

令和 7 年 6 月 23 日現在

機関番号：32692

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2024

課題番号：20K14096

研究課題名（和文）挿入操作の定量的評価とその教育への応用

研究課題名（英文）Quantitative evaluation of insertion operations and application to education

研究代表者

加納 敬 (Kanoh, Takashi)

東京工科大学・医療保健学部・講師

研究者番号：10770224

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：針やカテーテルを用いた挿入操作は重要な医療手技であるが、習得および指導が困難な技術である。本研究の目的は、重要な医療行為である挿入操作を定量的に評価し、熟練者の模範的な挿入操作を未熟者に指導することにある。挿入操作の具体的な手技は血液透析治療における血管穿刺と人工呼吸管理中の気管内吸引とした。被験者の手首に運動センサを装着し、操作時の3軸加速度、3軸角速度を測定し解析することで、熟練者と未熟者の相違を見出すことができた。さらに加速度や姿勢の変化をリアルタイムで表示することで技術習得の指導に応用できる可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医療には直視できない管状臓器への針あるいはカテーテルなど挿入操作が必要な場面が多く、特に重症患者の治療には必要不可欠な手技である。従って、医療従事者が速やかに正確な技術を習得することがあるが技術習得および指導が困難な技術である。本研究における挿入操作の定量的評価および教育応用は、熟練者の適切な操作を未熟者にわかりやすく指導し、技量レベルを向上することで致命的な医療事故の防止に貢献できる。

研究成果の概要（英文）：Insertion procedures are critical medical techniques, but they are difficult to master and teach. The purpose of this study is to quantitatively evaluate insertion procedures, which are important medical procedures, and to instruct novices in the exemplary insertion procedures performed by skilled practitioners. The specific insertion procedures studied were vascular puncture during hemodialysis treatment and endotracheal suctioning during artificial respiration management. By attaching motion sensors to the wrists of participants and measuring and analyzing three-axis acceleration and three-axis angular velocity during the procedure, we were able to identify differences between skilled and unskilled individuals. Furthermore, by displaying changes in acceleration and posture in real time, we demonstrated the potential for applying this approach to skill acquisition instruction.

研究分野：臨床工学

キーワード：挿入操作 モーショントラッキング 運動解析 教育工学

1. 研究開始当初の背景

医療には薬剤の投与や採血時に行われる血管穿刺(動脈へ観血的モニタや採血、静脈へ薬剤投与の点滴路確保)や呼吸補助時の人工気道の挿管、痰などの気管内吸引、画像診断や栄養投与時の胃カメラ、胃管の挿入など直視不可な管状臓器への針やカテーテルの挿入操作を必要とする場面が多い。特に重症患者の治療には必要不可欠な手技である。これら医療行為の失敗は患者に苦痛を与え、特に重大な失敗は患者の死につながったことがある。従って医療従事者は速やかに正確な技術を習得する必要がある。技術の習得は在学中のシミュレータを対象とする実習から始まり、指導者は目視による評価と実技評価に基づいて指導するが、一時に多数の学生を指導するため十分な指導が行えていない現状がある。その証拠に未熟な技量レベルのまま医療施設へ就職し、患者を対象としたとき、はじめて困難を感じる学生が多くいる。

2. 研究の目的

挿管操作は重要な医療手技であり、習得および指導が困難な技術である。その失敗は時として致命的な事故に結びつく。そのため、事故の有効な防止策として、医療従事者が正確な技術を習得する必要がある。そこで、本研究では医療行為における挿入操作を定量的に評価し、正しい挿入操作を把握し、実際の挿入操作と比較してその改善点を指摘できる教育法を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究で使用した挿入操作評価システム概要を図1に示す。運動センサ(図2)には本学コンピュータサイエンス学部の松下教授が開発したモーションセンサを用いて、時間、加速度、角速度、地磁気、温度を測定、記録した。動画像はカメラを用いて記録した。運動センサから得られたデータとカメラから得られた動画像を技術計算言語 MATLAB 上で動作するプログラムを開発して、加速度および動画像を解析した。本研究では、自身で痰を喀出できない患者に行われる気管内吸引時のカテーテル挿入を実験対象とし、熟練者と未熟者の痰の吸引量、作業工程ごとの時間、加速度の比較を行った。

