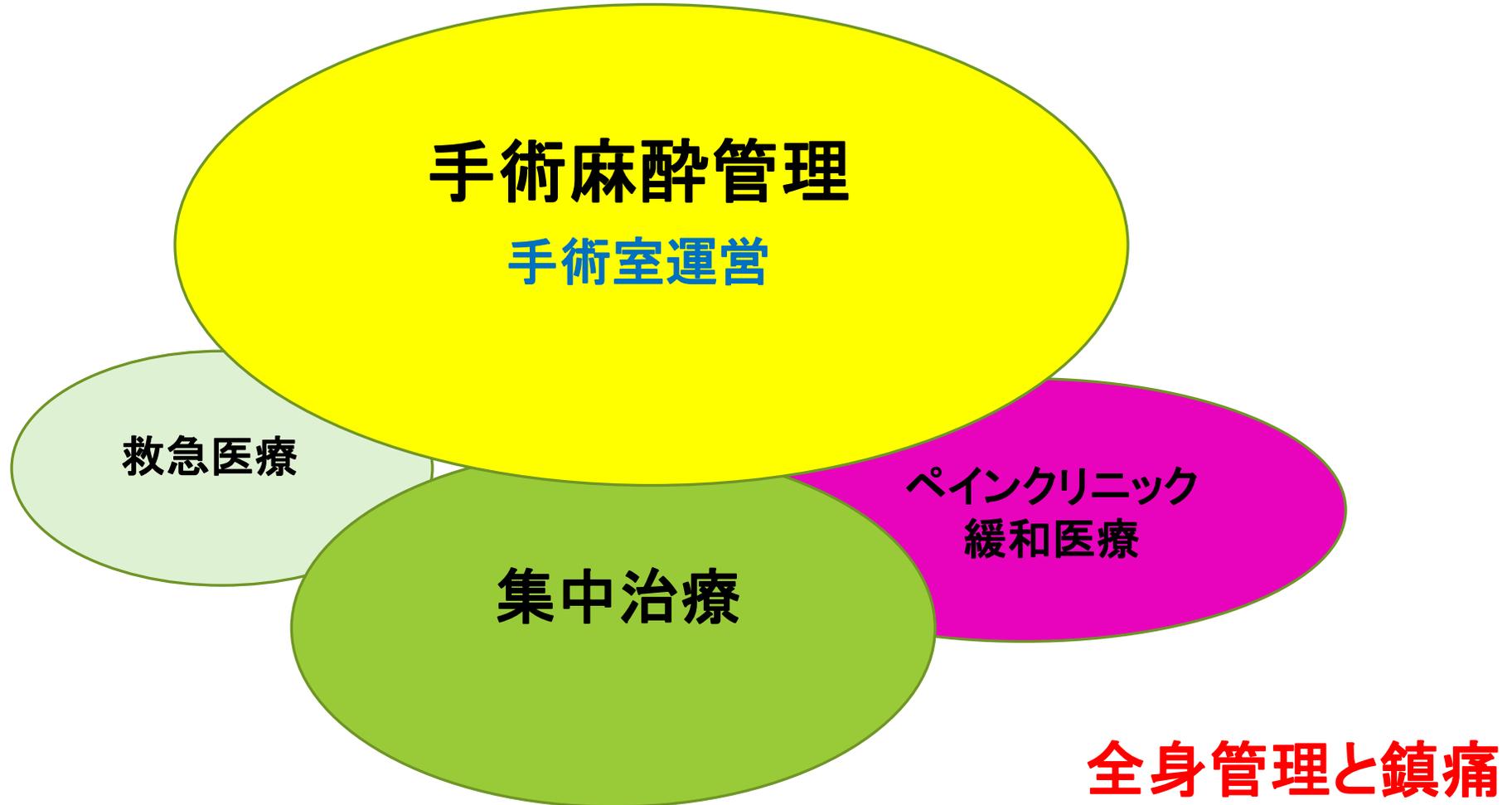


手術中における輸液・輸血療法

近畿大学医学部麻酔科学講座
中尾 慎一

麻酔科の守備範囲

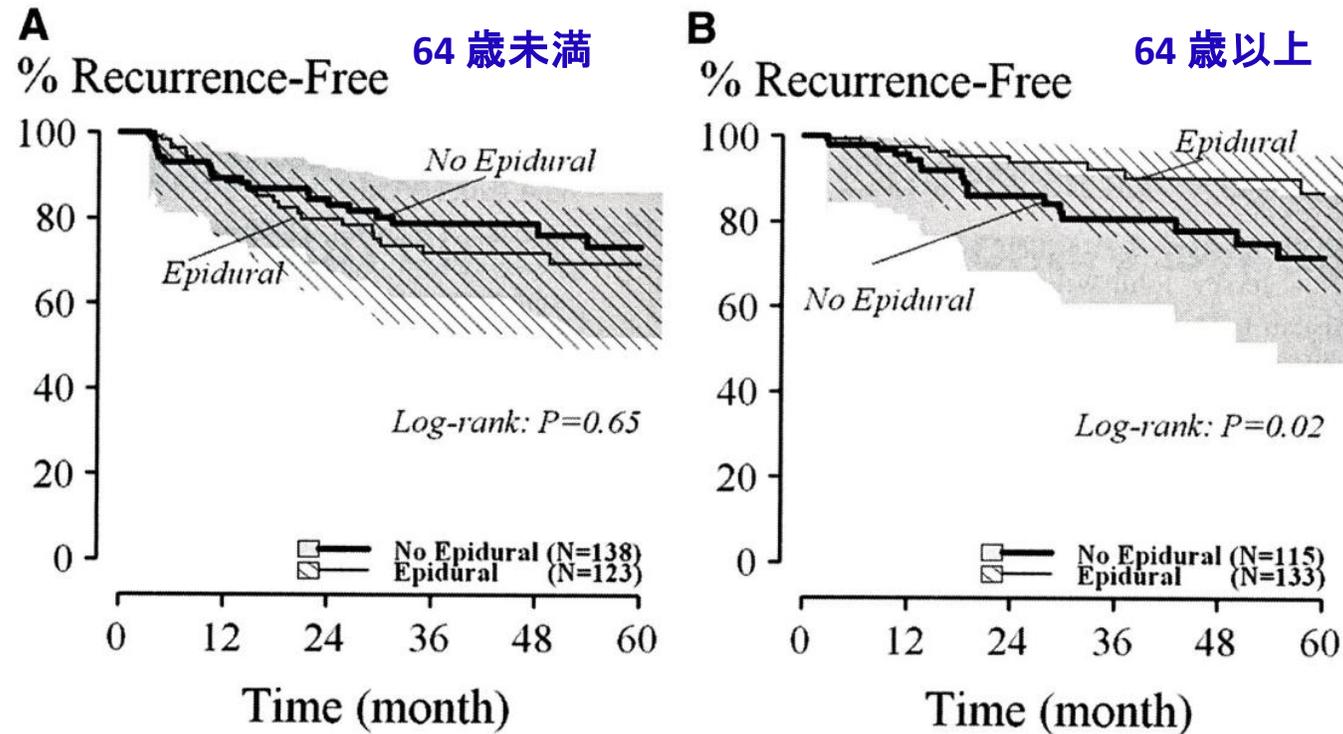


手術麻醉管理



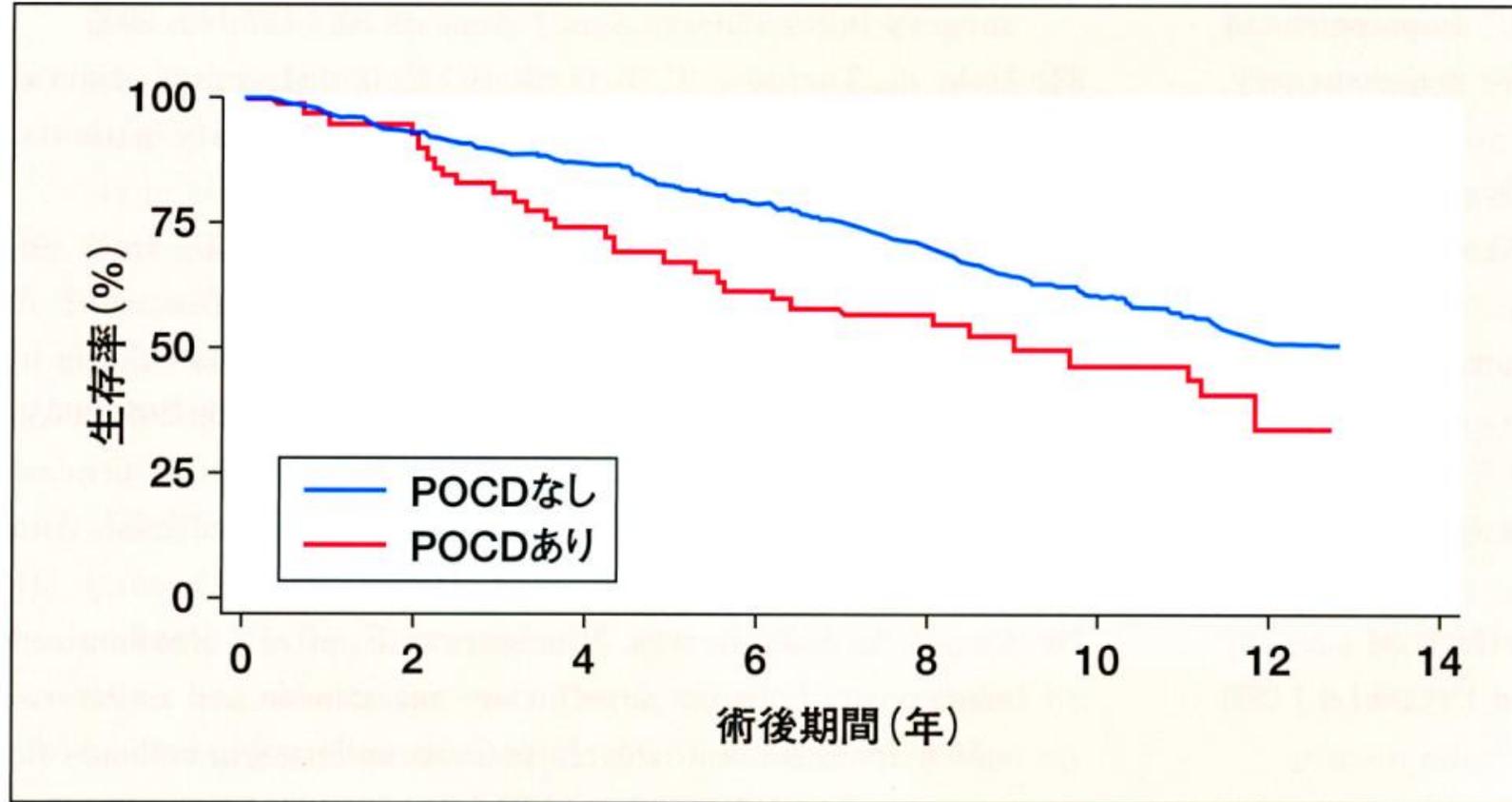
手術麻酔管理は安全追及の時代から安全＋質の時代へ！

硬膜外鎮痛を併用するとガンの再発率が減る？



669人の結腸・直腸ガン手術患者の再発率は、高齢者(64歳以上)では硬膜外鎮痛群で有意に低下したが、若年群(64歳未満)では他の鎮痛群と有意差はなかった。

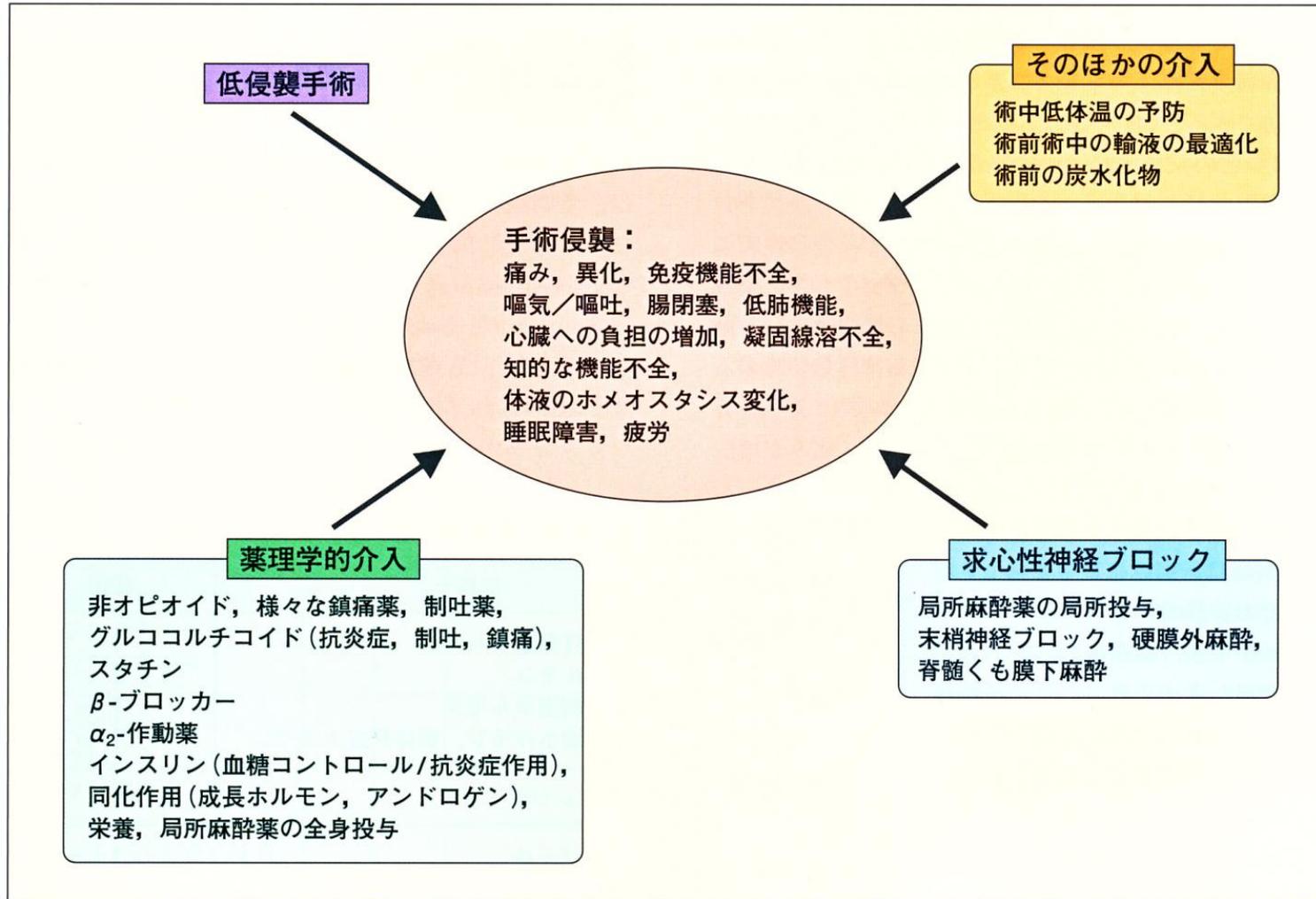
術後認知能低下の無い手術(麻酔管理)では生存率が上がる！



POCD: Post Operative Cognitive Dysfunction

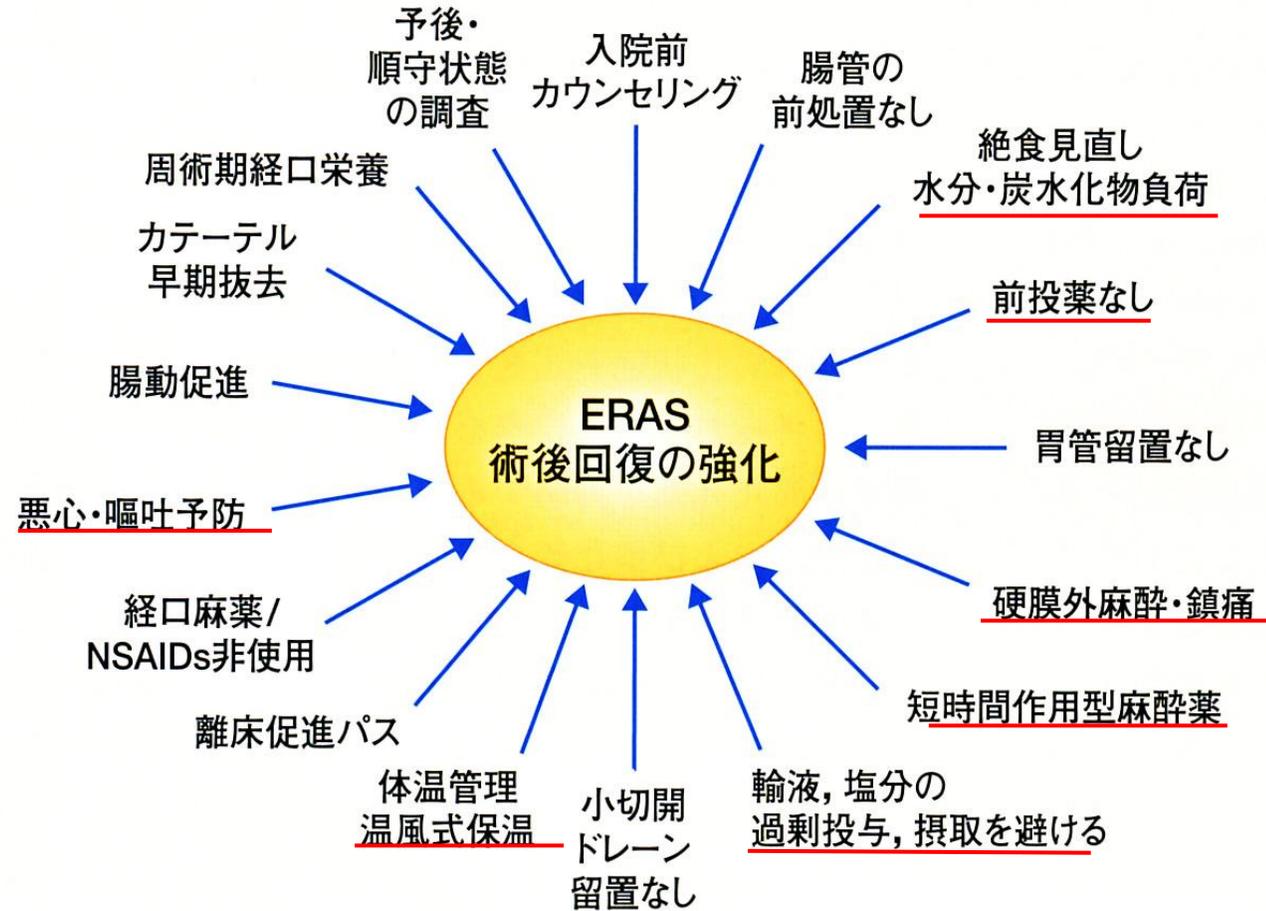
質の向上を目指した麻酔管理とその結果

周術期(術前・術中・術後)ストレスを軽減させる様々な方法



1. 在院日数の低下
2. 術後感染の低下
3. がん再発率の低下
4. 術後生存率の増加
5. 患者満足度の増加

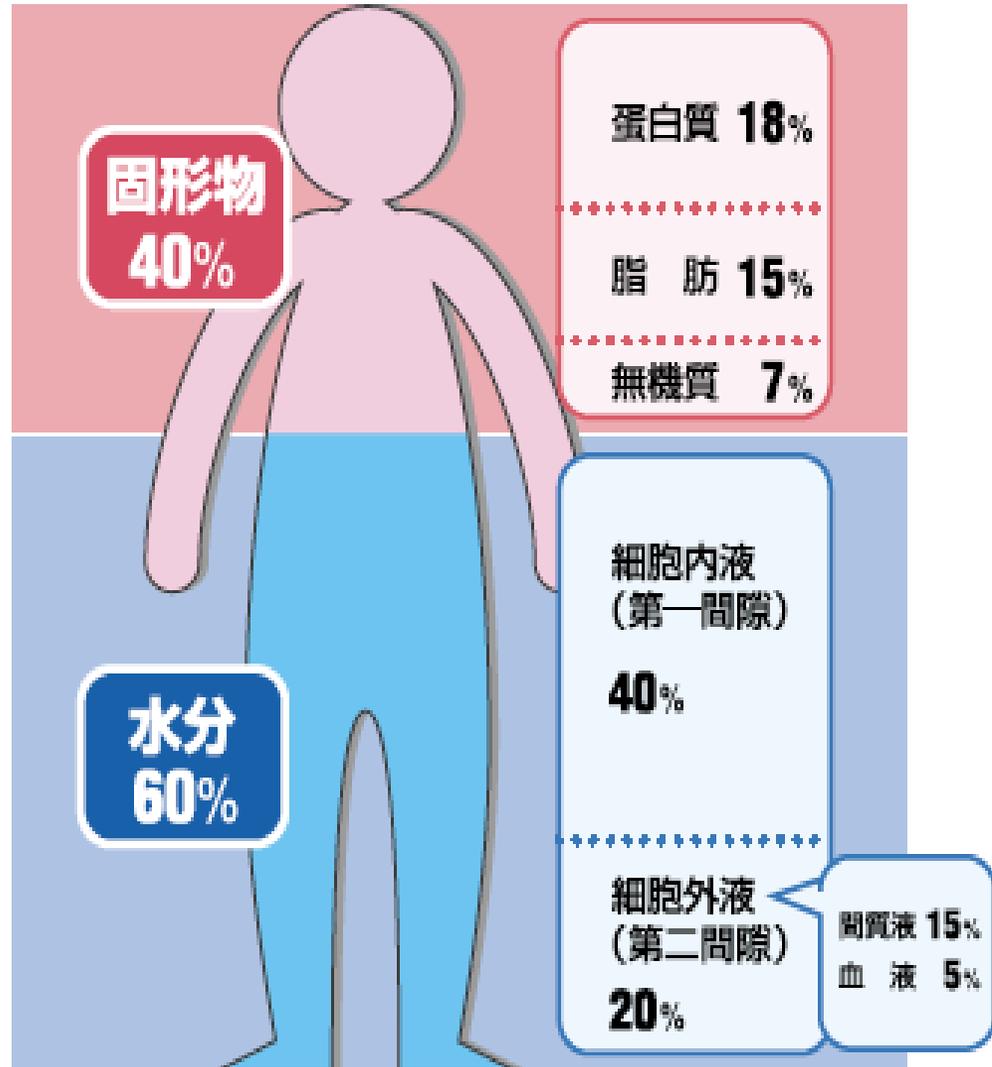
手術患者の回復力強化 (Enhanced Recovery After Surgery: ERAS)



下線は、麻酔科医が積極的に参加できる項目

手術中の大量輸液や輸血の原因は出血である！

体液区分



体重の60%は水分であり、40%が細胞内液 (first space)、20%が細胞外液 (second space) である。第三間隙 (third space) とは、循環血液量の維持に関与しない非機能的細胞外液をいう (創部、腸管内水分、胸水、腹水、浮腫水など)。

