

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2020

課題番号：18H06341・19K21424

研究課題名（和文）点滴漏れ予防の新規手法開発と評価-AIによる超音波画像上のケア情報提示システム-

研究課題名（英文）Development and evaluation of method for preventing Intravenous catheter failure
-AI-based care recommendation system on ultrasound images

研究代表者

高橋 聡明 (Takahashi, Toshiaki)

東京大学・大学院医学系研究科（医学部）・特任助教

研究者番号：50824653

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：259枚の画像を評価した。画像内に血管が検出出来なかった False Negative は24、正しく検出ができた True Positive は178枚であり、血管検出の accuracy は76.4%であった。検出された178枚の画像から看護師との相関を算出すると $r = 0.843$ であった。BAプロットでは系統誤差は確認されなかった。研究看護師によって推奨される PIVC の大きさとシステムによって推奨されるものの accuracy は70.2%であった。過小評価となった割合は7.0%、過大評価となったのは21.9%であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は人工知能(AI)を用いたエコー画像の自動処理により血管径や深さを識別・重畳表示しエコー画像の情報量と視認性を向上させ、点滴漏れを予防するアプリケーションを開発する。これは看護領域におけるAI技術導入の先駆的研究であり、临床上多くの患者が経験し潜在的に我慢を強いられている点滴漏れを解決する重要な研究である。エコー画像を自動測定して穿刺針径に見合う太い血管を示す。本研究により、看護におけるエコーによる客観的アセスメントの質を担保し、経験の少ない看護師でも安全なケアが実施可能となる。結果として患者は入院してから疼痛を伴う点滴漏れを経験せず、適切な治療を受ける事が可能になる。

研究成果の概要（英文）：All ultrasound images were collected from patients using PIVC. We evaluated 259 images. The number of False Negative images in which blood vessels could not be detected was 24, and the number of True Positive images in which blood vessels could be detected correctly was 178, resulting in a vessel detection accuracy of 76.4%. The correlation between the 178 images detected and the nurse was calculated to be $r = 0.843$, and no systematic error was found in the BA plot. The accuracy of the PIVC size recommended by the research nurse and that recommended by the system was 70.2%. The percentage of underestimates was 7.0%, and the percentage of overestimates was 21.9%.

研究分野：看護理工学、老年看護学、成人看護学、看護技術

キーワード：看護理工学 超音波検査 末梢静脈点滴

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

広範に発生する臨床上的の問題である末梢静脈点滴の漏れは、超音波検査(エコー)に基づく看護ケアによる予防の可能性が示されつつある。しかし、エコーの使用には熟練した技術、特に読影には訓練が必要であり、看護師へのエコーの普及にとって課題となっている。本研究は人工知能(AI)を用いたエコー画像の自動処理により血管径や深さを識別・重畳表示しエコー画像の情報量と視認性を向上させ、点滴漏れを予防するアプリケーションを開発し、評価する事を目的とする。これは看護領域における AI 技術導入の先駆的研究であり、临床上多くの患者が経験し潜在的に我慢を強いられている点滴漏れを解決する重要な研究である。エコー画像を自動測定して穿刺針径に見合う太い血管を示し、点滴漏れを起こし難い留置部位を、解釈しやすい画像やグラフの形で提示するアプリケーションを開発し、評価研究を行う。本研究により、看護におけるエコーによる客観的アセスメントの質を担保し、経験の少ない看護師でも安全なケアが実施可能となる。結果として患者は入院してから疼痛を伴う点滴漏れを経験せず、適切な治療を受ける事が可能になる。

2. 研究の目的

学術的背景「点滴漏れ予防の重要性」

本邦において約 20-30%の点滴が使用中に点滴漏れを発生しているとの報告がある。点滴漏れは疼痛・発赤・腫脹、薬剤の滴下投与不良をおこし、患者の安楽や治療継続を妨げている。更に点滴漏れ発生時は別の部位へ再留置する事が余儀なくされ、再度の穿刺に伴う疼痛、強いストレスを患者に与える事となる。本邦でも 1 週間程度の長期間、カテーテルを使用する状況が多くなっており、疼痛・発赤・腫脹等へつながる点滴漏れ予防の重要性が高まってきている。

