

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25670334

研究課題名(和文)手術時における術者の音声および他の生理的指標と疲労、ストレスの関連についての検討

研究課題名(英文)Evaluation of stress and fatigue of surgeon during the operation using voice analysis

研究代表者

藤原 道隆 (Fujiwara, Michitaka)

名古屋大学・医学部附属病院・病院准教授

研究者番号：70378222

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：手術中の術者の疲労やストレスが医療の質や安全に与える影響は少なくないが、最近増加している低侵襲手術では、患者にはやさしい反面、術者には逆に負担が大きいと言われている。術者の疲労やストレス状況の評価に関しては循環系などでごく限られた知見を得ているに過ぎない。本研究においては、全く新しい指標として術者の音声を取得して周波数解析し、手術進行状況との対比し、手術中の術者の疲労やストレスと音声の関連を調べた。負担がかかる操作、出血に対する対処などストレス状況下では通常時と異なる特徴が見られることがわかった。

研究成果の概要(英文)：Minimally invasive surgery is a burden for surgeon because of peculiar endoscopic skills and many kinds of new surgical devices while it is less invasive for the patients. Intraoperative stress and fatigue of surgeons potentially affects operative quality and compromise patient safety. Assessing stress and fatigue during the operation is important, while we have little knowledge about evaluation of stress. In this study, we analyze voice data and relation between the result of voice analysis and the situation of stress or fatigue during operation. Under stressful situation such as bleeding or technical difficulty, peculiar pattern of voice analysis was observed.

研究分野：内視鏡外科学

キーワード：医療・福祉 外科 臨床

1. 研究開始当初の背景

手術中の術者の疲労やストレスが手術の質や安全に与える影響は少なくないと考えられるが、最近増加している低侵襲手術では、患者にはやさしい反面、術者には逆に負担が大きいと言われている。術者のストレス評価に関しては循環系や血中、唾液中ホルモン測定などが行われているが、ごく限られた知見が得られているに過ぎない。また、血液など検体採取による方法は、手術中に迅速に評価できないので、リアルタイムに手術の質や安全向上に資することが困難である。

2. 研究の目的

これまでに航空機パイロットの音声を分析し、ストレス状態を評価する試みが報告されている。比較的類似した situation と考えられる手術中の術者にも音声解析が使用できる可能性がある。手術中に取得可能な音声パラメータを測定し、手術状況の映像記録と対比して、術者の疲労やストレスと音声に何らかの関連が認められないかを調べた。

3. 研究の方法

測定対象は研究代表者で、腹腔鏡下胃切除術 3 例、腹腔鏡下結腸切除術 2 例の 1005 時間にわたって手術中の術者の音声をマイクで連続記録した。サンプリング周波数は一般的に音声解析に用いられる 48kHz とした。先行研究である航空機関係が、いわばブラックボックスである“うそ発見器”市販ソフトを使用しているため、我々は、一般的な音声解析手法の上に、いろいろな条件設定を試行しながら、方法の確立を行った。

当初は、帯域フィルタリング (FIR フィルタ : Finite Impulse Response Filter 使用) を行って、周波数帯域ごとに解析したが、フィルタリングで情報量が落ちて解析にかえって良くないことがわかり、フィルタリングせずに解析することにした。また、音声信号を区切る bin 幅も試行錯誤を繰り返した結果、10ms (0.01 秒) 幅とすることにした。この 10ms 幅の取得音圧データを高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform: FFT) 解析した。得られたパワースペクトルから、最大のパワー (max power : 第 1 フォルマントに相当するとみなした) と、対応する周波数 (これをメイン周波数とした) を求めた。Max power (P^2/Hz)、メイン周波数 (Hz) をそれぞれ時間軸上に並べて、時系列グラフを作成した。ノイズカットの意味で、Max power 100 未満をノイズとみなしてカットした。