細胞外液は組織間液 (15%) と血漿 (5%) からなる。

アルブミンは細胞外液の主な膠質成分であり、血漿 (約 4g/dL) と組織間 (1 g/dL) に大きな濃度差を有する。

循環血液量

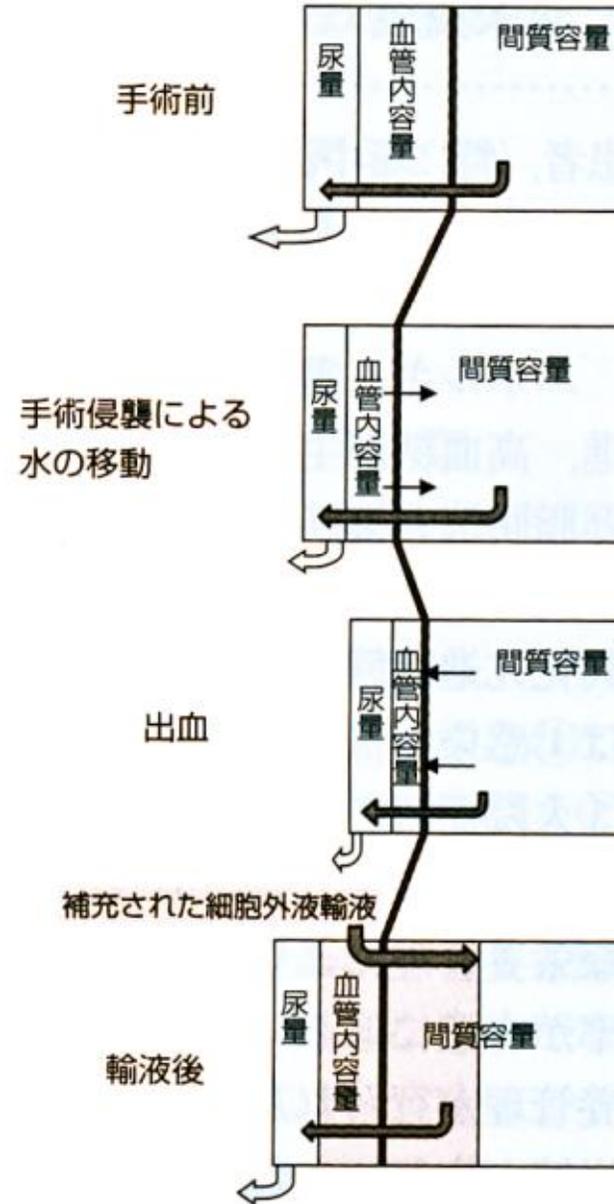
新生児	:	体重の	9~10%
乳児	:	体重の	9%
小児	:	体重の	8 %
成人男性	:	体重の	7%
成人女性	:	体重の	6.5%

手術時・出血時の体液の移動

手術侵襲により炎症が起こり、血管透過性が亢進し、体液は血管内から血管外へ移動する（一部はサードスペースへ）。

出血に伴い、間質の水分は血管内へ移動し、血管内容量を保とうとする。

出血に際しては、（輸血のみでなく）細胞外液の喪失を補うため、細胞外輸液が必要になる。血管内容量を保つためには、膠質液の投与が必要ながある。



手術中の輸液の目的

1. 手術前の脱水の補正
2. 手術中の維持輸液
3. 手術中の水分喪失（生体維持に必要な分と出血や体液喪失によって失われた分）
4. 手術侵襲に伴いできたいわゆるサードスペースを補充する



手術中の輸液は体液喪失が主となるため、細胞外液に近いリンゲル液が主体である。

体液と主な輸液製剤

体液		Na	K	Ca	Cl	乳酸など	他
細胞外液	血漿	142	4	5	103	HCO ₃ ⁻ : 25	
	組織液	144	4	2.5	114		
細胞内液		15	150	2	1		
輸液製剤		Na	K	Ca	Cl	乳酸など	他
糖液・低張電解質液	5%糖液	—	—	—	—	—	G : 5%
	開始液 (1号液)	90	—	—	70	20	G : 2.6%
	維持輸液 (3号液)	35	20	—	35	20	G : 4.3%
細胞外液補充液	生理食塩水	154	—	—	154	—	
	乳酸リンゲル液 (ラクテック®)	130	4	3	109	28	
