

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592293

研究課題名(和文)術後機能的健康状態回復促進因子の検討

研究課題名(英文)Study on the facilitation factors of postoperative functional health status recovery

研究代表者

白神 豪太郎(Shirakami, Gotaro)

香川大学・医学部・教授

研究者番号：20235740

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：手術後患者の機能的健康状態回復促進につながる麻酔・周術期管理方法の開発に貢献するため、機能的健康状態回復へ影響する因子について臨床的検討を行った：胸部外科、腹部外科、整形外科手術などでの区域麻酔付加は術後痛などの副作用を軽減すること、電気痙攣療法は症例を選べば白帰りで可能であること、本邦の日帰り手術での安全性確保のための回復基準整備が未だ不十分であることを明らかとした。また、麻酔薬関連副作用軽減による回復促進に貢献するため、聴覚誘発反応測定値(aepEX)を鎮静度指標とする薬剤投与自動制御システムの数学的モデルを構築し、その有効性をシミュレーションで確認した。

研究成果の概要(英文)：To contribute the development of anesthesia and perioperative management methods, we performed clinical investigations concerning facilitation factors of postoperative functional health status recovery. We founded that addition of regional anesthesia could ameliorate postoperative pain and other adverse events, electroconvulsive therapy could be done at ambulatory settings if appropriate patients were selected, and that planning of recovery criteria after ambulatory anesthesia was inadequate in many Japanese hospitals. To contribute postanesthesia recovery facilitation through the reduction of anesthetic-related untoward effects, we constructed mathematical models of automatic control system of sedation level using auditory evoked response value (aepEX) as a sedation index and confirmed the efficacy with simulations.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学 麻酔・蘇生学

キーワード：麻酔後回復 手術後回復 機能的健康状態 麻酔後合併症 術後鎮痛 区域麻酔 鎮静度 自動制御

## 1. 研究開始当初の背景

近年、患者権利意識や医療費の増大が進み、質の高い医療の提供と医療費削減という見かけ上相反する目標が求められている。入院期間の短縮、患者社会復帰の促進は患者利便性の向上につながり、同時に医療費削減にもつながると考えられ、入院期間短縮あるいは日帰り手術の推進が課題となっている。質の高い医療を提供し入院期間短縮をはかるためには、術後の機能的健康状態の回復を促進する麻酔・周術期管理方法の開発・改良が求められている。

申請者はこれまでに大手術から日帰り手術まで種々の手術患者において麻酔・周術期管理方法の違いがアウトカムに及ぼす影響について報告してきた：胃切除術中 atrial natriuretic peptide 投与は術中レニン・アンジオテンシン系亢進を抑制し尿量を維持する (Anesth Analg 1997;85:907-12)。揮発性麻酔薬用量増加はかえって術中交感神経活動を上昇させる (Anesthesiology 1998;89:1407-13)。周術期補液は日帰り手術後回復を促進する (Anesthesiology 2001;A23)。子宮鏡手術患者における亜酸化窒素併用セボフルラン麻酔は非併用セボフルラン麻酔よりも術後悪心嘔吐 (PONV) 頻度を上昇させる (J Anesth 2003;17(Suppl):379)。全身麻酔下日帰り手術後成人患者の大多数に少なくとも1つの不快症状があり回復遅延患者では非遅延患者に比べ術後痛頻度が高い (J Anesth 2005;19:93-101)。日帰り手術後帰宅基準到達までの時間と手術・麻酔時間との間には正の相関関係がある (J Anesth 2001;15:P3J10)。成人日帰り手術後患者の満足度はその多くで高い (臨床麻酔 2004;28:1413) が、不満因子としては術後不快症状 (術後痛, PONV, 咽頭痛, めまい, 疲労感) が最多である (日臨麻誌 2006;26:S368)。術後痛強度は手術の種類によって異なり整形外科手術では高い (臨床麻酔 2005;29:1219)。肩関節鏡手術患者において、持続斜角筋間ブロックは手術当日夜間睡眠および術後痛強度を改善する (2007 年局所麻酔学会)。術後痛が強く手術時間および帰宅までの時間が長い患者では日帰り手術指向性が低い (日臨麻誌 2007;27:S307)。乳癌手術において、セボフルラン+フェンタニル麻酔はセボフルラン麻酔やプロポフォール・フェンタニル・ベクロニウム麻酔よりもPONV 頻度が高く回復が遅延する (Anesthesiology 2004;A55, J Anesth 2006;20:188-95)；多くの症例で術後夜間一過性低酸素血症を呈するが、セボフルラン麻酔とプロポフォール・フェンタニル・ベクロニウム麻酔には低酸素血症発症頻度に差はない (J Anesth 2006;20:188-95)；2 作動薬デクスメトミジンはPONV 頻度および術後痛強度を低下させるが回復を遅延させる (Anesthesiology 2006;A1589)；術中低BIS