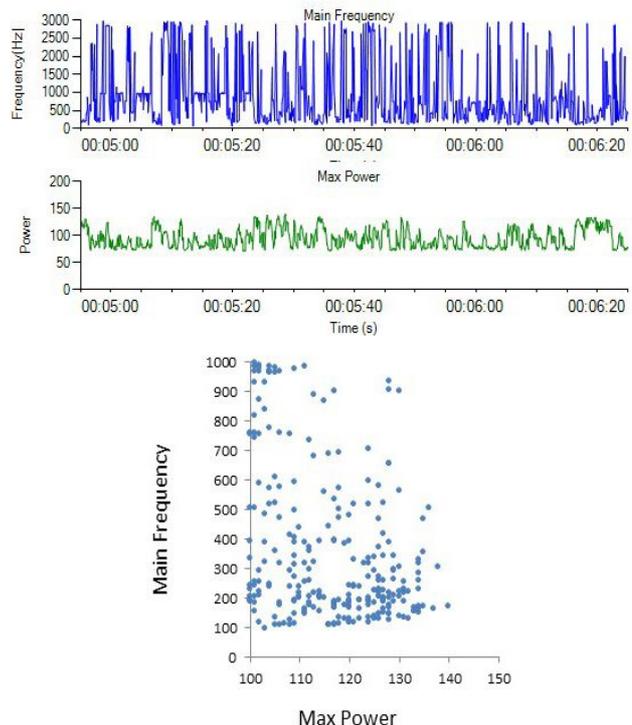
手術ビデオを参照して、ストレス場面を特

定し、同場面 (/90 秒) における周波数解析の結果を切り出し、Max power を横軸、メイン周波数を縦軸に行った。ストレス場面と疲労時における音声解析結果と、手術開始時の特にストレスが無い場面の結果を比較検討した。

4. 研究成果

一般的な場面での音声解析は図のようである。Max Power 100 ~ 130 (P^2/Hz)、main

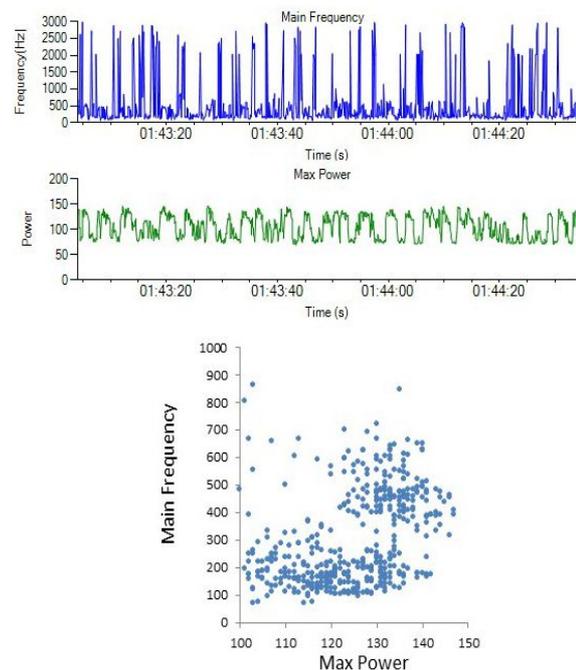
12-11 hepalift



frequency 100 ~ 1000 (Hz) に比較的にまんべんなくプロットが分布している。

これに対し、代表的なストレス場面である、出血対処時は、下図のごとくで、

12-12 st sttec ble

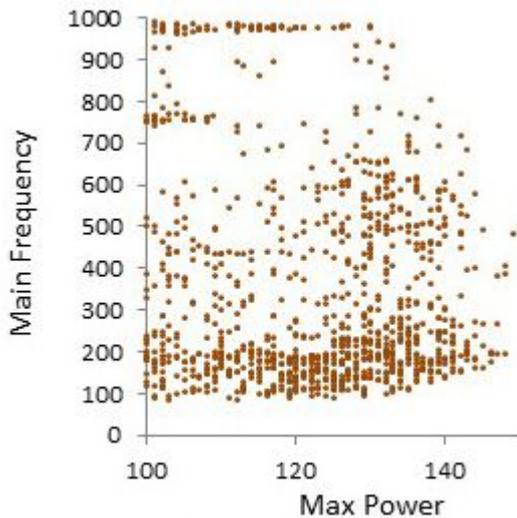


Max power 130 以上のプロットが出現し,main frequency は,750 以上がほとんど無くなっている. Max power 120 以上,main frequency が 250 以上 750 以下の領域が特徴的な“かたまり”を作っているのが認められた.この領域の増加は,たいていの出血場面において見られるほか,脂肪組織が多くて難渋する場面あるいは,器材が出てこなくてイライラする場面など,各種のストレス場面で見られることがわかった.

