

原著：秋田大学保健学専攻紀要29(1)：27－35，2021

看護教員と看護学生の静脈血採血における穿刺針動態の比較分析 －採血練習用腕モデルを用いた検証－

菊 地 由紀子* 佐々木 真紀子* 長谷部 真木子*
工 藤 由紀子* 杉 山 令 子* 水戸部 一 孝**
齋 藤 正 親**

要 旨

〔目的〕静脈血採血における看護教員と看護学生の針先の動きの相違の有無を明らかにする。

〔方法〕看護教員10名と看護学生10名を対象者とした。対象者は採血練習用腕モデルを用いて標準採血法に基づく採血を10回実施し、その間の針先の動きを磁気式モーションキャプチャによる静脈血採血手技計測システムを用いて計測し、静脈穿刺時の針の刺入時間、針の刺入開始角度と固定角度、刺入の深さを比較した。針の角度と深さの軌跡については、5名の研究者で形状を視覚的に検討した。

〔結果〕針の平均刺入時間(標準偏差)は教員が3.0(0.9)sec、学生が5.2(2.0)secであり、学生の刺入時間が有意に長かった。針の刺入開始角度、固定角度および針の刺入の深さは、教員と学生に有意な差はなかった。3名の学生の針先には、針の角度を皮膚と平行な方向へ近づけていくタイミングで短時間に複数回上下に変化する動きがあり、そのうち1名の針先は5mm変化していた。

〔考察〕学生の静脈穿刺の手技には、針の角度を皮膚と平行な方向へ近づけていくタイミングで針先がぎこちなく動くことが推察され、血管壁の損傷や、一旦血管内に入った針で再度血管を突き破ることによる血液の漏出につながる危険性があることが示唆された。

I. はじめに

静脈血採血は静脈血を検体とする臨床検査のために必須の医療行為である。看護師がその役割を担うことも多く、実施頻度が高い看護技術といえる。静脈血採血（以下、採血とする）は被採血者に身体的な侵襲を伴い、痛みを与える以外にも神経損傷や血管迷走神経反射、感染症、皮下血腫・止血困難などの合併症が起る危険性がある¹⁾。そのため、安全・安楽に採血を実施するためには適切な穿刺部位を選択して正確な手技と手順で実施し、同時に被採血者に対しては神経損傷が生じていないかを確認するなど高度な技術を必要とする。わが国においては、かつて採血法についての

標準的な取り決めはなく、採血は個人の経験もしくは個々の医療機関の指針等に基づいて行われてきた。そして平成18年、被採血者および採血者の健康被害を低減させるために日本臨床検査標準協議会による標準採血法ガイドライン²⁾が初めて策定、公表された。これによって標準採血法が臨床で取り入れられるようになり、看護基礎教育においても看護学生に教授する採血技術は標準採血法に準じている³⁾。しかし、学生は患者を対象として採血を実施することはできないため、採血技術を習得するためにはモデル人形などのシミュレータを用いて繰り返し練習することが重要である。看護基礎教育検討会の「看護師教育の技術項目と卒業時の到達度」⁴⁾においても、採血は『モデル人形もし

* 秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻
** 秋田大学大学院工学資源学研究科情報工学専攻

Key Words: 看護技術
 静脈血採血
 モーションキャプチャ
 看護学生
 看護教員

くは学生間で指導の下で実施できる』ことが到達度として示されている。

採血における一連の看護技術の中でも、特に注射針を穿刺して経皮的に血管内に固定する静脈穿刺は被採血者に痛みを生じやすく、針先が確実に血管内に固定されない場合には血液の採取自体が不可能となるため、非常に重要な手技といえる。この手技について標準採血法ガイドライン¹⁾では「刃面を上に向け、針を血管の走行に沿って皮膚に対して30度以下程度の角度で刺入する。(中略)針の先端が血管内に入った後、針の角度を皮膚とほぼ平行にして、さらに2～3 mm 進めると針が十分に血管内に挿入されて安定する。」と説明されている。採血は針の角度をわずかに変化させながら数ミリメートル単位で動かす巧緻動作であり、また穿刺した針先が皮下でどのような動きをしているかを視覚的に確認することができないため、教員が学生の目の前で手本を示して教授しても初学者にとっては習得が難しい現状がある。そこで、実施した採血時の針先の動きを実際に可視化できれば、学生自身の実施内容をより客観的に振り返り、イメージ化しやすくなると考えた。