値維持患者では高BIS値維持患者に比べて術中循環抑制が強く回復が遅れる (Anesthesiology 2008;109:A1040)；傍脊椎ブロック併用 monitored anesthesia care (MAC)は全身麻酔よりも回復が早い、全身麻酔に傍脊椎ブロックを併用しても回復は促進されない (日臨麻誌 2010;30:943, Anesthesiology 2010;A168)。口腔外科手術において、MACは全身麻酔よりも回復が早い (臨床麻酔 2005;29:1220)；プロポフォール・レミフェンタニル麻酔はセボフルラン+ベクロニウム麻酔よりも回復が早い (J Anesth 2008;22:P1-55-05)。膝関節手術において大腿神経ブロック併用全身麻酔は術後痛強度と低酸素血症発症頻度を減少させる (Anesthesiology 2010;A1256)。小児手術においてデクスメトミジンはセボフルラン麻酔後の覚醒時興奮を抑制する (J Anesth 2010;24:675)。

申請者はこれまでアウトカムのひとつとして、周術期自律神経活動に注目し、その指標として心拍変動 (HRV) を用いて、麻酔・周術期管理方法の違いがHRVに及ぼす影響について報告してきた：全身麻酔によりHRVとりわけ低周波数領域パワー (LF) が抑制されるが、麻酔後、臨床的回復指標にほぼ平行して回復する (麻酔と蘇生 2002;38:31)。脊髄くも膜下麻酔によりHRV高周波数領域パワー (HF) が増加するが、感覚・運動機能回復とともに回復する (麻酔と蘇生 2003;39:23)。周術期に BIS 値とHRV エントロピー値はほぼ平行して変化する (2004 周術期時間医学研究会)。乳癌手術において、デクスメトミジン投与は術後HRVのLF/HFを抑制し回復を遅延させる (Anesthesiology 2006;A1589)；セボフルラン麻酔は全静脈麻酔よりも術中のHRV抑制が強く回復が遅れる (2006 日本静脈麻酔・Infusion Technology 研究会)；高BIS値維持患者では低BIS 値維持患者に比べHRV抑制が少なく回復が早い (Anesthesiology 2008;A1040)。

周術期薬剤の副作用を軽減し回復を促進するためには、個々の患者に対して必要にして最少の適切な量の薬剤投与が必要である。申請者はこれまでに京都大学工学研究科電気工学専攻複合システム論講座 (荒木光彦名誉教授、古谷栄光准教授) との共同研究で薬剤投与自動制御システムの臨床応用について検討してきた：状態予測制御法を用いた血管拡張薬投与自動制御システム (血圧制御システム) は骨盤内臓全摘術において安定した低血圧を維持し、手術時間を短縮させ、術中出血量を減少させる (2000年度計測自動制御学会技術賞, World J Surg 1999;23:1258-63, Int J Cont Autom Sys 2004;2:39-53)。状態予測制御法を用いたプロポフォール投与自動制御システムはBIS 値を目標値近傍に維持しプロポフォール投与量を減少させる (IEEE Trans Biomed

Enginer 2008;55:874-887)。プロポフォル投与によるBIS 変化を表す薬物動態モデルとしてはTackleyのモデルが最適であり、プロポフォル薬物動態モデルパラメータを実測値から同定し、BIS変化をより適切に表すモデルを構築し、従来モデルと比較した(日臨麻誌2007;27:358-66)。

## 2. 研究の目的

本研究の主目的は、上述のような研究成果および予備の結果をふまえ、術後回復を促進し、病院滞在期間を短縮し、高い患者満足度を達成できる麻酔・周術期管理方法の開発に貢献するため、麻酔・周術期管理方法がどのように諸種のアウトカムとりわけ機能的健康状態回復へ影響するかについて臨床的検討を行うことであった。また、周術期薬剤の必要分量を個々の患者に応じて投与することで、副作用軽減、回復促進、患者ケア改善、麻酔科医負担軽減につながる薬剤投与の自動制御システムを開発・改良することであった。

## 3. 研究の方法

麻酔・周術期管理方法の違いが手術後患者の回復指標および機能的健康状態回復の質と速さに及ぼす影響ならびに長期予後に及ぼす影響を種々の定型的手術において検討した。麻酔薬投与自動制御システムの開発のための基礎的データを蓄積し、シミュレーションを行った。

## 4. 研究成果

### 1) 痛み強度指標PainVisionの検討

機能的健康状態回復指標の一つとして痛み強度がある。痛みを客観的に測定できる指標としてPainVisionが有用であるかどうかについて、健常ボランティアを用いて検討した。被験者に対する説明方法によってPainVision測定値が変動することを明らかにした。

### 2) 全身麻酔への区域麻酔付加の検討

単顆人工膝関節置換術患者において、全身麻酔に大腿神経ブロック付加を行った群での術中のHRVのLF値とLF/HF比は、付加を行わなかった群に比べて低いことを明らかにした。これは、神経ブロックが術中交感神経活動を抑制することを示唆するものであった。また、神経ブロック付加群では、術後痛強度および夜間一過性低酸素血症の発生が抑制されるこ

とを明らかにした。夜間一過性低酸素血症発症頻度低下は術中のオピオイド鎮痛薬の使用量削減によるものと考えられた。

単顆人工膝関節手術患者において、持続大腿神経ブロックと単回投与大腿神経ブロックとの膝関節機能回復に及ぼす影響を比較検討した。持続ブロックは単回投与ブロックに比べ、手術当日夜および手術翌日の創部痛強度が低く、膝関節可動域および他動屈曲開始角度が大きく、90度自動屈曲所用日数が短かった。

上腹部手術患者において、持続肋骨弓下腹横筋膜面ブロックと単回投与ブロックとの術後痛に及ぼす影響を検討した。持続ブロックは単回投与ブロックに比べ、術後1日目の体動時痛を有意に抑制した。

ビデオ補助下胸部手術術後患者において、胸部硬膜外麻酔(Epi)と胸腔鏡補助下肋間神経ブロック+経静脈的患者自己鎮痛法の鎮痛効果と合併症発症率などを比較検討した。手術翌日の安静時痛強度に差はなかったが、体動時痛抑制効果はEpiの方が優れていた。手術翌日のPONV頻度もEpiの方が低かった。

### 3) オピオイドによる経静脈患者自己鎮痛法(IV-PCA)へのケタミン付加の検討

婦人科単純子宮全摘術後患者において、フェンタニル単独IV-PCAとケタミン付加フェンタニルIV-PCAとの術後痛およびオピオイド関連不快症状(PONV、めまい、搔痒感)発症頻度に及ぼす影響を検討した。ケタミン付加IV-PCAはフェンタニル単独IV-PCAに比べ、術後フェンタニル使用量を抑制したが、術後痛強度、PONV・めまい・搔痒感発症頻度には有意差がなかった。

### 4) 電気痙攣療法の日帰り化の検討

日帰り予定で全身麻酔下に電気痙攣療法を施行された患者の回復についてに検討した。重篤な合併症を生じ予定外入院となった例はなかった。精神症状の悪化により、帰宅後24時間以内に予定外再来院したものが0.3%あった。電気痙攣療法において、症例を選べば、重篤な合併症なく日帰り可能とであることを明らかにした。

### 5) 本邦日帰り麻酔の現況の検討

本邦麻酔科認定病院における日帰り麻酔の現況についてアンケート調査を行った。多種多様な手術が日帰りで行われていることが明らかとなったが、多くの施設で回復指標の基準が設定されていないことが明らかとなり、安全性の確保に課題があると思われた。

6) プロポフォール麻酔における鎮静度指標としての聴覚誘発反応測定装置AEPモニタ測定値 (aepEX) の検討

プロポフォール麻酔を施行された患者におけるaepEX値について得られた臨床データを用いて, aepEXと推定作用部位麻酔薬濃度とaepEXに関しての薬動力学パラメータを組み込んだ数学的モデルを構築した。モデル予測制御法を用いて, aepEX値を指標とするプロポフォール麻酔状態を維持できる最小麻酔薬濃度を推定し, 最小濃度 + 0.3  $\mu\text{g/mL}$  を目標として制御システムを構成した。このシステムを用いたシミュレーションにより, 最小麻酔薬濃度推定および鎮静度制御がほぼ適切に行えることを確認した。

