

[原著]

皮膚マーキング法の考案と評価 ～穿刺不良減少に向けた試み～

京都府赤十字血液センター

山本純子, 平部利香, 浜崎裕美子, 杉本 恵, 清水和枝, 上奥雅彦, 伊藤俊之, 辻 肇

Skin-marking method: a simple technique to decrease failed venipuncture in blood collection

Kyoto Red Cross Blood Center

Junko Yamamoto, Rika Hirabe, Yumiko Hamasaki, Megumi Sugimoto,
Kazue Shimizu, Masahiko Ueoku, Toshiyuki Ito and Hajime Tsuji

抄 錄

細血管や怒張不足血管における採血では、消毒した指先で血管を触知して走行を確認するが、穿刺部の汚染リスクがあり、望ましいことではない。そこで、血管走行を示すマークを穿刺部位の上下2点に付け、それを指標に穿刺する方法(皮膚マーキング法)を考案し、その効果を評価したので報告する。まず本法に適したマーカーペンを選定し、次いで本法の具体的手順を慎重に検討して実施した。評価には、本法開始前後の各3カ月間で指先消毒実施率と穿刺不良発生率を指標とした。本法開始後には指先消毒、穿刺不良とも有意に減少した。穿刺不良の発生は、採血担当者の経験年数によらず減少していた。これらの効果は、皮膚マーキングにより穿刺部位および刺入方向が明確となり、また穿刺前に血管の深さをより慎重に確認する習慣が身についたためと思われた。皮膚マーキング法は、穿刺不良減少に有効な穿刺補助手技と考えられた。

Key words: venipuncture, failed puncture, finger disinfection, marking pen

「はじめに」

採血に17G針を使用する献血現場では、細血管や怒張不足の血管の場合に採血を謝絶せざるを得ないことがある。しかし、献血者の善意に応えるためには、そのような血管においても、できる限り採血したいというのが採血担当者と共に通ずる気持である。細血管や怒張不足の血管では、採血担当者は指先消毒の上、血管触知によって血管を慎重に確認して採血することが多いが、それでも

皮下出血・途中終了・穿刺後不採血などの穿刺不良が発生しやすい。また、この方法による場合、穿刺部位と同様の手順で指先を消毒してから触知するが¹⁾、消毒後でも穿刺部位に触れることは望ましいものではないため、穿刺の確実性と汚染リスクの低減化とを考慮せねばならない採血担当者を悩ませている。

近年、血管を触知せずに血管穿刺を補助する手段として、皮下の静脈を選択的に可視化する

VeinViewer (Christie Medical, USA)²⁾ や AccuVein (AccuVein Inc., USA)³⁾などの機器が開発されている。これらは体外から近赤外線を照射し、静脈血と組織間での光吸収率の差を計算画像として皮膚に投影するものである⁴⁾。しかし、怒張不足の深い血管は不鮮明になりがちであり、血管の深さや緊張度を確認するには実際の触知が必要となる。また、本機器の併用による穿刺と触知による穿刺では差を認めないという報告も多い^{5)~7)}。このため、価格や設置スペースの問題を別にしても、本機器の併用は献血現場では必ずしも最適の方法とは言いがたい。

今回著者らは、穿刺を補助する簡便な方法として、血管の走行を示す印をつけておき、それを指標にして穿刺する方法(以下、皮膚マーキング法)を考案した。さらに、その効果を京都センターF出張所において評価したので報告する。