採血における針先の動きの可視化に関する先行研究としては、Fujii⁵⁾が経験豊富な看護師6名の真空採血法の手技を記録し、2次元の座標系で動作分析し針先の動きを追跡した研究はあるが、他には見当たらない。齋藤ら⁶⁾は、採血時の手技を3次元の座標系で計測できる静脈血採血手技計測システムを独自に構築し、針先の位置を推定できる解析手法を見出した。このシステムを用いて、教員と学生の採血における刺入中の針先の動きを可視化・定量化して詳細に分析することで、学生の静脈穿刺時の針先の動きの特徴を捉え、採血技術の指導に役立てられると考えた。

II. 研究目的

看護教員と看護学生の採血における静脈穿刺時の針先の動きを分析し、相違の有無を明らかにする。

III. 研究方法

1. 静脈血採血手技計測システムの概要

静脈血採血手技計測システムの構成を図1に示す。本システムは手指用磁気式モーションキャプチャ装置⁷⁾⁸⁾をベースとしている。x軸は上腕の長軸方向、y軸は上腕の短軸方向、z軸は上腕の長軸と短軸に直交する軸を示す(図2)。そして、レシーバの位置(x,y,z)および、各軸に対する回転(roll, pitch, yaw)の、合

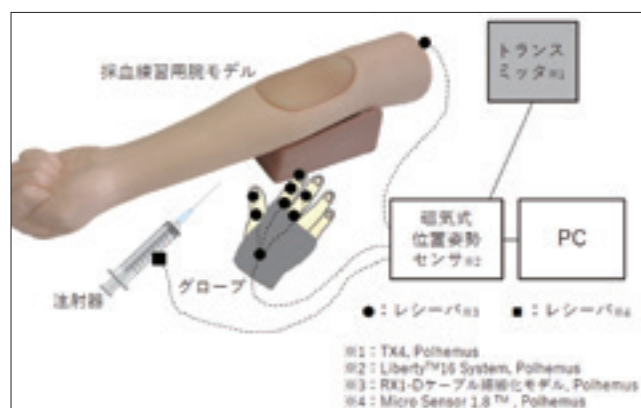


図1 静脈血採血手技計測システムの構成

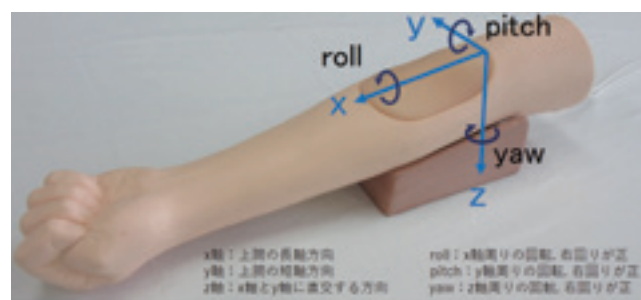


図2 静脈血採血手技計測システムにおける変数の説明

計6つの変数の値を計測することができる。注射針の針先に直接レシーバを取り付けることはできないが、トランスミッタおよび注射器の外筒に取り付けたレシーバと針先との位置関係から針先の位置を推定できる。そして、6つの変数の値は240Hzで計測できるため、グラフにあらわすことで採血の一連の手技における針先の位置の軌跡が得られ、皮下や血管内での針先の動きを把握することができる。針先の位置の推定精度は十分であることが確認されている⁶⁾。pitch値からは針の角度、z値からは針の刺入の深さを推定することができる。

なお、本システムの採血練習用腕モデルはA大学の看護技術教育で使用している腕モデル(京都科学シンジヨーⅡ®の腕モデル)を採用している。腕モデルの肘部分に取り付ける専用注射パッドには血管を模したチューブが4本走行しているが、中央付近を通る2本のチューブはいずれも外径5 mm、内径3 mmであり、皮膚表面から4 mmの位置にある。注射器はテルモシリンジ®10ml、注射針はテルモ注射針23G(ショートベベル)を使用した。

2. 対象者

看護技術教育に携わっている看護教員および静脈血採血の学習を終えているA大学看護学専攻2年生を対象者とした。静脈血採血手技計測システムが右利き用

であることから、対象者の条件として右利きであることとした。また磁気式モーションキャプチャに伴う磁場は数 MHz と微量であり、さらに距離の二乗で減衰する。そのため計測時の磁場はほとんど無視できる量となるが、念のためペースメーカーの装着者は除外することとした。募集にあたっては A 大学の学内掲示板に研究概要と対象者募集の案内を掲示し、応募のあった看護教員10名および看護学生10名の採血手技を計測した。

