

## 手術中における外科医のストレス評価の試み — 自律神経活動と血圧変化 —

堀口 寛子<sup>1</sup> 鈴木 一也<sup>2</sup> 沖田 善光<sup>3</sup> 長谷川 敏彦<sup>2</sup>  
平田 寿<sup>5</sup>, 木村 元彦<sup>4</sup> 数井 輝久<sup>2</sup> 杉浦 敏文<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学大学院理工学研究科 〒432-8011 静岡県浜松市城北 3-5-1

<sup>2</sup> 浜松医科大学医学部 〒431-3192 静岡県浜松市半田山 1-20-1

<sup>3</sup> 静岡大学大学院電子科学研究科 〒432-8011 静岡県浜松市城北 3-5-1

<sup>4</sup> 静岡大学工学部 〒432-8011 静岡県浜松市城北 3-5-1

<sup>5</sup> 静岡大学電子工学研究所 〒432-8011 静岡県浜松市城北 3-5-1

E-mail: sugiura@rie.shizuoka.ac.jp

あらまし 外科医が手術中にどのようにストレスを感じているのかを観察するために、心拍変動解析を行うことにより自律神経活動の変化を調べた。測定は手術中の執刀医と助手（3名、計5例）の心拍変動と血圧について行った。心拍数は経験年数が長い外科医は手術中に少し高くなるのに対し、経験年数が短い外科医は手術開始前から高く、手術の経過と共に減少していく傾向が見られた。交感神経と副交感神経活動のバランス指標であるLF/HFは、執刀医と助手の両者において手術中いくつかのピークが見られ、副交感神経指標であるHF/TOは外科医の経験年数に関わらず手術中に小さくなる傾向を示したが、熟練者ほど大きい傾向を示した。手術の難易度によって状況は変化するが、大体の傾向において心拍変動周波数解析結果は外科医の緊張度に関する有用な示唆を与えていると思われる。

キーワード ストレス, 心拍変動, スペクトル解析, 自律神経活動, 外科医

## Attempt of Intraoperative Stress Assessment of Surgeons — Changes of Autonomic Nervous Actions and Blood Pressures —

Hiroko HORIGUCHI<sup>1</sup> Kazuya SUZUKI<sup>2</sup> Yoshimitsu OKITA<sup>3</sup> Toshihiko HASEGAWA<sup>2</sup>  
Hishashi Hirata<sup>5</sup> Motohiko KIMURA<sup>4</sup> Teruhisa KAZUI<sup>2</sup> Toshifumi SUGIURA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University 3-5-1 Jouhoku, Hamamatu, 432-8011, JAPAN

<sup>2</sup> Faculty of Medicine, Hamamatsu University School of Medicine 1-20-1 Handayama, Hamamatsu, 431-3192, JAPAN

<sup>3</sup> Graduate School of Electronic Science and Technology, <sup>4</sup> Faculty of Engineering,

<sup>5</sup> Research Institute of Electronics, Shizuoka University

3-5-1 Jouhoku, Hamamatu, 432-8011, JAPAN

E-mail: sugiura@rie.shizuoka.ac.jp

**Abstract** To observe how and when surgeons feel stress during surgical operation, we examined the changes in an autonomic nervous activities by analyzing heart rate variability. We measured heart rate variability and blood pressure of surgeons and assistants throughout surgeries. Heart rates of an experienced surgeon began to increase at the start of surgery while those of less experienced surgeon increased well before the start. Balance between sympathetic and parasympathetic nervous activities, LF/HF, which also shows the level of sympathetic nervous activity, was relatively higher in both surgeons and assistants throughout the surgery and temporarily increased during crucial operation. Though the index of parasympathetic nervous activity, HF/TO, was rather low throughout the surgery despite of years of experience, that of an experienced surgeon was higher than the less inexperienced..