「方 法」

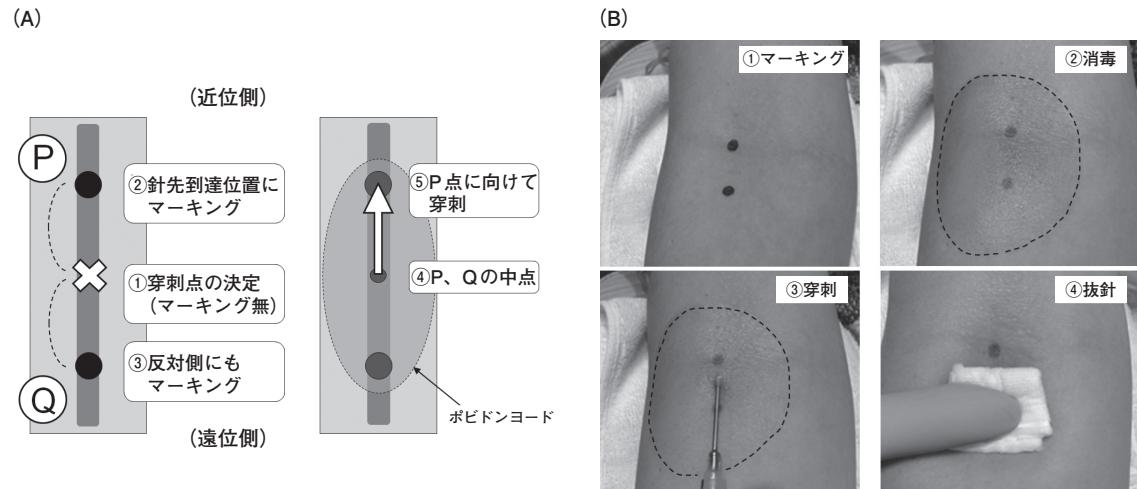
本研究では、皮膚マーキングする方法を考案し、マーク後の消毒操作に耐え得る最適なペンの検討

と、マーキングによる効果の統計学的評価を行った。

1. 皮膚マーキング法の実際

図1Aに、皮膚マーキング法を模式的に示した。まず駆血帯を巻き、視認しにくい血管を指先で慎重に触知して穿刺部位を決定する。次に針先到達点(P点)にマークし、穿刺点を挟んで対称なる反対側のQ点にもマークすると、この2点を結ぶ直線が穿刺方向を示すことになる。P点とQ点の距離は約3cmとし、穿刺点から十分に離れ穿刺部位がマーカーインクで汚染されることがないようとした。エタノール綿花による前消毒とポビドンヨードエタノール消毒を行うとインクは若干薄くなるが、2点のマークは十分に視認できるので、それらの中点からP点に向けて穿刺すると、指先消毒による血管触知をすることなく血管内への刺入が可能である。この際、消毒前の触知により、血管の深さをしっかりと把握しておくことが重要である。

図1Bには、駆血しても怒張しなかった血管を



- (A) マーキングする際の模式図。①血管を指先で十分に触知して穿刺部位を決定したら、②針先到達点(P点)にマークし、③穿刺点を挟んで対称になる反対側のQ点にもマークする。P点とQ点を結ぶ直線が穿刺方向を表す。
 (B) 実際の穿刺例。エタノール綿花による前消毒とポビドンヨードエタノール消毒を行うと(破線で囲んだ部分)、少しインクは薄くなるが、2点のマークは十分に視認できるので、それらを指標に穿刺する。

図1 皮膚マーキング法を用いた穿刺

皮膚マーキング法で穿刺した実例を示した。

2. 皮膚マーキング実施手順

皮膚マーキング法での採血も採血SOP「採血管理」¹⁾にしたがって行うが、本法では資材点検に先立って血管を選定し、穿刺部位を仮決定しておく必要がある。これは細血管や怒張不足の献血者についても同様であるが、とりわけ本法では献血者への丁寧な事前説明が求められるため、本法を用いて採血するプロトコルは表1のようになる。

次に、献血者にマーキングの必要性や具体的な方法、マーキング痕が数日間残存することについて説明し、同意を得る。同意が得られれば、駆血して血管を触知し、マーキングを実施する。資材点検に先立ってマーキングを行うのは、インクの乾燥時間を十分に確保し、前消毒による退色を少なくするためである。

マーキング以降は、通常の手順どおり資材の点検を行い、普段の要領で駆血してマーキング位置と穿刺部位を再確認し、血管を慎重に触知して深さをしっかりとイメージする。次いで、採血担当者の手指消毒を経て前消毒へ進む。