対象者はすべて女性であった。看護教員の年代は30代から50代で、教員経験年数は1.5年から26年であった。看護学生は採血に関する講義を2時間、演習を3時間履修済みであった。

3. 採血手技計測方法

2016年3月に実施した。採血手技は標準採血法に則り、静脈血採血手技計測システムを用いて計測した。模擬血液の採血量は1回3mlと指示した。計測にあたり以下の手順で行った。

- 1) 採血手技を統一するために、対象者は標準採血法1)の動画を視聴し静脈血採血の一連の行為の流れを把握した。
- 2) モーションキャプチャのためのレシーバ付グローブを対象者の右手に装着し、対象者はその状態での採血に慣れるまで、採血練習用腕モデルと注射器を用いて採血の練習をした。
- 3) 静脈血採血手技計測システムの採血練習用腕モデルに対し、レシーバ付きの注射器を用いて、標準採血法に基づく採血の「静脈穿刺」「血液吸引」「血管から注射針を抜く」までを実施した。

この間の一連の手技をモーションキャプチャにより計測した。なお、穿刺する血管は、腕モデル専用注射パッドの中央付近を通る2本の血管の、どちらか一方を選択することとした。

- 4) 3)を10回繰り返し、採血時の一連の手技を計測した。
- 5) 齋藤ら⁶⁾の解析手法により、計測した採血手技から針先の位置データを得た。

4. 分析対象手技の抽出方法

標準採血法に則って、指示量とした3mlの模擬血液を採取できた手技を分析対象とした。標準採血法の手技に則っていなかった看護教員1名および、3mlの模擬血液を採取できていなかった手技を除外し、看護教員9名の79回分および看護学生10名の64回分の手技を抽出した。

5. 分析方法

本研究では針の刺入時間、刺入の角度、刺入の深さに着目して分析することとした。針先z値がゼロに最も近づく（針先が皮膚表面に最も近い）時間をデータから読み取り、針の刺入開始ポイントとした。刺入開始後に、x値の変化がなくなる（針の進行方向への動きが止まる）時間をデータから読み取り、針の固定ポイントとした。データの読み取りは5名の研究者で行った。刺入開始ポイントから固定ポイントまでの時間を「針の刺入時間」とした。刺入開始ポイントおよび固定ポイントの針先pitch値から「刺入開始角度」および「固定角度」をそれぞれ読み取った。また、固定ポイントの針先z値を読み取り「刺入の深さ」とした。

- 1) 針の刺入時間、刺入の角度、刺入の深さの分析

標準採血法の手技に則って3mlの模擬血液を採取できた回数が最も少なかった対象者の回数に合わせて、各対象者から4回分の手技をランダムに抽出し、「針の刺入時間」「刺入開始角度」「固定角度」「刺入の深さ」それぞれの平均値を算出し各対象者の代表値とした。なお、4回分の手技の抽出においてはMicrosoft Excelを用いて生成した乱数を対応させ、昇順で4つを選択した。各代表値について正規性を確認し、教員と学生の比較にはStudentのt検定を用いた。有意水準は5%とし統計解析ソフトはIBM SPSS Statistics 22.0を用いた。

- 2) 刺入中の針先の軌跡の分析

分析対象手技の針先データから、横軸を時間、縦軸を針先pitch値および針先z値とするグラフを作成し、刺入中の針の「角度」および「深さ」の変化を示す軌跡を描いた。この軌跡の形状を5名の研究者で視覚的に確認し、看護教員と看護学生の針先の動きの違いについて検討した。

6. 倫理的配慮

対象者には、事前に研究の目的・方法とプライバシーの保護について文書と口頭で説明した。研究への参加は自由であること、研究目的以外でのデータの使用や情報の開示をしないこと、データは厳重に扱うことを保証した。看護学生においては、採血技術を含む授業の単位認定を終了した時期に実施することで許諾の有無が成績評価に影響することのないように配慮し、参加を断っても成績評価への不利益を被ることは一切ないことを重ねて説明した。データ収集当日にも、研究の目的・方法とプライバシーの保護について文書と口頭で説明し、研究参加への同意を確認し署名をしても

らった。一度は同意しても、いつでも参加を辞退できる旨を説明した。

看護学生においては採血の技術演習を終えている段階ではあるが、手技が未熟であるため、万が一注射針による怪我が発生した場合には、看護教員が適切に止血や対処できるよう準備した。

