

令和元年6月21日現在

機関番号：22401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K11472

研究課題名(和文) 穿刺力に着目した成功率を高める採血技術可視化教育モデルの開発

研究課題名(英文) Development of a blood collection technique visualization education method focused on the puncture force

研究代表者

新村 洋未 (SHINMURA, HIROMI)

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・准教授

研究者番号：70315703

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、成功率の高い採血の教育モデルを考案することを目的に、個人差が大きい静脈血採血の穿刺力を定量的に測定、可視化する方法を開発した。具体的には二軸力測定器と皮膚硬度・血管深度の異なる皮膚モデルを作成し、穿刺力の測定が可能であることを確認した。初心者・熟練者の穿刺力を測定した結果、明らかな差異は見いだせなかったものの、熟練者は皮膚血管の状態に合わせて穿刺動作を意図的にコントロールしていることが明らかになった。感覚的な手技を測定し、可視化できるツールは看護技術教育への活用が期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

採血の穿刺技術に関し、熟練看護師は実践知を無意識のうちに活用していることが予測される。一方、初学者への技術教育では穿刺手技が感覚的に教授されることが多く、技術習得を困難にする要因となっている。本研究により採血の穿刺手技・穿刺力を力学的な視点で測定し、可視化できるようになったことで、熟練者の感覚を初学者に伝えることが可能となる。本研究の成果は、看護基礎教育だけでなく新人看護職員の技術教育でも応用でき、医療の受け手である患者の苦痛軽減を図ることに繋がる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to visualize the puncturing force of blood collecting with large individual differences and to develop a blood collection technique education method.

We created a two-axis force measuring device and skin models with different skin hardness and blood vessel depth, and confirmed that it was possible to measure puncture force. And as a result of measuring the puncture force of the beginner and the expert, no clear difference was found. However, it has become found that the expert intentionally adjusts the puncturing operation in accordance with the condition of the skin and blood vessels. Tools that can visualize sensory skills are considered effective for nursing skills education.

研究分野：基礎看護学

キーワード：看護技術 採血 可視化

1. 研究開始当初の背景

採血は、看護師が行なう医療行為の中でも日常的に行われ、かつ身体侵襲と伴う難易度の高い技術である。明白な成功/失敗といった他の看護技術には見られない特徴がある。検査に必要な血液を安全かつ確実に1回で採取し、対象者に生じる苦痛をできる限り少なくするような手技の獲得が必要である。

採血技術は基礎教育の中で他の演習項目との調整から演習時間数は多くない¹⁾一方で、臨床現場では入職後1年以内には自立してできることを目指す技術項目とされる。新人看護師の習得が困難と感じる技術の上位に採血が挙げられることも多く、そのギャップは問題視されている。

採血の手技は、「駆血」「穿刺部位の特定」「消毒」「穿刺」「血液吸引」「抜針」の段階がある。このうち「穿刺」は、血管内に挿入した感触がわからない、どのくらいの力加減で穿刺したらよいかわからない、など、特に初学者にとっては見えない情報の取得と判断が難しい。一方、初学者の技術教育において、看護技術書では手順の表記にとどまり、教員の経験に基づいて感覚的に教授されることが多い。このように看護技術は経験に基づいて感覚的に継承、教育されることが多く、初学者の技術習得を困難にする要因となっている。

研究代表者らは医療機関で勤務する看護師を対象に行った採血技術に関する調査では、穿刺の角度、穿刺の速度、注射器把持の構えは個人差が大きいことが明らかになった^{2,3)}。基礎教育での原則的な方法の習得の影響よりも、実践経験により技量に違いが生じていると考えられた。

研究代表者らは採血時の穿刺手技を明らかにすることを目的として、「穿刺力」を測定するツールとしてひずみゲージを応用した測定機器を構想し、試作機を作成した⁴⁾。この試作機を用いた予備実験により「穿刺力」の測定が可能であること、穿刺時の角度、速度によって「穿刺力」は変化すること、個人差が大きいことを確認した²⁾。この結果から、「穿刺力」の違いが、“針が血管を捉えられず血管に逃げられ血液採取できない(失敗)”、“針が血管を捉えることができ血液採取できる(成功)”といった結果に影響を与えていると推測された。そこで、採血の成功率が高い看護師の穿刺の実践知すなわち「穿刺力」「穿刺角度」「穿刺速度」「穿刺の深さ」を定量化し、初学者に自身のものと視覚的に比較させる教育モデルを構築することにより、初学者の採血技術の習得が促進されるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

「穿刺力に着目した成功率を高める採血技術可視化教育モデルの開発」の研究目的は、採血の手技のうち、特に個人差が大きいと思われる「穿刺」に着目し、成功率の高い静脈血採血のための教育モデルを開発し、その効果を検証することである。

3. 研究の方法

1) 「穿刺力」測定システムの開発

穿刺力を測定できる測定器を独自に開発する。また穿刺対象として実際の対象者の個別性を表現した皮膚血管モデルを開発する。これらの測定器および皮膚モデルを用いて、「穿刺力」を定量的に明らかにする方法を確立する。

2) 熟練者・初心者の穿刺力の定量的測定

採血手技に関する熟練者と初学者を対象に、「穿刺力」「穿刺角度」「穿刺速度」「穿刺の深さ」の定量的な測定を行い、成功の有無を確認する。さらに注射器把持を分類し、熟練者・初学者の測定結果および成功率の比較の結果から、成功率の高い「穿刺手技」「穿刺力」を検証する。

3) 穿刺手技を可視化した教育モデルの考案

成功率の高い穿刺手技に関する初学者への教育モデルを考案し、教育効果を評価する。

4. 研究成果

1) 「穿刺力」測定システムの開発

(1) 二軸力測定器の作成と評価

採血時の穿刺力を測定するツールとして、ひずみゲージを応用して水平力・垂直力を同時に測定できる二軸力測定器を作成した。

二軸力を測定する意義：

力は方向と大きさを持つベクトルである。採血の穿刺では、注射針は皮膚表面に接触した瞬間から、針先に力がかかり始める。穿刺において力は斜めにかかることから、穿刺力は水平力と垂直力を合成した力と考えることができる。この水平力・垂直力を同時に測定できることにより、穿刺力の測定が可能となる。

二軸力測定器の力測定原理：

弾性体である金属部材にひずみゲージを貼付する。その金属部材に力が加わり変形すると、その変形に比例する歪みが発生する。その際の歪みをひずみゲージで測定する。弾性体にかかる力と歪み量は比例するため、歪みが測定できると比例係数を乗ずることで力が算出できる。この力の測定原理を用い、微細な力の検知が可能な半導体ひずみゲージを貼付した金属部材の配置位置を工夫し、水平力・垂直力を同時に測定できる二軸力測定器を作成した(図1)。

この測定器をセンサーインターフェイス(共和電業、DCS-300B)、パソコンへ接続して水平力・垂直力を測定し、この水平力、垂直力のデータから合力を算出し、穿刺力とすることにした(図2)

この測定器上にゴム板を穿刺対象として配置し、複数の穿刺条件を設定して穿刺力の測定を行った結果、穿刺力の測定が可能であること、穿刺時の角度、速さによって穿刺力が変化することが確認できた。

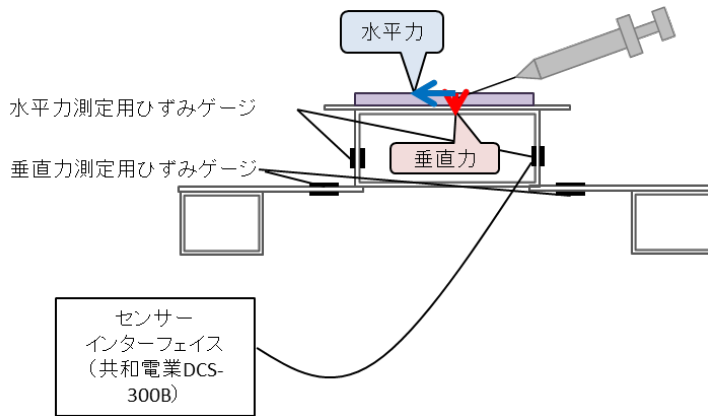
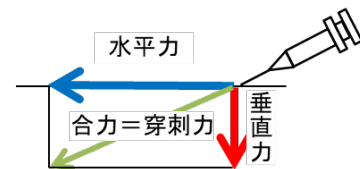


図 1 二軸力測定器の構成



穿刺力
垂直力の二乗、水平力の二乗の和のルートをとった絶対値を「合力=穿刺力」として算出

図 2 水平力・垂直力と合力(穿刺力)

(2) 皮膚・血管モデルの作成と評価

採血は対象に侵襲を与える行為であることから、看護基礎教育では繰り返しの穿刺が可能な市販されている教育用静脈採血モデルを使用することが多い。しかし、この既存のモデルは皮膚表面の触知感覚、穿刺感覚ともに実際の人体とは印象が大きく異なる。また製品ごとに単一の規格で作成されており、実際の対象者の皮膚・血管の状況に合わせた穿刺はできず、実際の採血時の穿刺動作の再現は難しい。そこで、対象の個別性に対応した穿刺動作を再現できるよう、皮膚の硬度、血管の深度の異なる皮膚・血管モデルが必要と考えた。そこで、皮膚部分は特殊エラストマー、血管部分はシリコンチューブを用いた皮膚の硬度(硬・中・柔)、血管の深度(深・浅)の異なる6種類の皮膚・血管モデル(以下、皮膚モデルとする)を作成した(図3)

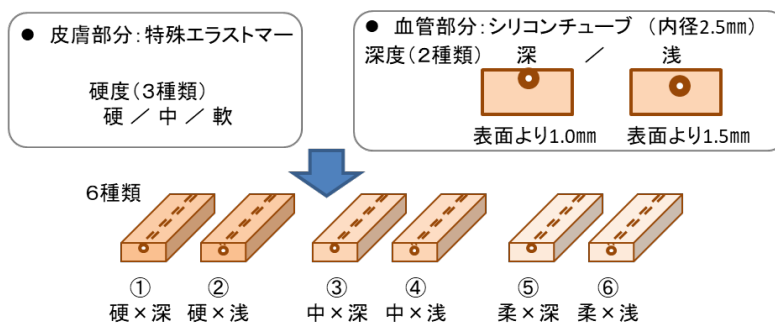


図 3 皮膚・血管モデルの概要

作成した皮膚モデルの妥当性を検証するため、弾性の評価および血管確認と穿刺時の感触に関する主観的評価を行った。

皮膚・血管モデルの弾性の評価

作成したモデルと実際の人体採血部位の弾性の類似性について弾性測定を行い比較した。弾性測定は、(株)イマダのデジタルフォースゲージを用い、圧縮治具が測定対象に2mm変位を与えるまでの荷重を測定した。この測定値と、実際の人体採血部位として40代女性の肘窩内側の測定値を比較した結果、両者は近似であることが確認できた。

皮膚・血管モデルの穿刺感覚の評価

作成した皮膚モデルと人体への穿刺時の感覚の類似性について主観評価を行った。経験年数3年以上の看護師45名に6種類の皮膚モデルを穿刺してもらい、穿刺の感触が実際の採血時の穿刺時の感触を比較して「とても近い」から「全く近くない」までの5段階評価と感想を求めた。その結果、血管確認、穿刺感触ともに実際の人体の皮膚・血管に近いという肯定的な意見が半数以上を占めた。さらに柔らかいモデルに対しては「高齢者の皮膚・血管に近い」、硬いモデルに対しては「若く筋肉質の人の皮膚に近い」という意見があり、具体的な採血対象をイメージできたことが明らかになった。

以上の結果から、作成したいずれの皮膚モデルも弾性、穿刺感覚ともに実際の人体に近く、さらに対象者の多様な皮膚・血管状態を表現したものになっていると判断できた。

2) 熟練者・初心者の穿刺動作の定量的測定

作成した二軸力測定器、皮膚モデルを用いて、熟練者と初心者の静脈血採血の穿刺動作を定量的に測定し、穿刺対象となる皮膚・血管状況による差異について検討した。

対象は、採血に熟練していると自己認識のある経験5年目以上の看護師12名(以下、熟練群) 経験1年未満の看護師8名(以下、初心群)とした。



図4 穿刺動作の測定時の様子

(1) 測定 1 異なる皮膚・血管モデルに対する穿刺動作の測定

被験者に21ゲージRBの注射針を接続した注射器で、測定器上に配置した6種類の皮膚モデルへの穿刺動作を各モデル2回ずつ行ってもらい、水平力・垂直力を測定した。サンプリング周期は1000Hzとした。この穿刺動作を真横方向から撮影した動画と測定した垂直力・水平力データの波形を照合し、針先が皮膚モデルに接触した「穿刺開始時」、針先が血管壁を貫いた「血管挿入時」、針先の動きが制止した「穿刺完了時」の3点を確認した(図5)。また動画から、「穿刺開始時」「穿刺完了時」の静止画を抽出した。

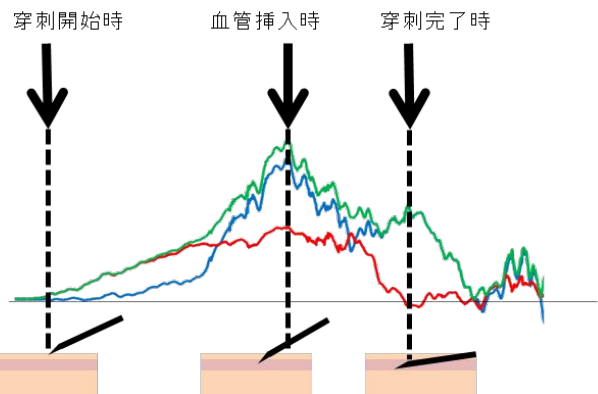


図5 二軸力測定器での測定データとその読み取り例

その後、以下の数値を読み取った。

穿刺力

穿刺開始時の合力(穿刺力)

穿刺の速さ

穿刺開始から血管挿入の到達時間
(血管到達時間)

針角度

穿刺開始時の針角度(開始針角度)

穿刺完了時の針角度(完了角度)

各モデル2回測定したうち2回目のデータを分析対象としてモデル別・被験者群別に中央値を求めた。モデル別の比較はFriedman検定後、多重比較を行った。被験者群別の比較はMann-Whitney U検定を行った。有意水準は5%とした。

結果を図6に示した。皮膚・血管モデル毎の穿刺力は、熟練群48~70gf、初心群50~72gfと両群に違いはなく、両群とも皮膚の硬度が硬いモデルほど高かった。

血管到達時間は、熟練群は1.0~1.4秒で、皮膚の硬度が同じ場合は血管の深度が浅い方が短かったのに対し、初心群は1.4~1.6秒で、皮膚モデルによる違いはなかった。

開始針角度は、熟練群12.5~14°、初心群11~13.5°で、熟練群で大きい傾向があった。両群とも皮膚・血管モデルによる違いはなかった。

完了針角度は、熟練群8~11°、初心群10.5~13°で、熟練群で小さい傾向があった。

(2) 測定 2 異なる皮膚・血管モデルに対する主観評価

6種類の皮膚モデルに対する主観評価として、皮膚の硬さ、血管の太さ、血管の深さ、対象の印象、穿刺困難の程度を5段階SD法で回答を求めた。皮膚モデル別・被験者群別に平均値を求め比較をした。

結果を図7に示した。全評価項目とも熟練群、初心群での違いはなかった。熟練群、初心群ともに皮膚の硬度が柔らかいモデルほど高齢者の皮膚に近いと感じた。

熟練群、初心群の穿刺動作の比較で、穿刺力に違いはないが、穿刺の速さは熟練群で速く、皮膚モデルによって変える傾向があった。また熟練群は血管挿入後針を水平にする動作が明瞭なのに対し、初心群ではみられなかった。皮膚モデルの主観評価の結果から、穿刺判断に先立つ皮膚血管のアセスメントは同様である一方、熟練者は皮膚血管の状態にあわせて穿刺動作を意図的にコントロールしていることが予測できた。

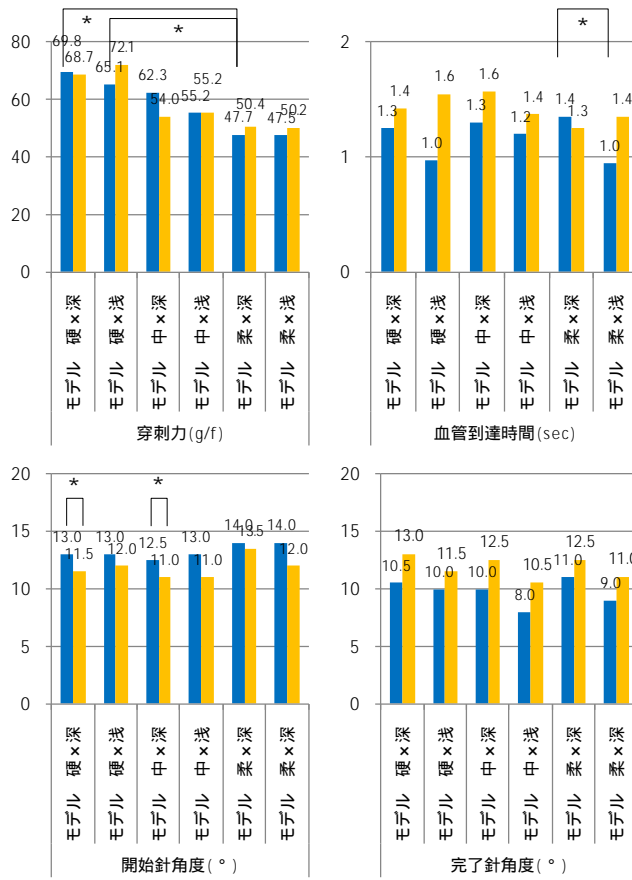


図6 異なる血管皮膚モデルに対する穿孔動作の測定

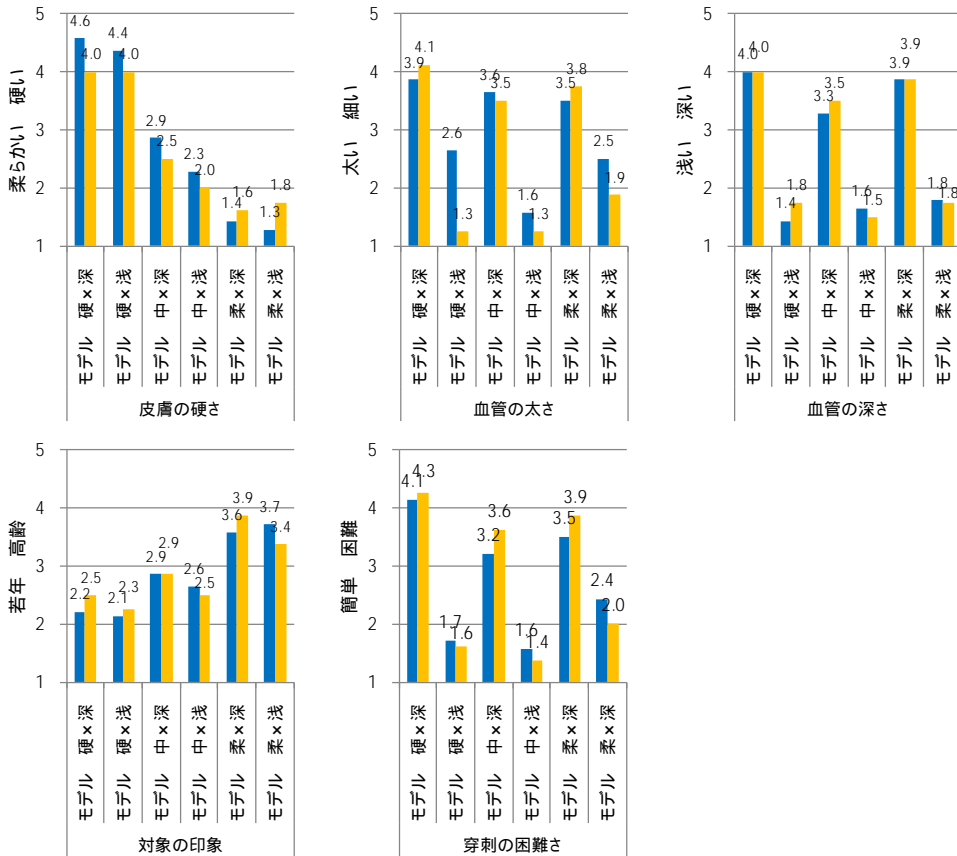


図7 異なる血管皮膚モデルに対する主観評価

3) 穿刺手技を可視化した教育モデルの考案

今回した二軸力測定器および皮膚モデルを用いることで、見えない穿刺力を測定することができた。今後、被験者数を増やすことによって、穿刺力と失敗/成功の関係が明らかになれば、実施者自身が感覚的な穿刺手技を視覚的に確認し手技の修正につなげるといったフィードバック効果のある教育モデルを作ることが可能となると考えられた。

4) まとめと今後の課題

本研究では、成功率の高い採血の教育モデルを考案することを目的に、個人差が大きい静脈血採血の穿刺力を定量的に測定、可視化する方法を開発した。具体的には二軸力測定器および皮膚硬度・血管深度の異なる皮膚モデルを作成し、穿刺力の測定が可能であることを確認した。そして初心者・熟練者の穿刺動作を作成した測定器、皮膚・血管モデルを用いて測定した結果、穿刺力の明らかな差異は見いだせなかったものの、熟練者は皮膚血管の状態に合わせて穿刺動作を意図的にコントロールしていることが明らかになった。感覚的な穿刺手技を測定し、可視化できるツールを開発できた意義は大きい。

今回は、測定データの解釈に想定以上の時間を要し、データ数の確保ができなかったため、当初予定していた穿刺手技を可視化した教育モデルの考案には至らなかった。被験者数を増やし、初心者と熟練者の穿刺動作の差異を明確にしたうえで、実施者自身が感覚的な穿刺手技を視覚的に確認し手技の修正につなげるといったフィードバック効果のある教育モデルを具現化し、活用、評価することが今後の課題である。

<引用文献>

1. 須釜 真由美他．看護系大学における採血の看護技術教育の現状について．日本看護技術学会学術集会講演抄録集 12 回．89．2013
