

**クラッシュ(圧挫) 症候群と
熱傷、D V T
(医師・看護師：30分)**

本セッションの目的

日常臨床では頻度が低いが、
災害時には重要な疾患である
圧挫症候群、熱傷、DVTに
ついて理解を深めること。

クラッシュ(圧挫)症候群

クラッシュ症候群とは

阪神淡路大震災で広く知られるようになった病態

症例)

22歳男性。崩れた家屋の下敷き
両下肢を約半日挟まれていたが
意識清明で会話も可能。

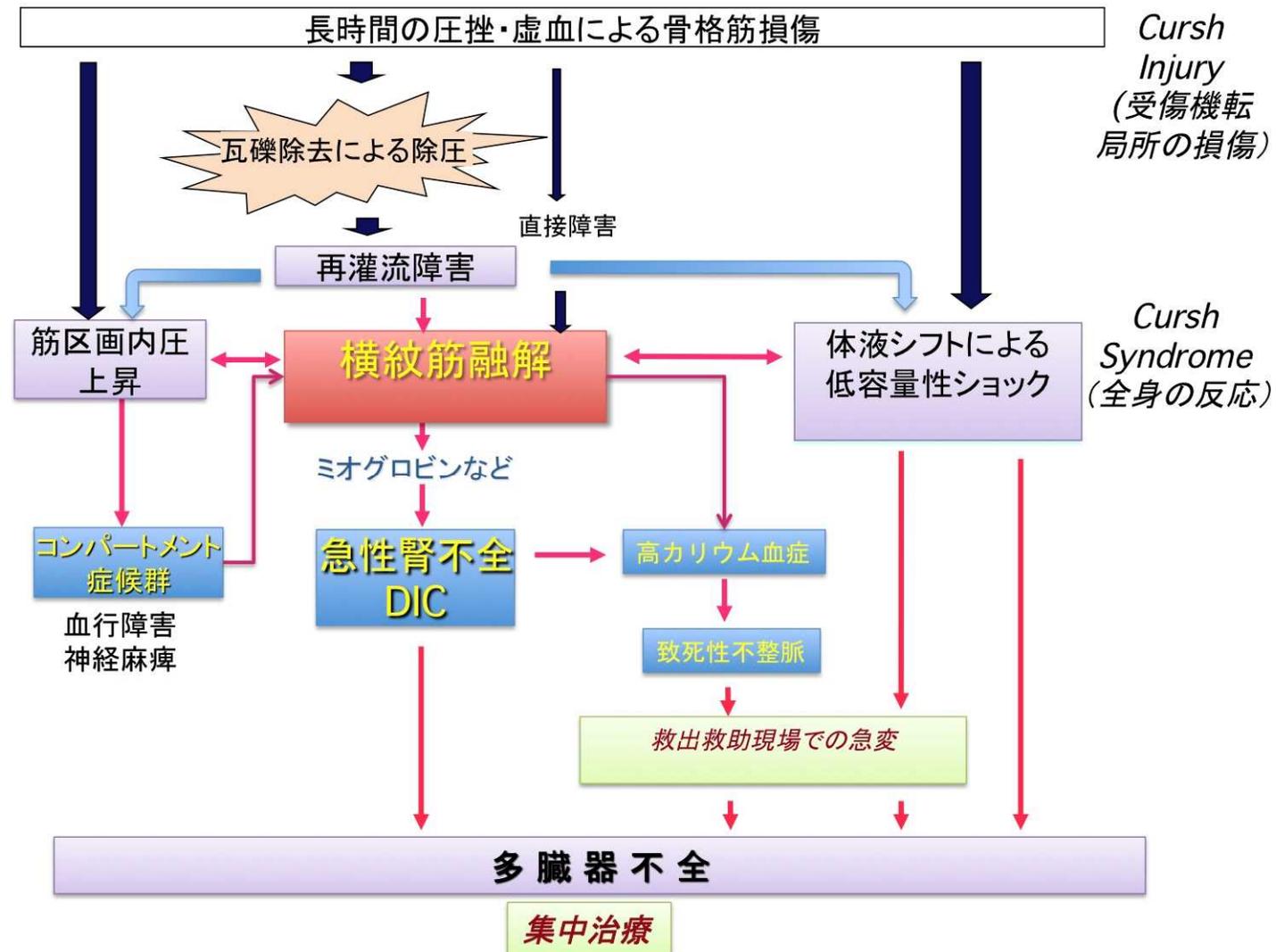
→活動開始約4時間後によりやく
瓦礫を除去し救出。

しかし、その直後に心肺停止。
直ちに医療機関に搬送するも
蘇生せず。



“Smiling Death”

クラッシュ症候群の機序



クラッシュ症候群の所見

- バイタルサインは安定
- 軽い興奮状態
- 皮膚紅班・水疱形成・壊死
→ 早期では、見た目の異常を来さないこともある
- 圧挫肢の知覚運動麻痺
→ 脊髄損傷と誤る
鑑別は肛門反射の有無
- 黒褐色～赤褐色尿