臨床上のニーズ「予防の為に血管アセスメントの重要性」

研究者らはエコーによる観察で点滴漏れ発生に関連している因子を探索し、血管径が小さい事や血管内のカテーテル位置が血管壁に当たる事が点滴漏れ発生に関連している事を明らかにしてきた。そこで「留置前にエコーで大きな血管を選定し、留置後にカテーテル位置を血管壁に触れない様に調整する事」を介入とした臨床研究を行い、約 60%の相対リスク減少を示した。即ち、十分トレーニングを積んだ看護師であればエコーによるアセスメントで点滴漏れ予防が可能になる事を示した。

臨床上のニーズから出る問い「看護におけるエコー利用の広まりと課題」

しかし一方で、エコー画像を判別し、それに基づいたアセスメントを行う事は難しい点があり、普及には工夫が必要であることも指摘されている。例えば褥瘡での DTI や膿瘍の判定はトレーニングを積んだ看護師なら非侵襲的にアセスメントが出来るが、通常の看護師にとって判別が難しくアセスメントにばらつきが出てしまう。つまりエコー画像に関する教育を受けていない看護師にとってエコー画像からアセスメントを実施する事が困難な場面がある。

技術的シーズ「人工知能(AI)による画像処理に基づくエコー画像への情報自動付加」

研究者の所属する研究室はエコー画像アセスメントの困難さの課題を自動画像処理によりクリアしてきた。その結果、看護師による誤嚥物質の検出精度は大きく改善し、エコー画像内のケアに重要な特徴の強調表示により看護師のアセスメントを助ける事が可能である事が示されてきた。本研究では末梢静脈点滴の使用に関して、より多くの看護師が標準的なケアが実施出来る様に画像の工夫で看護師のアセスメントを助ける事を目指す。

3. 研究の方法

超音波画像はすべて PIVC を使用した患者から収集した。正解データは超音波画像について十分なトレーニングを受けた研究看護師が作成した。

刺入時のアセスメント補助 評価項目は血管径とし、最大長径とそれに直交する最大短径を足した平均値とした。998 枚の超音波画像を用いて教師付き機械学習を行い、自動推定を行った。評価には学習に使用しなかった 259 枚の画像を使用した。手動で作成した正しいデータと自動推定したデータの一致度をピアソンの積率相関係数、系統誤差をブランドアルトマン(BA)プロット、研究看護師によって推奨されるカテーテルの大きさとシステムによるものの一致度を accuracy で評価した。

留置後のアセスメント補助 評価項目は皮下浮腫と血栓とし、熟達した看護師によるアセスメントを実施した。263 枚の超音波画像を用いて教師付き機械学習を行い自動推定した。評価には学習に使用しなかった 452 枚の画像を使用した。手動で作成した正しいデータと自動推定したデータの一致度を、accuracy、感度、特異度の観点から判定した。

全ての有意水準($p < 0.05$)とした。本研究は東京大学医学部倫理審査委員会の承認を得て行った。

4. 研究成果

刺入時のアセスメント補助

259 枚の画像を評価した。画像内に血管が検出出来なかった False Negative は 24、正しく検出ができた True Positive は 178 枚であり、血管検出の accuracy は 76.4%であった。検出された 178 枚の画像から看護師との相関を算出すると $r = 0.843$ であった。BA プロットでは系統誤差は確認されなかった。研究看護師によって推奨される PIVC の大きさとシステムによって推奨されるものの accuracy は 70.2%であった。過小評価となった割合は 7.0%、過大評価となったのは 21.9%であった。

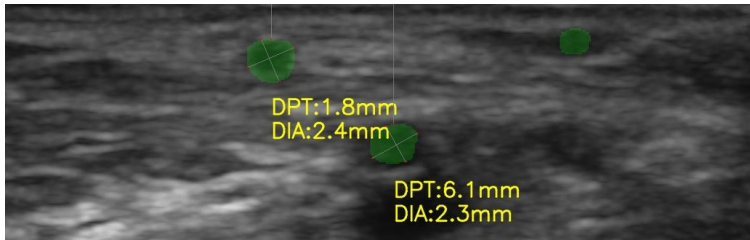


図 1 自動画像処理により超音波画像上に示された血管径

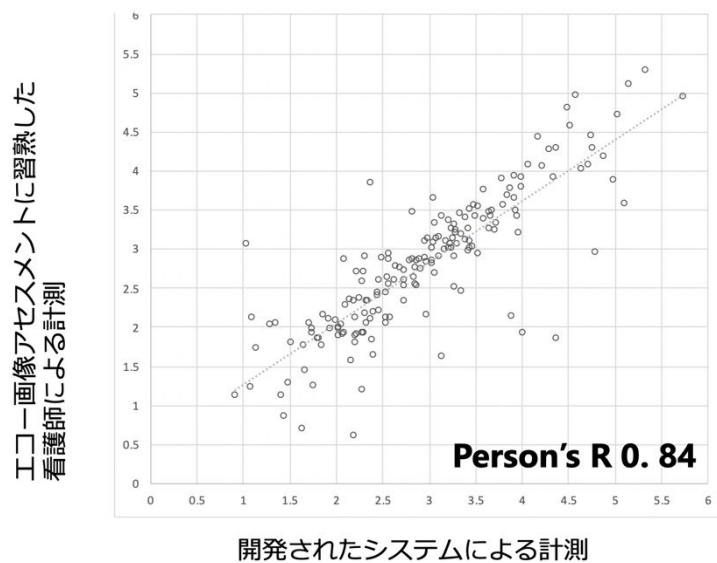
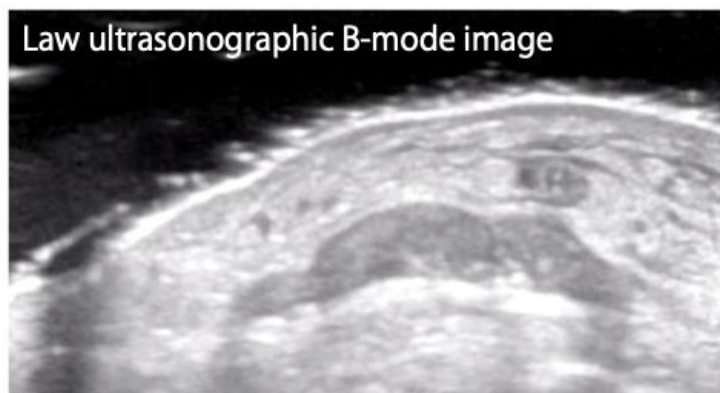


図 2 開発したシステムと看護師による計測の散布図

留置後のアセスメント補助

テストデータ設定では、手動で浮腫を 359 件、血栓を 99 件、452 画像で検出した。自動推定では、浮腫は 360 画像、血栓は 102 画像で検出された。accuracy、感度、特異度は、浮腫がそれぞれ 0.881、0.928、0.697、血栓が 0.723、0.383、0.818 と算出された。



Automatic image processing by machine learning

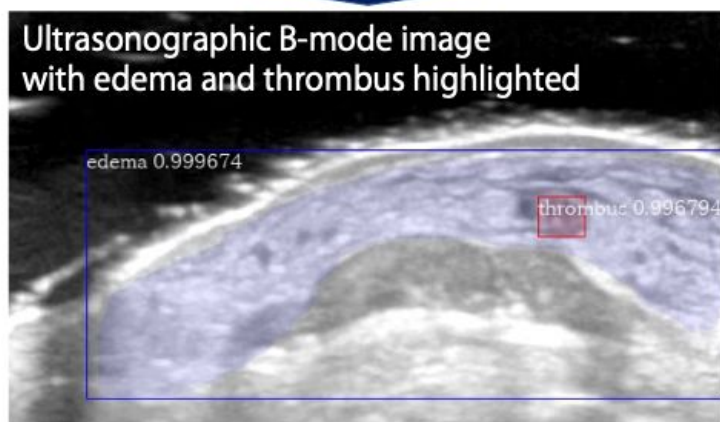


図 3 自動画像処理により超音波画像上に示された浮腫・血栓

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Takahashi Toshiaki, Murayama Ryoko, Abe-Doi Mari, Miyahara-Kaneko Maki, Kanno Chiho, Nakamura Miwa, Mizuno Mariko, Komiyama Chieko, Sanada Hiromi	4. 巻 10
2. 論文標題 Preventing peripheral intravenous catheter failure by reducing mechanical irritation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-56873-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kanno Chiho, Murayama Ryoko, Abe-Doi Mari, Takahashi Toshiaki, Shintani Yui, Nogami Junko, Komiyama Chieko, Sanada Hiromi	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of an algorithm using ultrasonography-assisted peripheral intravenous catheter placement for reducing catheter failure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Drug Discoveries & Therapeutics	6. 最初と最後の頁 27 ~ 34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5582/ddt.2019.01094	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Takahashi Toshiaki, Murayama Ryoko, Yabunaka Koichi, Tanabe Hidenori, Sanada Hiromi	4. 巻 24
2. 論文標題 Using Tablet-Type Ultrasonography to Assess Peripheral Veins for Intravenous Catheterization: A Pilot Study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Association for Vascular Access	6. 最初と最後の頁 25 ~ 30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2309/j.java.2019.002.007	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 -
1. 著者名 Murayama R, Takahashi T, Tanabe H, Yabunaka K, Oe M, Komiyama C, Sanada H	4. 巻 12(3)
2. 論文標題 Exploring the causes of peripheral intravenous catheter failure based on shape of catheters removed from various insertion sites.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Drug Discoveries and Therapeutics	6. 最初と最後の頁 170-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5582/ddt.2018.01024	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8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Takahashi T, Minematsu T, Murayama R, Mori T, Sanada H
2. 発表標題 Catheter tip are possible resource for biological study on catheter failure.
3. 学会等名 AVASSM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Development of an algorithm using ultrasonography-assisted peripheral intravenous catheter placement for reducing catheter failure: uncontrolled Before and after study.
2. 発表標題 Murayama R, Kanno C, Abe M, Takahashi T, Shintani Y, Nogami J, Komiyama C, Sanada H
3. 学会等名 AVASSM2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahashi T, Murayama R, Abe M, Miyahara M, Kanno C, Sanada H
2. 発表標題 Interventional study of care protocols including using ultrasonography to reduce mechanical irritation for the prevention of peripheral intravenous catheter failure.
3. 学会等名 World Congress on Vascular Access WoCoVA 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋聡明、村山陵子、野口博史、阿部(土井)麻里、菅野智穂、森武俊、真田弘美
2. 発表標題 点滴スタンド装着型超音波プローブ支持機による末梢静脈カテーテル穿刺支援
3. 学会等名 看護理工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋聡明、村山陵子、阿部(土井)麻里、宮原(金子)真紀、菅野智穂、小見山智恵子、真田弘美
2. 発表標題 末梢静脈カテーテルトラブル予防の為の機械的刺激低減ケアバンドル介入研究とリスク因子の探索
3. 学会等名 看護科学学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野口博史, 高橋聡明, 村山陵子, 真田弘美, 森武俊
2. 発表標題 横断面の超音波画像群中からの静脈留置中カテーテル位置推定手法についての検討
3. 学会等名 LIFE
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noguchi H, Noyori S, Takahashi T, Sanada H, Mori T
2. 発表標題 Particle filter-based method for estimation of a vein area from cross-sectional ultrasound image sequence of an arm
3. 学会等名 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE EMBC'18, Hawaii, USA, July)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Murayama R, Abe M, Takahashi T, Kanno C, Sanada H.
2. 発表標題 The influence of peripheral intravenous catheterization on the sleep quality of patients
3. 学会等名 World Congress on Vascular Access WoCoVA 2018
4. 発表年 2018年

〔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
---------	---------