

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 23 日現在

機関番号：32653

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350575

研究課題名(和文) 立位手術のためのAuto-Switching Chairの開発と有用性の評価

研究課題名(英文) Development and efficacy evaluation of Auto-Switching Chair for standing operation

研究代表者

岡本 淳 (Okamoto, Jun)

東京女子医科大学・医学部・特任講師

研究者番号：10409683

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では立位手術で術者に追従しかつ術者の体重を支える「Auto-Switching Chair」の開発研究を行う。本装置の使用で、術者の疲労度の改善や手術精度の向上をどの程度達成できるかを評価し、装置の存在価値を検討することが本研究の目的である。本研究期間で手術現場のニーズを抽出し、3自由度パッシブ構造の床固定型チェアの開発を行った。今後、臨床現場での評価を行っていく予定である。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed "Auto-Switching Chair" which follows the surgeon in standing surgery and supports the weight of the operator. The purpose of this research is to evaluate the extent of improvement of the degree of fatigue of the operator and improvement of surgical precision and examine the existence value of the device. In this research period, we extracted the needs of the surgical site and developed the floor fixed type chair with 3 degrees of freedom passive structure. We plan to evaluate the chair in the clinical setting in the near future.

研究分野：手術支援ロボット

キーワード：手術環境のロボット化

## 1. 研究開始当初の背景

対象領域にかかわらず、多くの手術は立位により行われる（図1）。大きな動作が無くかつ休息のない立位環境は、エネルギー代謝は小さいにもかかわらず静的疲労が蓄積しやすい。また長期間の立位作業暴露は、下肢静脈瘤、腰椎症、腰部椎間板ヘルニアなどの病気を引き起こすとされている。疲労や痛みの結果、手術に集中出来なくなり、作業効率が悪化するだけでなく、全体的な手術リスクを上昇させる原因となる。



図1 顕微鏡手術における助手の立位姿勢。狭い場所で長時間の労働が要求される。

立位労働での問題を解決するために、一般的には台座可動式椅子が用いられる（図2）。台車が付いており移動が容易で、座面高を調整できる椅子は手術のみならず広い用途で使用されている。しかし手術では立位やつま先立ち姿勢が要求され、椅子は使えない。座位だと、足が曲がるため術野と術者が離れてしまうこと、術者の動きの制限から術野を十分に観察できないこと、狭い範囲に多くの術者が居られなくなること、などの理由からである。これまでに立位作業に特化した体重免荷装置も考案されている<sup>(1)</sup>。しかし手術時には、術者の移動とともに追従し、術者の立位を適切に保持し、場所を取らない装置が必要で、このような装置はこれまで存在しない。このため新たな装置の開発が必要と考えた。

我々はこれまでに、文科省科研費基盤 A (H19~22) により、顕微鏡手術下での術者の腕を支える「手台ロボット（図3）」の開発を行ってきた。術者の腕を適切な位置で支えるだけでなく、術者の動きたい方向へ自動的に追従する機能を備えた装置である。本装置

は各関節にスプリングを設置し、ロボット先端の速度情報と、術者の前腕と装置の間に設置した6軸力センサ情報を統合・判断し、各関節のブレーキを制御することでこの機能を達成した。本装置の使用により、顕微鏡下手術での手のふるえは減少し、手術操作は向上し、術者の疲労が軽減した。13例の臨床手術で使用した<sup>(2)</sup>。この装置の特徴の一つに、術者の腕と装置の間に設置した力センサと装置の移動情報から術者の意図を認識して、腕を支える手台のロック、フリー、スタンバイを自動的に切り替える機能がある。この機能は、腕だけでなく人間の体のどの部分に対しても、移動と固定を制御する際に有効に働くと考えられる。本提案は、この機能を発展的に応用し、上記ニーズを満たす装置を開発することを目的としている。



