

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592012

研究課題名（和文）

血管粘弾性インデックスによる鎮痛モニタリングシステムの開発

研究課題名（英文）

Monitoring system for analgesia based on vascular viscoelasticity

研究代表者

佐伯 昇（SAEKI NOBORU）

広島大学・病院・助教

研究者番号：30325170

研究成果の概要（和文）：

麻酔中の鎮痛のモニタは未だ開発されていない。本研究は“血管粘弾性インデックス（剛性・粘性・慣性）の鎮痛モニタとしての有用性を明らかにすること”、を目的とし、全身麻酔下の”痛み（侵害）刺激”である気管挿管・皮膚切開時の変化について検討を行った。その結果、麻酔中の侵害刺激に対して、血管粘弾性インデックスは脳波（BIS値）・自律神経（心拍変動解析）・脈波伝達速度に比べ有意な変化を示し、鎮痛モニタとしての有用性が示された。

研究成果の概要（英文）：

The monitoring system for analgesia has not yet been accomplished. We proposed the peripheral vascular impedance monitoring for the evaluation of analgesia during general anesthesia. Vascular impedance monitor showed significant change by noxious stimulation (intubation and skin incision), while EEG (bispectral index), heart rate variability analysis, and pulse wave velocity failed to respond.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：麻酔・蘇生学

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：①鎮痛モニタリング、②血管緊張度、③自律神経、④循環管理、⑤心拍変動

1. 研究開始当初の背景：

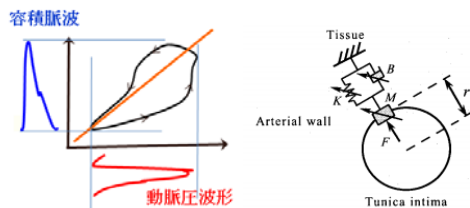
麻酔中の痛み/鎮痛についてのモニタは未だ確立していない。これに対し、われわれは動脈の血管緊張度（剛性・粘性・慣性）そのものを1心拍毎に連続モニタリングするシステムを開発（特許 第3779900, 3694438号）し、手術中の侵害刺激が交感神経を介して末梢血管の緊張度をリアルタイムに変化させることを見出した。

2. 研究の目的：

血管緊張度のインデックス（剛性・粘性・慣性）の周術期の鎮痛モニタとしての有用性を明らかにすること。

3. 研究の方法

全身麻酔を予定された患者を対象に、橈骨動脈圧波形と容積脈波形から血管粘弾性インデックスを計測し、皮質脳波（BIS値）、心拍変動解析、脈波伝達速度などと比較検討する。

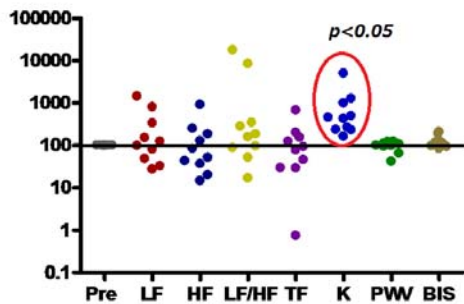


$F$ : 動脈圧が血管壁に及ぼす力  
 $M \cdot B \cdot K$ : 血管壁の慣性・粘性・剛性  
 $r$ : 血管の半径

$$F(t) = M\ddot{r}(t) + B\dot{r}(t) + K(r(t) - r_e)$$

4. 研究成果

皮膚切開による各パラメータの変動



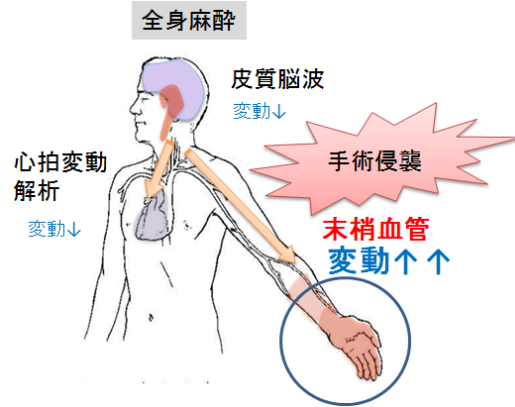
(前値=100%として)

