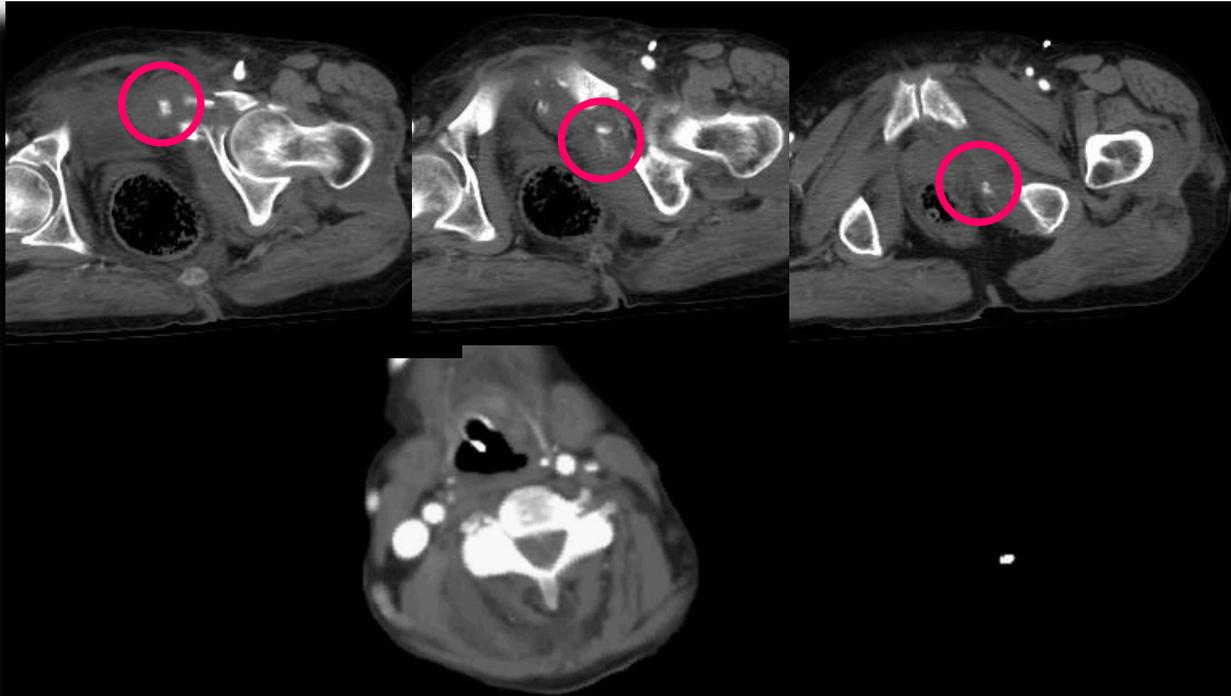
縦隔・気管・心臓の右への偏位・左肺野透過性低下



左腸骨・恥骨・坐骨骨折・不安定型骨盤骨折



CT Pan Scan CE early phase



血管外漏出像extravasationあり
→ 即時 IVR

FACT

Focused Assessment with CT for Trauma

大動脈損傷 —

広範囲な肺挫傷 —

血気胸・心嚢血腫 —

腹腔内血腫 ±

骨盤骨折 +

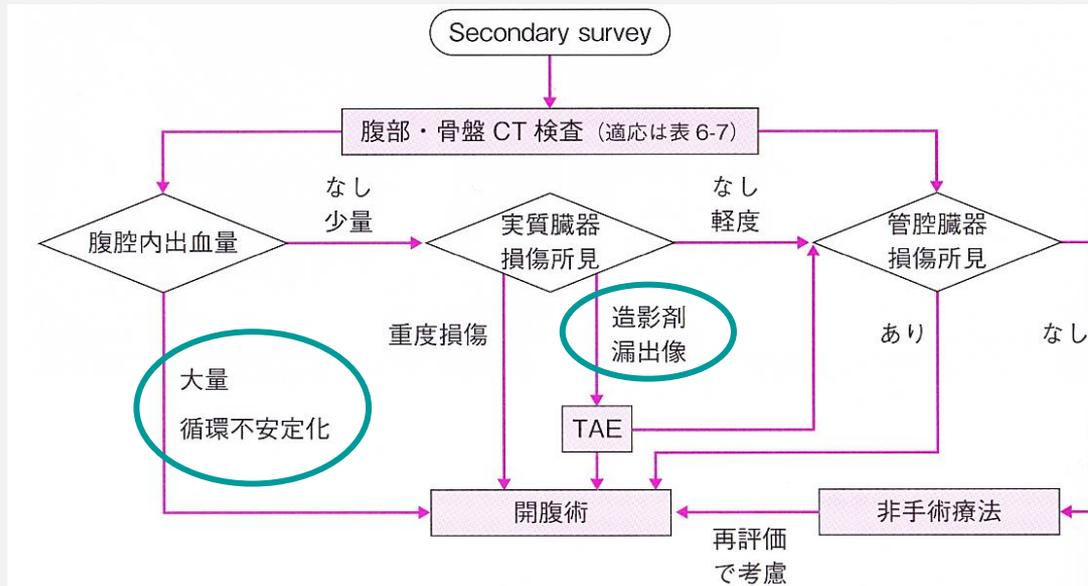
実質臓器損傷 —

- ・ 3分以内 Focusを絞った評価
- ・ FACT positive → Ope or IVR
- ・ FACT negative → 第2段階の読影

DIRECT セミナー 外傷画像診断コース

骨盤骨折に対するIVRの適応

日本外傷学会 外傷初期診療ガイドライン：JATEC



- 循環動態安定
- 他の臓器損傷がない
- CTで造影剤漏出像有

それぞれ施設環境によって変化ことがある

骨盤骨折に対するIVRの適応

CQ4. 循環動態からみた動脈塞栓の適応は？

推奨グレード C1

動脈塞栓の適応検討時点での循環動態と、その時点から止血完了までの予測時間を鑑みて適応を検討する必要がある、以下のように答える。

- 1) 適応検討時点で循環動態が安定しており、根拠をもってその後も安定し続けることが予測できる症例には、動脈塞栓を考慮してよい。
- 2) 適応検討時点では循環動態は安定しているが、循環動態の不安定化が予測される症例では、循環動態不安定化への対処法を備えた状況下で、他の方法での止血法も考慮しつつ、動脈塞栓を考慮してよい。
- 3) 適応検討時点で循環動態が不安定な症例では、その時点から30分以内に止血完了できるのであれば、蘇生的方法での動脈塞栓を考慮してよい。ただし、他の止血法も考慮しつつ、循環動態安定化をより短時間で達成できる方法がある場合には、そちらを優先する。

解説

動脈塞栓そのものの適応は循環動態のみでは決められない。他の損傷臓器があるか、ある場合にはそれらに対する治療を、その時の当該施設的环境下で、どれ位の時間内に、どのように行えるかを把握した上で検討しなければならない。

- ① 循環動態が安定
- ② 循環動態が不安定になっても即座に対応
- ③ 循環動態が不安定でも短時間でなら

症例

- 89歳女性
- ADL full(杖歩行)、介護未申請
- 高血圧、脂質異常症



- 道路横断中に、軽乗用車に左からはねられる
- 約10m飛ばされた
- 加害車両の車のボンネットは中破
- フロントガラスの損傷はなし

症例

● 89歳女性

出血している空間(bleeding space)

肝実質や若年者の筋肉など硬く緻密な組織空間(tight space)