3. マーキングペンの検討

本法で用いるマーキングペンについては、ポビドンヨードエタノール消毒後にも皮膚マーキングが残存することが必要である。そこでインクの性質に注目し、市販ボールペン(①水性/染料系②水性/顔料系③油性/染料系)、市販マーカーペン(④水性/染料系⑤水性/顔料系⑥油性/染料系⑦油性/顔料系)、医療用皮膚ペン(⑧水溶性/ピオクタニン)の8種類を比較した。

速乾性、前消毒後の退色度合、抜針後の残存度合を比較すると、⑦油性・顔料系のマーカーペン以外は前消毒でマーキング痕の著しい退色や消失が起こった。⑦油性・顔料系の「パワフルネーム0.9mm」(PNA-125、三菱鉛筆、東京)は、乾燥時間は45秒とやや長めではあるが、前消毒後にマーキング痕を最も濃く確認できたので本研究において用いることとした。マーキング痕は3~4日

表1 皮膚マーキング実施のタイミング

13. 採血前確認等

13.1 「献血申込書(検診録)」の確認

・血管の選定・穿刺部位の仮決定

・マーキングに関する説明と同意

(*) 血管がわから難いので「印」を付けてよろしいですか？
数日間、印が薄く残るかもしれませんよろしいですか？

・マーキングの実施

13.4 資材の点検

・採血開始・検体採取入力処理

14. 穿刺部位の決定・皮膚消毒

14.1 血管の選定・穿刺部位の決定

・マーキング位置と穿刺部位の最終確認

・血管触知し、深さをしっかりとイメージする

14.4 採血担当者の手指消毒

14.5 前消毒の実施

14.6 ポビドンヨードエタノール液による消毒

SOP「採血管理」(版数3)の項目番号13、14(全血献血)の箇所を示す。成分献血では21、23に相当する。下線部が、皮膚マーキングのための附加的操作を示す。献血者に説明して同意をいただくときは、(*)のように行った。

後においても、薄く残った。

市販マーカーペンを穿刺補助に用いる妥当性に関しては、事前に近畿ブロック血液センター製剤部に照会したが、(i)油性ペン(アルコール系溶剤)であること、(ii)マーキング後に消毒すること、(iii)マーキングが穿刺部位から約1.5cm離れていることの理由で、原料血としてまったく影響がないとの回答を得た。

4. 皮膚マーキング法の効果

皮膚マーキング法の評価には、指先消毒実施率と穿刺不良発生率を指標とした。本研究では、穿刺不良とは皮下出血、途中終了、穿刺後不採血を指すこととした。また皮膚マーキング法を採用する前の採血手技は、①通常採血 ②指先消毒による血管触知の2種類のみであるが、採用後の採血手技は①通常採血 ②指先消毒による血管触知 ③皮膚マーキング ④皮膚マーキングと指先消毒の併用の4種類に分類した。「皮膚マーキングと

指先消毒の併用」とは最初から併用を前提に穿刺したわけではなく、「皮膚マーキングでの穿刺を試みたが穿刺時に不安となり、指先消毒も行って血管触知した場合」や「ドナーの腕の角度が変わったためマーキング位置も動き、指先消毒せざるを得なかった場合」である。

本研究を企画した時点においては、指先消毒による血管触知を行っても記録する手順となっておらず⁸⁾、どのような採血手技によるものか不明であった。そこで皮膚マーキング法を開始する前後の各3カ月間を、それぞれコントロール期間(平成24年12月～25年2月)およびマーキング期間(平成25年3月～5月)とし、まずコントロール期間において採血数、採血手技の区分、穿刺不良の発生数を記録した。このようにコントロール期間を設けて比較検討したことは、データの信頼性を上げるだけでなく、拙速を避けて手順を確立する上でも有効であった。

統計学的検討は χ^2 二乗検定を用いて行い、危険率<0.05を以て有意とした。

「結 果」

1. 研究実施施設の概要

本研究は、京都センターF出張所にて実施した。F出張所は、採血ベッド10床、年間採血数14,997人(平成24年度)、採血担当者9人の比較的小規模な献血ルームである。研究期間中における採血担当者の血液センター勤務年数の分布は、1～2年 1名、3～5年 2名、6～9年 3名、10年以上 3名であった。