ポートワイン尿

診断の3大ポイント

- ①重量物に長時間挟圧されたエピソード
- ②患肢の運動知覚麻痺
- ③黒～赤褐色尿

※バイタルサインが安定しているためSTART法ではアンダートリアージされる危険性あり。

四肢の麻痺あるいは挟まれの受傷機転があれば必ずクラッシュ症候群を疑うべし！！

阪神淡路大震災 傷病別の集中治療施行状況

	症例数	集中治療施行例 (%)
クラッシュ症候群	372	262 (70.4%)
外 因	2346	301 (12.8%)
疾 病	3389	323 (9.5%)
合 計	6107	886 (14.5%)

クラッシュ症候群は集中治療が必要となる確率が高い
40%の症例に透析療法が必要 (Renal Disaster)

阪神淡路大震災 疾病構造と患者転機

	症例数	軽快 (%)	死亡 (%)	被災地内病院 死亡率/患者総数 (%)	後方病院 死亡数/患者総数 (%)	不明 (%)
クラッシュ 症候群	372	302 (81.2)	50 (13.4)	36/196 (18.4)	14/176 (8.0)	20 (5.4)
外 因	2346	2188 (93.3)	128 (5.5)	115/1765 (6.5)	13/581 (2.2)	30 (12.8)
疾 病	3389	2706 (79.8)	349 (10.3)	241/2372 (10.2)	108/1017 (10.6)	334 (9.9)
合 計	6107	5176 (85.1)	527 (8.6)	392/4333 (9.0)	135/1774 (7.6)	384 (6.3)

クラッシュ症候群の死亡率、特に被災地内死亡の割合が非常に高い。
 → 早期に被災地外へ搬送する必要あり

治療①（救出中）

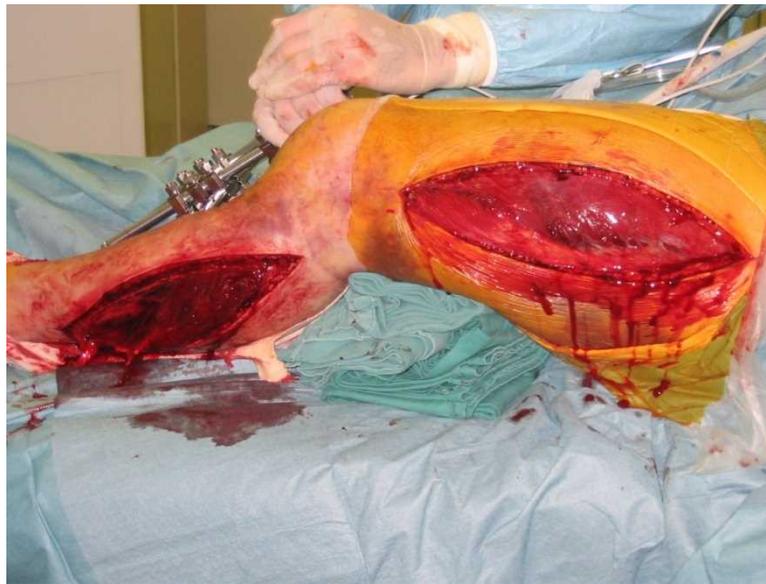
- **循環血液量減少性ショックに対する治療**
 - 救出活動中は生理的食塩水を1,000~1,500ml/hrで輸液
- **尿量減少と酸性尿が急性腎不全の増悪因子**
 - 生理食塩水に、炭酸水素ナトリウム（メイロン）とマンニトールを足したもの（Crush Injury Cocktail）を使用する場合も
- **患肢に対する駆血帯/タニケット等による緊縛の有効性は不明**
 - 選択肢として考えても良いが、行うとすれば救出直前
- **現場での四肢切断（On site Amputaion）**
 - クラッシュ症候群の予防のための適応はない。救出不可能な場合、二次災害切迫が適応

治療②（救出後）

- **尿量を維持するように細胞外液を使用**
 - 尿量300ml/hr以上を目安に細胞外液を500~1000ml/hr輸液する。血圧が低い場合は、ボラスで投与する。
 - 尿pH>6.5となるように1000mlごとにメイロン20ml
- **尿量低下に対して（尿量20ml/hrは禁忌）**
 - マンニトール（1 - 2 g / Kg / day）投与する。Max 200g/day
- **高カリウム血症が疑われる場合**
 - 炭酸水素ナトリウム、グルコン酸カルシウム、ケイキサレート、透析等の対処を行う。
- **高率に筋区画症候群を呈する**
 - 減張切開に関しては賛否両論あり

クラッシュ症候群と減張切開

減張切開に関しては要否両方の見解あり
四肢外傷に合併するコンパートメント症候群とは機序が違う
圧挫症候群では筋肉の虚血が基点である
内圧だけで減張切開の適応を決めるのは間違い



