

令和元年5月18日現在

機関番号：14101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K15793

研究課題名（和文）静脈穿刺ナビゲーションシステム開発に向けた、前腕部静脈穿刺ハイリスクエリアの検討

研究課題名（英文）Consideration of the high risk area forearm venipuncture aiming for the development of venipuncture navigation system

研究代表者

福録 恵子（Fukuroku, Keiko）

三重大学・医学系研究科・准教授

研究者番号：90363994

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：静脈注射における神経損傷回避のため「静脈穿刺ナビゲーションシステムの構築」を目指したが、本研究がターゲットとする前腕部皮神経の描出に適したMRIシーケンスの確立が進んでおらず、当初予定していた3次元神経イメージ走行および静脈穿刺ハイリスクエリアを表示するアルゴリズム構築の実現化には至らなかった。

しかし、MRI撮影時に用いるチューブマーカーや、撮影時の同一体位保持に関する課題の検討を進め、前腕部皮神経描出のための基盤を整えることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

前腕部皮神経描出のため、MRI撮影時に用いるマーカーの形状や充填剤の種類、濃度を試作し、実際にMRI撮影を試みた。また、撮影時の同一体位保持時間、体位保持に伴う苦痛の程度を明らかにするため、小型カメラを設置した木製模擬装置を作成した。対象者にワイヤレス心拍数計測機器および加速時計を装着のうえ、装置内で20分間同一体位をとってもらった結果、装置中央に前腕部を位置させる不安定な体位であっても、多くの対象者は心拍変動が少ないストレスの低い状態で、前腕部はほぼ静止状態で経過した。本研究結果は、今後、MRI撮影技術の進歩とともに、より描出効果を高める基盤情報として役立つ。

研究成果の概要（英文）：We aimed for construction of venipuncture navigation system to avoid nerve damage in intravenous injection. However, establishment of MRI sequence suitable for depiction of forearm cutaneous nerve has not progressed. Therefore we didn't lead to the realization of the algorithm construction to display 3D neural image and venipuncture high risk area. However, we were able to prepare a basis for depiction of the forearm cutaneous nerve by advancing examinations of tube markers used at the time of MRI imaging and problems related to retention of the same body position at the time of imaging.

研究分野：基礎看護学、リハビリテーション看護学

キーワード：静脈穿刺技術 システム開発 血管・神経走行パターン ガイドライン

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19(共通)

1. 研究開始当初の背景

静脈注射により生じる神経損傷は、一定の割合で不可避的に起こりうる。特に浅部皮神経は、適切な穿刺方法でも完全な神経損傷回避は不可能とされている。注射による神経損傷は医原性であり、報告が少ないため実態把握が困難であるが、献血時の神経損傷が約 0.03%との報告(大武,1998)からも、医療現場での注射針による神経損傷は少なくないと推測される。また注目すべきは、神経損傷が生じた場合、予後不良の症例が少なくない点である。

上記背景から、前腕部の血管・神経走行の特徴は、これまで解剖体での検討により、安全な穿刺部位の考察がなされてきたが、両者の走行多様性や位置関係の視覚化、静脈注射穿刺部位選択の的確性の判定が可能な教育的製品は存在せず、先行研究結果の十分な応用発展がなされていない。また血管・神経の走行パターンを重視した教材開発研究は散見されるが、未だ模索段階といえる。よって、難易度が高い静脈穿刺技術の習得・向上には、知識と技術の乖離を最小限にする方略として、リアリティーのある教材開発が必須と考えた。研究代表者らは先行研究で、一般的な臨床仕様の「血管可視化装置」の活用が、学生の静脈穿刺技術習得において有意な成績向上をもたらす結果から、リアルタイムな可視化の効果を確認した(Fukuroku et al,2016)。その一方で、「血管可視化装置」では血管の深度や神経走行の可視化が不可能であり、教育場面での有効活用には改良や機能追加の必要性を実感した。その中で、近年、全身末梢神経の描出が可能となった MRI 技術を応用し、3次元画像処理により血管・神経走行パターンと位置関係を分析し、データベース化を行うことが、安全な静脈穿刺のためのアルゴリズム構築へとつながり、穿刺部位選択能力を獲得する支援ツールの開発、さらには完全な神経損傷回避を可能とする応用システム開発の発展につながると考えた。

2. 研究の目的

研究の全体構想は、静脈注射時の神経損傷を予防する穿刺部位選択能力の習得、向上に貢献するシステム開発を目指すものである。そのため、本研究では、3次元神経イメージ走行および静脈穿刺ハイリスクエリアを表示するアルゴリズム構築の実現化に向け、以下3点を具体的目的とした。

- (1) 多数例から取得した前腕部 3次元 MRI 画像を用いて、血管・神経走行の実空間情報に基づくデータベースを構築する。
- (2) データベース分析から血管・神経走行の規則性を明確化し、前腕部のエリア別に神経損傷発生リスク分類を行う。
- (3) 神経損傷発生リスク分類の検討から、静脈穿刺ハイリスクエリアを同定する。

3. 研究の方法

- (1) 前腕部 3次元変換 MRI 画像から取得した、多数例の血管・神経走行とその位置関係に関する実空間情報を分析・検討し、データベースを構築する。

前腕部 3次元変換 MRI 画像の取得

属性の異なる研究協力者と MRI 撮影協力施設とのスケジュール調整、事前に設定した条件で撮影した画像の検討を行い、設定基準の微調整完了後、MRI による前腕部撮影画像に対して、順次 3次元変

換処理を施す。

血管・神経走行パターンと位置関係に関する実空間情報のデータマイニング

3次元変換 MRI 画像による、血管・神経走行と位置関係に関する相違性・共通性を抽出し、本研究に関して高い専門性を有する神経内科、放射線部、臨床検査部の研究者・実践者にスーパーバイズを受けながら、データマイニングを行ったのち、分析・検討を重ねる。

血管・神経走行パターンと位置関係に関する実空間情報のデータベース化

の検証結果に従い、各個体の血管・神経走行パターンと位置関係に関する実空間情報をデータベース化する。

(2) データベースの共通点から血管・神経走行の規則性を明確化し、安全な静脈穿刺のためのガイドラインを作成する。

血管・神経走行の規則性の明確化

(1) ので完成したデータベースを用いて、その共通性から血管・神経走行の規則性を明確化する。その際、アルゴリズム構築への方向性を見極めるため、専門性の高い電気電子工学科、情報工学科の研究者にスーパーバイズを受けながら進める。

安全な静脈穿刺のためのガイドライン作成

の分析結果について、有識者間での評価・検討を重ね、安全な静脈穿刺のためのガイドラインを作成し評価する。

4. 研究成果

前腕部 3次元 MRI 画像を取得するための準備段階として、適切なマーカー選定条件および同一体位保持による心身への影響を検討した。

(1) MRI 撮影時に用いるマーカー選定条件

MRI による前腕部皮神経走行の描出は、DWI 画像においてゆがみが生じる。そのため、あいまいな画像しか得られず、DWI 画像と T1, T2, FLAIR 画像の適切なオーバーラップによる判定が必要であり、画像処理の目印となる皮膚上のマーカーの重要性が高い。そこで、既存のチューブを使用し、充填材料として増粘多糖類の濃度を調整し、計 7 種類の試作品で実施検討した。通常用いるマーカー (MR-SPOT) も含め、描出画像比較を行った。

表 1

solution concentration (volume %)			Figure 3		Figure 4	
			visible	artifact	visible	artifact
Purified water	No.1	100	excellent	moderate	excellent	unconfirmed
Mucopolysaccharide (Kewpie Toromi fine)	No.2	5	excellent	moderate	excellent	moderate
	No.3	10	good	mild	good	mild
	No.4	15	fair	minimal	fair	minimal
	No.5	20	poor	minimal	invisible	minimal
commercial-based marker	No.6	50	excellent	unconfirmed	good	severe

【Classification criteria】 **visible** : excellent, good, fair, poor **artifact** : minimal, mild, moderate, severe

(MR-SPOT BEEKLEY MEDICAL)	No.7	75	excellent	unconfirmed	fair	severe
------------------------------	------	----	-----------	-------------	------	--------

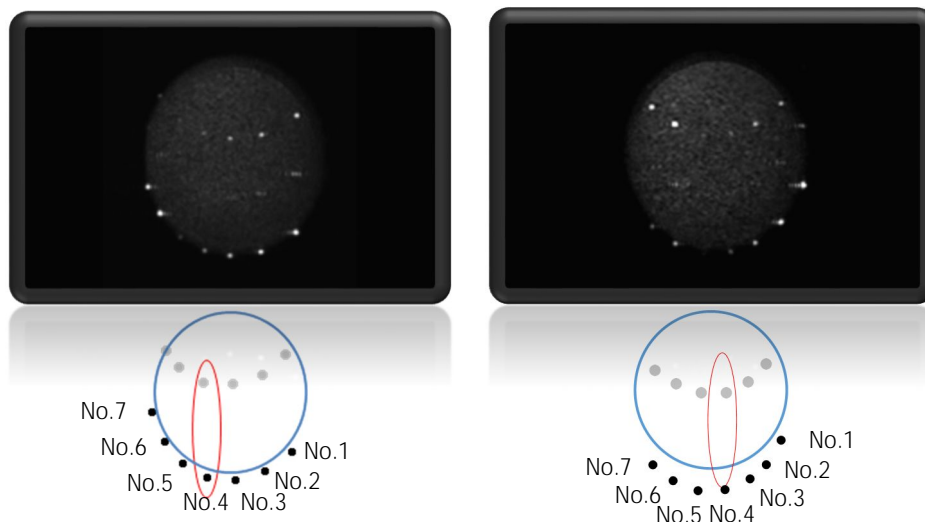


図 1

各チューブの画像の鮮明度とアーチファクトの出現度合いから、増粘多糖類の濃度が 10% から 15% が前腕部の神経描出に最も適したマーカーであると総合的に判断できた。

(2) MRI 撮影時の同一体位保持による心身への影響

実物と同サイズの模擬 MRI 装置を作成し、装置内で 15 分間の安静臥床に引き続き、左上肢を装置中央に位置するよう体位を調整し、20 分間体位保持した状態で、前腕部と胸骨柄に 3 軸加速度センサを装着し、体幹と上肢の動きを測定した。また ワイヤレス生体センサを用いて、心拍変動解析からストレスの程度を測定した。同時に、平成 27 年度に検討したチューブマーカーを装着したうえで、同一体位保持による主観的状态(疼痛・しびれ感・不安定感)の程度を部位毎に VAS で測定した。20 名の対象者から測定したデータより、今回設定したポジショニングにおいて、ほとんどの者が苦痛を伴うことなく、20 分間の同一体位保持が可能であることが確認できた。生体センサによる客観的指標としてのストレスと主観的指標となる部位別の疼痛・しびれ感・不安定感の程度との間に相関は認められなかった。また安静臥床時と体位保持時でのストレス状況を比較したところ、体位保持開始から 5 分間で安静時より有意にストレスを感じる者が 12 名と全体の半数を占めたが、時間の経過とともにその割合が減少した。

結論として、本研究がターゲットとする前腕部皮神経の描出に適した MRI シーケンスの確立が進んでおらず、当初予定していた 3 次元神経イメージ走行および静脈穿刺ハイリスクエリアを表示するアルゴリズム構築の実現化には至らなかった。しかしながら、より鮮明な前腕部皮神経画像取得に欠かすことの出来ないマーカーの選定条件や、撮影時の心身の負担と同一体位の保持可能性を分析することで、その基盤を整えることができた。

< 引用文献 >

大武ヒロ子, 小野昌子, 小玉久江, 他. 採血副作用および事故による受診者の対応について. 血液事業 1998; 21: 108-9.

Keiko Fukuroku, Yugo Narita, Yukari Taneda, et al. Does infrared visualization improve selection of venipuncture sites for indwelling needle at the forearm in second-year nursing students? Nurse Education in Practice 2016; 18: 1-9.

5. 主な発表論文等

(雑誌論文) (計 2 件)

Tinel sign to the median nerve area caused by a proximal tumor as evidenced by magnetic resonance neurography: Two case reports

Yugo Narita, Keiko Fukuroku, Hirofumi Matsuyama, Yuichiro Ii, Masayuki Maeda, Hidekazu Tomimoto

Neurology and Clinical Neuroscience vol7(3) P122-124 2019 査読有

Expectation about contribution on comfortable nursing care from Affective Science and Engineering

Keiko Fukuroku, Yugo Narita, Hiroharu Kawanaka, Hiroshige Hibasami

International Symposium on Affective Science and Engineering 2018 Volume ISASE2018 A3-4 2018 査読有

(学会発表) (計 5 件)

Expectation about contribution on comfortable nursing care from Affective Science and Engineering

Keiko Fukuroku, Yugo Narita, Hiroharu Kawanaka, Hiroshige Hibasami

International Symposium on Affective Science and Engineering 2018(U.S.A) (2018)

Tinel sign to the median nerve area caused by a proximal tumor as evidenced by magnetic resonance neurography: Two case reports

Yugo Narita, Keiko Fukuroku, Hirofumi Matsuyama, Yuichiro Ii, Masayuki Maeda, Hidekazu Tomimoto

Neurology and Clinical Neuroscience(U.S.A) (2018)

Aiming for efficient and safe venipuncture in fundamental nursing education

Keiko Fukuroku

International & Transdisciplinary Symposium(Japan) (2017)

Two cases with long tinel sign on the median nerve due to a proximal tumor and the MR neurography

Y. Narita, K. Fukuroku, H. Matsuyama, Y. Ii, H. Tomimoto, M. Maeda

23th World Congress of Neurology (Japan) (2017)

A pilot study to create a suitable MRI marker for good linkage between diffusion weighted images and other images in an upper extremity

Keiko Fukuroku , Yukari Taneda , Yugo Narita , Shinichi Takase , Masayuki Maeda ,
Hironaru Kawanaka

3rd NUS-NUH International Nursing Conference & 20th Joint Singapore-Malaysia
Nursing Conference (Singapore)(2015)

6. 研究組織

研究分担者

研究分担者氏名: 成田 有吾

ローマ字氏名: (NARITA, yugo)

所属研究機関名: 三重大学

部局名: 大学院医学系研究科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 50242954

研究分担者氏名: 前田 正幸

ローマ字氏名: (MAEDA, masayuki)

所属研究機関名: 三重大学

部局名: 大学院医学系研究科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 70219278

研究分担者氏名: 高瀬 伸一

ローマ字氏名: (TAKASE, shinichii)

所属研究機関名: 三重大学

部局名: 医学部附属病院

職名: 主任診療放射線技師

研究者番号(8桁): 70422847

研究分担者氏名: 種田 ゆかり

ローマ字氏名: (TANEDA, yukari)

所属研究機関名: 三重大学

部局名: 大学院医学系研究科

職名: 助教

研究者番号(8桁): 00444430