2. 穿刺不良発生率

穿刺不良発生率は、コントロール期間中0.66%(25例/3,789採血)、マーキング期間中0.31%(12例/3,890採血)であり、皮膚マーキング法開始後にほぼ半減した(図2A)。両群間には統計学的な有意差が認められ($\chi^2=4.94$, $p<0.05$)、本法により穿刺不良の発生が大きく抑制されたことが示された。この傾向は、採血担当者別に見ても(図2B)、経験年数別に見ても(図2C)共通して認められた。

献血種類の内訳(全血採血/成分採血)はコント

ロール期間中が1,881/1,908、マーキング期間中が1,844/2,046で、マーキング期間中の成分採血が若干増加していた。穿刺不良発生数(全血採血/成分採血)はコントロール期間中が9/16、マーキング期間中が3/9で、一見すると全血採血における減少が大きいが、統計的には有意な差ではなかった。

3. 採血手技の推移

皮膚マーキング法開始の前後における採血手技の推移を、それぞれの手技における穿刺不良発生率と共に表2にまとめた。コントロール期間中は全採血の13.8%(523例)で指先消毒による血管触知を行っていたが、皮膚マーキング法の開始とともに指先消毒による血管触知は2.24%(87例)へと激減した。皮膚マーキングを併用した場合を合わせても指先消毒による血管触知を行ったのは全採血の3.37%(131例)に留まり、望ましくないと考えられる指先消毒による血管触知を大きく抑制できた。皮膚マーキング単独で採血したのは2.52%(98例)で、指先消毒を併用した採血と合わせると3.65%(142例)であった。

マーキング期間において指先消毒による採血の一部が皮膚マーキングを用いた採血に移行したことは当然であるが、興味深いことに、指先消毒や皮膚マーキングを用いない通常採血の実施率も、86.2%から94.1%に有意に($\chi^2=136.1$, $p<0.001$)増加していた。

通常採血を除いた採血手技別の穿刺不良発生率をマーキング期間において比較すると、皮膚マーキング単独において最も低く、次いで指先消毒+皮膚マーキング、指先消毒単独の順であった。

4. 穿刺補助手技実施率の月別推移

マーキング期間における穿刺補助手技(指先消毒、皮膚マーキング、皮膚マーキングと指先消毒の併用)の実施率の月別推移(図3)を見てみると、皮膚マーキング実施率は当初は低く、徐々に上昇していた。このように推移した理由は、手技に習熟して穿刺不良が少ないと実感するにつれ、当初の心理的な抵抗感が徐々に薄れたためと考えられた。また、採血後にマーキング痕が残るにも