減張切開

- 大量の体液漏出
- 止血困難な出血
- 感染のリスク増大
- 可能な限り実施しない

**適応：受傷24時間以内の新鮮症例
組織圧 >> 灌流圧**

広域医療搬送の適応

基本的に全例適応

- 生理食塩水 1000mL全開投与
- 膀胱カテーテル留置

利尿なし

利尿あり

緊急度A

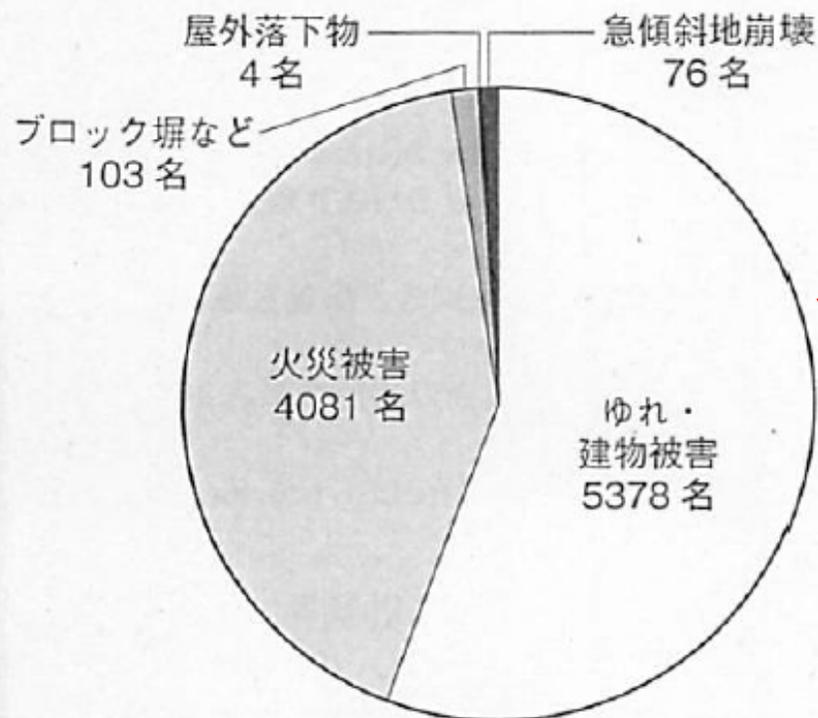
輸液はそのまま継続
直ちに広域搬送（8時間程度で搬送）

緊急度B

輸液はゆるめる
広域搬送の待機（24時間程度で搬送）

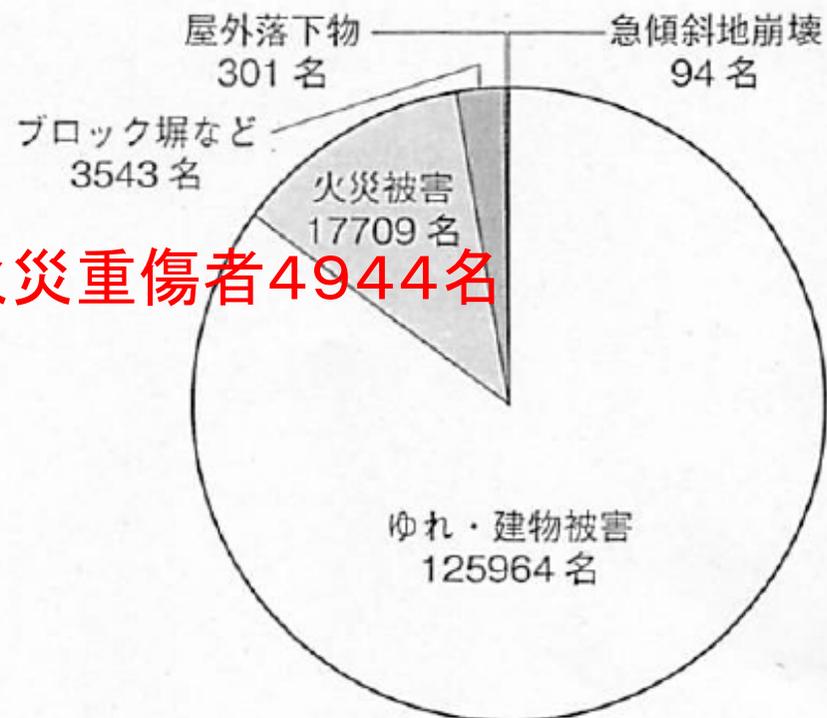
熱 傷

首都直下地震では、4,000人以上の重症熱傷が見込まれる



[死者] **9642例**

火災重傷者4944名



[負傷者] **147611例**

図 24-3 東京湾北部地震における東京都内の死者数・負傷者数の試算（東京都による）

災害拠点病院受入可能数(2012年6月末) 648施設 308例
 辺見らの調査(1997年) 318例

熱傷での死因

1. 熱傷ショック期

熱傷ショック期：Hypovolemic Shock

2. 気道熱傷

不適切な呼吸管理による気道閉塞

3. 腎不全

4. 敗血症

現在の最大の死因である

5. 多臓器不全

DMATとしては、1および2による
防ぎえた災害死を出さないことが重要

初期対応の3大ポイント

- ① 熱傷以外の外傷の検索
- ② 熱傷深度、熱傷面積の評価
- ③ 適切な初期輸液、尿量の評価

初期対応の流れ

1. 初期対応はABCDEアプローチ

→系統立った評価を行うことで、全身状態の把握だけでなく、熱傷以外の外傷の検索を可能にする

2. 気道の評価（と管理）は重要

→気道熱傷の評価をしっかりと、頸椎保護を忘れずに

3. 受傷直後にショックを認めることはまれ

→ショックを伴う場合は必ずその原因検索を

4. 広範囲熱傷（成人15%TBSA以上、小児10%TBSA以上）に対しては適切な輸液を

5. Exposure（脱衣）では腕時計や貴金属類も外す

6. 体温管理（低体温の予防のための保温）

熱傷深度 一度熱傷