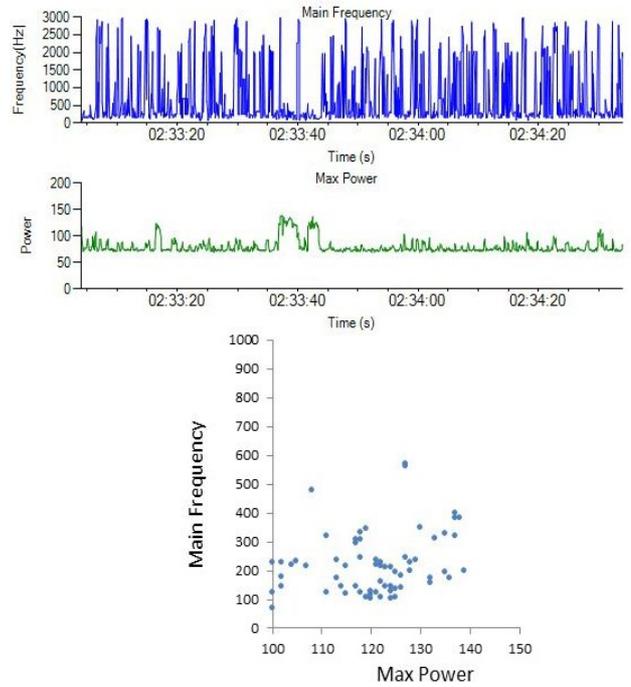
また,手術の最後の方で疲労を感じる場面では,右上図のように,プロットそのものが少なくなり,発語が減っているものと考えられた.

測定した全手術における,通常時と考えられる手術開始時と,ストレス時,手術終了時(疲労時)のプロットを重ねあわせると(通常時:下図,ストレス時:右中図,疲労時:右下図),やはり,ストレス時には max power 120 以上,main frequency が 250 以上 750 以下の領域が特徴的な塊を形成しているのが認められた(main frequency 750 以上はかえって少ない).

