

厚生労働科学研究費補助金（医薬品・医療機器等レギュラトリーサイエンス政策研究事業）
分担研究報告書

日本の輸血医療における指針・ガイドラインの適切な運用方法の開発

「血液製剤の適正使用や適正な輸血療法の実施を促進するための取組に関する情報収集」

研究協力者：石田 明 埼玉医科大学国際医療センター 輸血・細胞移植科

研究協力者：松岡 佐保子 埼玉医科大学国際医療センター 輸血・細胞移植科

研究分担者：田中 朝志 東京医科大学八王子医療センター 臨床検査医学

研究要旨

【背景・目的】手術前貧血は、周術期輸血量、術後経過、生命予後の増悪因子であることが知られている。貧血は正のための赤血球輸血（以下、RBC 輸血）はリスクを伴う。手術前貧血は待機手術患者の約 1/3 を占めることから、major surgery では重要課題の一つであり、WHO では患者輸血治療（patient blood management; PBM）の 3 つの柱の一つに取り上げられている。近年、欧米では高用量鉄剤療法など手術前貧血の治療法に関する臨床研究が数多く報告されており、手術前貧血ガイドラインも作成されている。しかしながら、国内では手術前貧血が話題に上がることは殆どなく、その実態も明らかにされていない。そこで今回、国内における手術前貧血の実態、特に手術前貧血の頻度と特徴および手術前貧血と赤血球輸血との関係を明らかにする目的で多施設共同後方視調査分析研究を計画した。

【方法】対象を 2019 年 10 月 1 日から 12 月 31 日までの期間内に行われた、消化管腫瘍切除術、婦人科腫瘍切除術、人工関節置換術の 3 つの入院待機手術に、目標件数を 1 施設当たり 100 件、全体で 1,000 件、に設定し、各医療施設の輸血部部門システムなどから対象患者をリストアップし、手術部部門システムおよび患者カルテなどから手術前貧血の割合と特徴、周術期 RBC 輸血量、術中出血量、転帰等の情報を抽出し、データを集計し手術前貧血の頻度と特徴、手術前貧血と赤血球輸血および術後経過との関係を分析した。

【結果】輸血管理体制が整備された大学病院または公立地域基幹病院の計 16 医療機関が本研究に参加した。全登録手術件数は計 2,248 件、消化管腫瘍切除術 968 件、婦人科腫瘍切除術 913 件、人工関節置換術 367 件であった。手術前 Hb 値の平均±標準偏差は 12.7±1.9g/dL、手術前貧血の割合は 16.9%（貧血基準 Hb 値<11g/dL）、49.8%（貧血基準 Hb 値<13g/dL）であった。手術前貧血のうち小球性貧の割合は全体で 27.5%、消化管腫瘍切除術で 33.0%、婦人科腫瘍切除術で 20.0%、人工関節置換術で 0.0%と手術種で差がみられた。周術期の RBC 輸血件数（輸血頻度）は 280 件（12.5%）、消化管腫瘍切除術は 134 件（13.5%）、婦人科腫瘍切除術は 95 件（10.1%）、人工関節置換術は 51 件（13.7%）であった。術中出血量が増え、手術前貧血が高度であるほど周術期 RBC 輸血量と輸血頻度が増加する傾向にあった。術後 30 日死亡は 5 件、術後 90 日死亡は 15 件であった。短期死亡例は少量の術中出血で輸血が行われた事例に偏在していた。自己血採血事例を除く 2000 件のうち 19.9%に鉄剤投与が行われ、うち 17.4%は内服薬、2.5%は静注薬（内服併用も含む）であった。鉄剤投与群の方が非投与群より手術前の Hb 値改善が良好であった。

【考察および結論】手術前貧血は major surgery の約 1/6（Hb11g/dL 未満の基準）、約 1/2（Hb13g/dL の未満の基準）に及ぶことが明らかになった。手術当日の RBC 輸血は全体として適正に行われていたが、輸血の判断に手術前貧血が大きく影響していることが示され、適正な周術期 RBC 輸血には手術前貧血への積極的な介入が必要と考えられた。本研究により、我が国における手術前貧血と周術期輸血の現状と課題を明確化することができた。

A. 研究目的

手術前貧血は、周術期輸血量、術後経過、生命予後の増悪因子であることが知られている¹⁾。貧血は正のための赤血球輸血（以下、RBC 輸血）はリスクを伴う。手術前貧血は待機手術患者の約 1/3 を占

めることから²⁾、major surgery では重要課題の一つであり³⁾⁴⁾、WHO では患者輸血治療（patient blood management; PBM）の 3 つの柱の一つに取り上げられている⁵⁾。近年、欧米では高用量鉄剤療法など手術前貧血の治療法に関する臨床研究が数多く報告

されており、手術前貧血ガイドラインも作成されている⁶⁾⁻⁷⁾。

しかしながら、国内では手術前貧血の実態も明らかにされておらず、話題に上がることも殆どない。そこで今回、周術期赤血球輸血適性化の観点から、国内における手術前貧血の実態、特に手術前貧血の頻度、特徴、手術前貧血と赤血球輸血の関係を明らかにする目的で、多施設共同後方視調査分析研究を計画した。

B. 研究方法

デザイン：多施設共同後方視調査研究。

対象：2019年10月1日から12月31日までの期間内に行われた、消化管腫瘍切除術（以下、消化管手術）、婦人科腫瘍切除術（以下、婦人科手術）、人工関節置換術（以下、人工関節手術）の3つの入院待機手術を対象とした。ただし、生検手術は除く。目標登録件数：調査作業量（参加施設数、調査項目数、調査所要時間）を考慮し、目標件数を1施設当たり100件、全体で1,000件に設定した。

方法：各医療施設の輸血部門システムから対象患者をリストアップし、手術部部門システムおよび患者カルテから必要な情報を抽出した。データはすべて施設内で匿名化して埼玉医科大学国際医療センター内の事務局で管理した。得られたデータは集計して手術前貧血の頻度、特徴、術中出血量と赤血球輸血との関係について分析した。

評価項目：主評価項目は手術前貧血の頻度および特徴とした。副評価項目は手術前貧血と手術診療科、疾患、術中出血量、周術期RBC輸血量、転帰との関係とした。その他、貧血病態に関連する情報として抗血栓薬内服、血液疾患、心疾患、肝障害、腎障害、感染症、リウマチ、膠原病、整形疾患、がんの有無についても併せて評価した。

血算値：手術21日前またはそれ以前の直近（以下、手術前）、手術21日前から前日までの術直前（以下、術直前）、手術翌日から1週間後までの手術直近（以下、術直後）の白血球数、血色素量（以下、Hb値）、血小板数、赤血球容量（以下、MCV値）を抽出した。周術期貧血の基準は、Hb値11g/dL未満（以下、低い基準での貧血）とHb値13g/dL未満（以下、高い基準での貧血）の2つの基準を用いた。MCV値80fL未満を小球性貧血、80fL以上かつ100fL未満を正球性貧血、100fL以上を大球性貧血とした。