- 発赤
- 疼痛
- 浮腫

熱傷深度 一浅達性II度熱傷一



- 皮膚の発赤
- 疼痛
- 表皮の剥離
- 水泡形成
- 浮腫
- 真皮面は
- ピンク色

熱傷深度 一深達性II度熱傷一



- 紅斑
- 赤～白色
- 水疱
- 知覚鈍麻
- 水疱底は圧迫しても発赤が消失しない

熱傷深度

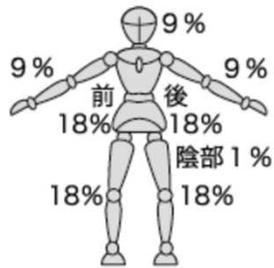
— 深達性II度熱傷 + III度熱傷 —



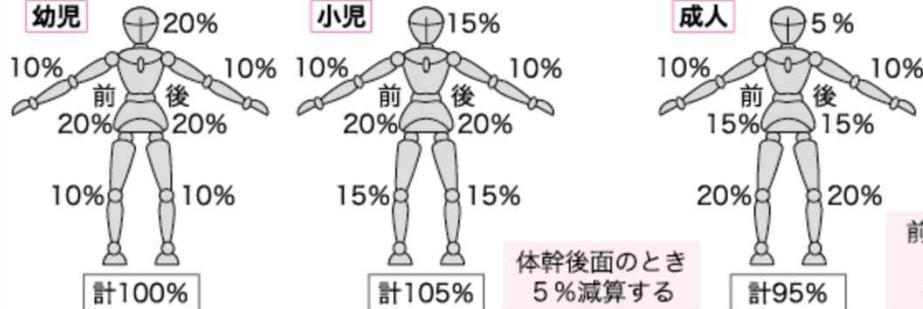
- 黒色、褐色、または白色レザー様
- 水疱（－）
- 無痛性

熱傷面積

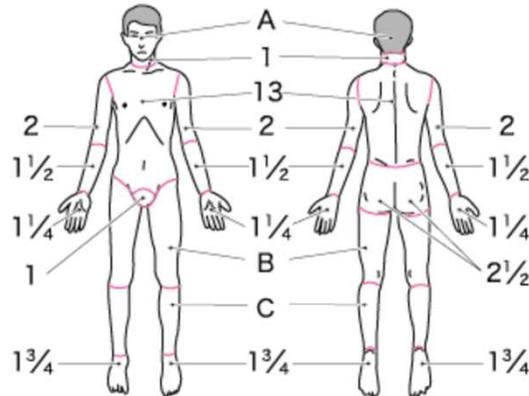
a) 9の法則



b) 5の法則



c) Lund and Browderの図表



年齢による広さの換算

	年 齢					
	0歳	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
A: 頭部の1/2	9 1/2	8 1/2	6 1/2	5 1/2	4 1/2	3 1/2
B: 大腿部の1/2	2 3/4	3 1/4	4	4 1/4	4 1/2	4 3/4
C: 下腿部の1/2	2 1/2	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2

d) 手掌法



患者手掌が体表面積の1%

熱傷面積を算出する際に小範囲の面積を加算算出するのに用いる

熱傷の重症度

熱傷指数: Burn Index, BI

$$\text{BI} = \frac{\text{II度熱傷面積} \times 1/2 (\%) + \text{III度熱傷面積}(\%)}$$

熱傷予後指数: Prognostic burn index, PBI

$$\text{PBI} = \text{BI} + \text{年齢}$$

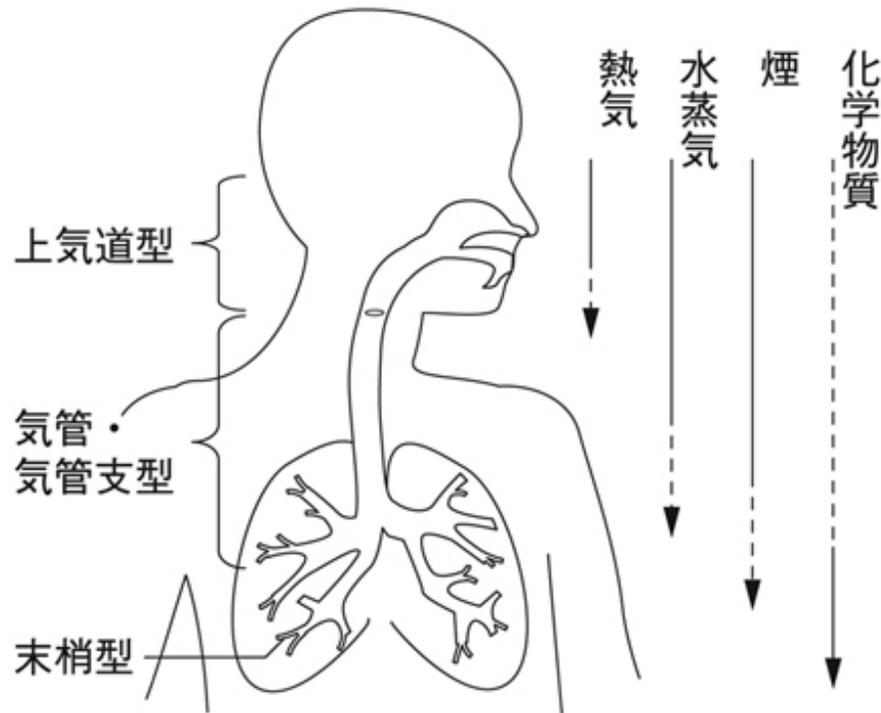
120 <	重篤、救命困難
100 ~ 120	救命は可能であるがcritical
80 ~ 100	重症熱傷であり死亡の可能性