**Keyword** Stress, Heart Rate Variability, Spectral Analysis, Autonomic Nervous actions, Surgeons

## 1. はじめに

近年は科学技術が発達し快適な環境となっている一方で、そのような環境や複雑化した社会、人間関係など様々な要因がストレスとなっている。生体がストレスに晒されるとそれに対する反応が自律神経やホルモンを介して身体中に影響を与える。強いストレスが長期間続くと、様々な健康障害を引き起こす場合もある。このような外来刺激に対する生体反応を評価する研究が盛んになってきている[1,2]。我々はこれまでに自律神経系や心臓血管系に関する情報を取得し解析するシステムの構築を行い、精神的あるいは物理的な負荷を与えたときの脈波伝播時間、心拍数、皮膚電気反射等を測定しこれらの指標の有効性を検討するとともに自律神経活動を評価する指標として心拍変動解析を検討してきた[3]。

本研究では、手術を何例も行っている外科医が体調を崩すことが指摘されている一方で術中の単純なミスによる医療事故の報告も後を絶たないという背景を受けて、緊張感が続く手術を日常的に行っている外科医が手術中どのようにストレスを感じているのかを観察するため、外科手術中の心拍数と血圧を測定し、主として心拍変動解析を通して術中の自律神経活動の変化を検討したので報告する。

## 2. 対象と方法

### 2.1. 対象

本研究の被験者は外科医3名（X：経験年数24年，Y：10年，Z：8年）である。この3名の医師がそれぞれ執刀医と助手という立場で5回の手術を行いその際の心拍数と血圧を測定した。手術はNo.1：左肺上葉切除，No.2：前縦隔腫瘍切除，No.3：肺部分切除，No.4：左下葉切除，No.5：右下葉切除である。

### 2.2. 測定方法

心電図は携帯型ホルター心電計により1kHzでサンプリング・測定した。血圧は左上腕部にマンシットを巻き、開始から5分おきに自動測定した。血圧計と携帯型ホルター心電計は手術室へ入る10～30分前に被験者の腰部に取り付けた。手術中の測定は自動とし、術後オフラインでデータを解析した。

### 2.3. 解析方法

自律神経活動を評価する手法として心拍変動周波数解析[4,5]を行った。心拍間隔であるRR間隔の時系列データをラグランジュ法によって補間し、1kHzで再サンプリングをして高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform, 以下FFT）を行った。この方法により得ら

れたスペクトルを従来の低周波数成分LF（Low Frequency：0.04 - 0.15 Hz）と高周波数成分HF（High Frequency：0.15 - 0.4 Hz）に分割する。HFは呼吸性的変動に対応した副交感神経機能を示し、LFには交感神経機能と副交感神経機能の両方が含まれている。本研究では従来通りLF/HFを交感神経指標として用い、全体の周波数成分TO（Total Frequency：0.04-0.4Hz）を利用しHF/TOを副交感神経指標として用いて自律神経活動の変化を評価した。周波数解析間隔は30秒とし、5分間毎の平均をとった。

## 3. 結果

最初に左肺上葉切除手術時の詳細を延べ次に全体を纏めて考察する。術中の執刀医X及び助手Zの心拍数の変化を図1に示す。図中の縦線は手術のおおよその開始時刻を示している。執刀医Xの心拍数は手術開始前から徐々に上昇し、術中はその作業に応じて変動しているようにみられる。執刀医Xはスポーツマンであり、平常時心拍数は45～50の範囲、助手Zの平常時の心拍数は70前後である。Zの心拍数は手術室に入った時からかなり高く、手術の進行とともに一時期（○印）を除いて低下傾向を示した。