周術期輸血：周術期RBC輸血は手術3週間前から手術前日まで（以下、手術前）、術当日、手術翌日から手術7日後まで（以下、手術後）の3つの時期に分けて評価を行った。

統計手法：分析には基本統計手法に加えて群間比較には χ^2 検定、t検定、Welchのt検定、Mann-WhitneyのU検定、ANOVA検定を用いた。

倫理面への配慮：「ヘルシンキ宣言」および「人

を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」を遵守し、また埼玉医科大学国際医療センターIRBにおいて多施設共同研究の一括審査で承認を受けて実施した。

C. 研究結果

1. 参加施設の基本情報（表1）

参加施設の基本情報を表1に示す。本研究に16医療機関が参加し、すべて大学病院または公立地域基幹病院であった。すべて大規模医療機関であり、病床数の平均（最小 - 最大）は853（610-1,205）床であった。医療機関別年間輸血使用量の平均（最小 - 最大）はRBC、FFP、PCの順に12,400（7,291-18,427）単位、7,277（2,306-13,046）単位、26,994（5,210-59,225）単位であった。参加医療機関はすべて輸血責任医師および輸血専従技師の所属する輸血管理部署を有し、輸血療法委員会が年6回以上開催されていた。全施設において輸血実施手順書が整備され、輸血管理システムを導入されていた。血液センターから医療機関までの血液搬送時間の平均（最短 - 最長）は平常時で52（30-90）分、緊急時で26（15-60）分であった。

全登録手術件数は計2,248件であり、手術別にみると消化管手術968件、婦人科手術913件、人工関節手術367件であった。施設当たりの平均登録件数は全体で141件、手術種別にみると消化管手術61件、婦人科手術57件、人工関節手術23件であった。

2. 手術対象別件数と術中出血量（表2）

手術対象別件数、患者性別・年齢、術中出血量の内訳を表2に示す。消化管手術を切除臓器（部位）別にみると、多い順に大腸・直腸550件、胃304件、食道75件、その他39件であった。婦人科手術を切除臓器（部位）別にみると、多い順に子宮440件、卵巣腫瘍248件、子宮筋腫95件、子宮頸部47件、子宮広汎33件、子宮準広汎22件、その他28件であった。人工関節手術を関節別にみると、多い順に股関節225例、膝関節128例、その他13件であった。手術時年齢の平均±標準偏差は全体で62±15歳、手術種別にみると消化管手術は69±12歳、婦人科は52±14歳、人工関節は69±11歳であった。術中出血量の平均±標準偏差（最小 - 最大）は全体で269±579（0-10,812）mL、消化管手術は142±308（0-3,620）mL、婦人科手術は421±807（0-10,812）mL、人工関節手術は221±284（0-2,903）mLであった。消化管手術の中で最も術中出血量が多かったのは食道で312±367（0-1,805）mL、同様に婦人科手術では子宮広汎で1,218±910（0-3,193）mL、人工関節手術では股関節で306±317（0-2,903）mLであった。

3. 血算値・併発疾患・抗血栓薬服用状況（表3）

血算値の結果を表 3-1 に示す。白血球数については、手術前と術直前の間で変化はなく手術後に増加した。Hb 値および血小板数については、手術前と術直前との間で変化はなく手術後に減少した。MCV 値は周術期間中の変化はなかった。周術期 Hb 値の平均±標準偏差は、手術前、術直前、手術後の 3 つの時期について各々 12.7±1.9g/dL、12.3±1.9g/dL、11.3±1.7g/dL、消化管手術で各々 12.5±2.2g/dL、12.2±2.1g/dL、11.4±1.8g/dL、婦人科手術で各々 12.8±1.6g/dL、12.3±1.7g/dL、11.2±1.5g/dL、人工関節で各々 12.9±1.5g/dL、12.3±1.6g/dL、11.0±1.5g/dL であった。

併発疾患と抗血栓薬服用状況を表 3-2 に示す。手術前貧血 (Hb 値<11g/dL) は消化管手術、婦人科手術、人工関節手術、全手術の順に各々 23.1%、13.1%、10.6%、16.9% であった。同様に血液疾患の併発は、各々 0.9%、0.1%、0.8%、0.6%、心疾患は各々 0.1%、5.0%、13.1%、10.4%、肝障害は各々 0.1%、5.2%、4.9%、5.1%、腎障害は各々 9.8%、4.4%、11.0%、7.8%、感染症は各々 2.5%、1.4%、3.0%、2.1%、関節リウマチは各々 1.7%、1.2%、11.5%、3.1%、膠原病は各々 0.9%、1.6%、5.7%、2.0%、整形外科疾患は各々 5.7%、3.2%、92.4%、18.8%、がんは各々 66.7%、43.2%、7.4%、47.5% であった。手術種別に比較すると手術前貧血は消化管手術で多くみられ、心疾患、腎障害、関節リウマチ、膠原病、整形外科疾患は人工関節手術で、がんは消化管手術と婦人科手術で多くみられた。抗血栓薬内服状況は、消化管手術、婦人科手術、人工関節手術、全手術において各々 14.2%、5.2%、18.1%、全体で 11.2% であった。消化管手術と人工関節手術で内服頻度が高かった。

4. 周術期貧血 (図 1、図 2)

周術期における Hb 値の分布を図 1 に示す。貧血 (Hb 値<11g/dL) の割合は、手術前、術直前、手術後の各時期について各々 16.9%、24.2%、41.6% であった。手術種別にみると、手術前は消化管手術、婦人科手術、人工関節手術において各々 23.1%、13.1%、10.6%、同様に術直前は各々 25.1%、20.6%、19.8%、手術後は各々 41.0%、39.4%、48.2% であった。なお、貧血基準を Hb 値<13g/dL とすると、手術前、術直前、手術後の各時期の貧血頻度は各々 49.8%、60.8%、85.0% に及んだ。

次に手術前貧血事例における MCV 値の分布を図 2 に示す。小球性貧血の割合は全体で 27.5%、消化管手術で 33.0%、婦人科手術で 20.0%、人工関節手術で 0.0% であり、手術種によって差がみられた。

5. 周術期 RBC 輸血と自己血輸血 (表 4)