	酢酸リンゲル液 (ヴィーンF®)	130	4	3	109	A : 28	
人工膠質液	サリンヘス®	154	—	—	154	—	H : 6.0%
	ヘスパンダー®	105.6	4	2.7	92.7	20	G : 1.0% H : 6.0%

単位はmEq/L, G : グルコース, A : 酢酸アセテート, H : ヒドロキシメチルデンプン

各種リンゲル液



晶質液か膠質液か

晶質液

(電解質液、手術中はリンゲル液が基本)は、正常でも血管に留まるのを1とするとその3-4倍は血管外へ出てしまうといわれている。というわけで、大量出血の際は、血管内容量保持・血圧保持には単独では難しい時がある。

膠質液

血管の外に出ず血管内に留まるぐらいの大きさを持った分子(デンプンやアルブミン)輸液である。血管内にただ留まるだけでなく、膠質浸透圧を持ち血管外から水分を血管内へ引いてくる血管内容量増加を目的として使用され、HES(ハイドロキシエチルデンプン)製剤やアルブミン製剤がある。ただし、HES製剤は、HESが分解されてしまうとただの晶質液である。大量投与で、腎障害や凝固障害を引き起こす可能性がある。

手術中輸液の考え方

細胞外液補充を基本とする！

手術中は、ストレスホルモンの影響、術前禁食飲水の影響、サードスペースの影響、麻酔による血管拡張、出血の影響、術野からの不感蒸泄など、特殊な状況である。

禁水期間の水分不足＋不感蒸泄＋サードスペースへの移行分＋出血量に応じた分＋維持輸液分

不感蒸泄＋サードスペースへの移行分  手術の大きさにより異なる。

出血量に応じた分  細胞外液で補う場合出血量の3-4倍必要だと言われている。

維持輸液  大人で 2 ml/kg/h

心不全・腎不全が無い場合には、尿量をモニターし(術中 0.5 – 1 ml/kg/h を目標)、経験的に上腹部手術で 10 ml/kg/h に出血量の 3 - 4 倍、中等度の手術で 3-6 ml/kg/h 等としていたが、過剰になることが多い。