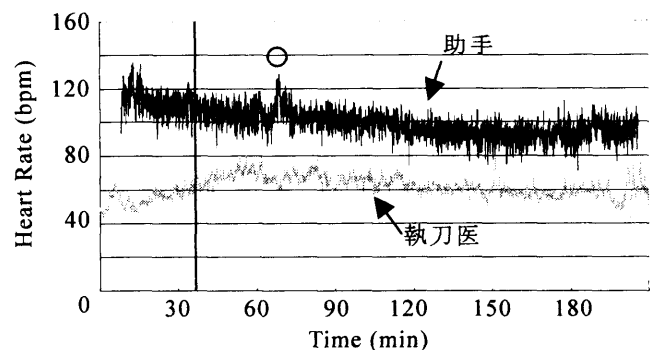
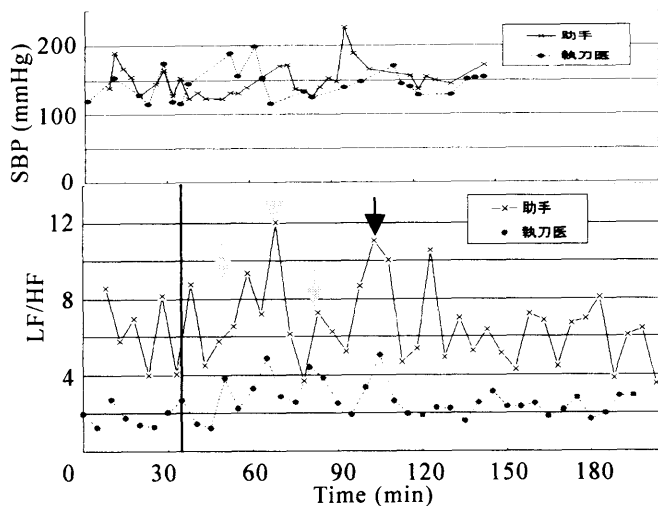


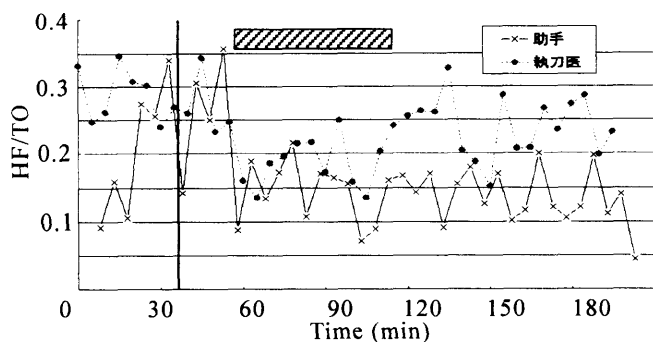
図1 外科手術中（左肺上葉摘出）の執刀医と助手心拍数の時間変化

このときの交感神経指標と副交感神経指標の変化を図2(a), (b)にそれぞれ示す。(a)には血圧の変化を一緒に示す。交感神経指標であるLF/HFは両者とも手術を開始してからいくつかのピークが見られる。また副交感神経指標であるHF/TOは両者とも手術を始めから小さくなっている。(a)の最初の三つの矢印は大小の血管剥離を、四つ目の矢印（黒）は気管支周囲の剥離・処置をそれぞれ行っているタイミングである。

次にこの両者の手術中の状況毎の変化を図3に示す。手術前を状態A、血管の剥離を行っている時を状態B、気管支周囲の剥離を行っている時を状態Cとする。状態Dは執刀医は手術室から退室しており、Zは手術



(a) 交感神経指標：LF/HF



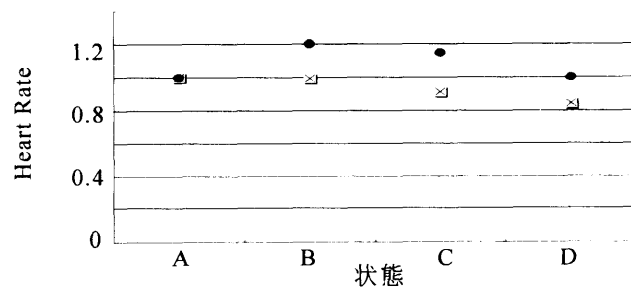
(b) 副交感神経指標：HF/TO

図2 手術中の執刀医と助手の (a) 交感神経指標 (LF/HF), (b) 副交感神経指標 (HF/TO) の時間変化

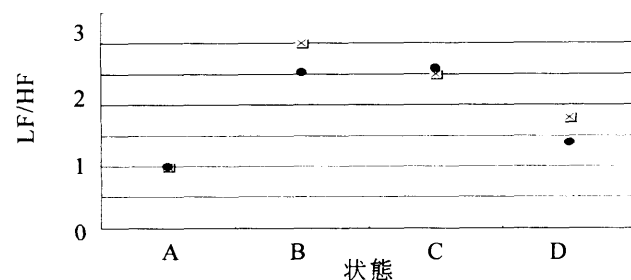
の後処理を行っている。それぞれの状態で5分間の平均をとったものを状態Aで規格化して表示する。(a)は心拍数、(b)はLF/HFである。