研究者が所属する大学の倫理委員会の承認を得て実施した（平成28年1月26日 医総第2099号）。

IV. 結 果

1. 針の刺入時間、針の角度、刺入の深さ

教員および学生の採血における、静脈穿刺時の針の刺入時間、針の角度、刺入の深さの結果を表1に示す。

針の刺入時間は教員が平均3.0（標準偏差0.9）sec、学生が5.2（2.0）secであり、学生の刺入時間が有意に長かった（ $p < 0.05$ ）。針の刺入開始角度は教員が20.8（2.7）deg、学生が19.5（3.0）deg、針の固定角度は教員が19.1（2.1）deg、学生が16.3（3.6）degであり、教員と学生に有意な差はなかった。針の刺入の深さは教員が7.0（1.2）mm、学生が5.6（2.0）mmで

あり、教員と学生に有意な差はなかった。

2. 刺入中の針先の軌跡

静脈穿刺時の針の「角度」および「深さ」の軌跡について、グラフの説明を図3に示す。各対象者の複数回の手技において針の「角度」および「深さ」の軌跡の形状は類似していた。図4、5は各対象者の軌跡から各1例を示したものである。

看護教員の軌跡（図4）では、刺入中（網掛け部分）の針の角度の変化（グラフ水色）に着目すると、ほとんどの例で刺入後角度が大きくなるように変化（皮膚と垂直な方向へ近づく変化）し、その後徐々に角度が小さくなるように変化（皮膚と平行な方向へ近づく変化）して一定になっていた。刺入中の針の深さの変化（グラフ黒色）に着目すると、すべてが刺入中緩やかに深く変化していたが、教員1、3、4、5のように途中で2～3mm程度浅く変化するものが確認された。

看護学生の軌跡（図5）では、刺入中（網掛け部分）の針の角度の変化（グラフ水色）に着目すると、学生1、4、5、6、8のように刺入後角度が大きくなる

表1 採血における静脈穿刺時の針の刺入時間、針の角度、刺入の深さ

項目	看護教員（9名）		看護学生（10名）		p 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
針の刺入時間（sec）	3.0	0.9	5.2	2.0	0.009
刺入開始角度（deg）	20.8	2.7	19.5	3.0	0.345
固定角度（deg）	19.1	2.1	16.3	3.6	0.054
刺入の深さ（mm）	7.0	1.2	5.6	2.0	0.080