腎不全や心不全のある場合は、中心静脈圧や最近では一回拍出量変動 (SVV: stroke volume variation) をモニターして輸液量を決定することが多い。

手術中の基本的輸液法

1) 術前脱水の補正

1.5~2 mL/kg/時 × 体重 × 絶飲食時間分の細胞外液補充液を最初の 30 分間に投与する (通常 10~15 mL/kg)

2) 術中の生理的水分喪失の補正

1) に引き続き、細胞外液補充液を 2 mL/kg/時で投与する

3) 手術侵襲による水分喪失の補正

2) に加えて、次の量の細胞外液補充液を投与する

軽度侵襲 2 mL/kg/時

中等度侵襲 4 mL/kg/時

高度侵襲 6 mL/kg/時

4) バイタルサインと尿量から輸液法に調整を加える

目標指向型輸液治療 (GDFT: Goal-Directed Fluid Therapy)

画一的な輸液療法でなく、個々の症例に応じた輸液療法を施行する(晶質液の投与制限、血行動態モニタを用いた goal 設定、goal 達成のために膠質液を用いた fluid challenge)。



輸液の指標

中心静脈圧 (CVP: central venous pressure) :

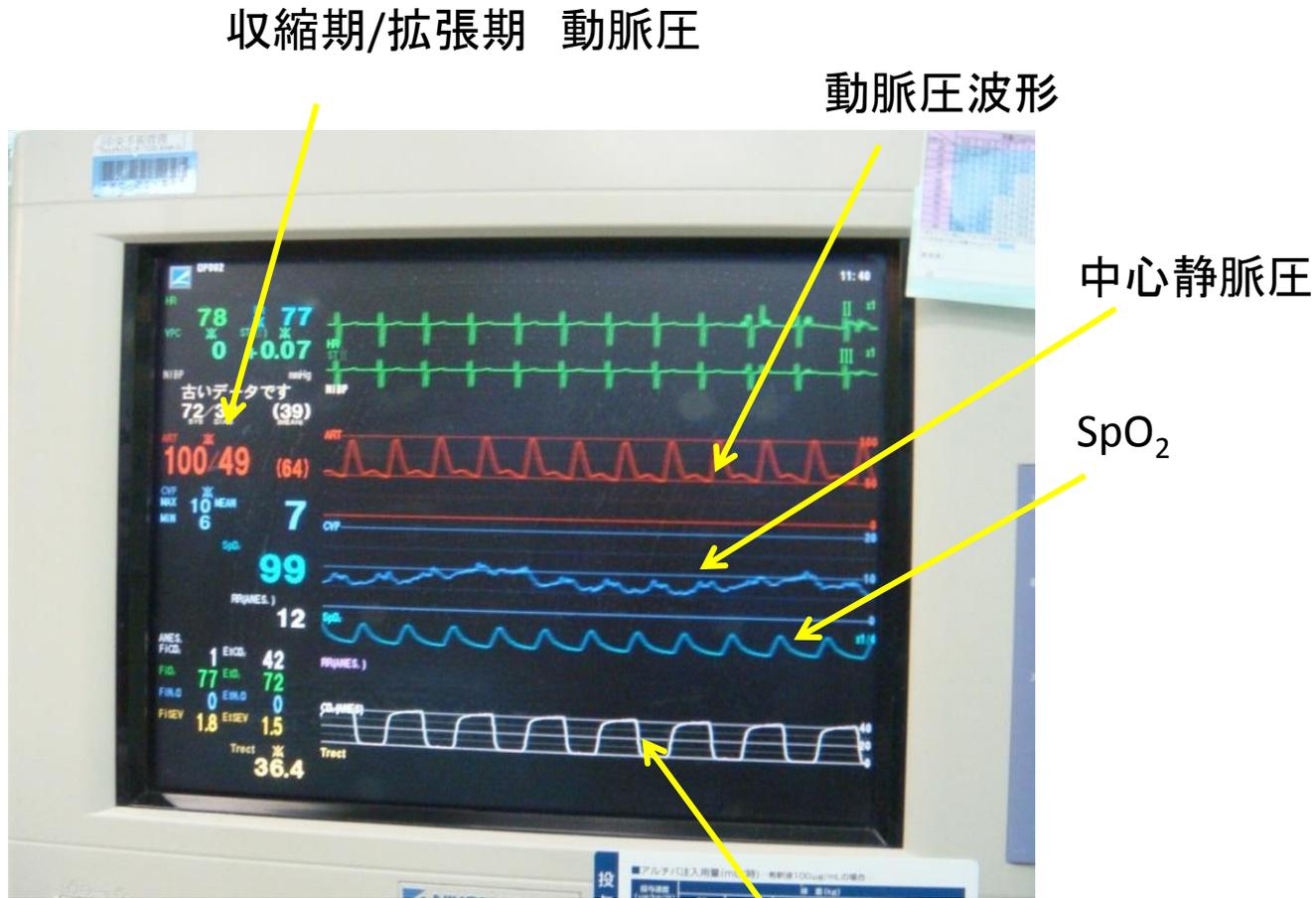
これを利用することが多いが、CVP カテーテル挿入の問題や、CVP は静脈還流量と心拍出量のバランスのパラメータであり、輸液量の調節には特異性は低い。

SVV (Stroke Volume Variation: 1回拍出量変動) が良いパラメータ？

- * GDFT により、適正な輸液が可能になり(一般に、以前に比べて輸液量の低下)、入院期間の短縮が認められた。
晶質液の投与量が減り、膠質液の投与量が増えた。

手術中の一般的なモニタリング

フロートラック・ビジレオモニター®



カプノグラム(呼気二酸化炭素分圧)

CO^{*} 4.8 | 72 Δ ScvO₂

X1

4/27	7:30a	7:40a	7:50a	8:00a	8:10a	8:20a	8:30a	8:40a
CO	3.0	2.8	3.2	3.5	3.8	4.1	4.3	4.8
ScvO ₂	65	66	66	67	67	67	72	72
SV	45	42	52	60	66	72	79	86
SVR								
SVV	15	17	12	8	8	7	7	8

術中輸血の目的

術中輸血療法の目的は、**血液中の成分が量的または機能的に低下した時に**、その成分を補充することである。
決して、出血によるボリューム不足を補うものではない。

われわれ麻酔科医は基本的になるべく輸血はしたくない。が、患者生命や予後に不利益をもたらすと判断した場合は行う。

手術後ガン再発や生存率に関係する可能性のある因子

1. 外科侵襲と疼痛

免疫能(NK細胞活性低下など)を下げるとともに、操作により転移を促す。

2. 低体温

創部感染の可能性と、免疫能低下によるガン再発率増加と転移を促す。

3. 輸血

免疫能低下によるガン再発率増加の可能性。

4. カテコラミンβ受容体刺激

Metalloproteinases や STAT-3 の活性化を介して、ガン細胞の増殖と生存を促す。

5. 炎症(inflammatory system)

サイトカイン、ケモカイン、プロスタグランディンは免疫能を低下させ、ガン細胞増殖、アポトーシスへの抵抗性増加や血管新生を促す。

6. 麻酔薬や麻酔法

静脈麻酔薬(ケタミン、チオペンタール、プロポフォール)、吸入麻酔薬ともにNK細胞活性低下など免疫能を低下させる。局所麻酔薬はガン細胞増殖を抑制する(*in vitro*)。また、区域麻酔・局所麻酔単独、もしくは全身麻酔との併用が良いとする報告もある。

オピオイドもガン細胞の増殖や転移を促進する！

輸血による合併症

1. 溶血反応

a. 即時型(急性型)溶血

血液型不適合による血管内溶血。輸血開始後数分から数時間以内に起こる。

b. 遅発型溶血

輸血後24時間から数日して起こる血管外溶血。一般に脾臓を主体とする赤血球破壊であり、発熱と黄疸を呈す。通常は治療は必要ない。不規則抗体が原因と考えられている。

2. アレルギー反応

血液製剤内の血漿タンパクに対するアレルギー反応。多くは軽症であるが、アナフィラキシーショックなどの重症例は1万人に1例起こると言われている。

3. 輸血後 GVHD (移植片対宿主病)

4. 輸血関連急性肺障害 (TRALI: transfusion related acute lung injury)

非心原性の肺水腫を伴う呼吸困難を呈する。原因として、輸血血液中の抗白血球抗体が患者白血球と反応し、肺血管透過性を亢進させる可能性がある。

5. 感染症

細菌感染、輸血後肝炎、HIV 感染、HTLV-1 (ヒトT細胞白血病)感染、サイトメガロウイルス感染

ウイルス	抗体検査のウインドウペリオド	NATのウインドウペリオド
HIV	22日間	約11日
HCV	82日間	約23日
HBV	59日間	約34日
HTLV-1	51日間	施行せず

核酸増幅検査 (NAT: Nucleic acid Amplification Test)

手術中急速大量輸血の弊害

1. 代謝性変化(アシドーシス、クエン酸中毒、高カリウム血症、低体温)
2. 希釈性凝固障害(凝固因子や血小板の低下)

赤血球輸血により、術後の死亡率、感染発症率や悪性腫瘍再発率、急性肺障害のリスクが高まる！

輸血により注入されるサイトカインや脂質、その他の生体内活性物質や白血球の関与が示唆され、免疫系が活性化されると肺障害が、免疫抑制により感染の合併症が生じやすい。

貯蔵期間の長い赤血球は変形能が低下し、血管内日に吸着しやすいため、末梢循環不全が生じる。

Crit Care Med 2008; 36: 3134

Efficacy of red blood cell transfusion in the critically ill: a systematic review of the literature.

[Marik PE¹](#), [Corwin HL](#).

BACKGROUND:

Red blood cell (RBC) transfusions are common in intensive care unit, trauma, and surgical patients. However, the hematocrit that should be maintained in any particular patient because the risks of further transfusion of RBC outweigh the benefits remains unclear.

STUDY SELECTION:

Cohort studies that assessed the independent effect of RBC transfusion on patient outcomes. From 571 articles screened, 45 met inclusion criteria and were included for data extraction.

DATA EXTRACTION:

Forty-five studies including 272,596 were identified (the outcomes from one study were reported in four separate publications). The outcome measures were mortality, infections, multiorgan dysfunction syndrome, and acute respiratory distress syndrome. The overall risks vs. benefits of RBC transfusion on patient outcome in each study was classified as (i) risks outweigh benefits, (ii) neutral risk, and (iii) benefits outweigh risks. The odds ratio and 95% confidence interval for each outcome measure was recorded if available. The pooled odds ratios were determined using meta-analytic techniques.

DATA SYNTHESIS:

Forty-five observational studies with a median of 687 patients/study (range, 63-78,974) were analyzed. In 42 of the 45 studies the risks of RBC transfusion outweighed the benefits; the risk was neutral in two studies with the benefits outweighing the risks in a subgroup of a single study (elderly patients with an acute myocardial infarction and a hematocrit <30%). Seventeen of 18 studies, demonstrated that RBC transfusions were an independent predictor of death; the pooled odds ratio (12 studies) was 1.7 (95% confidence interval, 1.4-1.9). Twenty-two studies examined the association between RBC transfusion and nosocomial infection; in all these studies blood transfusion was an independent risk factor for infection. The pooled odds ratio (nine studies) for developing an infectious complication was 1.8 (95% confidence interval, 1.5-2.2). RBC transfusions similarly increased the risk of developing multi-organ dysfunction syndrome (three studies) and acute respiratory distress syndrome (six studies). The pooled odds ratio for developing acute respiratory distress syndrome was 2.5 (95% confidence interval, 1.6-3.3).

CONCLUSIONS:

Despite the inherent limitations in the analysis of cohort studies, our analysis suggests that in adult, intensive care unit, trauma, and surgical patients, RBC transfusions are associated with increased morbidity and mortality and therefore, current transfusion practices may require reevaluation. The risks and benefits of RBC transfusion should be assessed in every patient before transfusion.

外傷や手術後の重症患者では、輸血は合併症(感染、多臓器不全や ARDS)や死亡率増加の危険因子であった。

輸血と死亡率

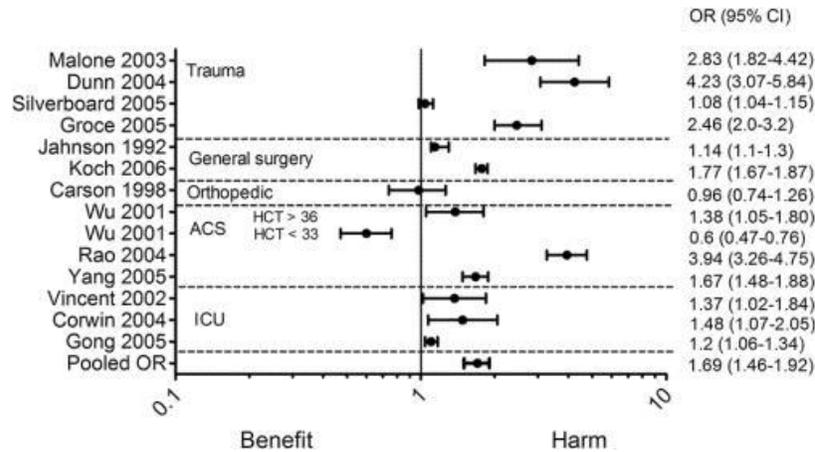


Figure 2. Association between blood transfusion and the risk of death (odds ratio [OR] and 95% confidence interval [CI]). ACS, abdominal compartment syndrome; ICU, intensive care unit.

輸血と感染

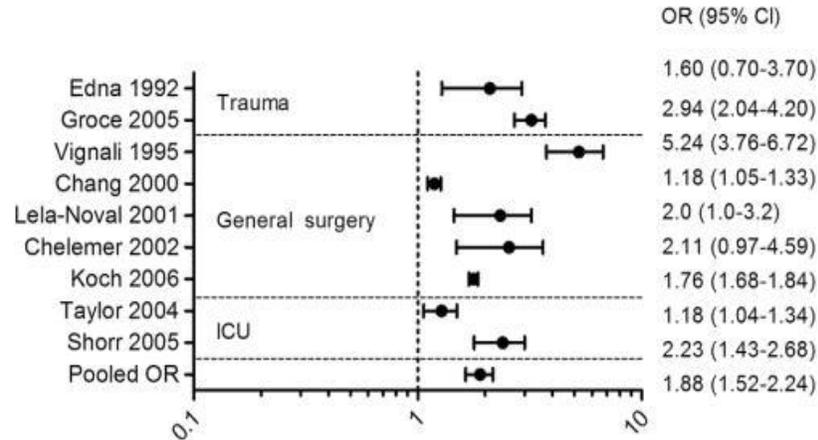


Figure 3. Association between blood transfusion and the risk of infectious complications (odds ratio [OR] and 95% confidence interval [CI]). ICU, intensive care unit.

輸血とARDS

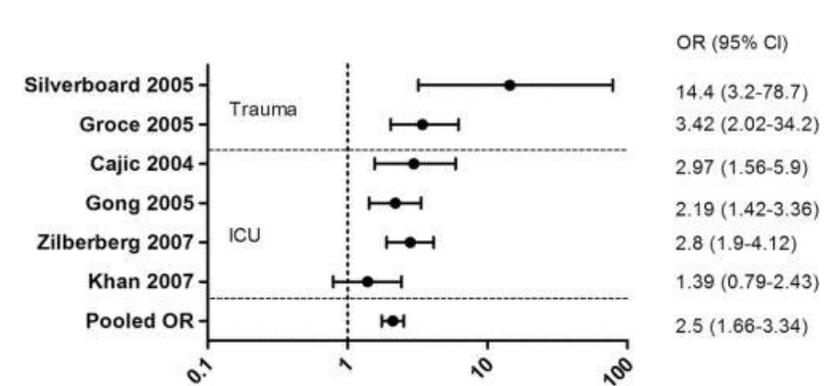


Figure 4. Association between blood transfusion and the risk of developing adult respiratory distress syndrome (odds ratio [OR] and 95% confidence interval [CI]). ICU, intensive care unit.

[Anesthesiology](#). 2011; 114: 283-92.

Association between Intraoperative Blood Transfusion and Mortality and Morbidity in Patients Undergoing Noncardiac Surgery

Laurent G. Glance, M.D.,* Andrew W. Dick, Ph.D.,† Dana B. Mukamel, Ph.D, et al.

Background: The impact of intraoperative erythrocyte transfusion on outcomes of anemic patients undergoing non-cardiac surgery has not been well characterized. The objective of this study was to examine the association between blood transfusion and mortality and morbidity in patients with severe anemia (hematocrit less than 30%) who are exposed to one or two units of erythrocytes intraoperatively.

Methods: This was a retrospective analysis of the association of blood transfusion and 30-day mortality and 30-day morbidity in 10,100 patients undergoing general, vascular, or orthopedic surgery. We estimated separate multivariate logistic regression models for 30-day mortality and for 30-day complications.

Results: Intraoperative blood transfusion was associated with an increased risk of death (odds ratio [OR], 1.29; 95% CI, 1.03–1.62).

Patients receiving an intraoperative transfusion were more likely to have pulmonary, septic, wound, or thromboembolic complications, compared with patients not receiving an intraoperative transfusion. Compared with patients who were not transfused, patients receiving one or two units of erythrocytes were more likely to have pulmonary complications (OR, 1.76; 95% CI, 1.48–2.09), sepsis (OR, 1.43; 95% CI, 1.21–1.68), thromboembolic complications (OR, 1.77; 95% CI, 1.32–2.38), and wound complications (OR, 1.87; 95% CI, 1.47–2.37).

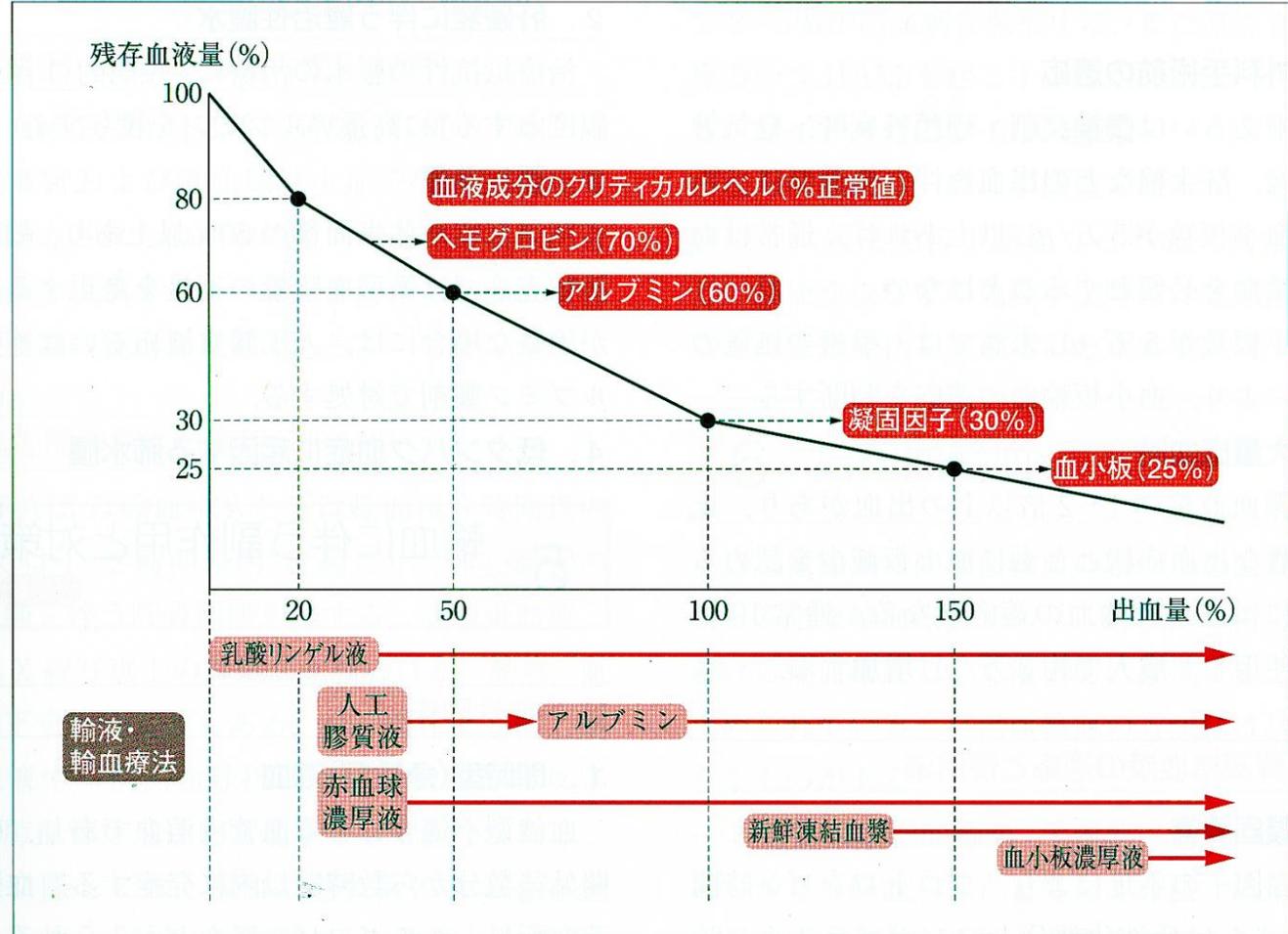
Conclusions: Intraoperative blood transfusion is associated with a higher risk of mortality and morbidity in surgical patients with severe anemia. It is unknown whether this association is due to the adverse effects of blood transfusion or is, instead, the result of increased blood loss in the patients receiving blood.