気道熱傷を疑う病歴・症状

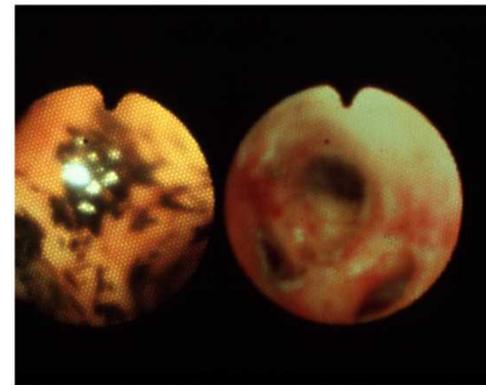
下記の病歴、症状、所見を認めた場合は、気道熱傷を疑う。

- 閉鎖環境での火災・爆発
- 鼻、口唇など顔面熱傷
- 上咽頭及び中咽頭の発赤・腫脹や煤の付着
- 気管内吸引痰の煤の付着
- 呼吸困難
- 嚥下困難
- 嘔声
- wheeze/stridor

気道熱傷の種類



(相川直樹：気道熱傷「治療64」：107-111、1982)



- 気道熱傷を疑ったら、気管支鏡で評価を。
- 気管支鏡を用いる時は、上気道だけでなく、下気道の評価も忘れない。

気道熱傷に合併する全身中毒

①一酸化炭素中毒

- 気道熱傷では全例で疑う
- 化学物質中毒の中で最多
- COHb, ABG, 血液検査, CXRなどの検査を行う
- 治療は100%酸素の投与

CO-Hb (%)	症状
0-10	無し
10-20	前頭部頭重感、軽い頭痛
20-30	拍動性頭痛
30-40	強い頭痛、目眩、視力障害、嘔気・嘔吐
40-50	上記症状の増悪、筋脱力、失神
50-60	意識障害、呼吸数や心拍数の上昇、痙攣
60-70	意識障害、痙攣、心機能や呼吸数の低下
70-80	数時間以内に死亡
80-90	1時間以内に死亡
>90	数分以内に死亡

②シアン中毒

- 気道熱傷では全例で疑う
- 羊毛や絹などの自然繊維、ポリウレタンやポリアクリロニトリルなどの化学繊維が燃焼した場合に発生する。カーペットやソファー、断熱材等がある室内で火災が起こると、高濃度のシアン化水素が発生する。
- 持続するアシドーシスを認めた場合に疑う
- ABG, 血液検査, CXRなどの検査を行う
- 治療は100%酸素、亜硝酸アミル、亜硝酸ナトリウム、ビタミンB12、チオ硫酸ナトリウムの投与等

初期輸液

- 20%TBSA以上の熱傷において輸液が必要。
- 下記の表に基づいて、輸液量を決定する。
- 尿量を見ながら、輸液量を調整する。

	成人	成人（高電圧電撃傷）	小児（14歳未満，40kg未満）
輸液量	$2 \text{ (ml)} \times \text{体重 (kg)} \times \text{熱傷面積 (\% TBSA)}$	$4 \text{ (ml)} \times \text{体重 (kg)} \times \text{熱傷面積 (\% TBSA)}$	$3 \text{ (ml)} \times \text{体重 (kg)} \times \text{熱傷面積 (\% TBSA)}$
速度	熱傷面積計算前の開始速度：500ml/hr（14歳以上），250ml/hr（6～13歳），125ml/hr（5歳以下） 熱傷面積計算後：上記輸液量の1/2を最初の8時間で，残りの1/2を16時間で投与。但し，時間尿量が2時間連続で指標より多い/少ない場合は，輸液速度を1/3ずつ減らす/増やす。		
尿量	0.5 ml/kg/hr（30～50 ml/hr）		1 ml/kg/hr