周術期 RBC 輸血と自己血輸血の内訳を表 4 に示す。手術前、術当日、手術後の輸血量頻度と輸血量の平均±標準偏差は各々、2.9%と 0.1±1.1 単位、

8.8%と 0.4±1.6 単位、3.6%と 0.1±1.1 単位であり、周術期全体では 12.5%と 0.6±2.4 単位であった。診療科別にみると、消化管手術は手術前、手術当日、手術後、全体について各々、4.6%と 0.3±1.6 単位、8.4%と 0.3±1.3 単位、3.5%と 0.2±1.6 単位、13.5%と 0.8±2.7 単位、同様に婦人科手術は 1.9%と 0.1±0.6 単位、8.5%と 0.5±2.1 単位、1.9%と 0.1±1.4 単位、10.1%と 0.6±2.4 単位、人工関節手術は 0.8%と 0.0±0.3 単位、9.2%と 0.3±1.0 単位、7.3%と 0.2±0.7 単位、13.7%と 0.5±1.4 単位であった。

自己血輸血が行われたのは 219 件であり、輸血頻度と輸血量の平均±標準偏差は 9.7%と 0.3±1.0 単位であった。診療科別にみると、消化管手術は 0.3%と 0.0±0.5 単位、婦人科手術は 8.7%と 0.2±0.8 単位、人工関節手術は 36.5%と 1.3±1.7 単位であった。

6. 術直前 Hb 値と術中出血量と周術期 RBC 輸血量の関係 (図 3、図 4、図 5)

術中出血量と術当日 RBC 輸血との関係を図 3 に示す。術中出血量 0-499mL、500-999mL、1,000-1,499mL、1,500mL 以上の 4 群に分けて術当日の平均輸血頻度と平均輸血量を比較すると、各々 2%と 0.1 単位、9%と 0.3 単位、24%と 1.1 単位、71%と 3.7 単位であり、術中出血量が増えると輸血量が増加し輸血頻度が高くなる傾向にあった。手術種別にみても同様の傾向であったが、消化管手術では輸血頻度が 500-999mL の群で 20%に、1,000-1,499mL の群で 60%と高くなり、比較的少量出血で輸血が行われる傾向にあった。次に術当日輸血実施例について術中出血量と術当日輸血量を比較した。術中出血量と術当日 RBC 輸血量の関係 (術当日輸血実施例) を図 4 に示す。消化管手術では出血量 500mL 未満で 52%に輸血が行われており、同様に人工関節手術では 70%に輸血が行われていた。さらに術直前 Hb 値と術当日 RBC 輸血との関係を調べた。術直前 Hb 値と術当日 RBC 輸血単位数および輸血頻度との関係を図 5 に示す。術直前 Hb 値 11g/dL 未満では術当日の平均 RBC 輸血量および輸血頻度は各々 1 単位、10%を超え、Hb 値が低いほど輸血量や輸血頻度は増加する傾向にあった。

7. 術中出血量・周術期 RBC 輸血量・術直前 Hb 値と転帰との関係 (表 5)

術中出血量・周術期 RBC 輸血量・術直前 Hb 値と術後 30 日及び 90 日の時点での死亡率との関係を表 5 に示す。術後 30 日死亡は 5 件、術後 90 日死亡は 15 件であった。短期死亡事例はすべて術中出血量が 1000mL 未満であった。また 15 件中 8 件で周術期 RBC 輸血が行われていた。短期死亡は少量の術中出血で輸血が行われた事例に偏在していた。

8. 手術前貧血に対する治療 (表 6、表 7)

手術前貧血に対する治療の内訳を表 6 に示す。自己血採血事例を除く 2000 件のうち 19.9%に鉄剤投与が行われ、うち 17.4%は内服薬、2.5%は静注薬 (内服併用も含む) であった。手術前貧血に対する鉄剤投与効果の検討を表 7 に示す。鉄剤内服群、鉄剤静注群 (内服併用も含む)、鉄剤非投与群の 3 群について手術前から術直前までの Hb 値増加量 (以下、 Δ Hb 値) を比較したところ、各々 0.7 ± 1.5 g/dL、 0.8 ± 1.5 g/dL、 0.2 ± 1.2 g/dL であった。鉄剤投与群でより貧血回復する傾向にあった。

D. 考察

周術期輸血管理が医療機関の規模や輸血管理体制、手術疾患や術式等によって異なる可能性があることを考慮し、本調査研究では輸血管理体制が整備されていると想定される大学病院と公立地域基幹病院を対象施設を絞り、対象手術は手術前貧血に関連する研究報告が多い消化管手術、婦人科手術、人工関節手術を選択した。

待機手術の手術前貧血は、基準を Hb 値 11g/dL 未満とすると 16.9% (全体の 1/6) にみられ、Hb 値 13g/dL 未満とすると 49.8%で約半数に及んだ。Muñoz らは Hb 値 13g/dL 未満の手術前貧血が 32.9%にみられると報告しており、我々の調査結果の方が高い割合であった⁸⁾。Major surgery では術中大量出血による Hb 値の急速低下が RBC 輸血につながる可能性があることから、彼らは輸血回避の観点から手術前貧血の基準をより高めの Hb 値 13g/dL 未満とすることを提唱している。また、WHO の貧血基準 (男性 Hb 値 13/dL 未満、女性 Hb 値 12g/dL 未満) が男女の別々の基準を定めているのに対し、彼らは術中大量出血時の血液喪失割合は女性の方が高いことを考慮して手術前貧血基準では男女共に Hb 値 13/dL 未満としている。彼らの基準にしたがうと、国内では欧米と比べて手術前貧血の割合が高いことが明らかになった。この結果から、major surgery における手術前貧血は重要課題であると考えられた。また、手術前貧血を大腸・直腸がん、婦人科、人工関節の各手術種別にみると、高い貧血基準では各々 52.9%、47.1%、48.2%であった。Munõz らの報告では各々 58%、64%、26%であり、大腸・直腸および婦人科では我々の調査結果の方が低かったが、人工関節では高いという結果が得られた。手術種別結果を比較しても、本邦の手術前貧血の割合は欧米と比べて高い可能性がある。

手術前貧血例のうち小球性貧血を呈したのは 27.5%であり、手術種別にみると消化管手術は 33.0%、婦人科手術は 26.7%であった。消化管手術および婦人科手術では腫瘍からの出血が長期間持続して鉄欠乏性の小球性貧血を呈するものと推察された。また、婦人科手術の対象患者は平均年齢

が 50 歳台と他の手術種と比べて若いことから、子宮筋腫などでは過多月経に起因する鉄欠乏性貧血が多いと推察される。一方、人工関節手術では小球性貧血は 1 例もみられず、すべて正球性または大球性貧血であった。人工関節手術の手術前貧血は消化管手術や婦人科手術と違って慢性出血はみられず、むしろ変形性関節症や関節リウマチに伴う慢性炎症性貧血が主体と考えられる。また、対象患者が高齢であることから高齢者貧血の病態を見ている可能性もある⁹⁾。H Gaskell らは 65 歳以上の高齢者一般市民の 3~25%に WHO 基準の貧血がみられることを報告している¹⁰⁾。本邦における高齢者貧血の病態と手術前貧血との関連についての検討が望まれる。