非心臓手術で、ヘマトクリット30未満の重症貧血で輸血を受けた群は、無輸血の群と比べて有意に30日後の死亡率の増加と合併症（肺、血栓・塞栓や感染）の増加が認められた。しかし、輸血そのものが悪いのか、輸血をしなければならぬほどの出血が悪いのかはわからない。

出血に対する成分輸血の基本概念

出血量が増えるに従い、血管内に残存する血液成分は減少するが、各血液成分のクリティカルレベルは異なっている。成分ごとに投与のタイミングを決定するほうが効率的であり、これが成分輸血の基本概念である。

厚生労働省「血液製剤の使用指針」より引用・改変



出血患者における輸液・成分輸血療法の適応

グラフは継続的な出血を輸液で補い、循環血液量を正常に維持したときの理論値を表す。横軸は出血量（循環血液量%）を表し、その下方に出血量に対応した輸液と成分輸血を示す。縦軸は血管内に残存する血液成分量（循環血液量%）を表し、これに対応して主な血液成分のクリティカルレベルを%正常値で示す。

(Lundsgaard-Hansen P : Bibl Haematol, 46 : 147-169, 1980 より改変)

輸血ハンドブック

第8版

近畿大学医学部附属病院

輸血・細胞治療センター

主な血液製剤の種類

一般名	略号	包装	組成	有効期間	貯法
人赤血球濃厚液	RCC-LR Ir-RCC-LR	血液200ml又は400mlに由来する赤血球	赤血球+MAP液+CPD液	21日	2~6℃
新鮮凍結人血漿	FFP-LR	血液200ml又は400mlに由来する血漿	血漿+CPD液	1年	~-20℃
人血小板濃厚液	PC-LR Ir-PC-LR	1~10単位は単位×20ml 15、20単位は250ml	血小板+ACD-A液 血小板数:単位× 0.2×10^{11} 個	4日	20~24℃ 振盪

RCC: Red cell concentrates (濃厚赤血球)
 LR: Leukocytes reduced (白血球除去処理済)
 Ir: Irradiation (放射線処理)
 FFP: Fresh-frozen plasma (新鮮凍結血漿)
 PC: Platelet concentrates (濃厚血小板)

日本赤十字社. 血液製剤一覧表

赤血球輸血の目的

出血や貧血により低下した、酸素運搬能(酸素供給量)を回復させることが目的である。

1 g のヘモグロビンに結合する酸素は 1.34 ml であるから、

酸素運搬能 = 動脈血酸素含量 × 心拍出量

(1.34 × Hb 濃度 × 動脈血酸素飽和度 + 0.003 × PaO₂) × 心拍出量

Hb 15 g/dL の人の動脈血 (PaO₂ = 97 mmHg) で飽和度が 97% とした場合の酸素含量は、

1.34 × 15 × 0.97 (Hb との結合) + 0.003 × 97 (単純溶解) = 19.5 + 0.29 = 19.7 ml となる。

組織への酸素運搬には、ヘモグロビンが非常に重要である！

輸血によりどの程度の改善が期待できるかの予測

循環血液量 = 体重 (kg) × 70mL (体重の約 7%)

RCC (赤血球) の投与によって改善されるHb値の予測値

予測上昇Hb値 (g/dL) = 投与 Hb 量 (g) / 循環血液量 (dL)

例えば、体重 50kg の成人 (循環血液量 35 dL) に Hb 値14~15 g/dLの血液を2単位 (400mL由来 MAP 加赤血球濃厚液1バッグ中の含有 Hb 量は14~15 g/dL×4 dL = 56~60 g) 輸血することにより、Hb値は約 1.6~1.7 g/dL 上昇することになる。

実際の手術では、輸血中にもさらに出血が増えている状況であり、このような計算はせずに、血算や血液ガス(末梢循環や組織酸素化の指標として、代謝性アシドーシスの程度や乳酸値も重要)を測定しながら輸血を続ける。

赤血球濃厚液の適応と使用法

手術中の**赤血球輸血**に対して一律の法則はなく、患者の状況(元に**貧血**があるかどうか、若くて**基礎疾患**の無い患者か、**虚血性心疾患**や**脳梗塞**や**肺機能障害**などを有しているかどうか等)や手術の状況(手術はもう終わりなのかどうか、術後にもある程度の出血が予想されるかどうかや、翌日から食事や歩行・運動ができるかどうか等)により判断する。

Hb が 10 g/dL を超える場合は必要ないが、6 g/dL 以下では輸血はほぼ必須である。Hb 値が 7-8 g/dL 程度であれば十分な酸素供給は可能であるが、上記のように状況によって異なる。厚生労働省の指針では、出血量が循環血液量の 20 - 50% に達した時点を、輸血開始の目安としている。

血小板濃厚液の適応と使用法

一般的適応：

血小板が 1 万/ μL 未満では、重篤な出血が予想されるため血小板輸血が必要である。
血小板 1 万—5 万/ μL では、止血が困難な場合には血小板輸血が必要となる。
血小板が 5 万/ μL 以上では、一般に血小板輸血が必要となることは無い。

大量出血時：

循環血液量の 1- 2 倍以上の出血があり(例えば 50 kg の患者さんで約 3,500 ml 以上)、止血困難な状況でかつ血小板減少がある場合には、血小板輸血の適応となる。

新鮮凍結血漿の適応と使用法

1. 手術前から凝固障害がある場合は、プロトロンビン時間 (PT) や活性化部分トロンボプラスチン時間 (APTT) を測定し延長している場合は適応となる。
 - ① PTは、国際標準比率(INR) 2.0以上、もしくは 30% 以下
 - ② APTTは、各医療機関における基準の上限の2倍以上もしくは、25%以下とする

厚生労働省の血液製剤の使用指針

2. 循環血液量以上の大量出血時には、**希釈性凝固障害**による止血困難がおこることがあり、この場合には新鮮凍結血漿が適応となる。PT, APTT、フィブリノーゲン値を測定し、凝固因子欠乏を確認する。一般に、凝固因子のクリティカルレベルは 30% 程度である。

自己血輸血

同種血輸血の副作用を回避する最も安全な輸血法。待機手術患者における輸血療法として、積極的に推進することが求められている。

1. 貯血式自己血輸血

手術前に自己の血液をあらかじめ採血し保存しておく方法。一般的であり汎用性がある。体の小さい小児には不可。

2. 希釈式自己血輸血

(麻酔導入後)手術開始前に採血し保存する。循環血液量の不足分は、人工膠質液などで補充する。血管内容量が減るため、一部の心疾患の患者では危険なことがある(高度の大動脈弁狭窄症や重症の虚血性心疾患)。

