

令和元年6月25日現在

機関番号：13802

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K11398

研究課題名(和文) 超小型近赤外線分光計測装置を用いた救急室と災害現場での傷病者評価

研究課題名(英文) Evaluation of Patients using Near Infra-red Spectroscopy in Emergency and Disaster Scenes

研究代表者

齊藤 岳兎 (Saitoh, Takeji)

浜松医科大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：50402277

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：救急災害医療において、迅速な重症度判定や治療は重要である。今研究では、超小型近赤外線分光計測装置(体表から傷病者の酸素濃度や貧血の程度を評価できる機器)や薬剤などをドローンで正確に傷病者のものに搬送し、さらにその装置をとりつけることを目標に行った。現在は、ディープラーニングを用いて目標に正確に到達することができるようになり、医療器材や薬剤を安全に搬送できるシステムを構築できた。今研究で人を介さずに、危険な場所でも傷病者を評価し、さらには治療する足がかりができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

災害時には傷病者が孤立することが度々ある。陸路での医療機器や薬剤搬送が困難な状態のときに、ドローンを用いてそれらを空路で搬送することができれば、無駄な死を防ぐことができる。医療者にとって危険個所での傷病者にアプローチするのは危険であり、救助者自身の危険を防ぐためにも、人を介さない検査・治療できることが望ましい。この研究で、人の最小限の介入で傷病者を救助するシステムの一部が構築されており、社会的な意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：In emergency and disaster scenes, medical doctors need to evaluate and treat patients rapidly. This research aims that a drone with near infra-red Spectroscopy, which is the device to measure degree of oxygen saturation and anemia, can reach patients and directly evaluate them. We have developed the system to deliver the device and drugs accurately using the drone with deep learning analysis. This system can produce a safe evaluation of patients in dangerous sites for patients and rescuers.

研究分野：救急災害医療

キーワード：ドローン 近赤外線分光計測装置

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

これまで重症患者の体内酸素化を評価するために、パルスオキシメーターによる動脈血酸素飽和度を非観血的に指先など限られた部位で測定してきた。しかし、救急医療の現場において末梢血流が弱い患者では動脈血酸素飽和度が、正確に測定できないことを経験する。もし拍動する動脈血が微弱な状態でもあらゆる末梢組織の酸素飽和度を測定できれば、重症患者の病態をより正確に評価することができる可能性がある。浜松医科大学は静岡大学と共同で、超小型のセンサーを備えた近赤外線分枝計測装置(トッカーレ アステム社)を開発した。これまで、研究分担者の金山らは分娩時の胎児酸素飽和度を測定し成功しており、今後、胎児ではない人への測定が期待されている。トッカーレを用いれば、上記重症患者における病態評価を適切にできる可能性がある。

2. 研究の目的

【研究の目的 : 正常人での各部位での末梢組織酸素飽和度を測定し正常値を確立する】

末梢における組織酸素飽和度を各種治療に応用することは確立されておらず、まず正常人での第2指指腹・母指球・胸鎖乳突筋などでの組織酸素飽和度とヘモグロビン濃度を測定し、基準となる値を確立する。広い年齢にわたり測定すれば年齢ごとの基準値を作ることができ、今後の研究の礎となる。

【研究の目的 : 心肺停止患者における末梢組織酸素飽和度を測定し、蘇生可能な症例の特徴を見出す】

心肺停止患者の予後を予測することは、医療資源をどの程度使用するかの決定に重要である。救急隊から心肺停止患者を引き継いだときに、末梢組織酸素飽和度を計測し、蘇生率を予想できれば、経皮的体外循環を使用するかどうかの決定にも応用できるものと思われる。

【研究の目的 : 循環動態が不安定な患者における病態評価として末梢組織酸素飽和度を測定する】

重症呼吸不全患者・重症心不全患者・顕著な体液喪失症例(重症外傷/下血/熱中症など)においては正確な動脈血酸素飽和度の測定が困難なことがある。計測において拍動流が不必要なトッカーレを用いて末梢組織酸素飽和度を測定すれば、安定した計測値を得ることができ、治療方針の決定や治療効果の判定を適切にできる可能性がある。