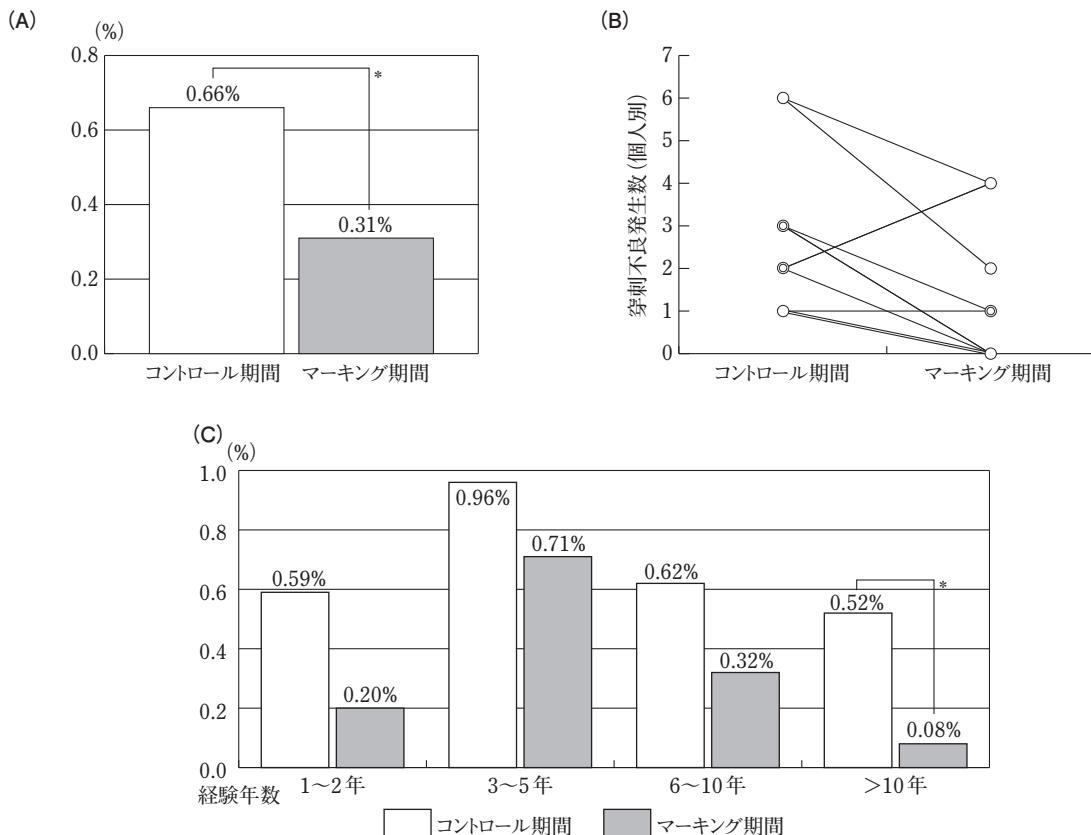
かわらず、リピーターを含めた献血者からの苦情が皆無で反応良好だったことも、抵抗感を薄れさせる一助であった。

「考 察」

細血管や怒張不足の血管を正確に穿刺するためには、消毒前に十分に血管触知した上で穿刺部位と穿刺方向を示す2点をマーキングしたところ、穿刺不良発生率0.66%から0.31%まで半減することができた(図2A)。穿刺には「部位・方向・深さ」

という3要素があるが、細血管や怒張不足の血管では、どの要素も不鮮明である。本法によって穿刺の部位と方向を正確に把握できるため、採血担当者は穿刺の深さにのみ意識を集中でき、穿刺不良が減少したと考えられた。

細血管や怒張不足の血管では、採血担当者は指先消毒による血管触知を行いながら穿刺することが多いが、汚染リスクを考慮すると、消毒後でも穿刺部位に触れるることは望ましくない。皮膚マーキング法の開始後、汚染リスクを高める指先消毒



- (A) F出張所における穿刺不良発生率の変化。コントロール期間中に0.66%あった穿刺不良が、マーキング期間中は0.31%に有意に(*, p<0.05)減少した。
- (B) 採血担当者別の穿刺不良発生数の変化。全採血担当者9名中1名を除き、穿刺不良の絶対数も減少した。この1名も、その後の継続調査では有意に減少した。
- (C) 経験年数別に見た穿刺不良発生率の変化。標本数が小さいため統計学的には断言できないが、穿刺不良の発生が抑制される傾向が共通して認められた。経験10年以上のグループでは、減少は有意(*, p<0.05)であった。

図2 皮膚マーキング法の穿刺不良抑制効果

表2 皮膚マーキング法の開始前後における採血手技と穿刺不良の推移

期間(採血数)	採血手技	実施例数(実施率)	うち穿刺不良例数 (穿刺不良発生率)
コントロール期間 (3,789人)	通常採血	3,266例(86.2%)	12例(0.37%)
	指先消毒	523例(13.8%)	13例(2.49%)
マーキング期間 (3,890人)	通常採血	3,661例(94.1%)	5例(0.14%)
	指先消毒単独	87例(2.24%)	4例(4.60%)
	指先消毒+ 皮膚マーキング	44例(1.13%)	1例(2.27%)
	皮膚マーキング単独	98例(2.52%)	2例(2.04%)
			指先消毒あり 131例(3.37%) うち穿刺不良 5例(3.82%)
			皮膚マーキングあり 142例(3.65%) うち穿刺不良 3例(2.11%)