2. 新村洋未他．採血の穿刺・抜針における針先にかかる力の定量的検証．平成 25 年度埼玉県立大学奨励研究報告書．159.2014
3. 新村洋未他．採血技術の習得に関する研究 - 「注射器の把持」の構えの分析 - ．日本看護学教育学会第 20 回学術集会講演集：188．2010
4. 小川鑛一．採血時の注射針の穿刺力と角度測定装置について．看護人間工学研究誌 13:48．2013

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 4 件)

1. 新村 洋未，國澤 尚子．熟練者と初心者の静脈血採血における穿刺動作の比較 皮膚・血管状況による違い．第 36 回日本看護科学学会学術集会．2018.12
2. 新村 洋未，國澤 尚子，小川 鑛一．熟練看護師の採血穿刺動作 皮膚・血管状況による違い．第 25 回看護人間工学部会総会・研究会．2017.11
3. 新村 洋未，國澤 尚子，小川 鑛一．熟練看護師における静脈血採血の穿刺手技．日本人間工学会関東支部第 46 回大会．2016.12
4. 新村 洋未，國澤 尚子．採血の穿刺力を測定するための皮膚モデルの開発と検証．第 14 回日本看護技術学会学術集会．2015.10

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新村洋未

SHINMURA HIROMI

埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科・准教授

研究者番号：70315703

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 研究協力者

國澤尚子

KUNISAWA NAKO

医療生協さいたま地域社会と健康研究所・副所長

小川鑛一

OGAWA KOUICHI

元東京電機大学・教授