広域医療搬送の適応

●四肢体幹外傷の不搬送基準

FiO₂1.0下の人工呼吸で、SpO₂ 95%未満。

急速輸液1000ml後に、収縮期血圧60mmHg以下。

→Abdominal Compartment syndromeに陥ると、熱傷においても上記基準を満たしてしまう可能性あり。

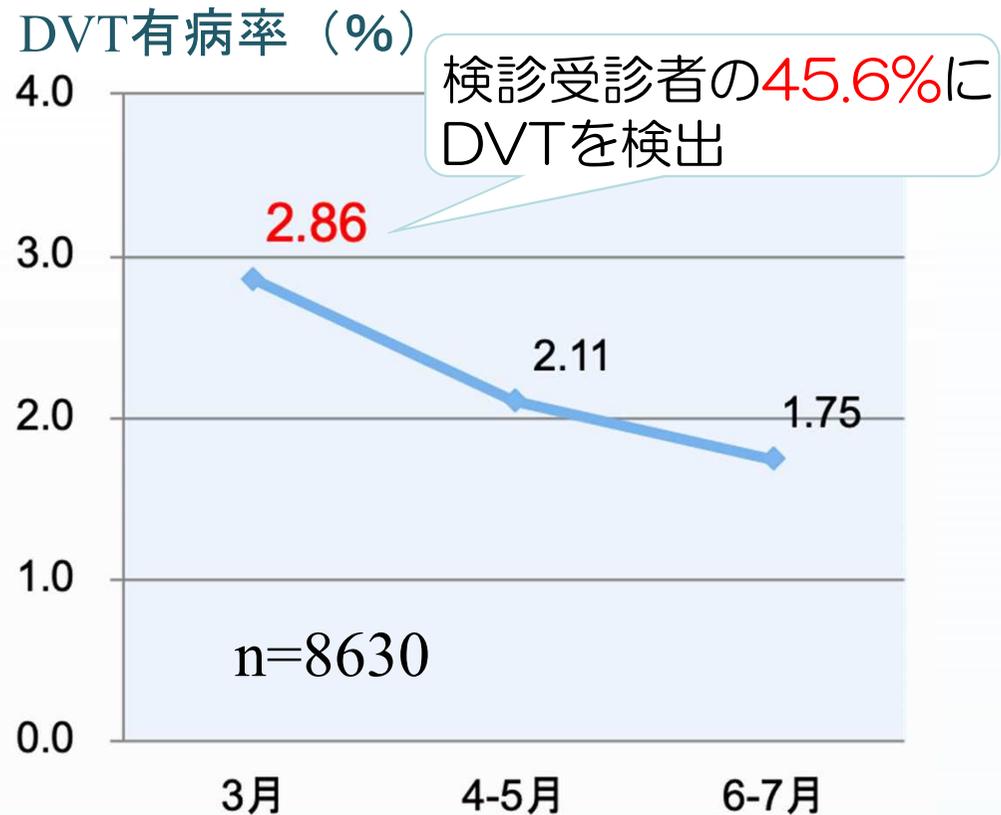
●広範囲熱傷

PBI > 100

上記のような場合は、長時間搬送に耐えられない可能性あり。
判断に迷ったら、エキスパートオピニオンを尊重する。

PE/DVT

東日本大震災（2011年3月）・石巻市内避難所 (石巻赤十字病院)



避難所人口当たりのDVT有所見者
(DVT有病率) Ueda S, *Tohoku J Exp Med*, 2012

避難所でのDVT有病率は日本人の200倍以上

参考：日本人のDVT有病率0.011%（佐久間ら、*Circ J*, 2009）

熊本地震(2016)でのエコノミークラス症候群

入院を必要とした「エコノミークラス症候群」患者数

(9月22日午後4時～9月29日午後4時の新患者)