周術期 RBC 輸血は全体で 13.0%の患者に行われていた。消化管手術では手術前輸血の頻度が高く、腫瘍からの急性貧血に対して輸血が行われたものと推定される。術当日輸血は 8~10%で手術種による差はなかった。調査対象疾患は基本的に T&S で対応可能であると考えられた。全体としてみると術中出血量に応じた適正な輸血が行われていた。ただし、消化管手術と人工関節手術については術当日輸血事例の半数以上が術中出血量 500mL 未満であり、一部で術中出血量に見合わない輸血が行われていた。さらに、術直前 Hb 値が低いほど術当日の輸血量と輸血頻度が高い傾向にあることから、術当日輸血の判断には術中出血量だけでなく、術直前 Hb 値が大きく影響していることが示された。

術中出血量、周術期 RBC 輸血量、術直前 Hb 値と術後転帰との関連については、術後早期死亡例はいずれも術中出血量が少ない群でみられ、その半数に術直前貧血があり、周術期に RBC 輸血が行われていた。このことから、手術前貧血と周術期 RBC 輸血が術後早期死亡と関連している可能性は否定できない。ただし、術後早期死亡例が極めて少ないため適正な評価を行うことは困難であり、さらなる検討が必要と考えられた。

手術前に鉄剤を内服または静注で投与することによって貧血の改善傾向にあったことから、手術前貧血に対して鉄剤投与が有効である可能性が示された。ただし、投与鉄剤の種類や鉄投与量が不明であり、鉄剤投与基準が定められていなかったことから適正な評価は難しく、さらなる検討が必要と考えられた。過去の研究報告をみると、手術前貧血に対して内服鉄剤は無効であり、一方で高用量の鉄剤静注は有効であることがシステマティックレビューで示されており、高用量鉄剤静注薬の有効性は手術前貧血ガイドラインにも記載されている^{6)7),11-14)}。手術前貧血には腫瘍からの出血が多く、出血は断続的に繰り返すため貧血はしばしば進行性であり、また手術までの短期間での貧血是正が求められることを考え合わせると、鉄剤は内服より高用量静注薬の方が効果的であることが容易に

推察される。しかし、国内では高用量鉄剤が1種類しか保険適応で認められておらず、またその適応は経口鉄剤の投与が困難または不適當な場合に限られているため、手術待機外来患者に対して積極的に使用することは難しいのが現状である。

E. 結論

手術前貧血に関する多施設共同後方視調査研究を行った。手術前貧血は手術種によって異なるものの、全体としてHb11g/dL未満の基準で約1/6にみられ、Hb13g/dLの基準では約1/2に及ぶことが明らかになった。

手術当日RBC輸血は全体として適正に行われていたが、輸血の判断に手術前貧血が大きく影響していることが示され、適正な周術期RBC輸血に向けて手術前貧血への積極的な介入が必要であると考えられた。

手術前貧血に対して鉄剤投与が有効である可能性があり、手術前貧血是正に向けて、貧血病態の評価と治療法に関する適正な評価と科学的評価に基づくガイドラインの作成が今後の重要課題と考えられる。

本研究により、我が国における手術前貧血と周術期輸血の現状と課題が明確化することができた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

参考文献

- 1) AJ Fowler, T Ahmad, MK Phull, et al. Meta-analysis of the association between preoperative anaemia and mortality after surgery. *BJs* 102:1314-1324, 2015
- 2) S Gómez-Ramirez, C Jericó, M Munóz. Perioperative anemia: Prevalence, consequences and pathophysiology. *58*:369-374, 2019.
- 3) M Munoz, AG Acheson, M Auerbach, et al. International consensus statement on the peri-operative management of anaemia and iron deficiency. *Anaesth* 72:233-247, 2017.
- 4) T Richards, RR Baikady, B Butcher, et al. Perioperative intravenous iron to treat anaemia before major abdominal surgery (PREVENTT): a randomised, double-blind, controlled trial. *Lancet* 6736:1-9, 2020.
- 5) The urgent need to implement patient blood management. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346655/9789240035744-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 6) S Abeysiri, M Chau and T Richards. Peripheral anemia management. *Semin Thromb Hemost* 46:8-16, 2020.
- 7) MM Mueller, HV Remoortel, P Meybohm, et al. Patient blood management: Recommendations form the 2018 Frankfurt consensus conference. *JAMA* 321:983-997, 2020.
- 8) M Munóz, MJ Laso-Morales, S Gómez-Ramirez, et al. Pre-operative hemoglobin levels and iron status in a large multicentre cohort of patients undergoing major elective surgery. *Anaesthesia* 72:826-834, 2017.
- 9) Girelli, G Marchi and C Camaschella. Anemia in the Elderly. *Hemasphere* 2:1-10, 2018
- 10) H Gaskell, S Derry, RA Moor and HK McQuay. Prevalence of anaemia in older persons: systemic review. *BMC Geriat* 8:1-8, 2008
- 11) M Munoz, G Acheson, M Auerbach, et al. International consensus statement on the peri-operative management of anaemia and iron deficiency. *Anaesthesia* 72:233-247, 2017.
- 12) N Desai, N Schofield and T Richards. Perioperative patient blood management to improve outcomes. *Anesth Analg* 127:1211-1220, 2018.
- 13) S Gómez-Ramirez, E Bisbe, A Shander, et al. Management of preoperative iron deficiency anemia. *Acta Haematol* 142:21-29, 2019
- 14) LF Miles and T Richards. Hematinic and iron optimization in peri-operative anemia and iron deficiency. *Current Anesthesiology Reports* 12:65-77, 2022.

表1 参加施設の基本情報

施設 番号	病床 数	年間輸血量			輸血管理 部門	輸血責任 医師人数 (人)	輸血専従 技師人数 (人)	輸血療法 委員会 (回/年)	輸血実施 手順書	輸血管理 システム	血液搬送時間		登録症例数			
		RBC (単位)	FFP (単位)	PC (単位)							平常時 (分)	緊急時 (分)	全体	消化管 腫瘍	婦人科 腫瘍	人工 関節
001	722	18,427	10,813	31,020	輸血部	1	6	6回/年	○	○	40	30	283	196	87	0
002	1,205	17,929	12,945	59,225	輸血部	1	10	6回/年	○	○	60	30	228	107	63	58
003	916	12,132	4,491	27,210	輸血部	1	20	6回/年	○	○	60-90	45-60	130	60	43	27
004	684	11,812	5,424	32,865	輸血部	1	5	6回/年	○	○	60	30	97	63	24	10
005	1,075	11,555	5,411	33,585	輸血部	2	11	11回/年	○	○	60	30	259	75	129	55
006	756	8,300	2,824	18,235	輸血部	1	6	6回/年	○	○	40	30	131	19	58	54
007	610	7,291	2,306	5,210	輸血部	1	4	6回/年	○	○	90	30	128	60	46	22
008	923	14,976	7,528	16,125	輸血部	1	7	6回/年	○	○	60	30	96	10	78	8
009	946	15,125	13,046	36,025	輸血部	2	15	6回/年	○	○	90	30	63	0	63	0
010	615	9,408	6,211	20,955	輸血部	1	4	6回/年	○	○	40	20	40	18	14	8
011	731	8,645	4,676	21,280	輸血部	1	5	6回/年	○	○	30	15	162	63	69	30
012	992	12,712	9,218	10,409	輸血部	1	10	6回/年	○	○	50	30	45	25	17	3
013	729	8,733	4,120	11,274	輸血部	1	4	6回/年	○	○	45	30	117	53	37	27
014	778	11,191	6,987	30,035	輸血部	1	12	6回/年	○	○	30	20	160	50	65	45
015	1,132	16,231	11,175	41,325	輸血部	1	11	6回/年	○	○	40	20	184	83	81	20
016	827	13,932	9,256	37,125	輸血部	1	5	6回/年	○	○	40	15	125	86	39	0
平均	853	12,400	7,277	26,994	-	-	-	-	-	-	52	26	141	61	57	23
合計	13,641	198,399	116,431	431,903	-	-	-	-	-	-	-	-	2,248	968	913	367