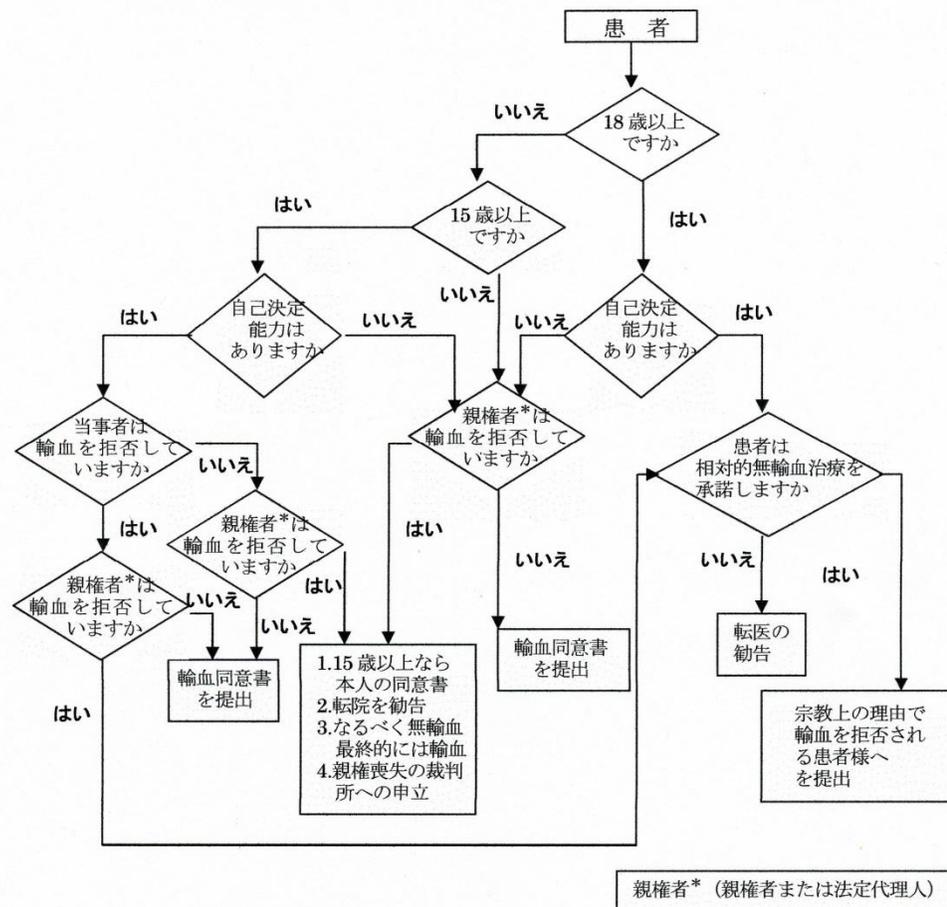
3. 回収式自己血輸血

術中・術後に出血した血液を回収し、洗浄赤血球として再生する。開心術や整形外科手術に応用されている。悪性腫瘍手術には不可。エホバの証人にも通常は可能。



宗教上の理由で輸血を拒否する患者への対応

図2 輸血同意と拒否のフローチャート



血液型と交差試験

1. ABO 式血液型検査

オモテ検査: 抗 A および抗 B 血清を用いて患者血球の抗原型を判定

ウラ検査: 患者血清中の抗 A および抗 B 抗体の有無を調べる。

2. Rh (D) 式血液型検査

3. 交差検査(クロスマッチ)

受血者と供血者の血清と赤血球を試験管内で反応させて、凝集や溶血の有無を調べる。主試験は受血者血清と供血者血球、副試験は受血者血球と供血者血清の組み合わせである。

4. 不規則抗体

生理的食塩水中では肉眼的反応を示さない。赤血球血液型抗原に対する抗体で、抗 A および抗 B 抗体(規則抗体)以外の抗体を言う。

輸血用血の無駄を減らし迅速に血液の供給を行う方法

1. 血液型・不規則抗体スクリーニング法 (type & screen 法: T & S 法)

手術における輸血の可能性が 30% 以下の待機手術が適応。受血者の ABO 血液型が判明していて、Rh (D) 抗原と臨床的に意義のある不規則抗体陰性の場合、事前に交差適合試験を行わない方式。

緊急に輸血用血液が必要になった場合は、生理食塩水法による主試験か、ABO 型確認のみを行う。

2. 最大手術血液準備量 (maximal surgical blood order schedule: MSBOS)

医療機関ごとに、過去に行った手術例から術式別の輸血量 (T) と準備血液量 (C) を調べ、両者の比が 1.5 倍以下になるような量の血液を準備し、事前に交差適合試験を行っておく。確実に輸血が行われると予測される待機手術が適応である。

3. 手術血液準備量計算法 (Surgical Blood Order Equation: SBOE)

MSBOS では反映されない術前の患者の貧血のレベル等、個別の状況を考慮した血液準備量の計算法。

血液準備量 (単位) = 術式別平均出血量 / 200 - 出血予備量 (Hb) / (40 / 体重)

出血予備量 (Hb 値) = 術前患者 Hb 値 (g/dL) - 術後 Hb 値 (g/dL)

術後 Hb 値は安全域を考慮して期待値 10g/dL とする。ただし、虚血性心障害のある患者は術後 Hb の期待値を 11~12g/dL でも可とする。

この結果が 0.5 以下なら T&S、それより大きければ四捨五入で単位数を算出。

近畿大学での例

T&S 適応術式

消化器外科	乳房温存術 非定型的乳房切除術 オーチンクロス法 乳腺部分切除術 胸筋温存乳房切除術 定型的乳房切除術	脳神経外科 クリッピング術 経蝶形骨洞腫瘍摘出術 (ハーデイ) 神経血管減圧術(MVD) 内膜剥離術(CEA)
胃全摘術 幽門側胃切除術 肺葉切除術 胸腔鏡下肺ブラ切除術 結腸半切除術 S状結腸切除術 甲状腺亜全摘術+リンパ節郭清術 甲状腺切除術 縦隔腫瘍摘出術 総胆管切開術 総胆管切開術+胆嚢摘出術 腹腔鏡下胆嚢摘出術 肝部分切除術 直腸高位前方切除術 直腸低位前方切除術	泌尿器科 生体腎移植術 経尿道の前立腺切除術(TUR-P) 上皮小体全摘術+自家移植 経尿道の前立腺切除術(TVP) 副腎摘出術	産婦人科 卵巣腫瘍摘出術(悪性)
	心臓外科 胸腺摘出術 縦隔腫瘍摘出術	形成外科 腫瘍切除術
		整形外科 観血的骨接合術

MSBOS 設定術式

消化器外科	心臓外科	泌尿器科
胃全摘術+胆嚢摘出術 4 胸部食道全摘術 4 膵体尾部切除術 4 腹腔鏡下脾摘出術 4 腹会陰式直腸切断術(Miles) 6 肝葉切除術 6 膵頭十二指腸切除術 6	心室中隔欠損パッチ閉鎖術 4 " (右室流出路拡大を伴うもの) 6 心房腫瘍摘出術 6 冠動脈大動脈バイパス術(CABG) 6 弁置換術 6 Y字グラフト置換術 対象外 人工血管置換術 対象外 心室中隔欠損根治術 対象外 心房中隔欠損根治術 対象外	腎摘出術 4 腎尿管全摘術 4 前立腺全摘術 6 膀胱全摘術 6
整形外科	産婦人科	脳神経外科
人工膝関節置換術(TKR) 4 人工膝関節再置換術 4 人工骨頭置換術 4 椎弓切除術 4 回転骨切り術 6 人工股関節置換術(THR) 6 人工股関節再置換術 6	広汎子宮全摘術 4 腹式単純子宮全摘術(悪性) 4 セカンドルック術 4 対象外 腹腔鏡下子宮全摘術(LAVH) 腹式単純子宮全摘術(良性) 卵巣腫瘍摘出術(良性)	開頭腫瘍摘出術 4 血液内科 骨髄液採取術(BMT) 4 形成外科 骨切り術 4 耳鼻咽喉科 気管切開術+頸部郭清術 +喉頭全摘術 6

危機的出血への対応

大量出血の定義: 24時間以内に循環血液量と等量またはそれ以上の出血
(手術中の危機的大出血はこのようなレベルではない!! 総出血量だけでなく、単位時間当たりの出血量が生死を分ける!)

術前の原因の多くは外傷、大動脈瘤破裂、心大血管や肝臓の手術、消化管出血や産科出血

日本麻酔科学会が実施する「麻酔関連偶発症例調査」の死亡例の約半数は、術前合併症としての出血性ショックと手術中の大出血によるものである。

大量出血 → 低灌流と酸素供給量の低下 → 組織の虚血 → 臓器障害の進行 → 生命の危機

直接の外科的出血のみならず、止血凝固因子の低下や DIC 発症により更なる出血増加 !!!

まず輸液により臓器灌流を維持する。

酸素運搬能を維持するためには濃厚赤血球(RCC)輸血

凝固因子・血小板濃厚液(PC)の補充が必要になることもある。

術中大量出血が原因による患者死亡の刑事裁判例

1. 2002年、東京の某大学附属病院で、**腹腔鏡下前立腺全摘出術中に大量出血で脳死状態となり1か月後に死亡**

刑事事件となり、外科医3人有罪、麻酔科医2名は不起訴

2. 2004年、福島県の病院で、前置胎盤患者の帝王切開術手術中に大量出血で術中死(2時間で約2万mlの出血)

刑事事件となったが、産婦人科医は無罪、麻酔科医は不起訴



危機的出血への対応ガイドライン

日本麻酔科学会 日本輸血・細胞治療学会



1) 血液が確保できたら交差適合試験の結果がでる前に手術室へ搬入し、「交差適合試験未実施血」として保管する。
2) 内径が太い血管カニューレをできるだけ上肢に留置する。
3) 輸液製剤・血液製剤の加温。輸液・血液加温装置、温風対流式加温ブランケットの使用。
アンダーシスの補正、低Ca血症、高K血症の治療など。
4) 全血球算、電解質、Alb、血液ガス、凝固能など。輸血検査用血液の採取。

5) 親血的動脈圧、中心静脈圧など。
6) 照射は省略可。
7) 適合試験未実施の血液、あるいは異型適合血の輸血；
できれば2名以上の医師(麻酔科医と術者など)の合意で実施し診療録にその旨記載する。
8) 原則として出血が外科的に制御された後に投与する。