状態ごとに見ると執刀医の心拍数やLF/HFは血管の剥離や気管支周りの剥離を行っているときに大きくなっており、その瞬間はかなり緊張していることがわかる。実際に「血管剥離と気管支周囲の処置時が最も緊張する」作業であるという感想を残しており、図2、3の結果は執刀医と助手の感じ方を良く表していると思われる。一方助手は手術開始前からかなり高い心拍数であったが、開始後は最初の血管剥離作業時(図1○印)を除いて徐々に低下し始め手術終了まで心拍数はそれほど変化していないが、LF/HFは手術前と比較して大きくなってきている(図3(a))。その上昇の度合いも執刀医より若干大きくなっており、経験の差が緊張感やストレスの差となって表れていると思われる。

手術開始後のLF/HFは執刀医、助手ともに多くの変動が見られるが、HF/TOは比較的変動分が少ない。図



(a) 心拍数 (●執刀医, ×助手)



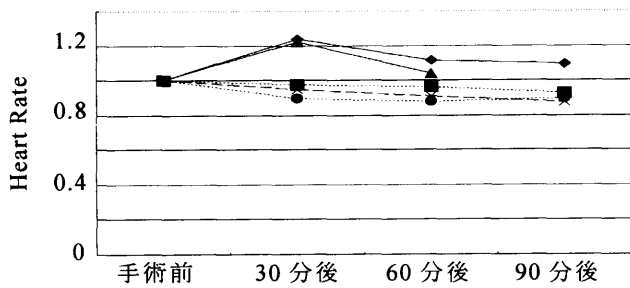
(b) LF/HF (●執刀医, ×助手)

図3 手術前に対する手術中の (a) 心拍数, (b) LF/HF の変化

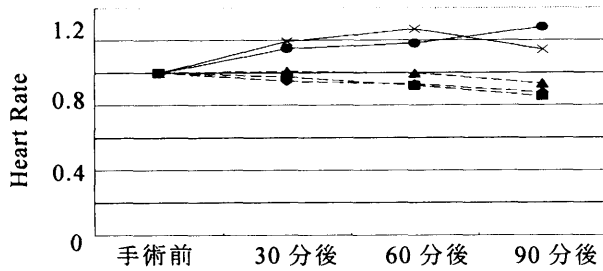
2(a)からは開始後15~20分辺りからHF/TO成分が低下しその後40~45分間は両者ともに低下したままであるが、執刀医は開始後40分辺りから上昇し始め50分後にはかなり回復している。このことから40~45分間でこの手術の重要なところは終了していることが推察される。一方で助手のHF/TOはその後も低下傾向を維持したままである。

次に手術中の医師達の状態変化をみるために5例の手術(No.1~No.5)について、手術開始後30、60、90分後の心拍数とLF/HFを、執刀医と助手に分けてそれぞれ図4、図5に示す。「手術前」は手術開始前の任意の5分間の平均をとったものであり、手術中は30分ごとに3箇所5分間の平均をとっている。グラフは手術前の値で規格化して示している。No.1とNo.3の執刀医はX、No.2とNo.5はZ、No.4はY、助手はNo.1がZ、No.2とNo.4はX、No.3とNo.5はYがそれぞれ努めている。

心拍数、LF/HFは共に執刀医の場合も助手の場合も同じ医師は大体同じような傾向を示した。経験年数が長い医師Xは手術前から心拍数が大きく上昇することはなく手術開始後に増加し、LF/HFも同様な変化を辿った。また経験年数が短い医師は手術開始前から心拍数が高く手術開始後は減少する傾向にあり、その際のLF/HFは30、60、90分後であまり変化が見られなかった。経験年数が長い医師が助手をする場合に術中のLF/HFの上昇がより多くみられることは興味深い。