縦隔や後腹膜の脂肪織などの中間的組織構造(loose space)

胸腔や腹腔など広がりを妨げるものがない(free space)

高齢者では、若年者に比べ、組織構造が疎になっているので、自然止血が得られにくく出血が広がりやすい。同部位でも年齢によって止血適応の積極性や緊急性を一段階高く見積もったほうが良い

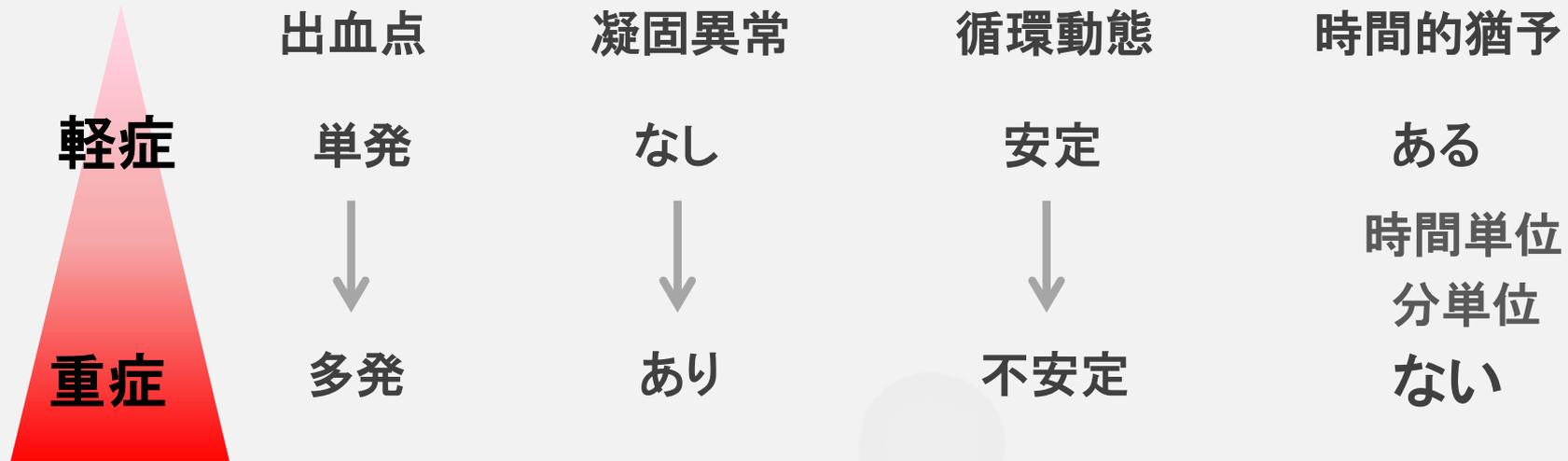
活動性出血



高齢者の筋肉

緊急性・出血量:高 (不安定化まで猶予がない)

近年の外傷IVRにおける時間の概念



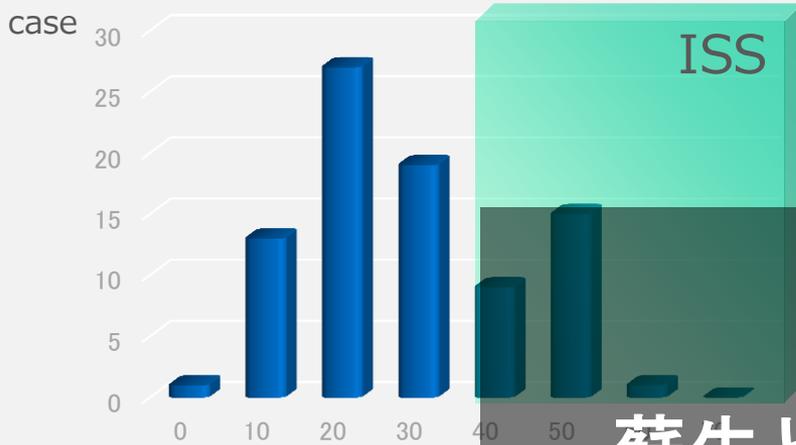
ある場合：多少時間がかかってもSelectiveに
ない場合：いかに早く出血を止められるかを優先

DCIR (damage control IVR)

蘇生としての止血術・機能温存より生命優先

太田西ノ内病院での外傷IVR重症度分類 TRISS法 (2013~2016)

症例数	85例		
年齢	平均 52.8歳 (4~89)	男女比	58 : 27
外傷分類	交通事故 60例	墜落 17例	一般外傷 8例
時間帯	日勤 : 夜勤	36 : 49	
搬送方法	HEMS 19	Dr-car 23	EMS 35 他院7 その他 1
重症度	ISS	mean 35.74294	median 32
	RTS	mean 7.058365	median 7.84080
	Ps	mean 0.769756	median 0.90529
生存	76 : 9		



DCIR

ISS : 損傷を6部位(頭頸部、顔面、胸部、腹部と骨盤内臓器、四肢と骨盤、体表外皮)で区域評価したものをAISスコア(1点-軽症、2点-中等度、3点-重症、4点-重篤、5点-瀕死、6点-致死)の上3部位の2乗を加算したもので最大値75点。
 RTS : 呼吸数、収縮期血圧、意識レベルから算出し生理学的重症度を示す。
 Ps : 予測生存率のことです。ISSとRTSと年齢因子の3要素から算出する。(TRISS method)

蘇生としての止血術・
機能温存より生命優先



実際のIVR

入室

穿刺

血管の選択

塞栓

終了・退室



診療放射線技師は何するの？

実際のIVR

入室

穿刺

血管の選択

塞栓

終了・退室

IVR 手技施行に関する 診療体制についての提言

日本 IVR 学会編

すべてこの中に書いてある

第1版 2017年7月8日



実際の

CQ12:IVR の施行に際して、診療放射線技師、日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師の役割は何か？

(市田隆雄)