Student t 検定

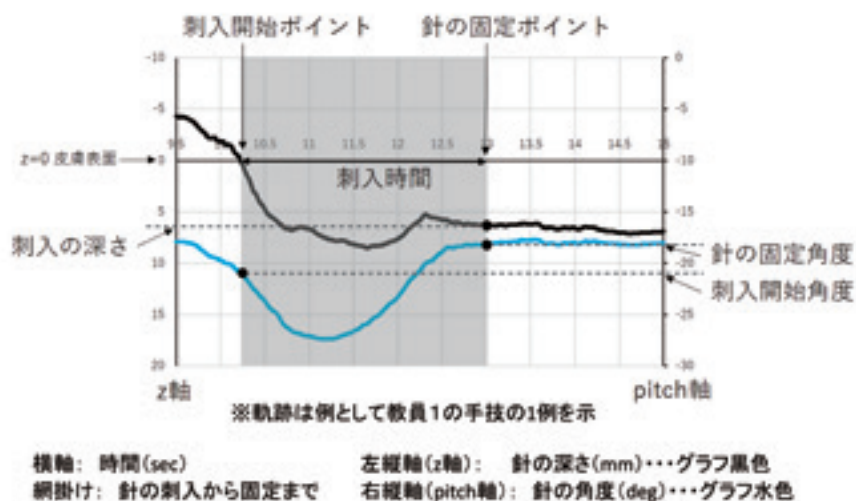


図3 静脈穿刺時の針の「角度」および「深さ」の軌跡についての説明

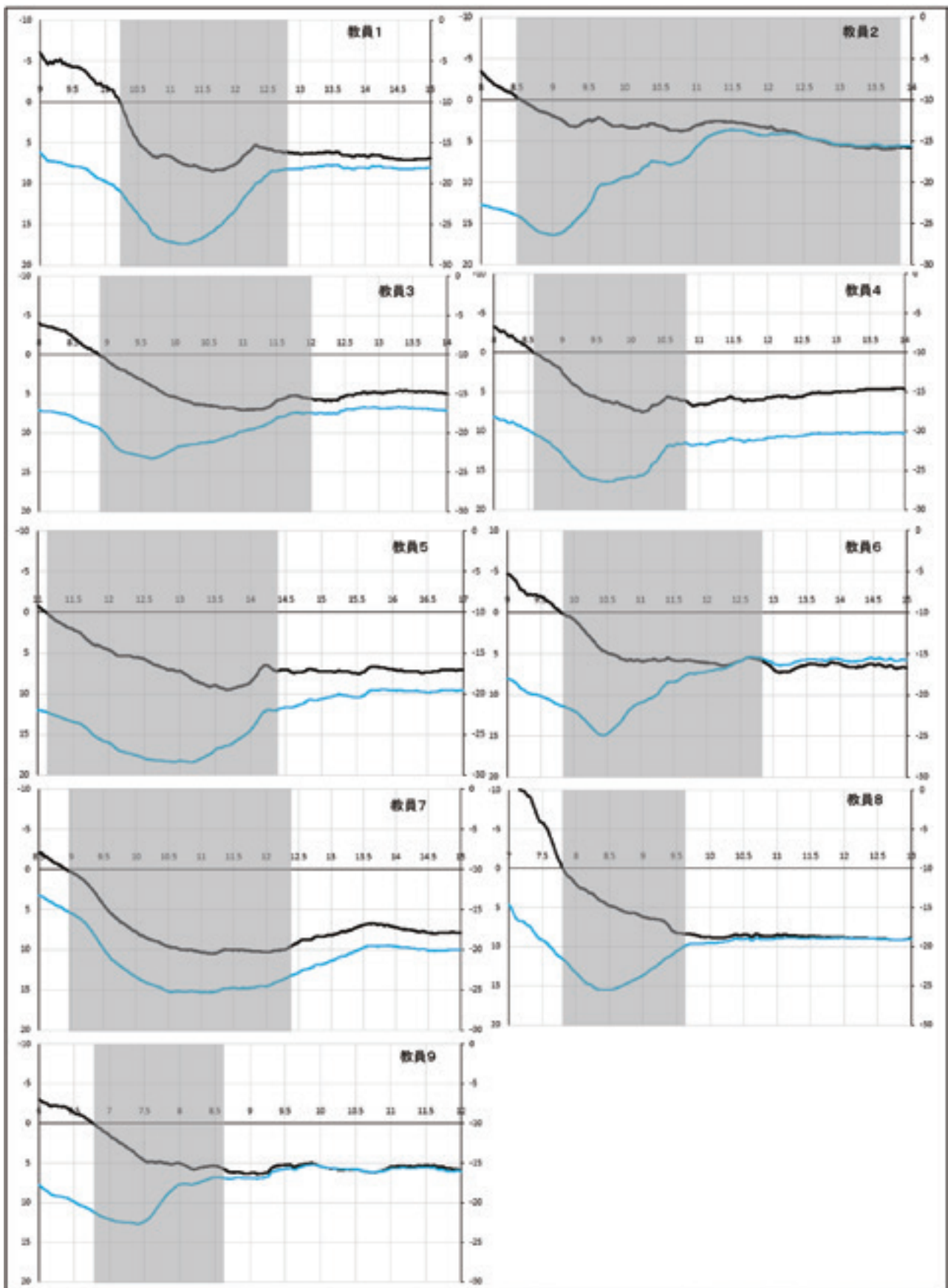


図4 看護教員における静脈穿刺時の針の「角度」および「深さ」の軌跡

横軸：時間 (sec) 網掛け：針の刺入から固定まで

左縦軸：針の深さ (mm) … グラフ黒色 右縦軸：針の角度 (deg) … グラフ水色

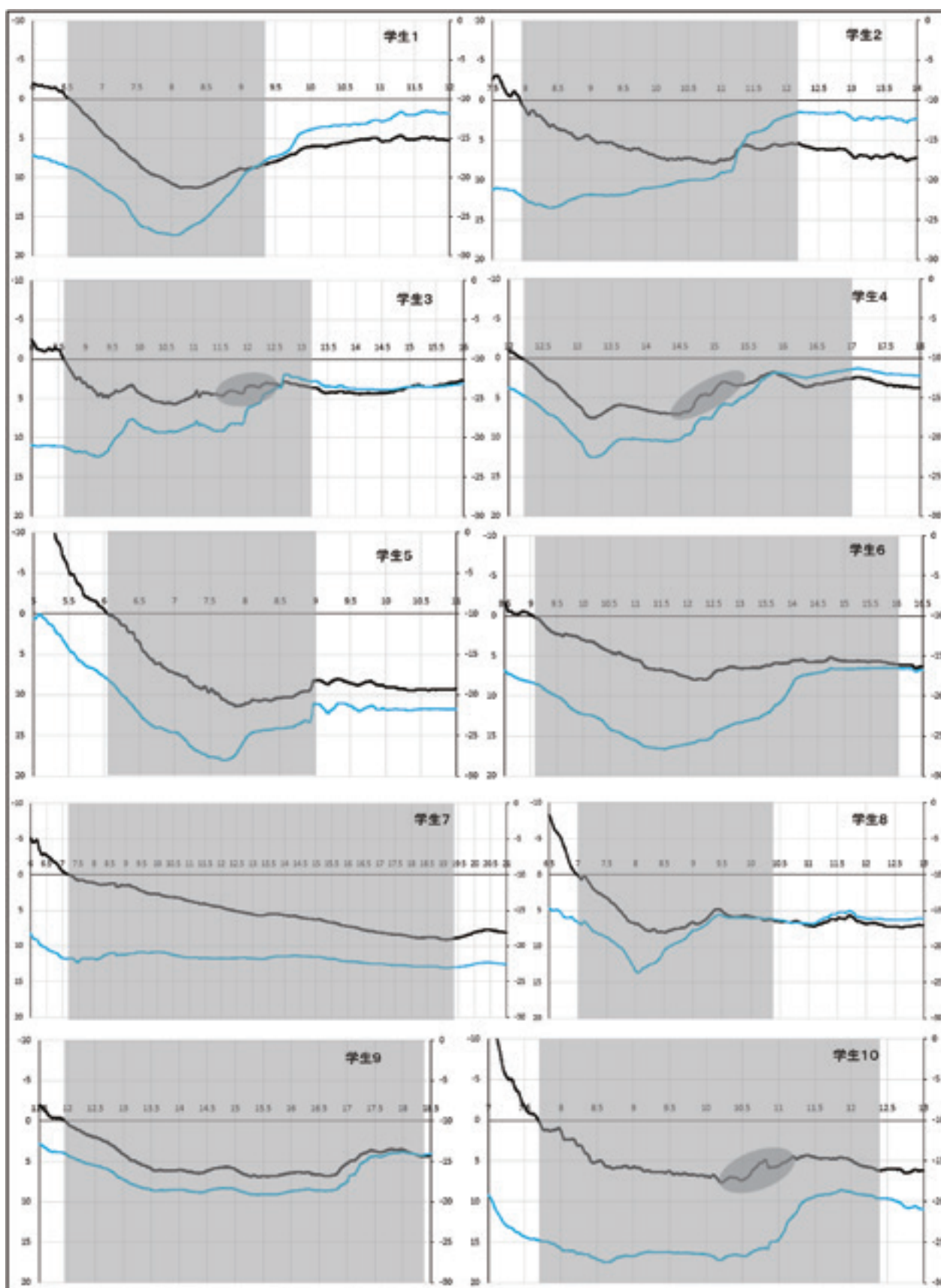


図5 看護学生における静脈穿刺時の針の「角度」および「深さ」の軌跡

横軸：時間 (sec) 網掛け：針の刺入から固定まで

左縦軸：針の深さ (mm) … グラフ黒色 右縦軸：針の角度 (deg) … グラフ水色

●：短時間に複数回上下に変化 (深さ)

ように変化し、その後徐々に角度が小さくなるように変化して一定になるものがあった。学生2, 9, 10は刺入後3～5秒後に角度を小さく変化させており、学生7は刺入中の角度がほぼ一定であった。学生3のように刺入直後から角度が小さくなるように変化し、一定の角度になった後に再度角度が小さくなるように変化していくものもあった。刺入中の針の深さの変化(グラフ黒色)に着目すると、ほとんどが刺入中緩やかに深く変化していたが、学生1, 2, 8, 9, 10のように途中で2～3mm程度浅く変化するものもあり、学生4においては5mm程度浅く変化していた。学生3, 4, 10のように短時間に複数回上下に変化する動きも確認された。

V. 考 察

今回、静脈血採血手技計測システムを用いて看護教員と看護学生の採血における静脈穿刺時の針先の動きを可視化・定量化した。結果をもとに、看護学生の静脈穿刺時の針先の動きの特徴および必要な指導内容について考察する。