推定効果部位プロポフォール濃度とaepEX実測値から麻酔維持に要する最小効果部位濃度を推定しその経時的变化を検討した。推定最小効果部位濃度は手術時間経過とともに漸増することを明らかとした。これは, 手術中の薬物動態モデルが一定であるとの仮定のもとでは, 手術経過とともにプロポフォールに対する応答性が変化し, 麻酔維持に要する効果部位濃度が増加することを示唆するものであった。

鎮静度指標として aepEX を用いたプロポフォール投与自動制御システムの数学的モデルを構築した。麻酔維持に要する最小効果部位濃度の当初の推定法が必ずしも適切でなかったため, 推定法の改良を行なうとともに危険回避 (過剰投与および術中覚醒予防) 機構を付加した。改良法の有用性をシミュレーションで確認したが, 改良法ではプロポフォールの投与量が実臨床の投与量よりも多くなる傾向があった。今後さらに, 最小効果部位濃度の推定法や制御法についてさらなる検討を行う必要があると考えられた。

HRV の LF/HF 比, 脈波による Surgical Stress Index (SSI) および脳波測定による Entropy Difference (ED) を痛み度指標として用いて, オピオイド鎮痛薬レミフェンタニル投与を自動制御する制御法の予備的検討を行った。臨床データに基づいて数学的モデルを構築し, 痛み度を望ましいレベル以下 (LF/HF < 15, SSI < 45, ED < 4) に保つための投与速度制御のシミュレーションを行った。痛み度の制御はおおむね良好であったが, 必ずしも制御が適切に行えない場合があったので, さらに改良を行う必要があると考えられた。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者には下線)

(雑誌論文)(計12件)

宮脇有紀, 白神豪太郎. 麻酔でよく用いられる薬物の副作用: オピオイドによる悪心・嘔吐, 中/高リスク患者には術前からの予防対策が肝要. *LiSA* 2011;18:384-388.

白神豪太郎. 論説. 麻酔の質保証. *麻酔* 2011;60:131.

白神豪太郎. Context-Sensitive Analgesia に基づく抗凝固療法下の術後疼痛管理 (術後から退院まで): 抗凝固療法下産婦人科開腹術の Context-Sensitive Analgesia. *日臨麻会誌* 2011;31:835-840.

白神豪太郎. Anet Mail: Risk-free analgesia. *Anet* 2011;44:1.

武田敏宏, 白神豪太郎. 特集術前・術後管理必携, V 術後合併症とその管理: 上肢神経麻痺. *消化器外科* 2012;35:872-4.

佐野愛, 古泉真理, 中條浩介, 白神豪太郎. PainVision® の使用説明表現は測定結果に影響する. *ペインクリニック* 2012;33:1175-7.

佐藤雅美, 廣田喜一, 白神豪太郎, 角山正博, 田辺寛子, 福田和彦. 日帰り電気痙攣療法における全身麻酔の安全性. *麻酔* 2013;62:52-59.

佐藤雅美, 廣田喜一, 諏訪太朗, 挾間雅章, 白神豪太郎, 村井俊哉, 福田和彦. 日帰り電気けいれん療法の麻酔・周術期管理. *臨床精神医学* 2013;42:443-450.

武田敏宏, 白神豪太郎. 血管穿刺・神経ブロックに必用な超音波ガイドの基本的知識 血管・末梢神経と周囲構成体の見え方. *日臨麻会誌* 2013;33:449-454.

白神豪太郎. 「術後鎮痛のこれから」よせて. *日臨麻会誌* 2014;34:177.

武田敏宏, 白神豪太郎. 術後鎮痛のこれから: 非オピオイド鎮痛薬. *日臨麻会誌* 2014;34:203-213.

Furutani E, Nishigaki Y, Kanda C, Takeda T, Shirakami G. Hypnosis control based on the minimum concentration of anesthetic drug for maintaining appropriate hypnosis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2013;2013:3483-6. doi: 10.1109/EMBC.2013.6610292.