平成28年9月29日午後4時現在

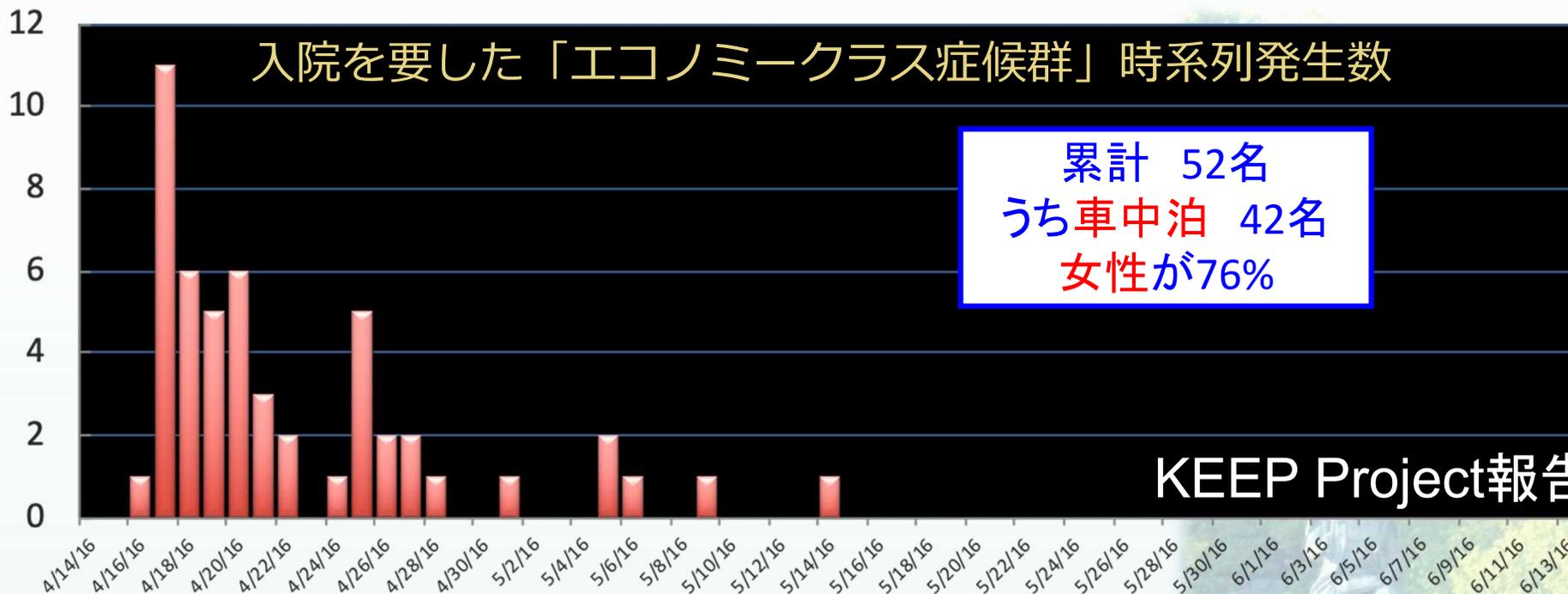
() 書は4月14日からの累計

	65歳未満	65歳以上	計
男性	(5)	(7)	(12)
女性	(13)	(27)	(40)
計	(18)	(34)	(52)

(人) ※熊本大学医学部附属病院循環器内科調べ。数字は、医師が入院を必要と判断した静脈血栓症（肺血栓塞栓症（PE）と深部静脈血栓症（DVT））の患者数。



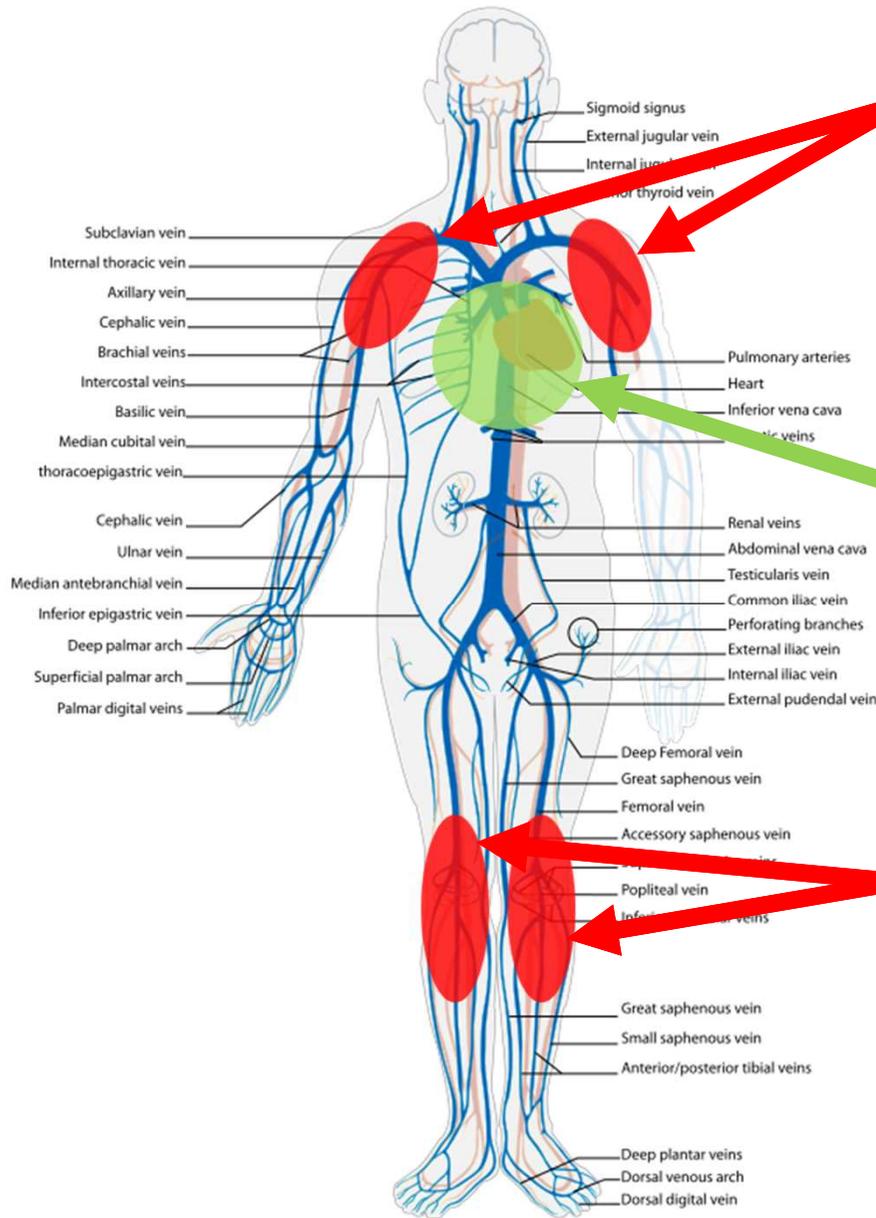
入院を要した「エコノミークラス症候群」時系列発生数



KEEP Project報告

VTE (Venous Thromboembolism)