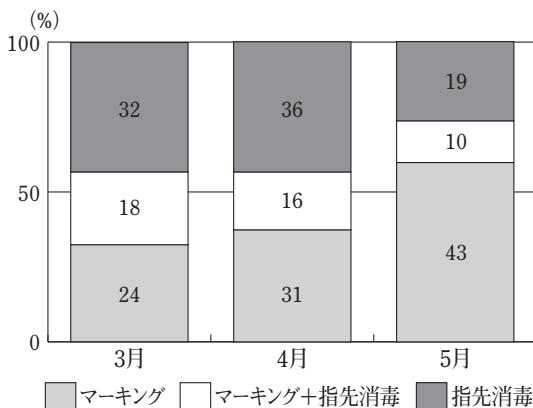
開始前の採血手技は通常採血と指先消毒による血管触知の2種類のみであるが、開始後は通常採血、指先消毒による血管触知、皮膚マーキング、マーキングと指先消毒の併用の4種類に分類した。穿刺不良は皮下出血、途中終了、穿刺後不採血を指す。

の実施率は13.8%から3.37%（皮膚マーキング併用を含む）へと激減した（表2）。また穿刺直前の血管触知が長引くと、献血者の緊張が高まって血管が触知できなくなることは日常的に経験するところで、ひいてはVVRの発生も懸念される。その点、本法では「まだ針は刺しません、まず血管の確認だけです」と断って十分に血管を見極めることができる。このように本法は、穿刺不良を減少させて献血者の安全に寄与するとともに、輸血用血液製剤の安全性の向上にも貢献すると考えられた。

本研究に付随する成果の一つに、指先消毒や皮膚マーキングを用いない通常採血の実施率が86.2%から94.1%へと増加したということがある（表2）。本研究の当初の目的は指先消毒による血管触知に代る補助手技を考案することであり、通常採血の実施率まで改善されることは予想していなかったので、この現象は興味深く、好ましい結果と思われた。この現象の背景であるが、そもそも本法では血管の深さは把握し得ないので、消毒前に血管の位置を指先で十分に触知し、深さをしっかりと脳裏に刻みつけることが肝要である。した

がって皮膚マーキング法を反復することは、血管の走行と深さを丁寧に確認する習慣付けともなり、皮膚マーキング法の経験が指先消毒だけでなく皮膚マーキングの必要性をも減少させるという副次的なトレーニング効果が生じたのではないかと推測された。F出張所で検証した皮膚マーキング法は、移動採血を含めた他施設でも徐々に実践を開始しており、試行した採血担当者から高い評価を得ているところである。

なお、穿刺不良発生率には環境温など季節要因も影響しうるので、本来はコントロール期間（12月～2月）をマーキング期間と同一時期（3月～5月）に設定すべきところである。しかし本研究終了後は穿刺不良やマーキングの詳細な状況を記録しておらず、1年後の同一時期と比較することはできなかった。そこで、代りに採血副作用記録の皮下出血数を指標として過去4年間の季節性変化を調べたところ、3～5月は他の時期と比べて発生が少ない傾向はあるものの、年間を通して統計学的な有意差は認められなかった（一元配置分散分析、 $p > 0.5$ ）。したがって本研究における穿刺不良減少の多くはマーキングの効果であると考え



本法を開始した平成25年3月から5月における3種類の穿刺補助手技の実施率を実施件数と共に示した。開始当初の皮膚マーキング実施率は低かったが、手技に習熟し、穿刺不良が少ないと分かるにつれて、次第に增加了。