表2 手術対象別件数、患者性別・年齢、術中出血量の内訳

手術の種類	切除対象 臓器・腫瘍・関節	件数	性別		年齢 AVE±SD (歳)	術中出血量	
			男	女		AVE±SD (mL)	MIN-MAX (mL)
消化管		968	633	334	69±12	142±309	0-3,620
	大腸・直腸	550	330	220	69±12	116±332	0-3,620
	胃	304	213	91	71±10	144±236	0-1,840
	食道	75	65	10	68±9	312±368	0-1,805
	その他	39	25	14	67±13	175±237	0-1,033
婦人科		913	-	913	52±14	421±808	0-10,812
	子宮	440	-	440	55±12	382±691	0-7,995
	卵巣腫瘍	248	-	248	53±16	502±1,068	0-10,812
	子宮筋腫	95	-	95	39±17	226±265	0-1,381
	子宮頸部	47	-	47	42±12	72±223	0-1,270
	子宮広汎	33	-	33	51±14	1,218±910	0-3,193
	子宮準広汎	22	-	22	63±9	853±662	91-2,971
	その他	28	-	28	43±16	286±898	0-4,700
人工関節		367	94	273	69±11	221±284	0-2,903
	股関節	225	51	174	67±12	306±317	0-2,903
	膝関節	128	36	92	73±9	67±93	0-470
	その他	13	6	7	76±6	286±317	0-1,120
総計		2248	727	1520	62±15	269±579	0-10,812

表 3 血算値・併発疾患・抗血栓薬服用状況

表 3-1 血算値

対象		消化管腫瘍	婦人科腫瘍	人工関節	全体
白血球数 ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	手術前	6.4 \pm 2.9	6.1 \pm 2.2	6.2 \pm 1.7	6.2 \pm 2.5
	術直前	6.1 \pm 2.5	6.2 \pm 2.2	6.1 \pm 1.7	6.2 \pm 2.4
	手術後	9.8 \pm 3.3	9.9 \pm 3.5	9.6 \pm 3.0	9.8 \pm 3.3
血色素量 (g/dL)	手術前	12.5 \pm 2.2	12.8 \pm 1.6	12.9 \pm 1.5	12.7 \pm 1.9
	術直前	12.2 \pm 2.1	12.3 \pm 1.7	12.3 \pm 1.6	12.3 \pm 1.9
	手術後	11.4 \pm 1.8	11.2 \pm 1.5	11.0 \pm 1.5	11.3 \pm 1.7
血小板数 ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	手術前	257 \pm 92	267 \pm 81	251 \pm 68	261 \pm 84
	術直前	256 \pm 88	275 \pm 91	261 \pm 82	263 \pm 88
	手術後	216 \pm 133	233 \pm 86	212 \pm 64	222 \pm 107
MCV (fL)	手術前	91 \pm 8	90 \pm 7	93 \pm 8	91 \pm 7
	術直前	91 \pm 7	90 \pm 7	94 \pm 5	91 \pm 7
	手術後	91 \pm 7	90 \pm 6	93 \pm 5	91 \pm 6

表 3-2 併発疾患と抗血栓薬服用の割合

合併症・服用薬	消化管腫瘍	婦人科腫瘍	人工関節	全体
貧血*	23.1%	13.1%	10.6%	16.9%
血液疾患	0.9%	0.1%	0.8%	0.6%
心疾患	0.1%	5.0%	13.1%	10.4%
肝障害	0.1%	5.2%	4.9%	5.1%
腎障害	9.8%	4.4%	11.0%	7.8%
感染症	2.5%	1.4%	3.0%	2.1%
リウマチ	1.7%	1.2%	11.5%	3.1%
膠原病	0.9%	1.6%	5.7%	2.0%
整形疾患	5.7%	3.2%	92.4%	18.8%
がん	66.7%	43.2%	7.4%	47.5%
抗血栓薬内服	14.2%	5.2%	18.1%	11.2%
抗血小板薬	8.7%	1.6%	7.7%	5.7%
抗凝固薬	4.8%	3.3%	8.2%	4.7%
両者併用	0.7%	0.3%	2.2%	0.8%