入室

【回答】

診療放射線技師、日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師の役割を以下に示す。

穿刺

- 画像に関する支援

1.リアルタイムな手技支援

2.適切な画像の取得と画像処理

3.撮影時の患者説明

4.前回検査や術前検査の活用

5.医師への報告と治療戦略の共有

血管の

塞栓

- 放射線防護に関する支援

1.皮膚線量の管理目標値の決定

2.入射皮膚線量の推定

3.ワーキングアングルの提案

4.皮膚線量報告書の作成

終了

外傷のIVRは、救急診療

時間優先

そのために、どうするか？

先を読んで行動

どう先を読んで

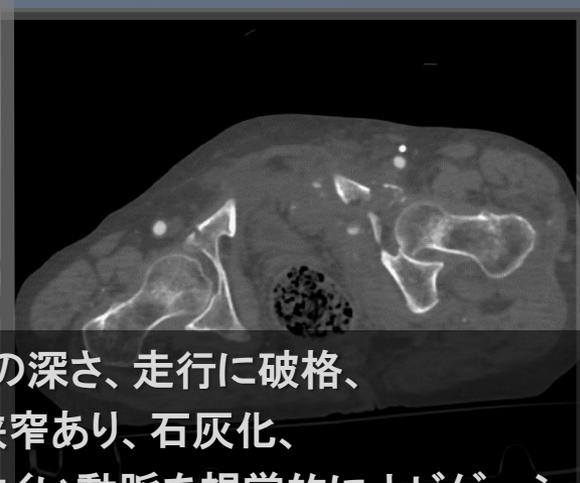
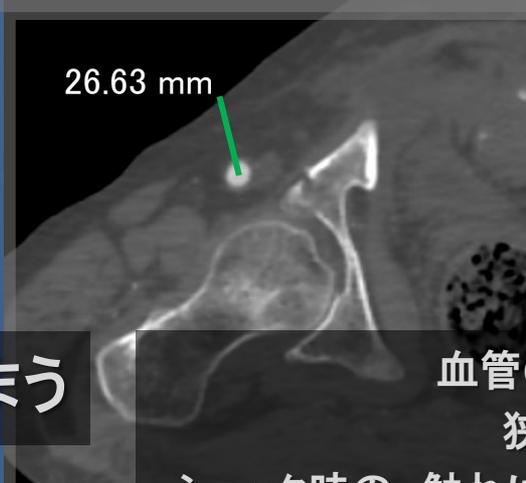
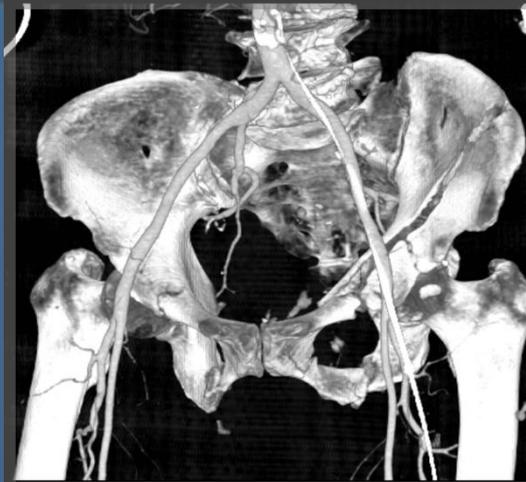
手技支援
画像支援

していくか

穿刺時の画像支援

穿刺部位付近の解剖学的情報提供

syngo Workplace



穿刺前に作ってしまう

血管の深さ、走行に破格、
狭窄あり、石灰化、
ショック時の、触れにくい動脈を視覚的にナビゲーション

血管選択の画像支援

出血部位付近の解剖学的情報

仮想透視画像

PPP : pre procedural planning

VFPP : virtual fluoroscopic pre procedural planning

有用性

- ・ 例えるならカーナビゲーションのようなもの
- ・ 多数の血管を選択しなければならない状況でより威力を発揮する
- ・ 解剖把握のための不必要なmapping造影や、透視下での盲目的なカテーテル操作による時間の浪費を省き、迅速な血管選択、止血が可能

松本純一ら : DIRECT研究会 インナービジョン2012年9月号



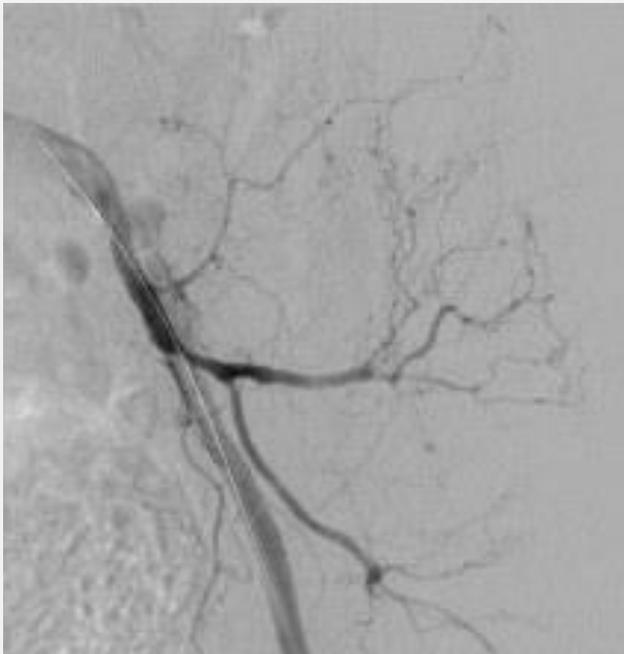
仮想透視画像

出血部位付近の解剖学的情報

PPP : pre procedural planning

VFPP : virtual fluoroscopic pre procedural planning

- ・ CT Pan Scanデータを使用した3D画像
- ・ ray summation法を用い透視類似
- ・ 血管のPathを表示して走行を表現



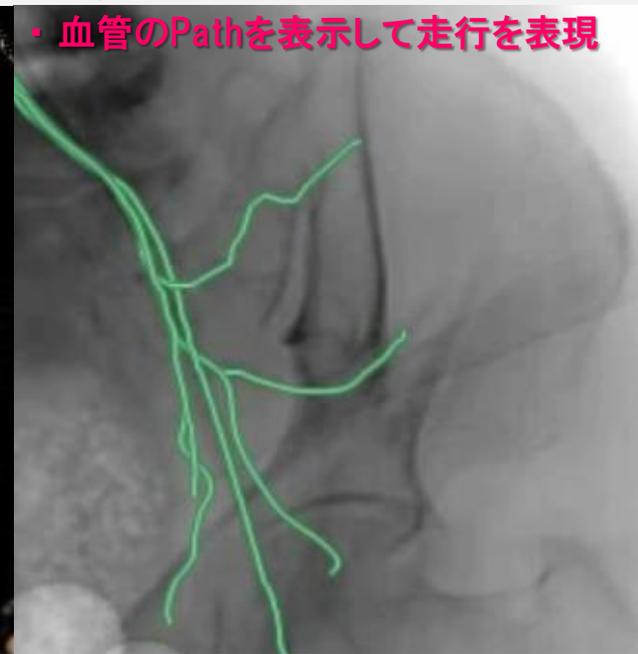
DSA

作成処理時間



通常3DVR

10分



PPP

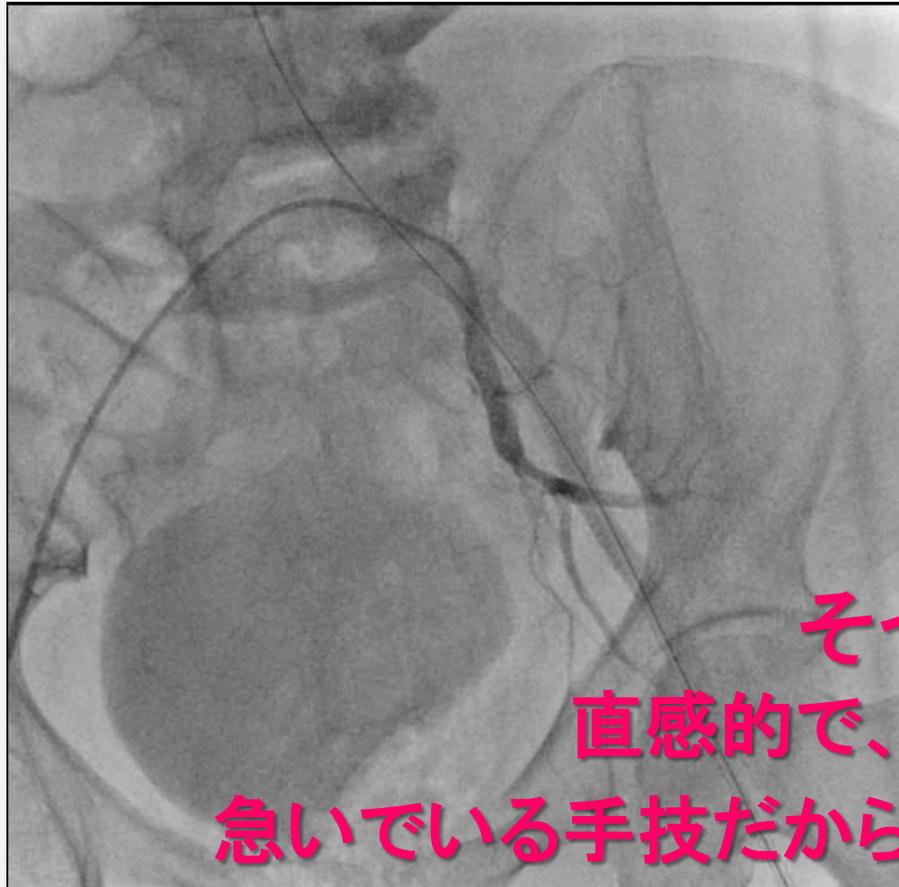
3分

仮想透視画像

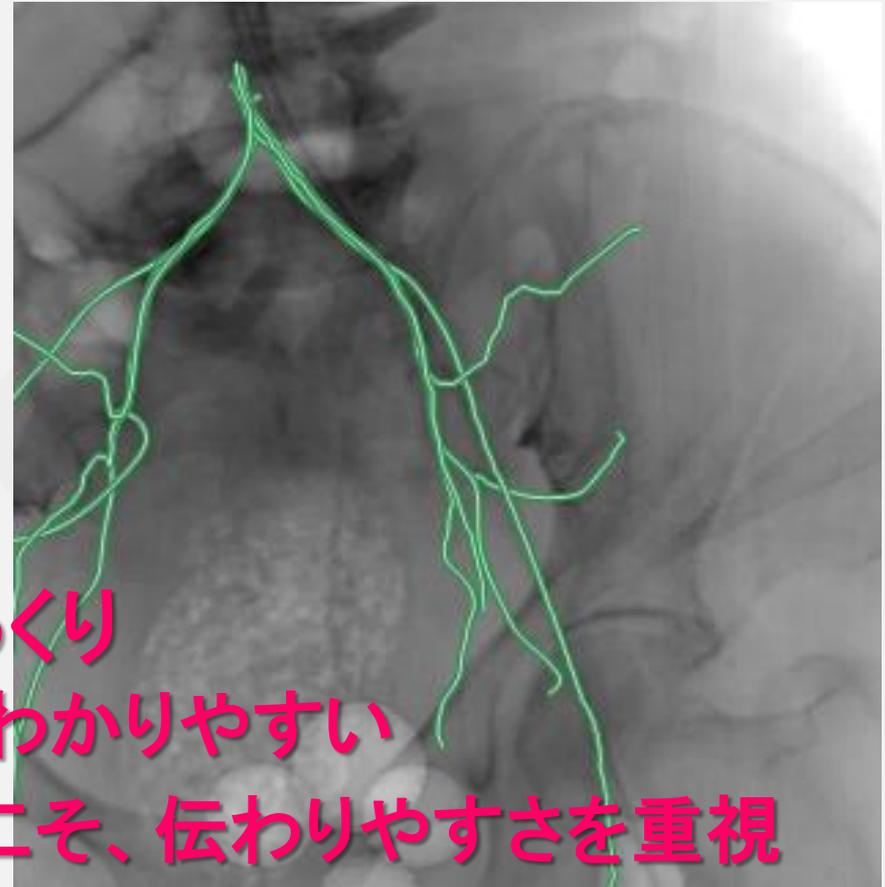
PPP : pre procedural planning

VFPP : virtual fluoroscopic pre procedural planning

出血部位付近の解剖学的情報



透視



PPP

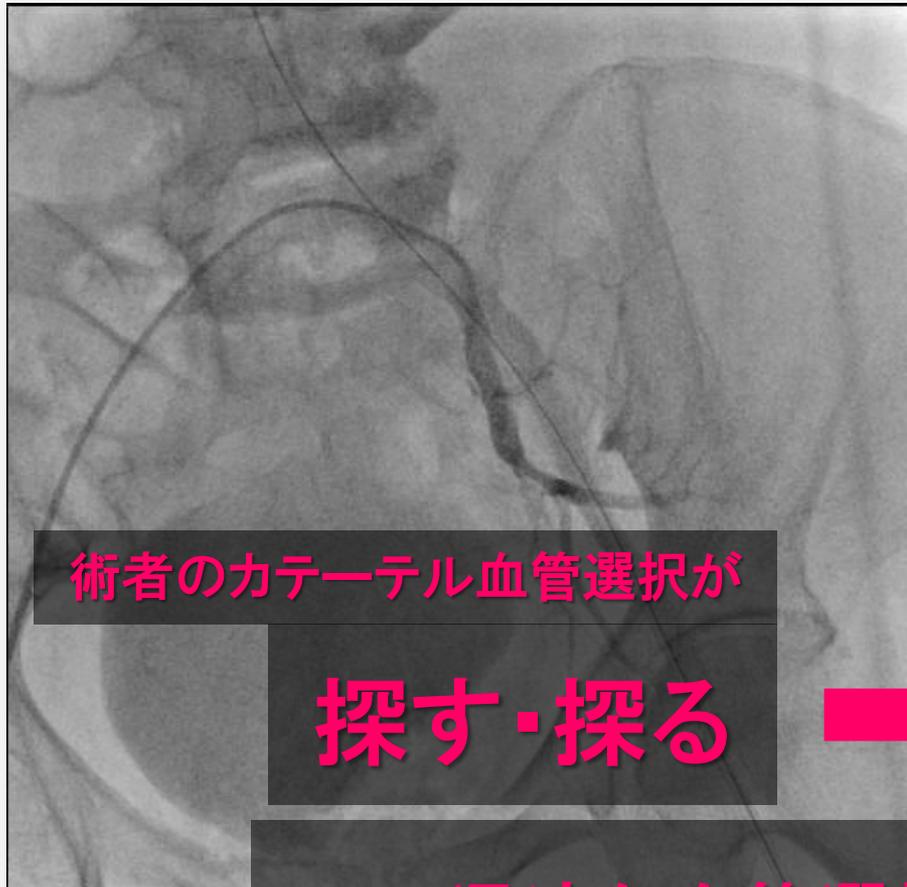
そっくり
直感的で、わかりやすい
急いでいる手技だからこそ、伝わりやすさを重視

仮想透視画像

PPP : pre procedural planning

VFPP : virtual fluoroscopic pre procedural planning

出血部位付近の解剖学的情報



迅速な血管選択への画像支援 PPP

塞栓時の画像支援

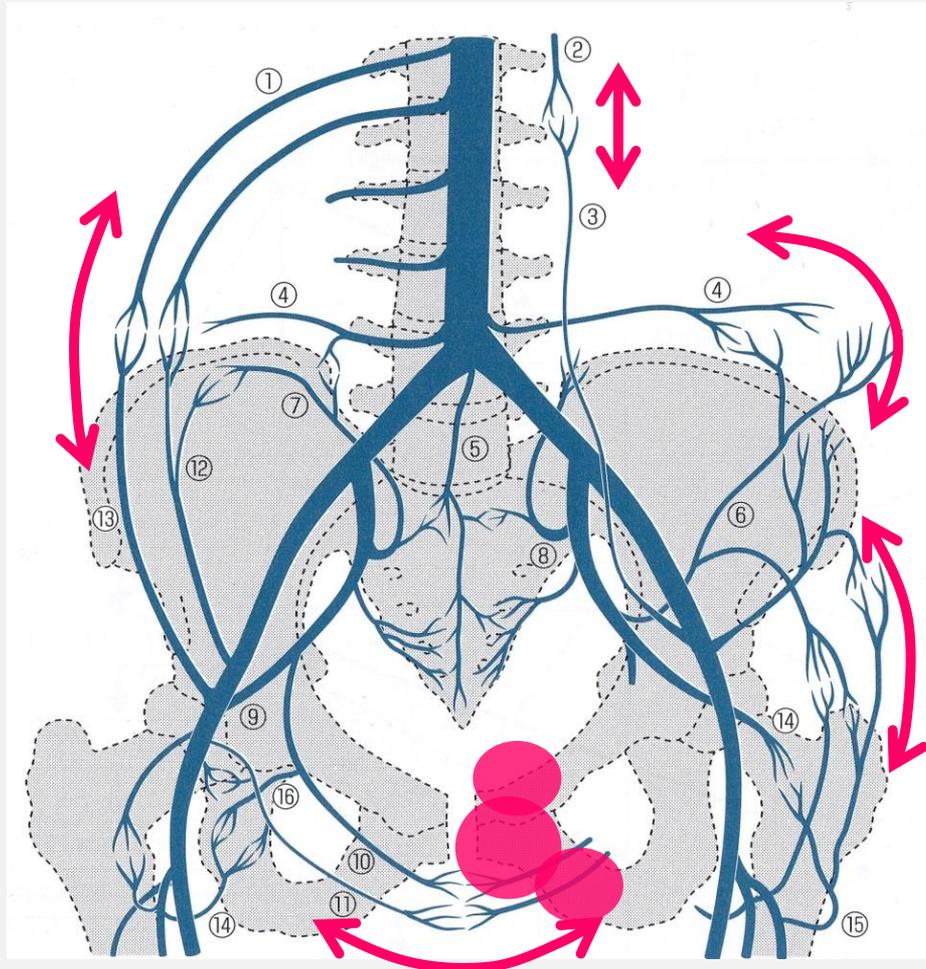
術者は、どこを、どう塞栓したいのか

塞栓時には何を考えるか



塞栓時に考慮すること ①

Cross circulation いわゆる副血行路



腰動脈、正中仙骨動脈、腸骨回旋動脈、外陰部動脈など
いわゆる付加動脈の塞栓追加の可能性も考える

本症例の場合

恥・座骨骨折による閉鎖動脈損傷 s/o



内側大腿回旋動脈の存在も考慮



外腸骨動脈の造影もあるかも
(閉鎖動脈は内腸骨動脈分枝)

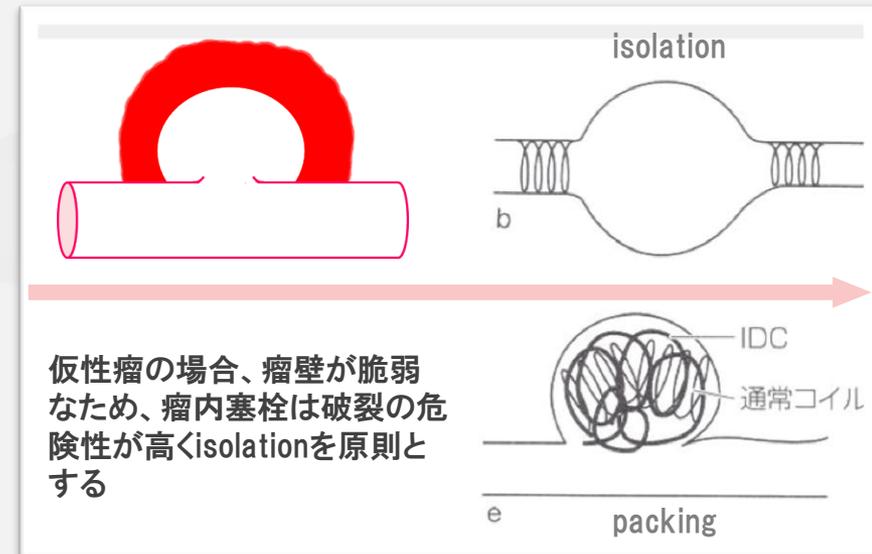
塞栓時に考慮すること ②

仮性動脈瘤：pseudoaneurysm

血管外漏出像：extravasationと違い広がらない陰影

薄皮一枚残った**動脈瘤**ではない
血管は破綻血管外へ出血しているが
血腫や周囲組織により覆われており
広がっていかない状況
Sealed Ruptureと呼ばれることもある