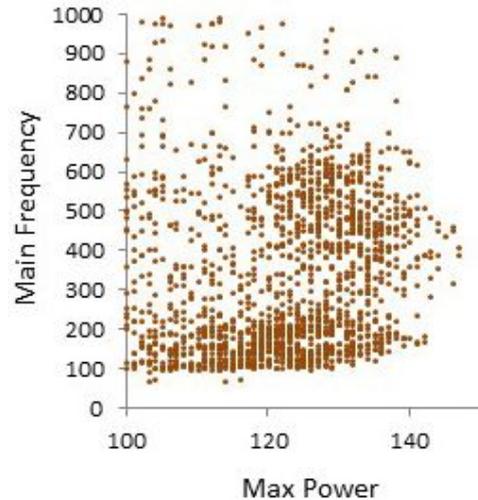
通常時



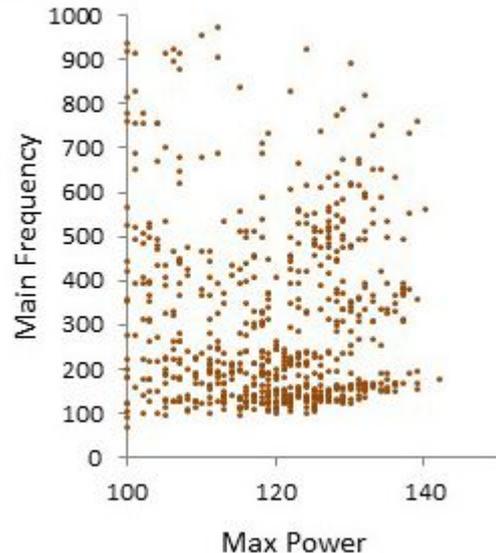
12-12 fat



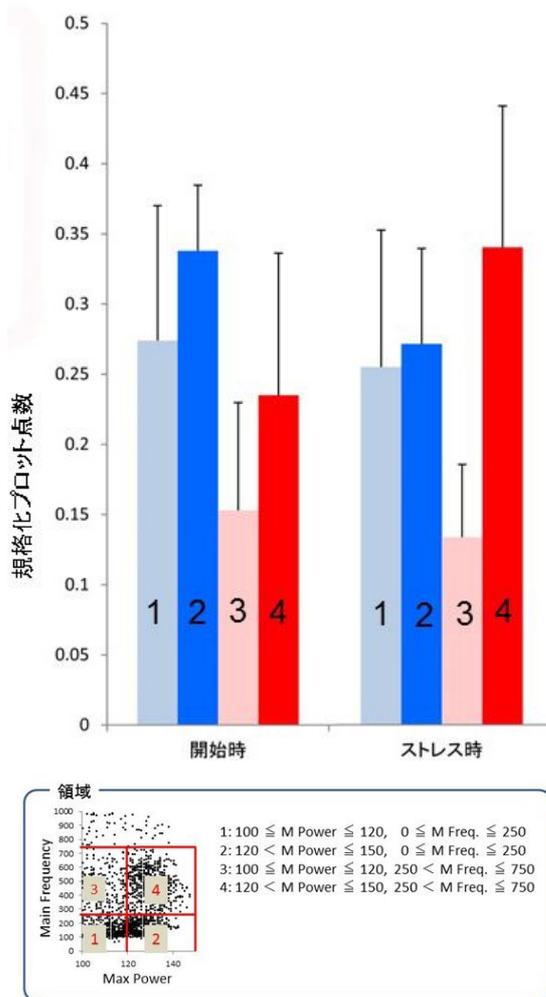
ストレス時



疲労時



Max Power を 120, Main Frequency を 250 で区切って 4 領域に分割して, プロット数を比較すると, 下図のように, ストレス時に領域 4(Max power>120; Main frequency>250, <750)のプロットが増加する傾向が認められた.



(まとめ) 本研究では, 先行研究の手法の多くが”ブラックボックス”であるため, フィルタ設定やbin設定などに関してソフトウェアを製作しながら試行錯誤の繰り返しで, 検討に値するデータを得るまでに大変時間がかかった. さらに, 発語率や速度の解析も必要であるが(取り組んでいたが本研究中には完成しなかった), 解析の手法を開発しながらの研究となった. このため得られた知見がまだきわめて少ないが, 少なくとも, 航空機パイロットの音声で示されたように, 手術中の医師の音声解析所見とストレス状態あるいは疲労状態に関連があることはわかった. 手術ストレスといっても, technical, team, equipment など, さまざまな因子が指摘されており, より詳細な分析が必要と考えている. また, 今回の測定は, 安全のため, 被験者を

手術経験が多い研究代表者のみとしたが, 経験が少ない医師のストレス状況を調べることが重要で, 今後さらなる検討が必要であると考えられる. 本研究の手法は, 取得した音声データを FFT 処理しているので, リアルタイムな解析が可能で, 手術の迅速なフィードバックができる可能性があり, 今後の発展が期待される. さらに音声解析手法は, 今後, 学会などで公開していく予定なので, 市販の”ブラックボックス”的な方法ではなく, 多くの研究機関に客観的な測定法の資料を提供できる意味があると考えている.

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 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

藤原道隆, 田中千恵, 小林大介, 山田豪, 藤井努, 中山吾郎, 小池聖彦, 野本周嗣, 小寺泰弘. 音声分析による手術中の術者のストレス評価法の検討. 第 115 回 日本外科学会定期学術集会, 2015 年 4 月 17 日, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤原 道隆 (FUJIWARA, Michitaka)

名古屋大学・医学部附属病院・病院准教授
研究者番号: 70378222

(2) 研究分担者

森 健策 (MORI, Kensaku)

名古屋大学・情報連携統括本部・教授
研究者番号: 10293664

安田 あゆ子 (YASUDA, Ayuko)

名古屋大学・医学部附属病院・病院講師
研究者番号: 30402613