血管粘弾性 (K) :  $p < 0, 05$

脳波 (BIS) : ns

心拍変動解析 (LF, HF, LF/HF, TP) : ns

脈波伝達速度 (PWV) : ns



麻酔中の痛み/鎮痛刺激に対し、血管粘弾性インデックスは鋭敏に変動し、一方、脳波や心拍変動解析は有意な変動を示さなかったことから、血管粘弾性インデックスは麻酔中の痛み/鎮痛モニタとして有用である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

1. 丸山大海, 平野陽豊, アブドゲニ・クトゥルク, 辻敏夫, 福田修, 上野直広, 鶴川貞二, 中村隆治, 佐伯昇, 河本昌志, 吉栖正生, 箔状圧電センサを利用した血管粘弾性インデックスの非観血モニタリング, 電気学会論文誌C部門, 査読有, 131, 1518-27, 2011.

2. Hirano H, Maruyama H, Kutluk A, Tsuji T, Fukuda O, Ueno N, Ukawa T, Nakamura R, Saeki N, Kawamoto M, Yoshizumi M, Noninvasive Estimation of Arterial Viscoelastic Indices Using a Foil-type Flexible Pressure Sensor and a Photoplethysmogram, International Journal on Electrical Engineering and Informatics, 査読有, 3, 498-515, 2011.

3. Kutluk A, Tsuji T, Ukawa T, Nakamura R, Saeki N, Yoshizumi M, and

Kawamoto M, A novel online method to monitor autonomic nervous activity based on arterial wall impedance and heart rate variability, Medical and Biological Engineering and Computing, 査読有, 48, 351-9, 2010.

4. 河野曜暢, アブドゲニ・クトゥルク, 辻敏夫, 鶴川貞二, 中村隆治, 佐伯昇, 吉栖正生, 河本昌志, 血管粘弾性インデックスの変化を指標とした機械的侵害刺激に対する疼痛の定量的評価, 医療機器学, 査読有, 80, 196-204, 2010.

5. Nakamura R, Saeki N, Kutluk A, Shiba K, Tsuji T, Hamada H, Kawamoto M, Arterial mechanical impedance is a sensitive stress response monitor during general anesthesia, Hiroshima Journal of Medical sciences, 査読有, 58, 75-82, 2009.

[学会発表] (計 10 件)

1. 佐伯昇, 中村隆治, 三好寛二, 鶴川貞二, 河本昌志, Kutluk A, 辻敏夫, 全身麻酔下における脳波・心拍変動解析・脈波伝達速度・血管緊張度の同時測定, 第 13 回周術期時間医学研究会, 1. Mar. 2012, 千葉市.
2. Hirano H, Maruyama H, Kutluk A, Tsuji T, Fukuda O, Ueno N, Ukawa T, Nakamura R, Saeki N, Kawamoto M and Yoshizumi M, Measurement of Arterial Viscoelastic Properties Using a Foil-type Pressure Sensor and a Photoplethysmography, The 3rd International Conference on Electrical Engineering and Informatics, 17-9 July, 2011, Bandung, Indonesia.
3. 伊藤雅史, 平野博大, 小松雄亮, 堀内徹也, 平野陽豊, 栗田雄一, 鶴川貞二, 神鳥明彦, 島圭介, 中村隆治, 佐伯昇, 河本昌志, 吉栖正生, 佐古田三郎, 辻敏夫, 血管粘弾性インデックスによる指タップ運動中の自律神経活動評価, 日本人間工学会中国・四国支部九州・沖縄支部合同開催支部大会, 26. Nov. 2011. 下関市
4. 中村隆治, 佐伯昇, 河本昌志, 辻敏夫, 痛みの計測-交感神経緊張状態の測定による痛みの定量化の可能性-, 第 21 回日本

ペインクリニック学会, 中国四国合同地方会: シンポジウム(招待講演), 13. May. 2011, 高知市.