1. 看護学生の採血における静脈穿刺時の針の角度、刺入の深さについて

看護教員と看護学生の静脈穿刺の手技において、針の刺入開始角度、固定時の角度、刺入の深さに有意な差はなかった。また、針の刺入角度については標準採血法ガイドライン¹⁾で推奨されている「皮膚に対して30度以下」の範囲内であり、教員、学生ともに適切な角度で刺入できていたことがわかった。

刺入の深さは教員で7.0 (1.2) mm, 学生で5.6 (2.0) mmであった。今回、静脈穿刺に使用した注射パッドにおいて、血管を模したチューブは、外径5mm, 内径3mmであり、皮膚表面から4mmの位置にあったため、皮膚表面から5～8mmの深さに針先があれば、それは血管内にあることを意味する。模擬血液を3ml採取できた手技を分析対象としているため、針先が血管内にあったことは明確であるが、学生は教員に比べて血管内の浅い位置に固定する傾向が示唆された。

2. 看護学生の採血における静脈穿刺時の針先の動きの特徴

刺入開始から固定までの針先の動きについては、教員と学生で異なることを針の角度と深さの軌跡の形状から視覚的に確認した。教員および学生の針の角度からは、刺入中に皮膚と平行な方向に近づける変化が確

認され、これは血管内で針を安定させるために標準採血法ガイドライン¹⁾で推奨されている「針の先端が血管内に入った後、針の角度を皮膚とほぼ平行にしてさらに2～3mm進める」動きを示すと考えられた。また刺入時間の比較では、学生は針の刺入から固定までに平均で教員の約1.7倍の時間がかかっていた。血管への刺入感覚は看護学生が困難と感じる採血技術の要素である⁹⁾と報告されているように、本研究においても学生は針先が血管内へ到達したことを感じとる困難さから、時間を要していたことが推察された。そして、針の角度と深さの軌跡は学生によって様々であったが、3名の学生の軌跡は針の角度を皮膚と平行な方向へ近づけていくタイミングで短時間に複数回の上下の揺れがあり、針先の動きがぎこちなくなっていると考えられた。また、このタイミングで針の深さが5mm変化するものもあった。原ら¹⁰⁾は、採血を受ける際に失敗されたことのない群の皮静脈は、皮膚表面から2.1mm未満であり駆血による血管断面積が10.2mm²以上の割合が高かったことが報告している。このような失敗されにくい血管であったとしても、針先が血管内で5mm動くことは、血管壁の損傷や一旦血管内に入った針で再度血管を突き破ることによる、血液の漏出や皮下血腫を招く危険がある。このように、学生の採血における静脈穿刺の手技は、たとえ指示量の血液が採取できた手技であっても血管内での針先の危険な動きがあり、特に針の角度を皮膚と平行に近づけていくタイミングでの技術の向上が必要と示唆された。

3. 看護基礎教育における静脈穿刺技術の指導内容

採血における静脈穿刺の手技は、実際にその位置の確認が難しい細い血管へのアプローチであるため、経験を重ねることでコツをつかみ習熟していく看護技術と考えられている。今回、静脈血採血手技計測システムを用いたことにより、学生の静脈穿刺時の針先の動きを可視化して確認することができた。学生の針の角度と深さの軌跡の様相は様々であったが、特に針の角度を皮膚と平行な方向へ近づけていくタイミングでぎこちなく動くという、学生に起こりやすい特徴を捉えることができた。手指の動きと連動した体内での針先の動きを安定してコントロールできるような指導方法を検討するとともに、学生自らがイメージ化しやすい教材の開発が必要と考える。

4. 研究の限界と今後の課題

本研究では、採血時の手技を計測するために専用グローブを装着した状態で採血する必要があった。専用グローブを装着した状態での採血に慣れてもらう時間

を事前に設けたが、手技に影響を与えた可能性は否めない。また、被験者数が少なかったことから、分析結果を一般化することには限界がある。今回、針の固定ポイントはx値の変化量から5名の研究者で検討して判断したが、針の速度や加速度データに基づいた妥当な基準を設けることができれば、より精度の高い分析につながった可能性がある。

本研究では、採血における「静脈穿刺」の手技に焦点を当てた。しかし、採血においては、その後の「血液吸引」「血管から注射針を抜く」場面でも慎重な手指の巧緻動作を必要とする。また、今回は注射針の角度と深さの分析を中心に行ったが、注射針の左右の動きなども安全な手技に影響を与える要因と考える。看護学生が安全で苦痛の少ない正確な採血手技を獲得するための教授方法を更に検討していきたい。