図2 市販されている手術用台座可動式椅子。足が曲がり、立位に比べて術者一人あたりの専有面積が大きい。完全な立位姿勢になれない。

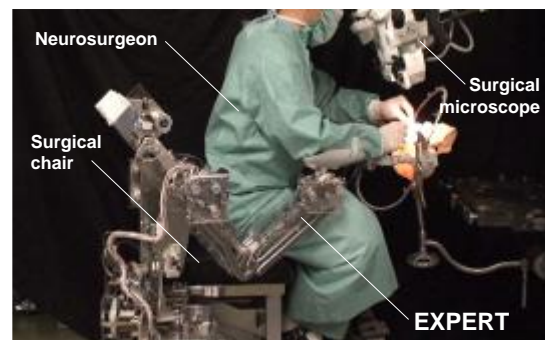


図3 自動追従型手台ロボット EXPERT。ロック、フリー、スタンバイをスイッチレスで判断。

## 2. 研究の目的

本研究では立位手術で術者に追従しかつ術者の体重を支える「Auto-Switching Chair」の開発研究を行う。本装置の使用で、術者の疲労度の改善や手術精度の向上をどの程度達成できるかを評価し、装置の存在価値を検討することが本研究の第一義の目的である。まず術者のニーズを満たす装置を研究開発し、製作する（図4）。本研究は装置の有用性の検

討であるため、臨床使用を行いながら問題点を抽出し、装置を改良していく手法を採用することで、ニーズを満たす装置が完成し、その必要性が検討できると考える。コスト削減課題に対する作り込みや、商品化のための検討は、別の研究で対応する。本装置の使用により、脳神経外科領域だけでなく、幅広い領域での立位手術での評価を行い、術者の疲労度や手術の精度向上がどの程度達成されたかを評価し、装置の存在価値や普遍性について検討する。



図 4 装置のイメージ図。術者の足下から立つようなもの。術者は立位位置を維持しながら、装置に体重を免荷させることができるので、立位静的疲労を減少することができる。

### 3. 研究の方法



図 5 コンセプト評価用モデル

脳神経外科医とのディスカッションの結果、術者のニーズを満たすための要求仕様は、以下のとおりであった。

- (1) 体重をかけても倒れない。動かない。
- (2) 全方向に移動可能である。
- (3) 術者の立ち位置以上の専有面積をもたない。
- (4) 術衣や周囲を不潔にしない。

以上の項目を満たす椅子の開発を目標とした。図 5 に示すコンセプトモデルを開発し、上記仕様について検討した。

### 4. 研究成果

オムニホイールを 3 点に配置したコンセプトモデルを評価した結果、車輪式では要求仕様の (1) (2) (3) を同時に満たすことは困難であることが分かった。そこで、本研究で開発する椅子は床固定式とし、術者の足元スペースを広く取るための 3 自由度構造とした。前自由度パッシブ構造で構成される装置を開発し、今後実臨床で評価を行っていく予定である。本装置は医療機器に該当しないため、販売使用においては治験の必要はない。しかしながら、学問的研究での使用であり、患者への認知の目的のために、東京女子医科大学医学部倫理委員会承認を経ることとする。本装置の多教室での使用の際にも本申請は研究推進に有効であると考え。委員会提出資料を作成するため、実験室であらかじめ装置の有用性について手術シミュレーションを行い、使用感、疲労度、手術操作改善効果がどの程度かを評価しておく。

倫理委員会承認後、臨床使用を開始する。臨床使用は脳神経外科顕微鏡下手術のみでなく、すべての脳神経外科手術を対象とし、使用感、疲労度、手術操作改善効果について VAS スケールを用いてアンケートをとる。問題点、疑問点、改善点を使用後アンケートとしてフィードバックさせる。外科系診療科へコンサルトし、装置使用に対して同意が得られた医師と個別に対応し、臨床手術での使用、使用後アンケートをとる。各科の特殊性を考慮して今後普遍性の高い装置を検討する。

### <引用文献>

- ① 腰痛に関する人間工学的な対策、前傾姿勢を支える補助器具の効果：岩切一幸 安全衛生コンサルタント 24 巻 69 号
- ② J. Okamoto, K. Toyoda, Y. Muragaki, H. Iseki, M. G. Fujie, T. Goto, and K. Hongo, "Clinical Use of Neurosurgical Arm Holding Manipulator," International Conference on Computer Assisted Radiology and Surgery, CARS 2011, vol. 6, pp. S83-S84, 2011.

### 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)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 淳 (OKAMOTO, Jun)

東京女子医科大学・医学部・特任講師

研究者番号：10409683