〔学会発表〕(計 28 件)

岡部悠吾, 古泉真理, 中條浩介, 佐野愛, 弓場智子, 白神豪太郎. Pain Vision による施行経験が測定結果に与える影響. 第 21 回日本ペインクリニック学会中国・四国合同地方会(高知) 2011 年 5 月

武田敏宏, 横見瀬沙美, 菅原友道, 笠間あきつ, 古泉真理, 白神豪太郎. 大腿神経ブロックは, 単顆人工膝関節置換術(UKA)術後の夜間低酸素血症(nocturnal hypoxemia)の頻度を減少させる. 第 58 回日本麻酔科学学会学術集会(神戸) 2011 年 5 月

白神豪太郎, 澤登慶治, 武田純三. 本邦麻酔科認定病院における日帰り麻酔の現況～アンケート調査から(第 2 報). 第 58 回日本麻酔科学学会学術集会(神戸) 2011 年 5 月

武田敏宏, 白神豪太郎. ワークショップ 10「超音波ガイド下区域麻酔」超音波ガイド下体幹ブロック-腹横筋膜面, 腹直筋鞘および胸部傍脊椎ブロック-. 第 58 回日本麻酔科学学会学術集会(神戸) 2011 年 5 月

中山裕, 古谷栄光, 白神豪太郎, 廣田喜一, 福田和彦. 鎮静度の応答特性の麻酔継続時間による変化のモデル化. 第 55 回システム制御情報学会研究発表講演会(大阪) 2011 年 5 月

西垣勇輝, 古谷栄光, 武田敏宏, 白神豪太郎. 鎮静状態維持のための最小麻酔薬濃度に基づく鎮静度制御システム. 第 55 回システム制御情報学会研究発表講演会(大阪) 2011 年 5 月

武田敏宏, 築瀬賢, 別宮小由理, 浅賀健彦, 白神豪太郎. 単顆人工膝関節置換術中の心拍変動に及ぼす大腿神経ブロックの影響. 第 28 回日本集中治療医学会中国四国地方会(米子) 2011 年 6 月

白神豪太郎. 特別講演: 麻酔関連薬剤と麻酔の質. 第 46 回青森県臨床麻酔研究会(弘前) 2011 年 10 月

古谷栄光, 西垣勇輝, 白神豪太郎, 武田敏宏. 鎮静度指標 aepEX を用いた鎮静度自動制御法. 第 18 回日本静脈麻酔学会(京都) 2011 年 11 月

白神豪太郎. セミナー: 局所・区域麻酔と麻酔の質. 島根麻酔医学会第 26 回大会(出

雲)2011 年 12 月

白神豪太郎. 超音波ガイド下の区域麻酔・神経ブロック. 第 35 回末梢神経を語る会(横浜) 2012 年 4 月

神田千秋, 古谷栄光, 白神豪太郎, 武田敏宏. 聴覚誘発電位に基づく鎮静度指標 aepEX を用いた鎮静度制御システムの改良. 第 56 回システム制御情報学会研究発表講演会(京都) 2012 年 5 月

菅原友道, 武田敏宏, 古泉真理, 宮脇有紀, 白神豪太郎. 肋骨弓下腹横筋膜面ブロックにおける局所麻酔薬の単回投与と持続投与の比較. 日本麻酔科学学会第 59 回学術集会(神戸) 2012 年 6 月

武田敏宏, 菅原友道, 植村直哉, 古泉真理, 白神豪太郎. 持続大腿神経ブロックは単顆人工膝関節置換術の(UKA)後の急性期機能回復を促進する. 日本麻酔科学学会第 59 回学術集会(神戸) 2012 年 6 月

白神豪太郎. 共催セミナーL04「デュアルガイド末梢神経ブロック」日本麻酔科学学会第 59 回学術集会(神戸) 2012 年 6 月

武田敏宏, 古谷栄光, 中山裕, 白神豪太郎. 鎮静度指標 aepEX より算出したプロポフォル最小効果部位濃度の経時的变化. 第 19 回日本静脈麻酔学会(札幌) 2012 年 9 月

築瀬賢, 武田敏宏, 北村裕亮, 古泉真理, 白神豪太郎. デスフルランとセボフルランの心拍変動(HRV)に及ぼす影響. 日本臨床麻酔学会第 32 回大会(郡山市) 2012 年 11 月

中山裕, 古谷栄光, 白神豪太郎, 武田敏宏. 麻酔薬投与時間による生体の特性変化を考慮した鎮静度制御システム. 第 55 回自動制御連合講演会(京都) 2012 年 11 月