VI. 結 論

静脈血採血手技計測システムを用いて看護教員と看護学生の静脈穿刺時の針先の動きを可視化、定量化した。その結果、以下のことが明らかになった。

1. 針の刺入から固定までの時間は教員に比べ学生で有意に長かった。針の刺入開始角度、固定時の角度、および針の刺入の深さは、教員と学生で差はなかった。
2. 学生の針の角度と深さの軌跡の様相は様々であったが、特に針の角度を皮膚と平行な方向へ近づけていくタイミングでぎこちなく動いていた。

採血時の手指の動きと連動した体内での針先の動きを、安定してコントロールできるような指導方法を検討するとともに、学生自らがイメージ化しやすい教材の開発が必要と考える。

謝 辞

本研究にご協力いただいたA大学看護教員および看護学生の皆様に心より感謝申し上げます。本研究は2016～2018年度 公益財団法人高橋産業経済研究財団の助成を受けて行った。

文 献

- 1) 日本臨床検査標準協議会：標準採血法ガイドライン (GP4-A2). 渡邊卓編, JCCLS 特定非営利活動法人日本臨床検査標準協議会, 東京, 2011
- 2) 日本臨床検査標準協議会：標準採血法ガイドライン (GP4-A1). 渡邊卓編, JCCLS 特定非営利活動法人日本臨床検査標準協議会, 東京, 2006
- 3) 小林優子：症状・生体機能管理技術（検体検査）. 系統看護学講座 専門分野 I 基礎看護学 [3] 基礎看護技術II. 任和子・他編, 医学書院, 東京, 2021, pp407-421
- 4) 第9回看護基礎教育検討会：「看護師教育の技術項目と卒業時の到達度」令和元年9月12日, 厚生労働省（オンライン）. 入手先 <<https://www.mhlw.go.jp/content/10805000/000549122.pdf>>（参照2020-8-20）
- 5) Fujii C: Clarification of the characteristics of needle-tip movement during vacuum venipuncture to improve safety. Vascular Health and Risk Management 9: 381-90, 2013
- 6) 齋藤正親, 菊地由紀子・他：磁気式モーションキャプチャを用いた静脈血採血手技計測システムの構築. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌23 (1) : 27 - 33, 2018
- 7) Mitobe K, Kaiga T et al.: Development of a Motion Capture System for a Hand Using a Magnetic Three Dimensional Position Sensor. ACM SIGGRAPH 2006: Article No.102, 2006
- 8) Mitobe K, Kaiga T et al.: Development of a High precision hand motion capture system and an auto calibration method for a hand skeleton model. ACM SIGGRAPH 2007: Article No.159, 2007
- 9) 山崎智代, 平田礼子・他：学生間での採血技術演習における看護師役割体験の学習内容 学内演習後の質問紙調査の内容分析から. 医療保健学研究1 : 183-191, 2010
- 10) 原明子, 川北敬美・他：女子大学生における被採血時の失敗経験の有無と血管の深さおよび血管断面積との関係. 日本看護技術学会誌18 : 133-138, 2019

Analysis of needle-tip movement during venipuncture in blood sampling performed by nursing teachers and nursing students -Verification using an arm model-

Yukiko KIKUCHI* Makiko SASAKI* Makiko HASEBE*
Yukiko KUDO* Reiko SUGIYAMA* Kazutaka MITOBE**
Masachika SAITO**

* Akita University Graduate School of Health Science

* * Akita University Graduate School of Engineering Science

[Objective] This study aimed to clarify the difference in needle-tip movement between nursing teachers and nursing students during venous blood sampling.

[Method] The subjects included 9 nursing teachers and 10 nursing students. They collected blood based on the standard blood collection method, using an arm model for blood collection. Needle-tip movement data was collected using magnetic motion capture, a measurement system for venous blood sampling technique. The needle insertion time, insertion start angle, fixation angle, and insertion depth were compared. In addition, five researchers visually examined the shape of the needle angle and depth trajectory.

[Results] Needle insertion time (mean [standard deviation]) was 3.0 (0.9) seconds for teachers and 5.2 (2.0) seconds for students. The piercing time for students was significantly longer than that for teachers. No significant differences were seen between teachers and students in insertion start angle, fixation angle, and insertion depth. In three students, there was an up and down movement as the angle of the needle was brought closer to the direction parallel to the skin. In one of these, the vertical change of the needle tip was 5 mm.

[Discussion] In the venipuncture technique performed by students, it was characterized by awkwardly needle-tip movement when the needle angle was brought closer to the direction parallel to the skin. This presents a risk of damage to the vessel wall, which may result in blood leakage.