U.S.National Library of Medicine MeSH



栗林幸夫ら：IVRマニュアル 第2版.p154.医学書院

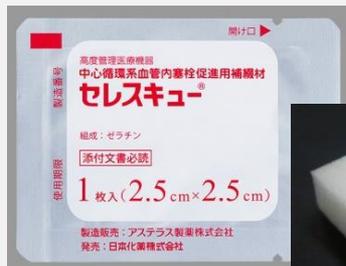
塞栓方法を理解することで

最適なワーキングアングルを、あらかじめ、考えておくが可能になる

塞栓時に考慮すること ③

塞栓物質

	ゼルフォームスポンジ	金属コイル	ヒストアクリル:NBCA(液体)
形態	血流停滞	血栓形成	陰イオン・エチル基重合凝固
期間	約二週間	永久	永久



ゼルフォームと金属コイルの塞栓効果は、患者の凝固能に依存

凝固状態を確認する必要

凝固について考える

血液が固まること

止血

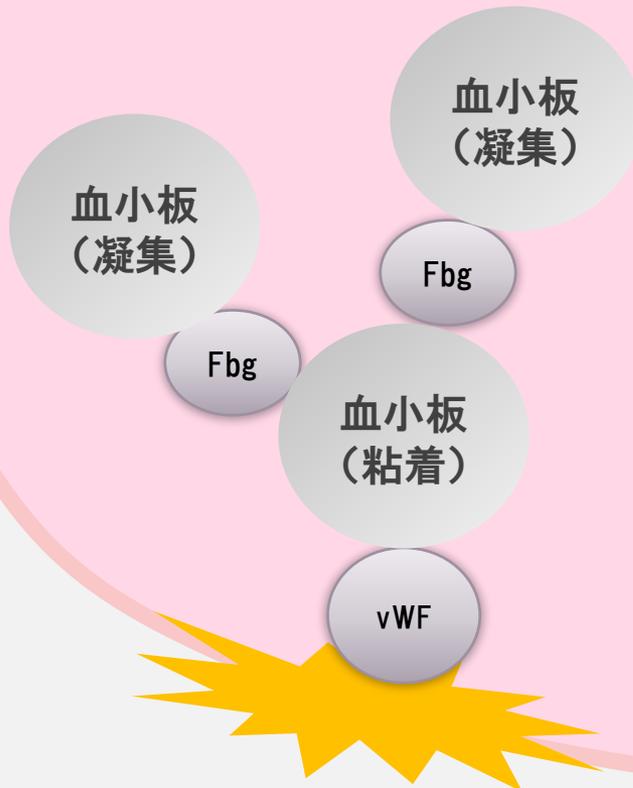
血栓形成で出血を止める

血管内の血栓を無くす

-
-
-



止血と血栓の機序

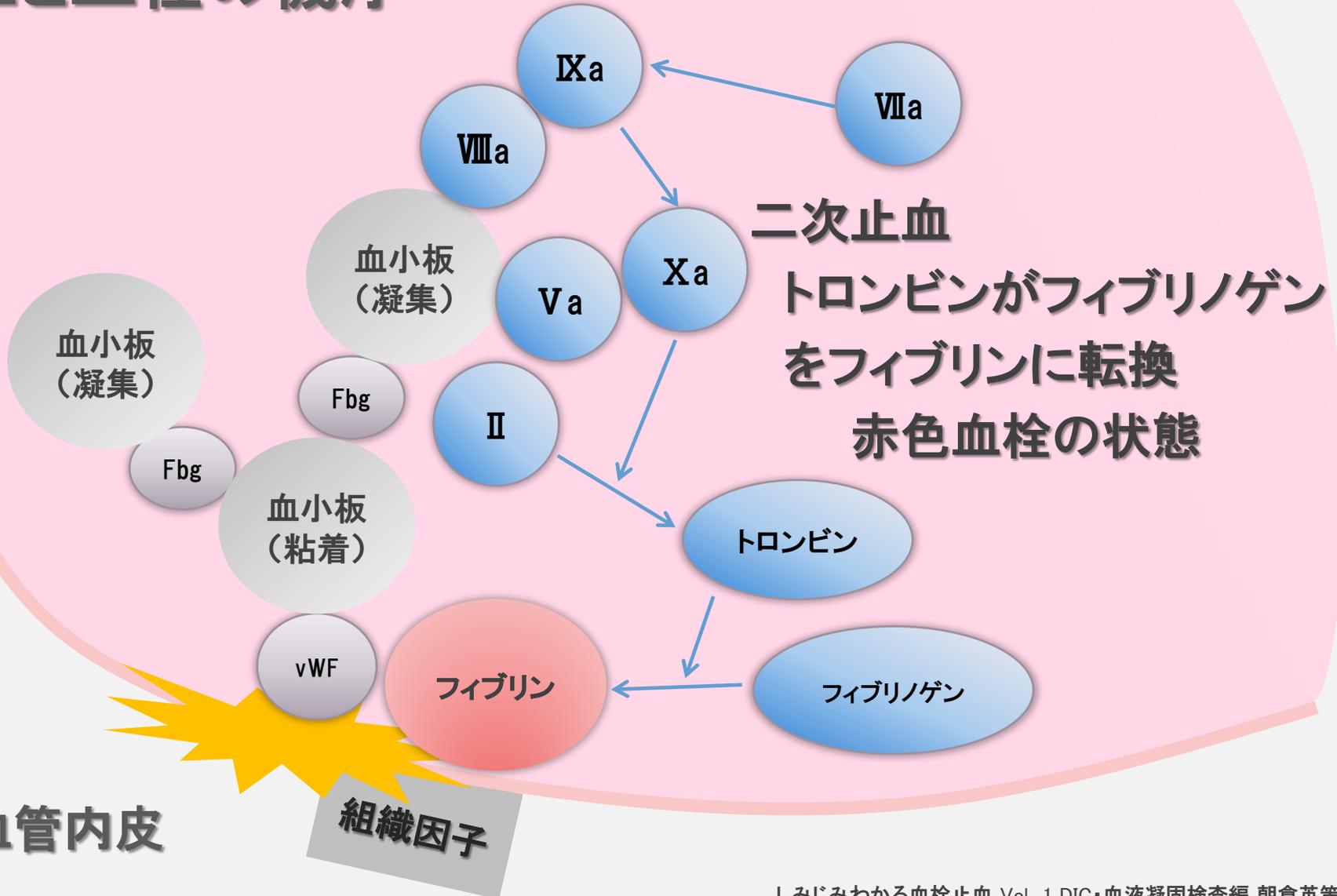


一次止血

血小板の粘着・凝集で止血
白色血栓の状態

血管内皮

止血と血栓の機序



血液さらさらの薬

止血と血栓の機序

アデノシンニリン酸(ADP)受容体阻害剤
 クロピドグレル(プラビックス®)
 プラスグレル(エフィエント®)
 チクロピシン(パナルジン®)

血小板
(凝集)

シクロオキシナーゼ(COX-1)阻害剤
 アスピリン(バイアスピリン®)

ホスホジエステラーゼ(PDE)阻害剤
 シロスタゾール(プレタール®)
 ジピリダモール(ペルサンチン®)

血管内皮

組織因子

抗血小板薬・療法

未分化ヘパリン(ヘパリンナトリウム® など)
 低分化ヘパリン(フラグミン® など)

二次止血

ビタミンK

ワルファリン
 (ワーファリン®)

DOAC
 (プラザキサ®, イグザレルト®,
 リクシアナ® など)