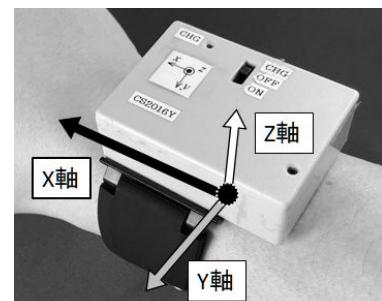
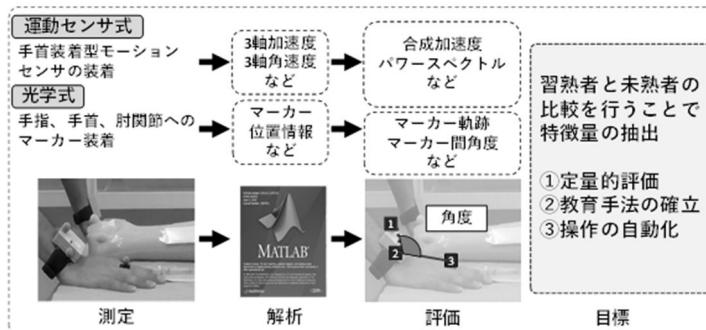


図1 挿入操作評価システム

図2 運動センサ

(1)挿入操作の作業工程

運動センサから得られた加速度データおよびカメラから得られた動画像から、挿入操作の作業工程の分離を行った。図3に気管内吸引操作時の作業工程を示す。実験の開始時に机に両手を置いて静止状態にすることで作業の基準とした。工程は基準となる開始時と操作の準備、カテーテルの挿入、痰の吸引、カテーテルの抜去完了、呼吸器の装着、カテーテルの片付の6つの工程に分離された。各工程の時間と無呼吸(画像判定)の時間との比較を行った。

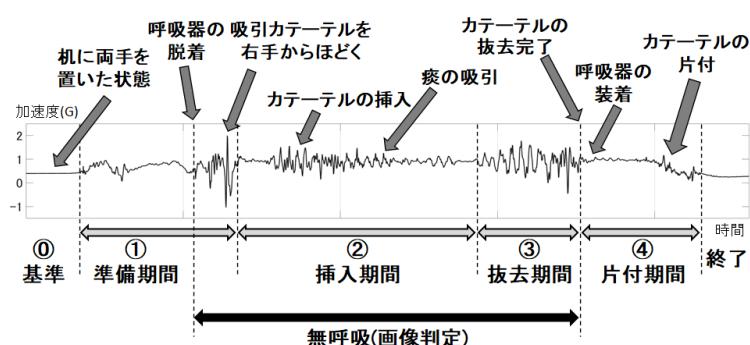


図3 気管内吸引時の作業工程

(2)加速度データの分析

図4に熟練者の加速度波形を示す。挿入の準備段階で比較的ゆっくりとした姿勢の変化を示す加速度信号と、挿入初期により大きな振動性の加速度信号が見られた。したがって、操作工程別に低域信号と高域信号を分離する必要を認めた。低域信号には0.5Hzの遮断周波数を持つ低域フィルタ、高域信号には3Hzを遮断周波数とする高域フィルタを用いて、図4bに示す高域信号と図4cに示す低域信号を抽出した。

挿入時の準備期間では姿勢変化の比較のため、低域信号から 100msec 差分を取り出し、準備期間内の振幅を比較した。挿入期間の振動の解析では、高域信号に信号処理(FFT)を行い、3-5Hz 間区間を加算して加速度のパワーを比較した。