5. 辻敏夫, 福田修, 上野直広, 鶴川貞二, 中村隆治, 佐伯昇, 河本昌志, 吉栖正生, 平野陽豊, 丸山大海, Kutluk Abdugheni, 箔状圧電センサを利用した血圧脈波の計測 一足背動脈波計測と血管粘弾性インデックスの推定-日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011, 26-8. May. 2011, 岡山市.
6. 平野博大, 堀内徹也, 丸山大海, 平野陽豊, Kutluk Abdugheni, 辻敏夫, 鶴川貞二, 中村隆治, 佐伯昇, 吉栖正生, 河本昌志, 光電容積脈波を利用した対数線形化末梢血管粘弾性インデックスの提案, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011, 26-8. May. 2011, 岡山市.
7. 木原大輔, 堀内徹也, クトゥルク アブドゲニ, 辻敏夫, 鶴川貞二, 高柳恒夫, 森本陽香, 中村隆治, 佐伯昇, 東幸仁, 河本昌志, 吉栖正生, 血流依存性血管拡張反応検査中の血管粘弾性インデックスの推定, 日本人間工学会第 43 回中国・四国支部大会, 30. Oct, 2010, 広島市
8. 堀内徹也, Kutluk A, 辻敏夫, 鶴川貞二, 中村隆治, 佐伯昇, 東幸仁, 河本昌志, 吉栖正生, 対数線形化血管粘弾性インデックスの提案と頸動脈超音波検査への応用, 第 6 回西日本血管・機能研究会, 7. Aug. 2010, 福岡市.
9. 鬼丸里美, 仁井内浩, 中村隆治, 佐伯昇, 濱田宏, 河本昌志, 多汗症患者の胸腔鏡下交感神経遮断術(ETS)において指尖血流量モニタリングが有用であった 2 症例, 日本ペインクリニック学会第 44 回大会, 1-3. Jul. 2010, 京都市
10. 堀内徹也, 河野曜暢, Kutluk A, 辻敏夫, 鶴川貞二, 中村隆治, 佐伯昇, 東幸仁, 河本昌志, 吉栖正生, 対数線形化血管粘弾性インデックスの提案と頸動脈超音波検査への応用, 第 42 回日本人間工学会中国・四国支部大会, 28. Nov. 2009, 岡山市.

〔図書〕(計2件)

1. 佐伯昇、克誠堂、麻酔・集中治療とテクノロジー 2009、(2012)、60-4
2. 佐伯昇、総合医学社、【最新!麻酔のテクニック 器材と技術の完全マスター】麻酔全般 パルスオキシメータ、麻酔科学 レクチャー(2009)、299-305

〔産業財産権〕

○出願状況(計2件)

1.  
名称: VESSEL WALL MONITORING APPARATUS  
発明者: Tsuji T, Yoshizumi M, Kawamoto M, Higashi Y, Saeki N, Nakamura R, Kutluk A, Kohno A, Horiuchi T, Ukawa T  
権利者: 広島大学  
種類: U.S. Patent Application  
番号: No. 12/953,743, Publication No. US-2011-0125034-A1  
出願年月日: 11/30/2010  
国内外の別: 外国
2.  
名称: 血管壁モニタリング装置、血管壁モニタリング用プログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体  
発明者: 辻 敏夫, 吉栖 正生, 河本 昌志, 東 幸仁, 佐伯 昇, 中村 隆治, アブドゲニ・クトゥルク, 河野 曜暢, 堀内 徹也, 鶴川 貞二  
権利者: 広島大学  
種類: 日本国特許出願  
番号: 2009-268901  
出願年月日: 11/30/2010  
国内外の別: 国内

○取得状況(計2件)

1.  
名称: 血管壁モニタリング装置、制御プログラム、プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体  
発明者: 辻 敏夫, 坂根 彰, 柴 建次, 河本 昌志, 佐伯 昇  
権利者: 広島大学  
種類: 日本国特許  
番号: 第 4590630 号  
取得年月日: 2010 年 9 月 24 日登録  
国内外の別: 国内
2.  
名称: 血管状態測定装置、制御プログラム、記録媒体

発明者: 辻 敏夫, 柴 建次, 吉栖 正生, 東 幸仁, 坂根 彰, 寺尾 謙

権利者: 広島大学

種類: 日本国特許

番号: 第 4830097 号

取得年月日: 2011 年 9 月 30 日登録

国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.bsys.hiroshima-u.ac.jp/index.phtml>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐伯 昇 (SAEKI NOBORU)

広島大学・病院・助教

研究者番号: 30325170

(2) 研究分担者

河本 昌志 (KAWAMOTO MASASHI)

広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授

研究者番号: 40127642

中村 隆治 (NAKAMURA RYUUJI)

広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・助教

研究者番号: 70423376

(3) 連携研究者

( )

研究者番号: