

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K10934

研究課題名(和文)連続インピーダンスを用いた穿刺針位置確認システムの開発

研究課題名(英文)Development of Using of Continuous Electrical Impedance Measurement for Accurate Nerve Block Administration

研究代表者

大瀧 千代(Ootaki, Chiyo)

大阪大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：00742248

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：神経ブロックは近年超音波の導入により穿刺針と周囲組織の位置関係の視認が可能となり、手技はより簡単になり、また盲目的穿刺方法と比較して神経損傷や血管損傷などの危険性は減少した。しかしながら人間の目で画像から針先を判定する場合、その正確性には限界がある。これらの解決には人間の視覚を超える新しい感知方法の利用が必要と考えられる。我々は組織に個々に存在する電気インピーダンス(EI)値に注目しこれを測定することにより、神経ブロックを実施し、動物実験を実施した。神経ブロックのターゲットとなる神経を詮索する方法としてEI測定システムは、正確な穿刺に寄与することを実証し、その手法を知財として申請した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

神経ブロックは麻酔領域において全身麻酔と並ぶ手術麻酔および術後鎮痛を行う麻酔手技として重要なものである。しかしながら神経の周囲に局所麻酔を浸潤させるこの手技は高度な技術を要する。我々は組織に個々に存在する電気インピーダンス(EI)値を測定することにより、神経ブロックを実施できることを証明した。これは人間の視覚を超える新しい方法であり、EIという数値で穿刺針の位置確認を行う為、今後発展するロボット開発において重要な方法となる。従来の神経ブロックの問題(成功率が医師の経験に依存する、神経障害のリスク)を根本的に解決するポテンシャルを有し、麻酔領域の発展にもたらす貢献は極めて大きい。

研究成果の概要(英文)：In recent years, nerve block has enabled the visualization of the positional relationship between the puncture needle and surrounding tissue by the introduction of ultrasonic waves, which makes the procedure easier and reduces the risk of nerve damage, blood vessel damage. However, there is a limit to the accuracy of determining the needle tip from the image with human eyes. In order to solve these problems, it is necessary to use a new sensing method that exceeds human vision. We carried out nerve block and animal experiment by paying attention to the electric impedance (EI) value existing individually in the tissue, and conducted an animal experiment. EI measurement as a method to snoop the target nerve of the nerve block. The system proved to contribute to accurate puncture, and applied for that method as intellectual property.

研究分野：麻酔・神経ブロック

キーワード：電気インピーダンス 神経ブロック 超音波ガイド神経ブロック 坐骨神経ブロック 腹横筋膜面ブロック

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。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

神経ブロックは麻酔領域において全身麻酔と並ぶ手術麻酔および術後鎮痛を行う麻酔手技として重要なものである。しかしながら神経の周囲に局所麻酔を浸潤させるこの手技は高度な技術を要する。現在ブロック穿刺針の先端がどの組織に位置しているかを正確に確認する方法は存在しない。近年超音波の導入により穿刺針と周囲組織の位置関係の視認が可能となり、手技はより簡単になり、また盲目的穿刺方法と比較して神経損傷や血管損傷などの危険性は減少した。しかしながら人間の目で画像から針先を判定する場合、その正確性には限界がある。神経ブロックを正確にかつ安全に行うにはブロック穿刺針をターゲットとする神経を損傷しない距離でありながら出来るだけ近位設置させなければならない。我々は、針先がどの組織にあるかを、感知する方法として電氣的インピーダンス(EI)値に注目した。

### 2. 研究の目的

この研究の目的は、実際の視覚の代わりに、穿刺針が組織を横切って進めながら、EI 値の差を検出し、EI 値の変化を使用することで、針を正しい位置に配置することが可能であるという仮説の検証を行う事であった。

### 3. 研究の方法

神経ブロックの精度向上を目的とするため、神経ブロックの専門家である医師である申請者を中心とし、医療用システム(ロボット技術、情報処理技術)の開発を専門とする大阪大学理工学部の協力のもと、初年度(平成 27 年度)と次年度には、in vitro 実験において各組織の EI 値の測定し、各組織に固有の各組織 EI 値を割り出すことを計画した。平成 28 年度以降には、in vivo 実験を通じて、提案した神経ブロック手法の有効性を検証を検証し最終年度(平成 29 年度)には、臨床治験により開発したシステムを実評価することを計画した。各段階で各分野の専門家(工学者、医師)と連携することで、効果的に開発を進める事を計画した。研究計画(全体の推移と分担)

A) 各組織の EI 値の測定(大阪大学担当): in vitro および in vivo の臓器を対象として、各組織が持つ EI 値の測定する。

B) 連続的 EI 感知針神経ブロックシステムの製作, EI 値情報処理技術の開発(早稲田大学担当): EI 値感知のための情報処理技術を開発する。

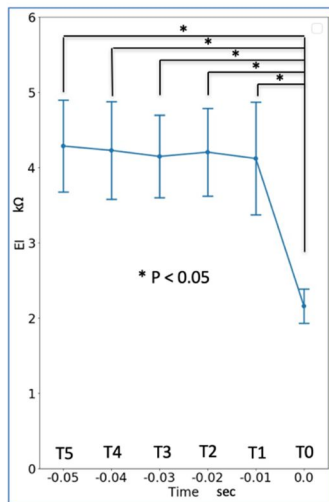
C) EI 値感知針を用いた神経ブロックの Feasibility の検証(大阪大学担当): in vitro や in vivo 実験により、EI 値感知による穿刺精度の向上の有無を検証する

リアルタイム EI 感知針神経ブロックシステム, EI 値情報処理技術の開発(理工学部担当)ハードウェアは、すでに臨床において利用されている神経刺激用の針を改良して製作する。具体的には、現在の神経刺激用の針はモノポーラであるため、正確に電気インピーダンス値(EI 値)を測定するために、バイポーラ化を実施する事とした。

### 4. 研究成果

平成27年度と28年度に in vitro における各組織の EI 値の測定とデータ収集を大阪大学麻酔科

において実施した。豚の腿肉塊を使用し坐骨神経をターゲットとし、その周囲組織の EI 値測定を行った。当初の予測とは異なり、血流のない肉塊では EI 値の測定は低値であり、特に神経と周囲組織との EI 値の数値差はなく数回に及ぶ測定は失敗に終わった。そこで実験動物を使用した in vitro 試験に移行した。



全身麻酔下にウサギを使用した動物実験を行った。神経ブロック時に使用する神経刺激装置を使用して EI を測定する研究はいくつかあるが、我々の研究では微妙な EI 値の変化を捉える連続 EI 値測定を実行するために、周波数 1 kHz、振幅 1 V を使用し、1/1000 秒単位での測定を可能とすることで、上記の変化を捉える事を可能とした。また、通常神経ブロックでは単極針を使用するが、双極針を使用する事により、針先の絶縁部を介して微妙な EI 値の変化の検出を可能とした。ウサギを使用した動物実験の結果、神経ブロック針が神経外から神経内に近づくと、EI 値は大きく低下することを発見した(右図)。この時点で染色されて局所麻酔薬を注入したところ、染色された局所麻酔薬が坐骨神経の表面に確認された。正確には、神経ブロック針が

神経外から神経内に近づき針先が神経鞘に入った時点で、大きく EI 値は低下することを確認した。また腹横筋膜面ブロックにおいてもターゲットとする筋膜面に神経ブロック針到達すると、EI 値は大きく上昇することを確認した。この時点で染色されて局所麻酔薬を注入したところ、染色された局所麻酔薬が腹横筋膜面に確認され、精度が向上することを実証した。これらの研究の結果より、実際の視覚の代わりに、穿刺針が組織を横切って進めながら、EI 値の差を検出し、EI 値の変化を使用することで針を正しい位置に配置することが可能であるという事が証明された。この結果より、EI 測定による針先の位置同定による神経ブロックの手許に関する特許申請を行った(特許:特願 2019-159308)。人間の視覚を超える新しい方法であり、EI という数値で穿刺針の位置確認を行う為、今後発展するロボット開発において重要な方法となる。従来の神経ブロックの問題(成功率が医師の経験に依存する、神経障害のリスク)を根本的に解決するポテンシャルを有し、麻酔領域の発展にもたらす貢献は大きいものと思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 穿孔支援システム、穿孔支援方法およびプログラム	発明者 大瀧千代・小林洋	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、159308	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

大阪大学大学院医学系研究科 生体統御医学講座 麻酔・集中治療医学 <a href="http://www.osaka-u.ac.jp/pub/anes/www/home.htm">http://www.osaka-u.ac.jp/pub/anes/www/home.htm</a> 大阪大学大学院医学系研究科 生体統御医学講座 麻酔集中治療医学 <a href="http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/anes/www/home.htm">http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/anes/www/home.htm</a>
---

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
研究分担者	小林 洋  (Kobayashi Yo)  (50424817)	大阪大学・基礎工学研究科・准教授    (14401)	