【研究の目的 : 末梢組織酸素飽和度を用い、災害時における効率の良い緊急患者選定法の確立をする】

災害時、複数の傷病者が孤立した場所におり、救急隊が到達に時間がかかることがある。もしアームに接続されたトッカーレを付随したマルチコプターがあれば、無人の状態に傷病者に到達でき、組織酸素飽和度を測定し映像を利用し重症度を評価することができる。また意識障害の傷病者で協力が得られなくても、トッカーレは体表が出ていればどの部位でも組織酸素飽和度が測定できるので、傷病者を評価しトリアージする際に有用である。その結果、災害時における効率の良い重症患者選定をすることができる。

3. 研究の方法

研究 : 正常人での指先・母指球・胸鎖乳突筋での末梢組織酸素飽和度とヘモグロビン濃度を測定し正常値を確立する

[対象]: 健康人を対象とする。選択基準は以下の通りである。

健康診断において内服などの加療が必要とされていない健康人 200 症例。

[試験の方法]:

幅広い年齢の健康人で、第2指指腹・母指球・胸鎖乳突筋部での末梢組織酸素飽和度とヘモグロビン濃度を測定、データ収集し、それぞれの部位の計測データを得る。トッカーレは、検者の指に測定プローブをはめ、透明なビニール手袋を装着し、被験者の体表に当てる。現時点で、問題なく測定できているが、機器の不具合がある場合には、トッカーレを製造しているアステム株式会社が改良を加える。

研究 : 心肺停止患者における末梢組織酸素飽和度を測定し、蘇生可能な症例の特徴を見出す

[対象患者]: 心肺停止状態で救急室に搬送された患者 100 症例。

[試験の方法]:

救急搬送中に心肺蘇生されてきた患者を当院処置ベッドに移し、心電図モニター・血圧計・動脈血酸素飽和度測定が準備できたところで、およそ5~10秒で第2指指腹・母指球・胸鎖乳突筋それぞれの部位でトッカーレを用いて組織酸素飽和度を測定する。データ収集後、該当患者の1週間、30日後死亡の有無を調べ、トッカーレデータとの関連を調査する。

研究：循環動態が不安定な患者における病態評価として末梢酸素飽和度を測定する
[対象患者]：重症呼吸不全・重症心不全・顕著な体液喪失患者（重症外傷・下血・熱中症など）。
具体的には、救急隊からのホットライン情報で、室内気で動脈血酸素飽和度が90%以下と想定される症例や、収縮期血圧が100mmHg以下の症例、高エネルギー外傷の患者200症例を対象とする。

[試験の方法]：

上記該当患者を当院処置ベッドに移し、心電図モニター・血圧計・動脈血酸素飽和度測定が準備できたところで、およそ5～10秒で第2指指腹・母指球・胸鎖乳突筋それぞれの部位でトッカーレを用いて組織酸素飽和度を測定する。さらに通常診療として動脈穿刺による動脈血ガスデータを収集する。データ収集後、血液ガスデータ、トッカーレデータ、パルスオキシメーターのデータを比較検討する。

研究：末梢組織酸素飽和度を用い、災害時における緊急患者選定法の確立

[対象]：健康人を対象とする。選択基準は以下の通りである。

健康診断において内服などの加療が必要とされていない健康人30名。

[試験の方法]：トッカーレ付きマルチコプターを用いて無人での組織酸素飽和度を測定し、人が踏み込めない危険な場所を想定し患者評価を行い重症患者の選定法を確立する。その際、トッカーレの端子部をマルチコプターアーム先端の密着型ゴムに植え込み、空中からでも皮膚に密着できるように工夫する。ボランティア30名でのトッカーレ付きドローンでの計測値と、通常使用のトッカーレを用いた同じ部位での測定値とを比較し精度を比較する。マルチコプターで無人測定する場合には、データはマルチコプター付属カメラを用いてモニターにリアルタイムで表示される。これらの研究上の問題が発生した場合には、これまでの開発の経緯からアステム社と協力して解決する。なおマルチコプターの操作訓練を含めた研究は、自大学の広い敷地があるため、大学での許可があれば行うことができる。実際に、大学紹介ビデオ撮影でマルチコプターを用いた実績がある。

4. 研究成果

救急災害医療において、迅速な傷病者の重症度判定や、治療は重要である。今研究では、ウエラブルオキシメーター/薬剤などをドローンを用いて正確に搬送し、傷病者に機器をとりつけることを目標に行った。研究をさらに進め、現在は人工知能を用いて目標地点に到達し、より高い精度で搬送治療ができる段階にきている。これらは、各種マスコミで報道され、アジア救急医学会などで発表した。この研究から派生する胸骨圧迫研究や、薬物中毒に関する研究に関しても論文発表した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