*貧血基準：Hb11g/dL 未満

図1 周術期におけるHb値の分布

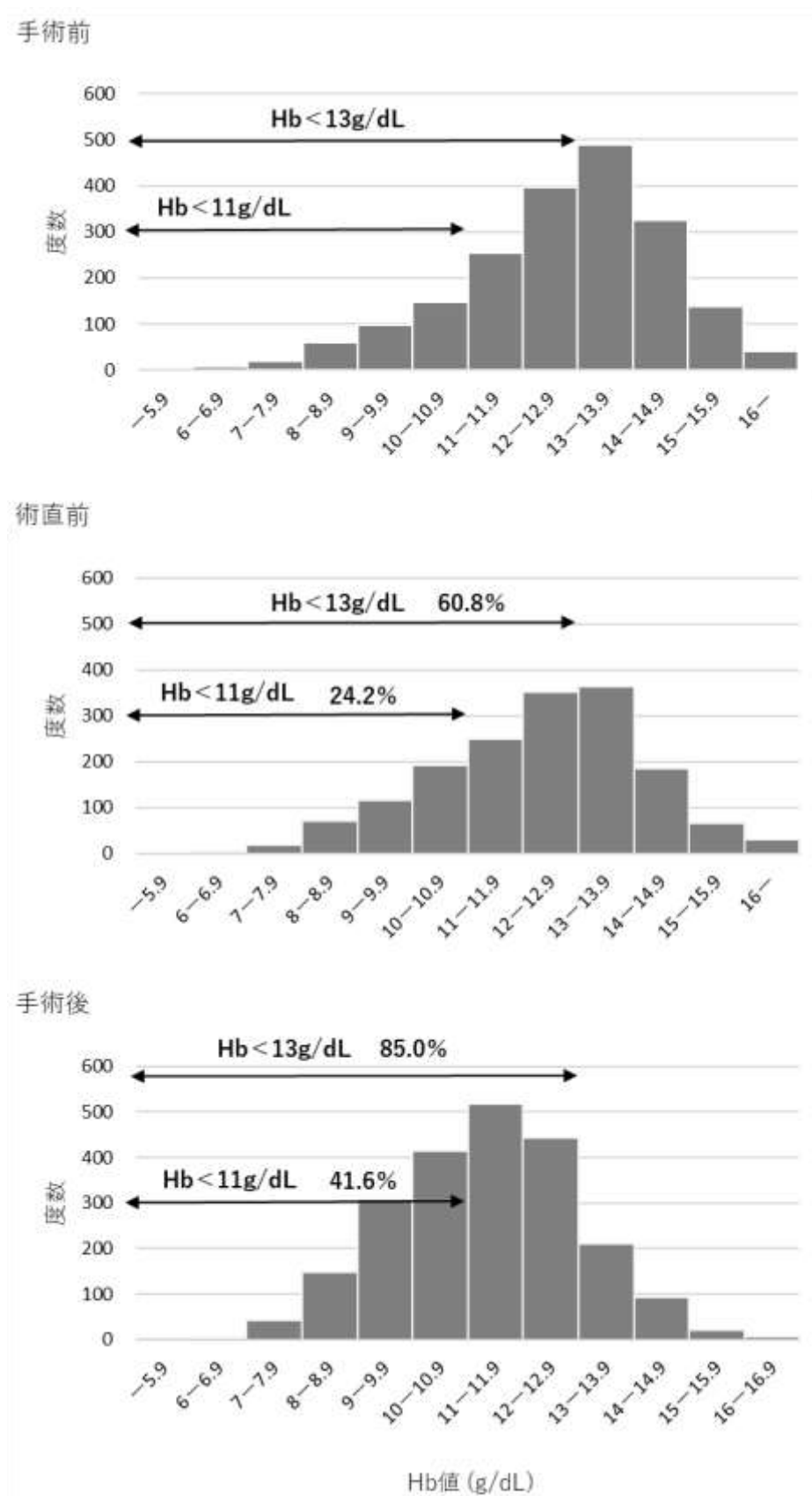


図2 手術前貧血事例における MCV 値の分布

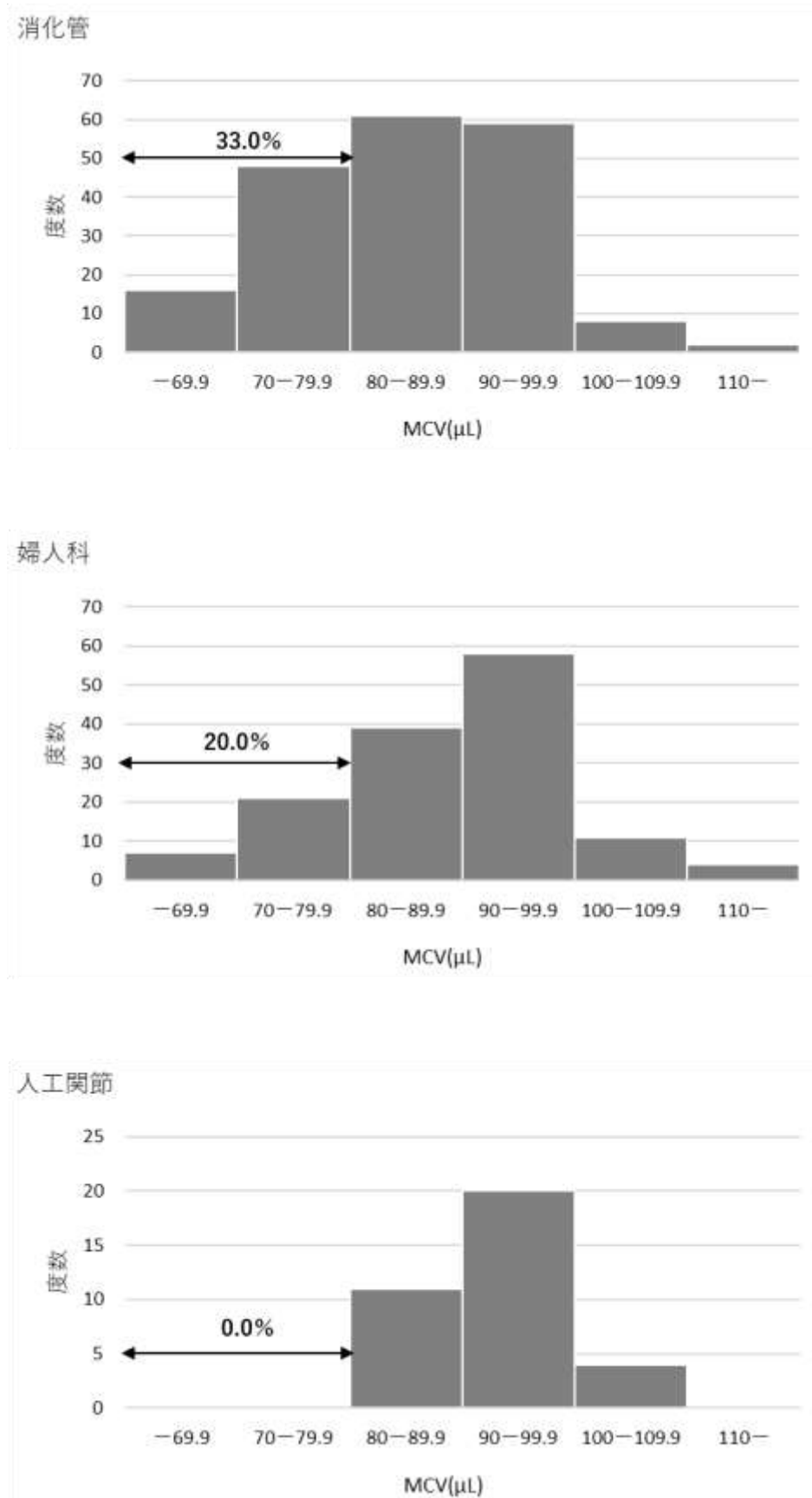
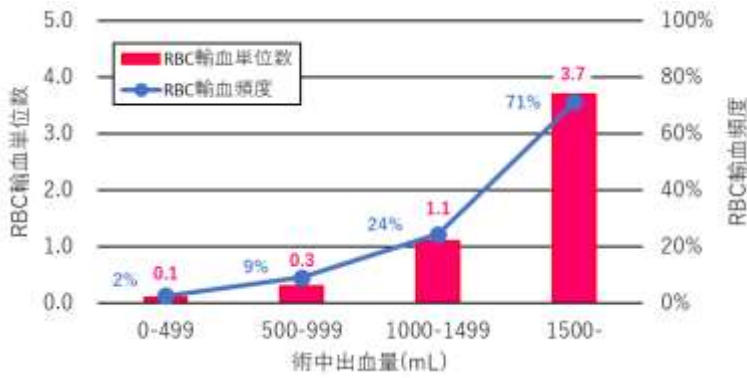