産科麻酔領域の大量出血

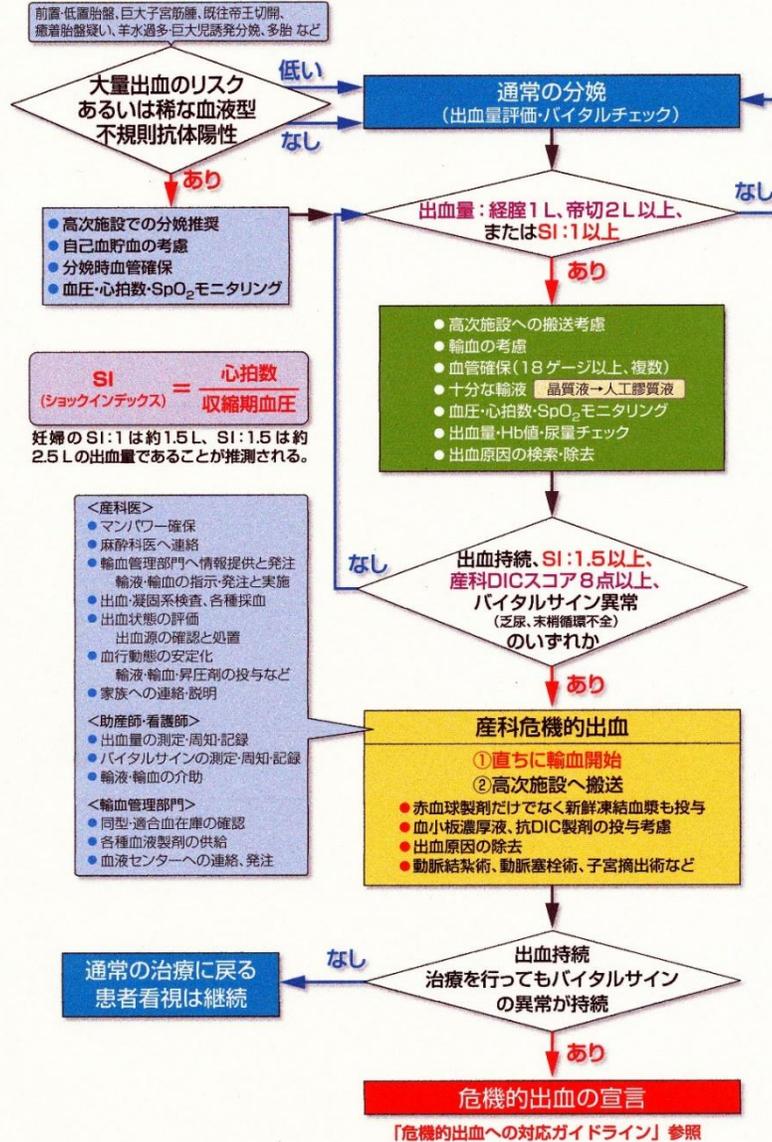
産科疾患の中には、前置・癒着胎盤、常位胎盤早期剥離、子宮破裂、弛緩出血、胎盤遺残や子宮内反など、多くの急性出血疾患がある。

また、羊水塞栓などDICや多臓器不全になりやすい疾患が突然に発症する。麻酔科医は、緊急手術やICUでこのような危機的大量出血に対応しなければならないことがある。

日本産科婦人科学会、日本産婦人科医会、日本周産期・新生児医学会、日本麻酔科学会、日本輸血・細胞治療学会

産科危機的出血への対応ガイドライン

産科危機的出血への対応フローチャート



危機的出血発生時の対応

基本的事項

- 非常事態宣言を躊躇しない ▶ 通常の対応では救命できない
- コマンダー中心の指揮命令系統 ▶ 多数のスタッフの組織的対応が不可欠
- 救命を最優先した輸血 ▶ 緊急度に応じて交差適合試験を省略
- 緊急度コードによる輸血管理部門への連絡 ▶ 情報の迅速かつ的確な伝達
- ダブル・チェック ▶ 緊急時のヒューマンエラーを回避

緊急度コードを用いた輸血管理部門への連絡と赤血球輸血 (例)

患者、出血の状態	緊急度コード	赤血球製剤の選択例
出血しているが循環は安定	III	交差適合型血
昇圧剤が必要な状態 (産科危機的出血)	II	未交差適合型血も可
心停止が切迫 (危機的出血)	I	異型適合血 (緊急O型血)も可

注:血液備蓄量、血液センターからの緊急搬送所要時間、夜間の輸血管理部門の体制などによって、赤血球製剤選択の範囲は異なる。

緊急輸血の実際

1. 「危機的出血への対応ガイドライン」に準拠

(日本麻酔科学会、日本輸血・細胞治療学会合同作成、2007年11月改訂版)

日本麻酔科学会ホームページ: <http://www.anesth.or.jp/>
日本輸血・細胞治療学会ホームページ: <http://www.yuketsu.gr.jp/>

2. 異型適合赤血球について

- 血液型不明の緊急患者で緊急度コードIと判断したら、O型赤血球製剤の輸血を開始。
- 患者血液型がAB型の場合には、O型よりもA型ないしB型赤血球製剤を優先。
- 異型適合血輸血開始前に、血液型検査・抗体スクリーニング用の採血。
- 異型適合血輸血を開始しても、同型血が入手出来次第、同型血輸血に変更。

3. RhD陰性、不規則抗体陽性の場合

RhD陰性や臨床的に溶血を起こしうる不規則抗体陽性が判明している場合は、その結果と緊急度コードを考慮して血液製剤を選択することが望ましい。ただし、緊急度コードIの場合には、ABO型適合赤血球を優先する。

4. 凝固因子の補充

凝固因子、とくにフィブリノゲンは低下しやすいので、新鮮凍結血漿などで補充する。新鮮凍結血漿450mLを投与するとフィブリノゲン値は30mg/dL程度上昇する。

緊急時の輸血検査

近畿大学附属病院 輸血ハンドブック

血液型、交差適合試験を行う時間がない場合

- ・輸血・細胞治療センター（2190・2191）、夜間・休日（PHS6081）に連絡し **O型 RCC-LR、AB型 FFP** の依頼をして下さい。
輸血・細胞治療センター技師が血液を搬送します。
- ・使用済みの **O型 RCC-LR、AB型 FFP** のバックは返却して下さい。
交差試験終了後、検査結果を連絡し、本来の払い出し票を送ります。

- *AB型 FFP を緊急輸血した場合は、事後に必ず、輸血同意書の備考欄に内容を記載して承諾をもらってください。
- *O型 RCC-LR については、あらかじめ同意書本文中に記載されています。
- *ABO 不適合輸血による副作用の可能性はありません。
- *不規則抗体による不適合輸血の行われる可能性があります。
- *Rh(D)陰性者に Rh(D)陽性血液の輸血される可能性があります。
Rh(D)陰性者に Rh(D)陽性血液を使用する場合は、患者本人あるいは家族に説明のうえ、承諾書をもらってください。事前に承諾を得る時間がない場合は、事後に必ず承諾書をもらってください。

- *血液型同型製剤が準備出来次第、すぐに切り換えてください。

20～30分程度待てる場合

- ・血液型の判定が終了し、交差適合試験で ABO の適合性が確認でき、ABO 確認用検体で確認ができた時点で、製剤に『交差適合試験検査中』のラベルをつけて出庫します。
- ・交差試験終了後、検査結果を連絡します。適合であれば『交差適合試験検査中』のラベルをはがして下さい。

急速輸血装置

システム1000™ 輸血・輸液加温装置

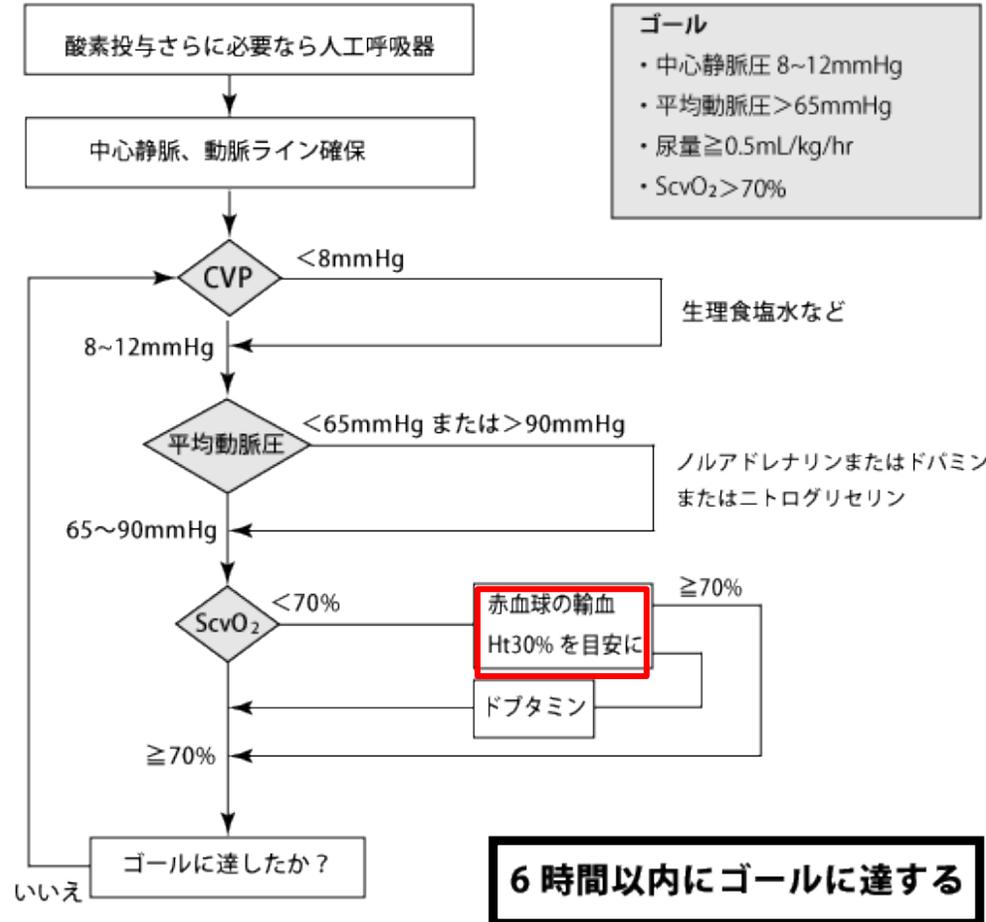


ローラーポンプ



いわゆる敗血症などの重症患者でも、早期に治療目標を決めて介入すると予後が良くなる可能性がある(輸液・輸血も組織酸素需要供給バランスの重要なファクター)！

Early Goal-Directed Therapy (EGDT)



御清聴ありがとうございました！