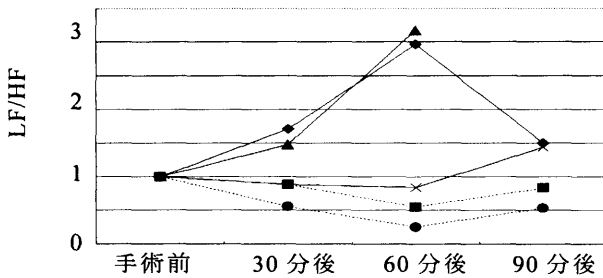


(a) 執刀医 (◆No.1, ●No.2, ▲No.3, ×No.4, ■No.5)  
No.1, No.3 : X (経験年数 24 年), No.2, No.5 : Z (経験年数 8 年), No.4 : Y (経験年数 10 年)

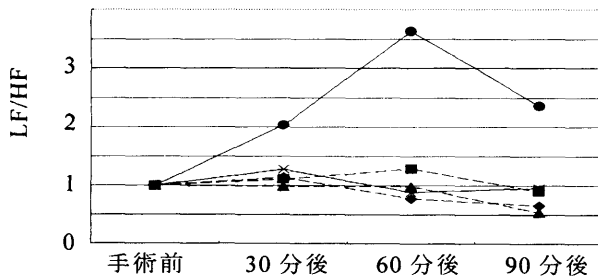


(b) 助手 (◆No.1, ●No.2, ▲No.3, ×No.4, ■No.5)  
No.1 : Z, No.2, No.3, No.4 : X, No.5 : Y

図 4 手術前に対する手術中の (a) 執刀医, (b) 助手の心拍数の変化



(a) 執刀医 (◆No.1, ●No.2, ▲No.3, ×No.4, ■No.5)



(b) 助手 (◆No.1, ●No.2, ▲No.3, ×No.4, ■No.5)

図 5 手術前に対する手術中の (a) 執刀医, (b) 助手の LF/HF の変化

#### 4. 考察とまとめ

手術中における医師やナースのストレス評価に関しては幾つか報告例があり同様に心拍数及びその周波数解析を行って自律神経活動の変化を報告しているが [6,7], 手術中の交感・副交感神経活動及び血圧を連続して解析・報告したのは本研究が初めてと思われる。

図 4, 図 5 の 30 分おきの 5 分間のデータは細かい変動を除いた全体の傾向を大まかに把握することができる。経験年数によってかなりストレスの感じ方が異なることが想像できる。また, 常に緊張感がある手術中でも特に注意や集中を必要とされる作業をしているときは交感神経活動がその都度優位となるが, 副交感神経活動は手術中は全体的に抑えられていることが分かった。また同一の医師ではその程度は異なるものの執刀医でも助手でも同じような傾向が見られた。血圧は 3~5 分おきに測定したが作業をしなごらの測定であり, その値の確度には問題が残った。しかしながら, 助手, 執刀医ともに緊張する作業に大体同期して収縮期血圧の上昇を認めた。

今回は手術前後の状態の比較に留まったが, 医師の普段の生活における安静状態の心拍数や自律神経活動のレベルを把握することにより手術に臨む外科医のストレスをより正確に評価できるものと考えている。

#### 文 献

- [1] Wood R. et al., "Short-term heart rate variability during a cognitive challenge in young and older adults," *Age and Ageing*, vol.31, pp.131-135, 2002.
- [2] Kang M.G. et al., "Association between job stress on heart rate variability and metabolic syndrome in shipyard male workers," *Yonsei Medical Journal*, vol.45, no.5, pp.838-846, 2004.
- [3] 堀口他, "自律神経活動評価における心拍変動解析とローレンツプロット法の比較," *日本生理人類学会誌*, vol.9 第 52 回大会要旨集, pp.56-57, 2004.
- [4] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, "Heart Rate Variability; Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use," *Circulation*, vol.93, no.5, pp.1043-1065, 1996.
- [5] DeBoer W. et al., "Comparing Spectra of a Series of Point Events Particularly for Heart Rate Variability," *IEEE Trans. on BME*, vol.31, no.4, pp.384-387, 1984.
- [6] Yamamoto A. et al., "Intraoperative Stress Experienced by Surgeons and Assistants," *Ophthalmic Surgery and Lasers*, vol.30, no.1, pp.27-30, 1999.
- [7] Bohm B. et al., "A Prospective Randomized Trial on Heart Rate Variability of the Surgical Team During Laparoscopic and Conventional Sigmoid Resection," *Arch Surg.*, vol.136, no.3, pp.305-310, 2001.