表 4 周術期 RBC 輸血と自己血輸血の内訳

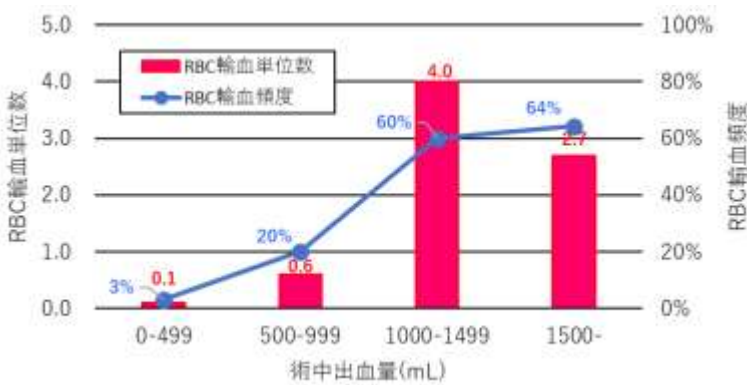
手術種別		RBC				自己血	RBC+自己血
		手術前	術当日	手術後	周術期		
消化管手術	件数	45	83	35	134	3	135
	頻度	4.6%	8.4%	3.5%	13.5%	0.3%	13.7%
	単位数	0.3±1.6	0.3±1.3	0.2±1.6	0.8±2.7	0.0±0.5	0.8±2.8
婦人科腫瘍手術	件数	18	80	18	95	81	157
	頻度	1.9%	8.5%	1.9%	10.1%	8.7%	16.8%
	単位数	0.1±0.6	0.5±2.1	0.1±0.4	0.6±2.4	0.2±0.8	0.8±2.5
人工関節手術	件数	3	34	27	51	135	170
	頻度	0.8%	9.2%	7.3%	13.7%	36.5%	45.9%
	単位数	0.0±0.3	0.3±1.0	0.2±0.7	0.5±1.4	1.3±1.7	1.7±2.1
全体	件数	66	197	80	280	219	462
	頻度	2.9%	8.8%	3.6%	12.5%	9.7%	20.6%
	単位数	0.1±1.1	0.4±1.6	0.1±1.1	0.6±2.4	0.3±1.0	0.9±2.5