Kayoko Minakata, Koutaro Hasegawa, Hideki Nozawaltaru, Yamagishi, Takeji Saitoh, Atsuto Yoshino, Masako Suzuki, Takuya Kitamoto, Osamu Suzuki, Kanako Watanabe. Sensitive quantification of BB-22 and its metabolite BB-22 3-carboxyindole, and characterization of new metabolites in authentic urine and/or serum specimens obtained from three individuals by LC-QTRAP-MS/MS and high-resolution LC-Orbitrap-MS/MS. *Forensic Toxicology*. 2019;37(1):164-173.

Yoshiaki Takahashi, Takeji Saitoh, Misaki Okada, Hiroshi Satoh, Toshiya Akai, Toshiaki Mochizuki, Hironao Hozumi, Masao Saotome, Tsuyoshi Urushida, Hideki Katoh, Hideharu Hayashi. The potential of leg-foot chest compression as an alternative to conventional hands-on compression during cardiopulmonary resuscitation. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine*. 2019;26(2): 106-110.

Kayoko Minakata, Hideki Nozawa, Itaru Yamagishi, Koutaro Hasegawa, Takeji Saitoh, Atsuto Yoshino, Masako Suzuki, Takuya Kitamoto, Osamu Suzuki, Kanako Watanabe. Sensitive quantification of 5F-NNEI and characterization of its several metabolites in authentic urine and/or serum specimens obtained from three individuals by LC-QTRAP-MS/MS and high-resolution LC-Orbitrap-MS/MS. *Forensic Toxicology*. 2018;36(2):498-505.

[学会発表](計4件)

(シンポジウム)

Takeji Saitoh. The potential of leg-foot chest compression as an alternative to conventional hands-on compression during cardiopulmonary resuscitation.

The 18th Kyunpook-Hamamatsu Joint Medical Symposium. 2018.

(一般発表)

Takeji Saitoh, Tomoyuki Izu, Yoshiro Hayashi, Yukako Nakashima, Yoshiaki Takahashi, Atsuto Yoshino. Emergency Medical Drone Delivery using Real Time Kinematics Global Positioning System and Deep Learning. The 14th Asia Pacific Conference on Disaster Medicine. 2018.

(ポスター)

林良郎 齊藤岳児 高橋喜明 吉野篤人. Real Time Kinematics (RTK) GPS と Deep Learning を用いた救急医療用ドローンによる配送システム - 山間地域からの提言 - 症例報告. 第46回日本救急医学会総会. 2018年11月

林良郎 齊藤岳児 小野愛子 穂積宏尚 高橋喜明 吉野篤人. 救急災害医療におけるマルチコプター実用配備 - 山間地域からの提言 -. 第45回日本救急医学会総会. 2017年11月

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：高橋 善明

ローマ字氏名：TAKAHASHI, Yoshiaki

所属研究機関名：浜松医科大学

部局名：医学部附属病院

職名：助教

研究者番号(8桁)：50647386

研究分担者氏名：穂積 宏尚

ローマ字氏名：HOZUMI, Hironao

所属研究機関名：浜松医科大学

部局名：医学部附属病院

職名：助教

研究者番号(8桁)：40771457

研究分担者氏名：金山 尚裕

ローマ字氏名：KANAYAMA, Naohiro

所属研究機関名：浜松医科大学

部局名：医学部

職名：副学長

研究者番号(8桁)：70204550

研究分担者氏名：吉野 篤人

ローマ字氏名：YOSHINO, Atsuto

所属研究機関名：浜松医科大学

部局名：医学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：90240332

研究分担者氏名：林 秀晴

ローマ字氏名：HAYASHI, Hideharu

所属研究機関名：浜松医科大学

部局名：医学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：50135258

研究分担者氏名：佐藤 洋

ローマ字氏名：SATO, Hiroshi

所属研究機関名：浜松医科大学

部局名：医学部附属病院

職名：講師

研究者番号（8桁）：30293632

(2)研究協力者

研究協力者氏名：内田 季之

ローマ字氏名：UCHIDA, Toshiyuki

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。