図3 マーキング期間における穿刺補助手技実施率の月別推移

られた。

血管を触知せずに穿刺を補助する手段としては、VeinViewer(Christie Medical, USA)²⁾やAccuVein(AccuVein Inc., USA; 日本名StatVein)³⁾などが実用化されている。これらは、近赤外線技術と画像処理技術を結合させて皮静脈を可視化する直接投射型静脈イルミネーションデバイスで、静脈穿刺を補助できるほか、注射液の漏出や採血時の内出血を即時に検知できる利点が強調されている²⁾。

引用文献

- 1) 日本赤十字社：採血SOP「採血管理(版数3)」，14. 穿刺部位の決定・皮膚消毒(全血採血) 36/126-38/126, 23. 穿刺部位の決定・皮膚消毒(成分採血) 68/126-70/126, 東京, 2013.
- 2) Shelton, E.: 投射型静脈イルミネーションデバイス「VeinViewer」。
http://www.ushio.co.jp/documents/technology/lightedge/lightedge_38/le38-6.pdf#search='VeinViewer'

しかし献血現場では、採血担当者は「太さ」「走行」の他に「深さ」「弾性」を重要な指標として採血管を選択している⁹⁾。これらを確認するには実際の指先触知が必要であり、デバイスを用いた穿刺と触知による穿刺とでは成績に差を認めないと報告^{5)~7)}や、むしろ悪化したという報告¹⁰⁾もなされている。京都センターでも看護師5名、医師1名で某社の機器を試用する機会に恵まれたが、血管像が揺れると極めて穿刺しにくいというのが全員の意見で、使用時は丈夫なアームでデバイスを固定する必要を感じた。また反射光による目の刺激¹¹⁾を訴えた者もあり、実用には解決すべき問題が残されていると考えられた。このため献血現場では、価格の問題を別としても、これらの機器が穿刺補助の最適方法とは断言しがたい。これに比して今回考案した皮膚マーキング法は、簡便で機器設置スペースを必要としないだけでなく、上述のようなトレーニング効果も付随して認められことから、穿刺不良と採血手技を改善する有効な方法であると考えられた。

「結語」

皮膚マーキング法は、きわめて簡便な補助手技であるが、穿刺不良発生率と指先消毒の実施率を有意に減少させた。本法は献血者の安全と輸血用血液製剤の安全性の向上に寄与するものと考えられた。

(本論文の要旨は、第37回日本血液事業学会にて発表した。)

(参照日 平成26年7月7日)

- 3) AccuVein Inc.: AV400 vein viewing system.
<http://www.accuvein.com/products/catalog/av400-vein-viewing-system/>
- (参照日 平成26年7月7日)
- 4) Miyake, R. K., et. al.: Vein imaging: a new method of near infrared imaging, where a processed image is projected onto the skin for the enhancement of vein treatment. *Dermatol. Surg.*, 32: 1031-1038, 2006.

- 5) Kaddoum, R. N., et al.: A randomized controlled trial comparing the AccuVein AV300 device to standard insertion technique for intravenous cannulation of anesthetized children. *Pediatr. Anesth.*, 22: 884-889, 2012.
- 6) de Graaff, J. C., et al.: Near-infrared light to aid peripheral intravenous cannulation in children: a cluster randomised clinical trial of three devices. *Anesthesia*, 68: 835-845, 2013.
- 7) Kim, M. J., et al.: Efficacy of VeinViewer in pediatric peripheral intravenous access: a randomized controlled trial. *Eur. J. Pediatr.*, 171: 1121-1125, 2012.
- 8) 日本赤十字社：穿刺部位の消毒後に血管の走行を確認する手順の統一について(通知), 平成25年12月10日付・血採第101号, 東京, 2013.
- 9) 山本かずみほか：血管選択における看護師の主観的判断と実測値の比較(抄録). 血液事業, 33: 189, 2010.
- 10) Szmuk, P., et al.: The VeinViewer vascular imaging system worsens first-attempt cannulation rate for experienced nurses in infants and children with anticipated difficult intravenous access. *Anesth. Analg.*, 116: 1087-1092, 2013.
- 11) 伊藤美枝子ほか：非接触型静脈可視化装置の評価(抄録). 血液事業, 33: 190, 2010.