古谷栄光, 黒澤拓人, 廣田喜一, 白神豪太郎, 武田敏宏, 福田和彦. 麻酔鎮痛度制御のための鎮痛度指標の検討. 第 55 回自動制御連合講演会(京都) 2012 年 11 月

築瀬賢, 武田敏宏, 齋田昌史, 佐野愛, 白神豪太郎. デスフルラン麻酔とプロポフォル麻酔の心拍変動の比較. 日本麻酔科学学会第 60 回学術集会(札幌) 2013 年 5 月

② 白神豪太郎. シンポジウム「PONV を考える」: 麻酔方法による PONV の抑制. 日本麻酔科学学会第 60 回学術集会(札幌) 2013 年 5 月

- ②② 大田敏嗣, 黒澤拓人, 古谷栄光, 廣田喜一, 武田敏宏, 白神豪太郎, 福田和彦. 複数の鎮痛度指標に基づく麻酔鎮痛度制御法の検討. 第 57 回システム制御情報学会研究発表講演会(神戸)2013 年 5 月
- ②③ 酒井智衣, 中山裕, 古谷栄光, 武田敏宏, 白神豪太郎. 麻酔薬に対する応答の時変性を考慮した鎮静度維持のための最小麻酔薬濃度に基づく鎮静度制御システムの改良. 第 57 回システム制御情報学会研究発表講演会(神戸)2013 年 5 月
- ②④ Furutani E, Nishigaki Y, Kanda C, Takeda T, Shirakami G. Hypnosis control based on the minimum concentration of anesthetic drug for maintaining appropriate hypnosis. 35th Annual International IEEE EMBS Conference (Osaka)2013 年 7 月
- ②⑤ 山鳥佑輔, 武田敏宏, 白神豪太郎. ビデオ補助下胸部手術における術後鎮痛法の検討. 日本麻酔科学会中国・四国支部第 50 回学術集会(高松)2013 年 9 月
- ②⑥ 宮本沙美, 武田敏宏, 佐野愛, 白神豪太郎. 小児のセボフルラン全身麻酔導入時の心拍変動:ロクロニウムとベクロニウムの比較. 日本小児麻酔学会第 19 回大会(神戸)2013 年 9 月
- ②⑦ 白神豪太郎. シンポジウム「末梢神経ブロック: 専門医が伝えるプロの技」上肢の神経ブロック -オピオイドなしで完全無痛- 日本臨床麻酔学会第 33 回大会(金沢)2013 年 11 月
- ②⑧ 武田敏宏, 宮本沙美, 菅原友道, 白神豪太郎. 単顆人工関節置換術後の交感神経活動に持続大腿神経ブロックが及ぼす影響. 第 15 回周術期時間医学研究会(京都)2014 年 3 月

〔図書〕(計 6 件)

武田敏宏, 白神豪太郎. 日帰り麻酔. 武田純三編, デスフルランの使い方. 真興交易医書出版部(東京)2011, pp167-173.

武田敏宏, 白神豪太郎. 腹直筋鞘ブロック. 小松徹, 佐藤裕, 白神豪太郎, 廣田和美編, 新超音波ガイド下区域麻酔法, 超音波画像を利用した神経ブロックのすべて. 克誠堂(東京)2012, pp147-152.

白神豪太郎. 超音波ガイド下の区域麻酔・神経ブロック. 第 35 回末梢神経を語る会「末梢神経の画像診断と臨床応用」記録集

エーザイ(東京)2013, pp39-52.

武田敏宏, 白神豪太郎. day surgery における手術後鎮痛法. 川真田樹人編, 痛みの Science & Practice 1 手術後鎮痛のすべて. 文光堂(東京)2013, pp181-2.

武田敏宏, 白神豪太郎. 血管・末梢神経と周囲構成体の見え方. 坂本篤裕, 佐藤重仁編, 麻酔科医に必要な超音波ガイド手技のポイントと教育. ライフメディコム(東京)2013, pp18-25.

武田敏宏, 白神豪太郎. 検査室における麻酔・鎮静管理. 川真田樹人編, 新戦略に基づく麻酔・周術期医学 麻酔科医のための周術期の疼痛管理. 中山書店(東京)2014, pp266-74.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白神 豪太郎 (SHIRAKAMI Gotaro)  
香川大学・医学部・教授  
研究者番号: 20235740