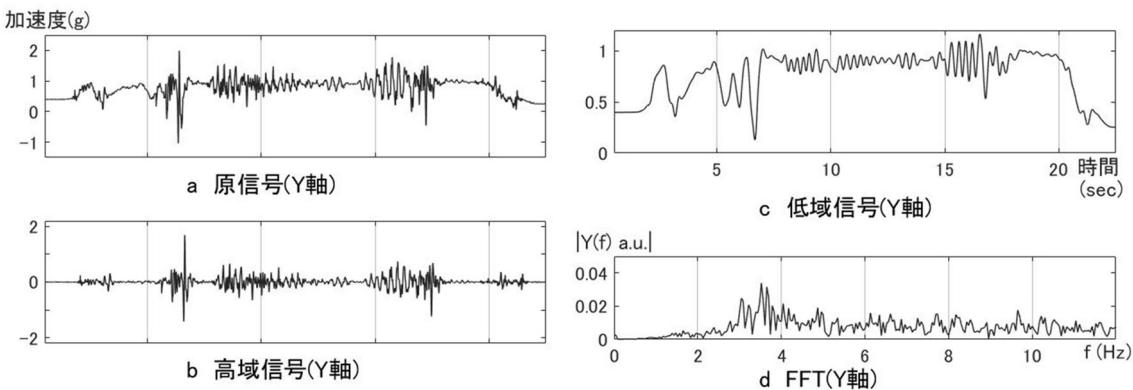


図 4 熟練者の加速度波形

4. 研究成果

熟練者と未熟者では、痰の吸引量に有意の差があった。したがって、指導の際には痰の吸引量を測定し、その結果に基づいて指導する必要がある。熟練者と未熟者を比較すると、図 5 に示す作業工程ごとの時間において、未熟者は全工程に要する時間が長い傾向が示され、図 6 に示す準備期間における差分加速度と図 7 に示す挿入期間における 3-5Hz の加速度のパワーは有意差をもって小さいことが示された。準備期間における差分加速度を大きくするには、一度の指導では改善困難と考えられるが、熟練者との加速度の相違を提示して自分が未熟者であることを自覚させ、カテーテル挿入の際に、手繩りこむ操作についてしっかり行うように指導することによって、3-5Hz の加速度のパワーが大きくなると考えられる。さらに無呼吸時間を短くするには、準備時間と挿入時間を短縮するように指導する必要がある。従来は操作について講義し、手本を見せて指導しているが、加速度波形を手本に指導することが重要であることが示された。本装置のコストは 1 万円程度であり、広く用いることができるコストと考える。このような加速度測定による操作判定装置は、気管会吸引操作以外の医療行為の実習指導にも応用可能と考える。

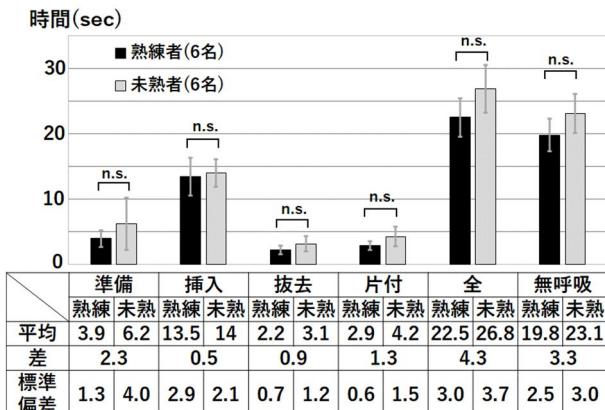


図 5 作業工程ごとの時間

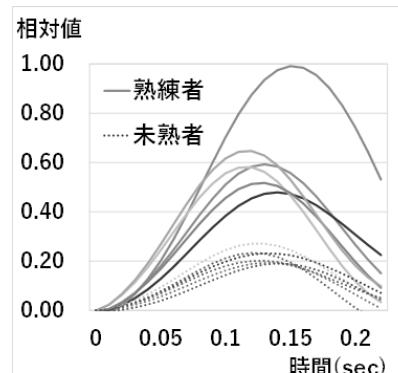


図 6 準備期間の差分加速度

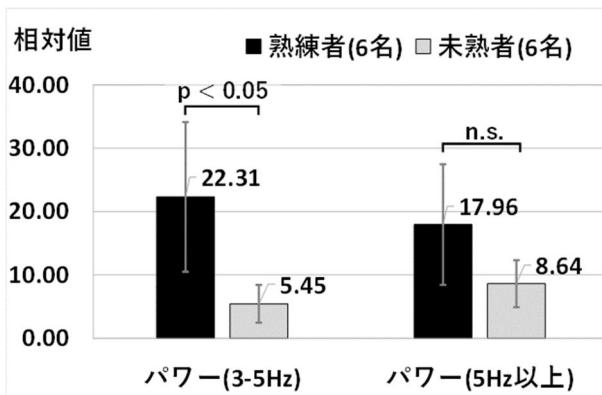


図 7 挿入期間の加速度のパワー

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件 (うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件)

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 加納 敬, 武田 朴, 伊藤 奈々, 島峰 徹也, 笠井 亮佑, 上條 史記, 萩野 稔, 日向 奈惠, 松下 宗一郎, 田仲 浩平, 篠原 一彦 | 4. 卷 92 |
| 2. 論文標題 気管内吸引操作の量的評価 -手首装着型3軸加速度センサの応用- | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 医療機器学 | 6. 最初と最後の頁 255 ~ 262 |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.4286/jjmi.92.255 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

| | | | |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| | |
|---------|---------|
| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|