図3 術中出血量と術当日 RBC 輸血との関係

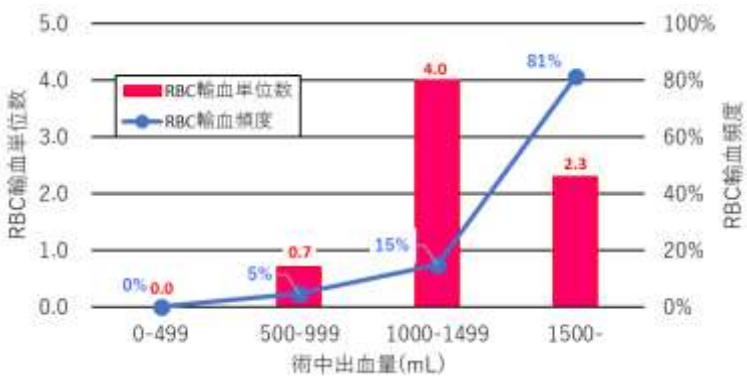
全体



消化管



婦人科



人工関節

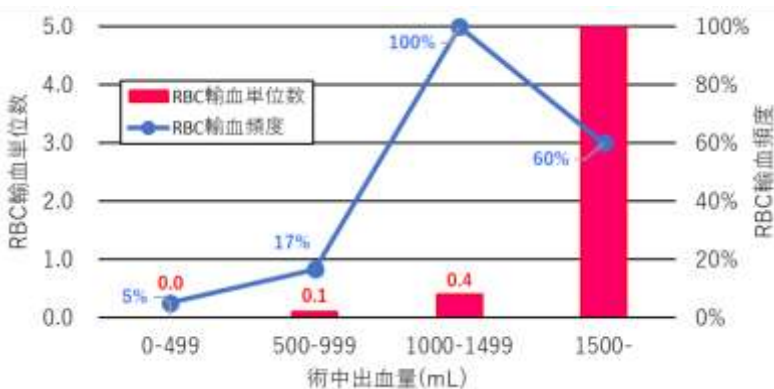


図4 手術種別術当日輸血実施例における術中出血量と術当日RBC輸血量

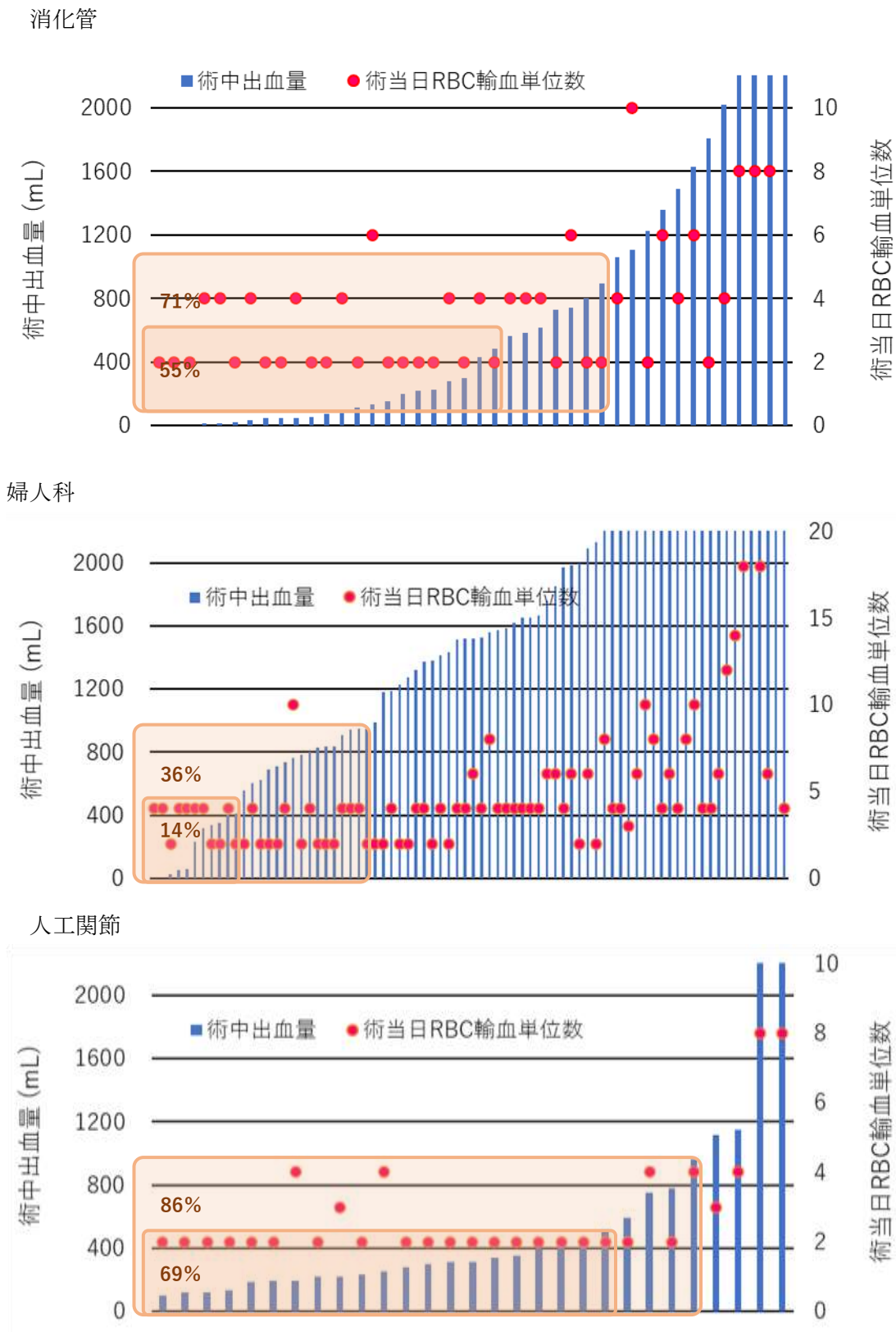


図5 術直前Hb値と術当日RBC輸血との関係

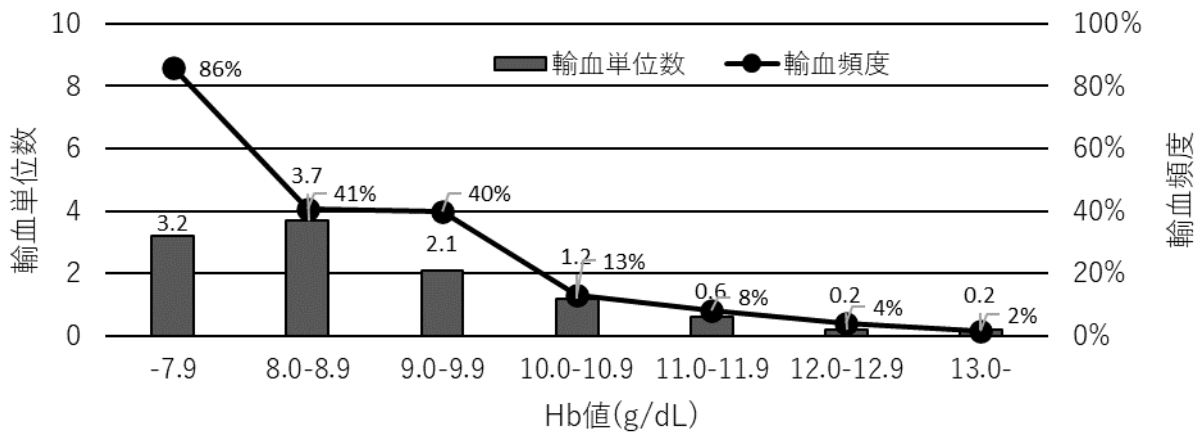


表5 術中出血量・周術期RBC輸血量・術直前貧血と転帰との関係

範囲	平均±標準偏差	件数	術後死亡件数		術後死亡率(%)	
			30日	90日	30日	90日
術中出血量(mL)						
全体	269±579	2,239	5	15	0.22%	0.67%
≤499	107±128	1,895	4	13	0.21%	0.69%
500-999	681±143	223	1	2	0.45%	0.90%
1,000-1,499	1,196±143	52	0	0	0%	0%
1,500-1,999	1,668±143	30	0	0	0%	0%
2,000≤	3,450±1,836	39	0	0	0%	0%
周術期RBC輸血(単位)						
全体	12.3±1.9	2,079	5	15	0.24%	0.76%
なし	—	1,808	1	7	0.06%	0.41%
≤5	7.3±0.5	184	3	6	1.60%	3.41%
6-7	8.4±0.3	38	0	0	0%	0%
8-9	9.5±0.3	20	0	0	0%	0%
10≤	14.0±0.9	29	1	2	3.33%	6.90%
術直前Hb値 (g/dL)						
全体	12.3±1.9	2,248	4	14	0.25%	0.92%
≤7.9	7.3±0.5	21	0	0	0%	0%
8.0-8.9	8.4±0.3	70	2	7	2.90%	10.61%
9.0-9.9	9.5±0.3	115	0	0	0%	0%
10.0-10.9	10.5±0.3	192	0	0	0%	0%
11.0-11.9	11.5±0.3	251	2	3	0.82%	1.27%
12.0-12.9	12.5±0.3	350	0	1	0%	0.31%
13.0≤	14.0±0.9	644	0	3	0%	0.51%

表6 手術前貧血に対する治療の内訳（自己血輸血を除く 2000 件）

	鉄剤			ESA	ビタミン	その他	全治療
	すべて	内服	静注				
消化管	12.4%	10.4%	2.0%	0.0%	1.4%	0.1%	13.9%
婦人科	10.8%	9.4%	1.4%	0.0%	1.1%	0.1%	12.0%
人工関節	1.4%	0.9%	0.5%	7.3%	0.0%	0.0%	8.6%
全体	19.9%	17.4%	2.5%	0.1%	1.7%	0.1%	21.8%

表7 手術前貧血に対する鉄剤投与効果の検討

	n	手術前Hb値① (g/dL)	術直前Hb値② (g/dL)	②-① (g/dL)	手術後Hb値 (g/dL)	当日輸血量 (単位)	術中出血量 (mL)
鉄剤内服	70	9.4 ± 0.9	10.0 ± 1.3	0.7 ± 1.5	9.6 ± 1.1	0.2 ± 1.0	243 ± 351
鉄剤静注	13	9.1 ± 1.2	10.0 ± 1.4	0.8 ± 1.5	9.1 ± 1.2	2.0 ± 5.0	755 ± 1611
鉄剤なし	123	9.8 ± 0.9	10.0 ± 1.3	0.2 ± 1.2	9.5 ± 1.3	1.0 ± 2.0	320 ± 503

手術前貧血：手術前 Hb 値 11g/dL 未満