抗凝固薬・療法

しみじみわ... 朝倉英策

外傷急性期の凝固障害

複合的な病態

外傷自体による凝固障害 線溶 血栓が溶ける

希釈性凝固障害 凝固能低下 血が

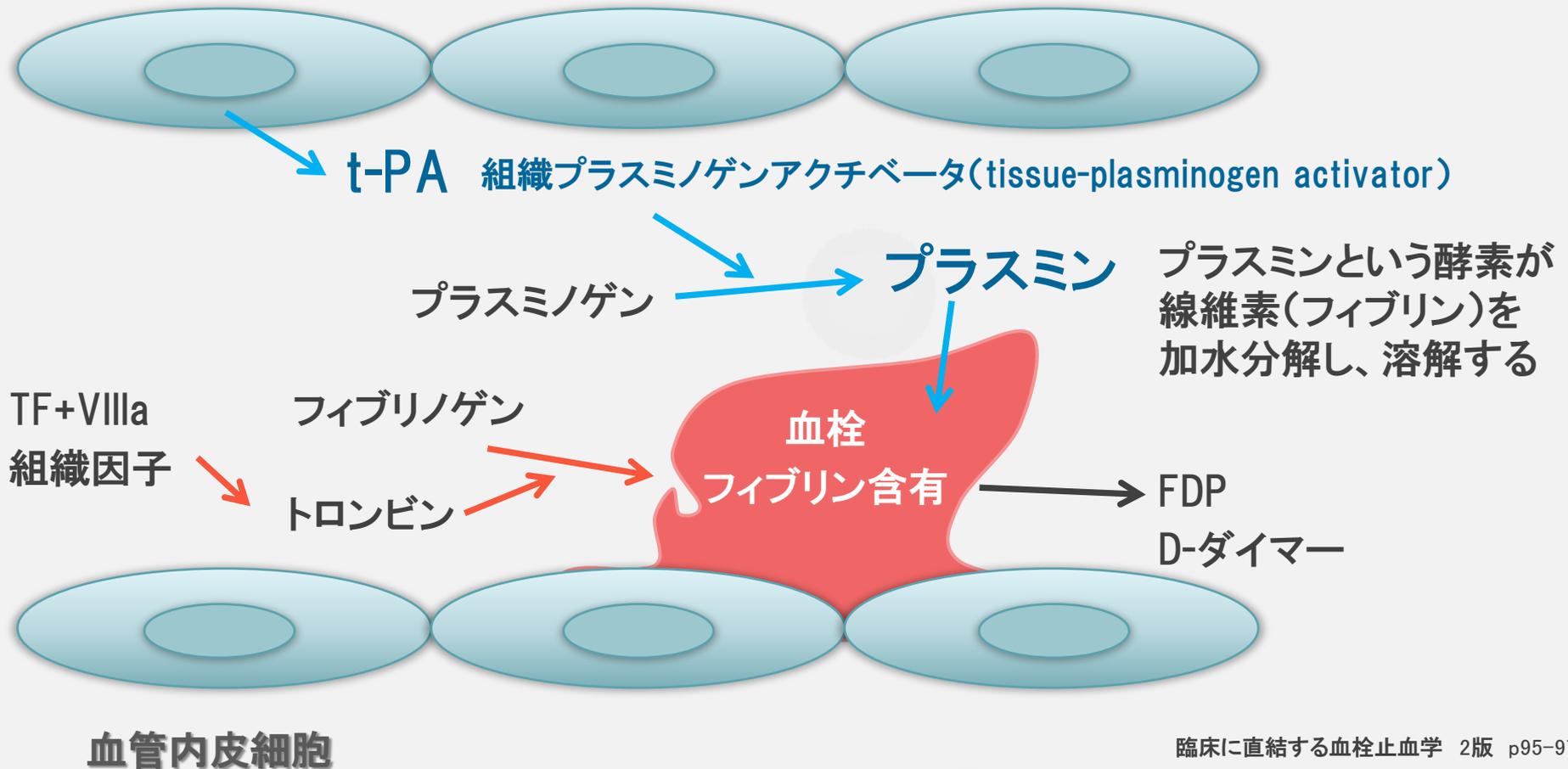
アシドーシス 血小板凝集低下 固まらない

低体温 血小板粘着・凝集低下

Hayakawa M.J Intensive Care.2017;5:14

線溶(fibrinolysis)

血栓を溶かす作用 フィブリノゲン溶解 線維素原溶解ともいう



なぜ外傷自体で線溶亢進になるのか

- ① 凝固の活性化 外傷患者は、健常人に比ベトロンビン生成が多い

Dunbar NM,et al.Transfusion.2009;49:2652

- ② 線溶の亢進

ショック

組織低還流・低酸素血漿の刺激により、血管内皮細胞から、即時かつ大量に組織プラスミノゲンアクチベータ(tissue-plasminogen activator)が放出される

組織損傷

凝固の活性でトロンビンが生成される刺激で同時に組織プラスミノゲンアクチベータ(tissue-plasminogen activator)も放出される。

Gando S,Wada H,Thachl J;Thromb Haemost 11:826-835,2013.

- ③ 消費性凝固障害 フィブリノゲンなどの凝固系、プラスミンインヒビターなどの線溶抑制系の消費性枯渇

外傷急性期の凝固障害

複合的な病態

外傷自体による凝固障害 線溶 血栓が溶ける

**外傷急性期の凝固障害、その本態は
重症広範囲外傷および出血性ショックが引き起こす
線溶亢進型DICである**

希釈性凝固障害 凝固能低下 固まらない

アシドーシス 血小板凝集低下 固まらない

低体温 血小板粘着・凝集低下

Hayakawa M.J Intensive Care.2017;5:14

丸藤哲ら:外傷急性期の血液凝固線溶系:日救急医学会誌. 2010;21:765-78

線溶亢進型DIC(播種性血管内凝固障害)

血栓が溶かされていく 全身性で起こる凝固障害

症例 病着後

		病着後経過	発生後経過
病着	E2V1M4・不穏状態、SpO2:測定不能 sBP:69mmHg HR:63bpm RR25 ↓	:00	1:13
9:31	FAST (-)		
	ポータブルXP		
:40	A-line 挿入		
	トランサミン 1A iv		
	5% アルブミン-TM ポンプ投与		



**2013年4月改訂(第8版)
*2007年4月改訂

抗プラスミン剤

04

処方せん医薬品*

日本標準商品分類番号
873327、87449

貯法	室温保存
使用期限	包装に表示の使用期限内に使用すること。

日本薬局方 トラネキサム酸注射液

トランサミン®注5%
トランサミン®注10%

TRANSAMIN® INJECTION

	注5%	注10%
承認番号	21400AMZ00157	21400AMZ00158
薬価収載	2002年7月	2002年7月
販売開始	2002年9月	2002年9月
再評価結果	1977年10月	1977年10月

※注意—医師等の処方せんにより使用すること

:56
11:00
:09

CT Pan Scan
CT室滞在時間12分

IVR室入室 (CT終了後1分)

トランサミン®の効果は、出血を伴う外傷患者の
死亡リスクを低下させる

CRASH-2 : a randomized , placebo-controlled trial. Lancet 376:23-32,2010

IVR塞栓時 “ 医師への報告と治療戦略の共有 ”

“ 塞栓どうしようかな、
凝固の状態は、どうかな？ ”



FFP 8U後で、Fibrinogen 160
くらいで安定してきてます。
なので、ゼラチンスポンジで
いけそうですね

凝固材料の補充もされ、そして安定化してき
ているので、機能的止血が望めそうだから、、、

“ だよね ”

症例 病着後②

	病着後経過	発生後経過
11:00	:09 IVR室入室	1:38 2:51
12:00	:58 塞栓術終了	2:27 3:40
13:00	ER待機	
14:00	:20 OPE室入室 整形外科チーム 洗浄デブリドマン 創外固定術(左大腿~下腿) 骨折観血的手術(右下腿)	3:49 5:02
15:00	:27 外科チーム 開腹左横隔膜修復術 (Simple closure)	5:56 7:09
16:00		
17:00		
18:00	:58 ICU入室	8:27 9:40

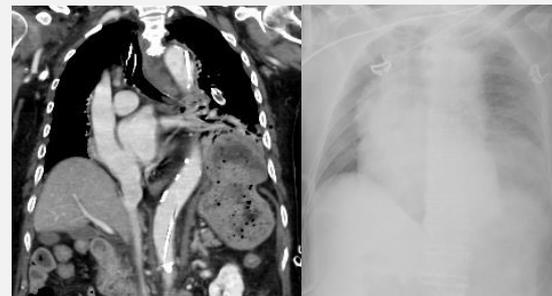


- ・L-IIA:2mm角ゼラチンスポンジ
- ・R-IIA:2mm角ゼラチンスポンジ(軽め)
- ・extraの減少は認めたが一部残存
出血量の減少は認められたため手技を終了
- ・左大腿部のextraについては現時点では
塞栓しない方針
IVR室にてIABOカテーテル抜去、カフ破損なし