=DVT (Deep venous thrombosis) + PE (Pulmonary embolism)



上肢 DVT

- 上肢の静脈内で血栓が形成され、静脈灌流を阻害している状態
- 鎖骨下静脈と腋窩静脈に多く見られる

PE

- 静脈血栓が遊離して肺動脈の血流を阻害している状態
- 基本的に入院加療を要する

下肢 DVT

- 下肢の静脈内で血栓が形成され、静脈灌流を阻害している状態
- 総腸骨静脈、総大腿静脈、ヒラメ静脈に多く見られる。

DVT

- 上肢が約10%、下肢が約90%。
- 浮腫、疼痛、知覚異常、皮膚変色などが一般的な所見。上肢は無症候性のケースも少なくない。
- 上記症状および、D-dimer、超音波所見で診断する。
- 抗凝固療法、血栓溶解療法、IVCフィルター、手術療法等で治療を行う。

PE

- 14%が死に至る疾患 (Clin Cardiol 2001; 24: 132-138.) であり、我が国では心筋梗塞よりも死亡率が高い。
- 呼吸困難、胸痛、頻呼吸、失神などが症状としては有名ではあるが、特異的な症状、所見や検査結果は無く、診断は難しい。
- 上記症状および、D-dimer、超音波所見、造影CT検査等で診断する。
- 治療法は、抗凝固療法、血栓溶解療法、カテーテル治療、外科的治療があるが、災害現場や救護所での根治的治療は難しい。

Prediction rule for PE

Wells スコア		ジュネーブ・スコア		改訂ジュネーブ・スコア	
PTEあるいはDVTの既往	+1	PTEあるいはDVTの既往	+2	66歳以上	+1
最近の手術あるいは長期臥床	+1	心拍数 > 100/分	+1	PTEあるいはDVTの既往	+1
癌	+1	最近の手術	+3	1ヵ月以内の手術、骨折	+1
DVTの臨床的徴候	+1	年齢(歳)		活動性の癌	+1
心拍数 > 100/分	+1	60~79	+1	一側の下肢痛	+1
PTE以外の可能性が低い	+1	80以上	+2	下肢深部静脈拍動を伴う痛みと浮腫	+1
血痰	+1	PaCO ₂		心拍数	
		< 36 mmHg	+2	75~94/分	+1
		36~38.9 mmHg	+1	95/分以上	+2
		PaO ₂		血痰	+1
		< 48.7 mmHg	+4		
		48.7~59.9 mmHg	+3		
		60~71.2 mmHg	+2		
		71.3~82.4 mmHg	+1		
		無気肺	+1		
		一側の横隔膜挙上	+1		
臨床的確率		臨床的確率		臨床的確率	
合計スコア	0~1 低い 2以上 高い	合計スコア	0~4 低い 5~8 中等度 9以上 高い	合計スコア	0~1 低い 2~4 中等度 5以上 高い

肺血栓塞栓症および深部静脈血栓症の診断，治療，予防に関するガイドライン（2017年改訂版）より

VTE予防の2大原則



弾性ストッキングは有用なこともあるが…

頭部外傷、脊髄損傷、脳梗塞、脳出血、クモ膜下出血、予定開頭術後では、脳出血以外でDVT予防に対する弾性ストッキングの推奨無し。

(*Neurocrit Care.* 2016;24:47-60.)

急性期のDVT患者のPTS予防目的に弾性ストッキングを使用しないことが望ましい。

※PTS: Post thrombotic syndrome

患肢の腫脹、疼痛、鬱滞性皮膚炎、潰瘍などを呈するDVTの慢性期合併症

(*Chest.* 2016;149(2):315-52.)

中リスクの患者ではVTEの有意な予防効果を認める。しかし、皮膚障害および虚血性の壊死に十分注意を要する。特に、ASOを合併している場合、急性の炎症を合併している場合、DVT急性期、DMの既往がある場合は、弾性ストッキングの適応について十分検討する。

(肺血栓塞栓症および深部静脈血栓症の診断, 治療, 予防に関するガイドライン (2017年改訂版))

弾性ストッキングによる下肢壊疽



福田幾夫ほか. “第7章 静脈血栓塞栓症の予防”. 臨床医のための静脈血栓症（深部静脈血栓症・急性肺塞栓症）
診断・治療マニュアル. 東京, 医薬ジャーナル社, 2015, p. 430, ISBN 978-4-7532-2749-5

弾性ストッキングの適応

下記の被災者はVTEのハイリスクであり、弾性ストッキングによる効果が見込める可能性がある。

- 車中泊をしている者
- VTEの既往歴・家族歴を有している者
- 妊娠中、出産後、ピル内服中の者
- がん治療中の者
- 高齢者
- 肥満

ストッキングの適応・種類・サイズの判断、着用時の指導、着用後の不満・問題点の相談を受け適切な指導を行うことができる、弾性ストッキング・コンダクターを認定する制度が2002年から開始されている。