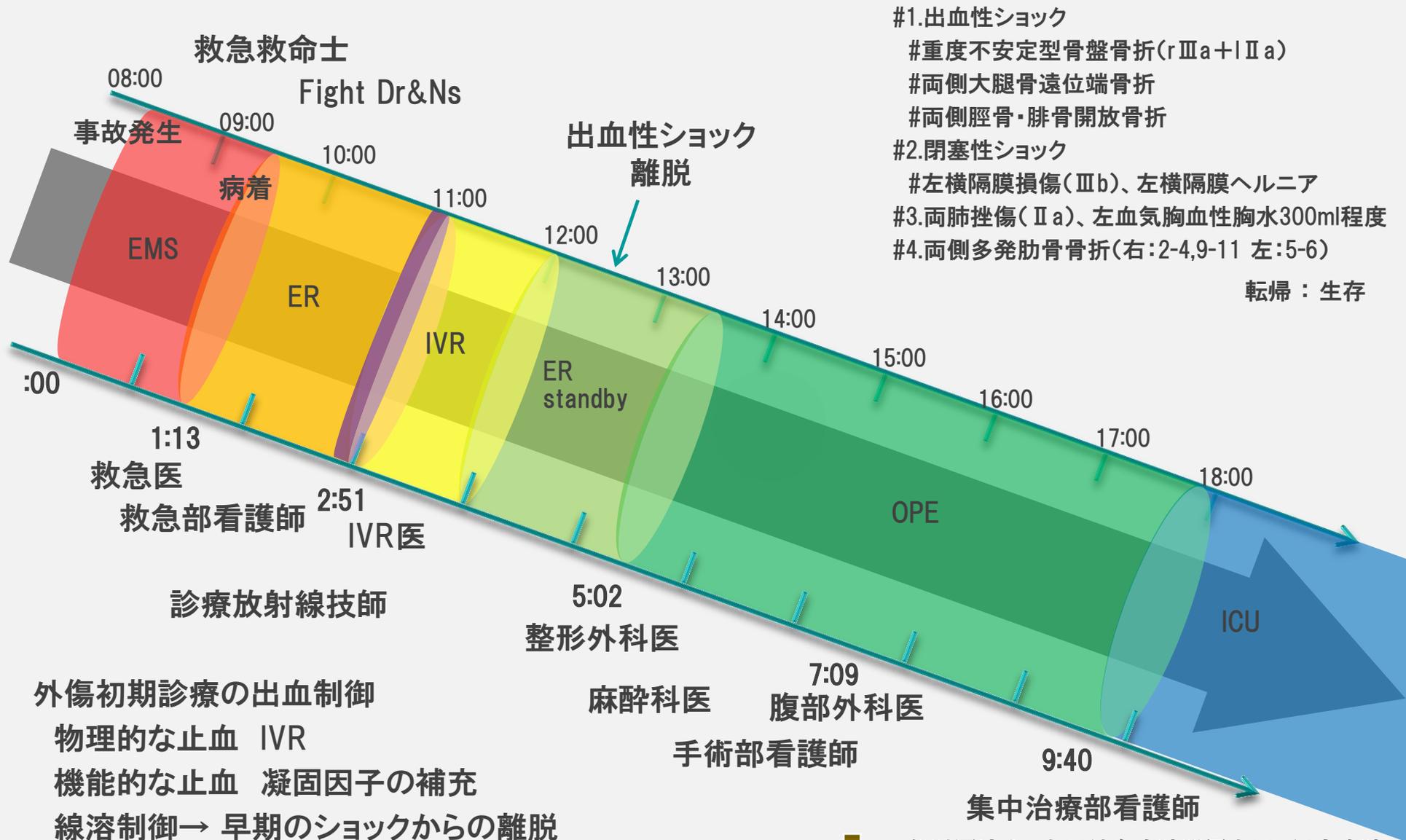
開放創周囲を延長切開、洗浄・デブリ 左:下腿近位、大腿近位、踵骨中創外固定
右:腓骨髄内釘固定のみとして終了骨盤は全身状態を考慮し保存加療方針

後日 軽度な左側から内固定予定



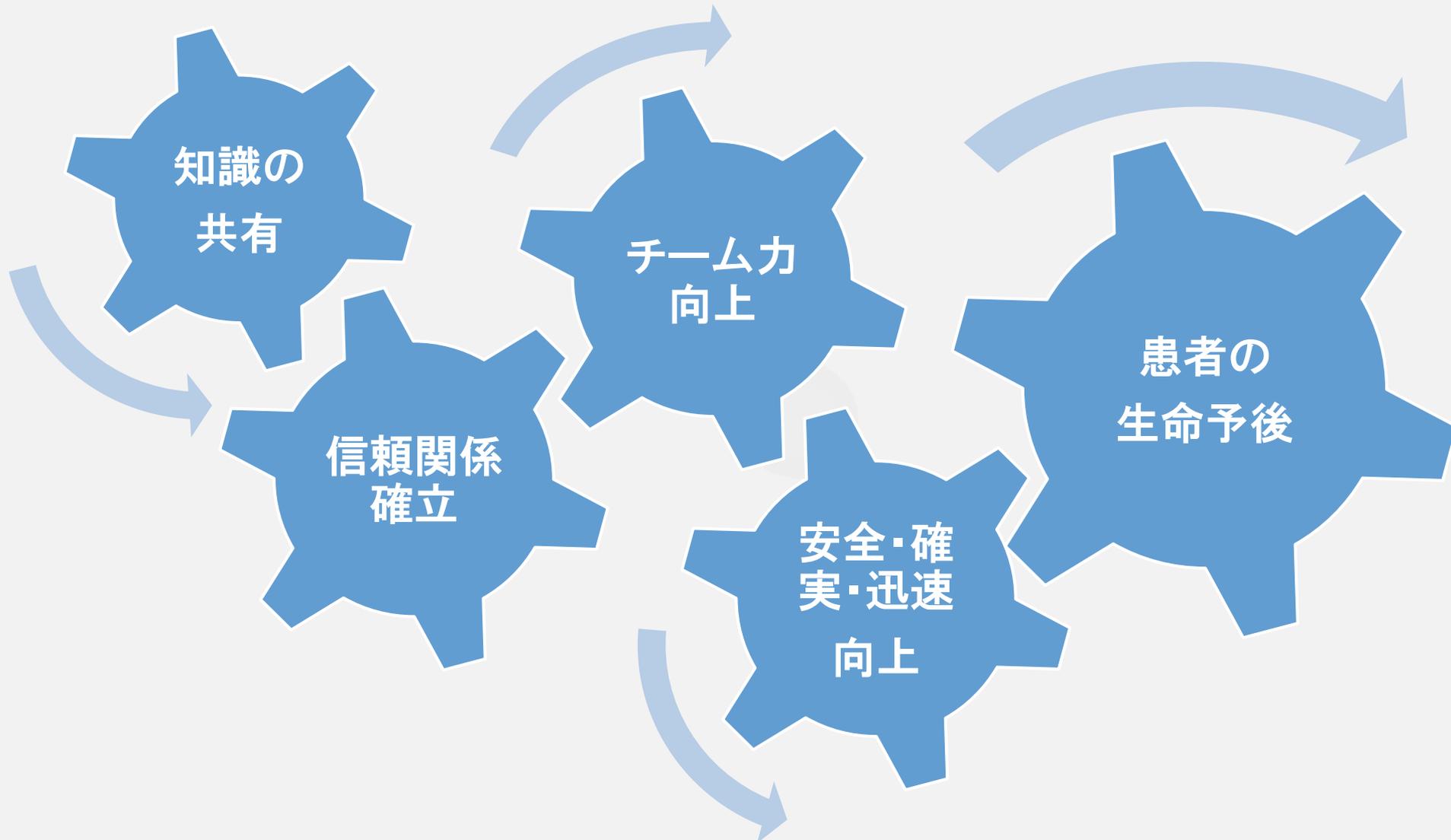
腹腔内に明らかな便汁・血性腹水認めず
胃穹隆部・脾上極が左横隔膜に陥入
左横隔膜は7cm程横方向に断裂
2-0 black silk 11針にて単純閉鎖
腹腔内を再確認、他に明らかな臓器損傷なし

～ 本症例の全体像 ～



- #1.出血性ショック
 - #重度不安定型骨盤骨折(rⅢa+lⅡa)
 - #両側大腿骨遠位端骨折
 - #両側脛骨・腓骨開放骨折
- #2.閉塞性ショック
 - #左横隔膜損傷(Ⅲb)、左横隔膜ヘルニア
- #3.両肺挫傷(Ⅱa)、左血気胸血性胸水300ml程度
- #4.両側多発肋骨骨折(右:2-4,9-11 左:5-6)

診療放射線技師に必要ないよねって思っている方も多いけど



まとめ

- * IVRの手技を迅速に行うには、手技の先読みが大事
- * CT画像の読影補助が治療補助に直結する
- * チームとして機能し他職種を補いながら専門性を活かす

患者を救いたいという熱い気持ちが必要