

ポスター | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | ポスター発表

ポスター5

業務支援・情報提供・教育

2020年11月20日(金) 11:20 ～ 12:20 E会場 (コンgresセンター5階・52～54会議室)

[3-E-2-02] 検体検査追加依頼受託可否判断支援のための必要検体総量計算 およびスポイト滴数表示アプリケーション作成

*米倉 あゆみ¹、林 崇¹、伊藤 聡¹、丸橋 遼太¹、西田 香南¹、喜納 勝成¹、三宅 一徳¹（1. 順天堂大学医学部附属浦安病院臨床検査医学科）

*Ayumi Yonekura¹, Takashi Hayashi¹, Satoshi Ito¹, Ryota Maruhashi¹, Kanami Nishida¹, Katsunari Kina¹, Kazunori Miyake¹（1. 順天堂大学医学部附属浦安病院臨床検査医学科）

キーワード：clinical laboratory test, blood sample volume, number of drops, web application

臨床検査での検体検査項目は多岐にわたり、日常業務で全てを把握することは極めて困難である。病院検査室では、医師からの依頼に応じ、検査が終了した残検体を用いて追加検査を行うことがある。検査の追加は、追加項目の必要検体量に対し、検体残量が十分である場合のみ承諾できる。臨床では追加検査の可否で患者に再採血を指示するか決めるため、検査室での判断の誤りは許されず、また、迅速な回答が求められる。現状では追加項目の必要検体総量をシステム上把握し、表示させるツールはなく、また、それらの測定機器も様々であることから、検査追加依頼を承諾するかどうかは現場担当者の経験に委ねられている。そのため、経験の浅い担当者では、検査追加依頼を承諾したものの検体残量が足りずに測定が出来ない、追加項目数が多く回答に多くの時間を要する、反対に、実際には測定可能であるのに検体残量不足と判断し、検査追加依頼を断ってしまうといったトラブルが発生する。このような背景から、我々は検査追加依頼を受ける際に必要検体総量を算出し、さらに、迅速な検体残量把握のために必要検体総量をスポイト滴数で表示させるアプリケーションを作成したので報告する。病院におけるセキュリティやネットワーク環境を鑑み、特別なアプリケーションのインストールを必要とせず、また、インターネットに繋がってなくても使用できるようにするため JavaScript による Web アプリケーションの形式にした。これにより、スマートフォンやタブレット端末での使用も可能であるため、利便性が向上した。検査項目のチェックボックスにクリック操作やタッチ操作でチェックを入れることで必要検体総量が算出され、スポイト滴数が表示される。検体の取り扱いには日常的にスポイトを使用していることから、スポイト滴数での必要検体総量表示は非常に有用であり、正確かつ迅速なオペレーションに寄与すると期待される。

検体検査追加依頼受託可否判断支援のための必要検体総量計算 およびスポイト滴数表示アプリケーション作成

米倉 あゆみ^{*1}、林 崇^{*1}、三宅 一徳^{*1}ら

^{*1} 順天堂大学医学部附属浦安病院 臨床検査医学科

Development of an application for calculating the total amount of specimens required and displaying the number of droplet drops to support the decision on whether or not to order additional specimen tests

Ayumi Yonekura^{*1}, Takashi Hayashi^{*1}, Kazunori Miyake^{*1} et al.

^{*1} Juntendo University Urayasu Hospital Clinical Laboratory Medicine

The hospital laboratory may use leftover patient specimens to perform additional tests. Additional tests can only be authorized if there is sufficient patient specimen remaining. Since there is a wide range of tests to be performed, the decision-making process can be time-consuming. The clinical side decides whether or not to order the patient to repeat the blood draw based on whether or not the additional tests are acceptable. Therefore, there is no room for error in the laboratory, and a quick response is required.

Since the work is carried out during intervals of normal operations, it is necessary to minimize the interruptions caused by additional inspection requests. In this study, we have developed an application that calculates the total amount of specimens required for additional tests and displays the total amount of specimens by droplet count for rapid identification of the remaining specimen volume. By using this application, we aimed to reduce misjudgments and achieve accurate and prompt operations.

Compared to the manual work of the current method, the work time was reduced to a quarter when using the application created in this study.

By using the newly developed application, the working time was reduced for all subjects. In addition, by using the number of droplet drops, we were able to determine the remaining volume of patient specimens more accurately than before. This application contributed to reducing the working time when additional tests were requested.

Keywords: Clinical laboratory, Additional tests, Dropper droplet, Web application

1. 緒論

臨床検査での検体検査項目は多岐に渡り¹⁾、日常業務でその全てを把握することは極めて困難である。病院検査室では、医師からの依頼に応じ、検査が終了した患者残検体を用いて追加検査を行うことがある。検査の追加は、追加項目の必要検体量に対し、該当患者の検体残量が十分である場合のみ承諾できる。臨床側では患者残検体を用いた追加検査の可否で患者に再採血を指示するかどうか判断する。そのため、検査室での判断の誤りは許されず、さらに、迅速な回答が求められる。

現状では、検体の分注、搬送、格納システム等で一部の検体残量を把握できるツールは存在する²⁾。しかし、追加検査の測定に必要な検体総量を検体検査システム上で把握し、患者検体残量と照合、追加検査可否を判断、表示させるツールはない。検体検査項目および使用する測定機器の種類は多く³⁾、それぞれに必要な検体量が異なる。測定においても機械毎の容器に患者検体を分けて行うことから、1人の患者でも、検体容器は複数に分かれ、測定後の残検体総量の把握は煩雑である。これらの理由から、追加検査に要する検体量の把握、患者検体残量の把握は担当者の経験に委ねられている部分が多い。そのため、経験の浅い担当者では、検査追加依頼の可否判断に時間を要するばかりでなく、検査追加依頼を承諾したが患者検体残量が足りずに測定不能となる、反対に、測定可能であるのに患者検体残量不足と判断し、検査追加依頼を断ってしまう事例が発生し問題となっている。

2. 開発目的

検査追加依頼を受ける際の流れを以下に記す。

- 1, 追加依頼電話連絡を受ける
- 2, 追加依頼項目を確認
- 3, 追加依頼項目の検体種別および検査材料の確認
- 4, 残検体の保存条件および保存期間の確認
- 5, 追加依頼項目を検査するために必要な検体量の算出
- 6, 実際に残っている患者検体残量の把握
- 7, 追加検査に要する検体量と患者検体残量との照合
- 8, 必要な場合、追加項目数削減、検査項目変更の相談
- 9, 追加依頼承諾、もしくは再採血依頼

これらの作業は業務の合間に割り込んで行われる。業務はスムーズな検査結果返却のために、時間を有効に使うことが求められる。そのため、追加検査依頼対応による業務中断時間を最小限に抑えることが必要である。特に、5番目の追加検査項目に対する必要検体量の把握では、数百種類に及ぶ検査項目一覧の中から該当項目を探さなければならず、現場経験年数を問わず、時間のかかる作業となっている。今回我々は、全体の流れの中で最も時間を要している5番目から7番目の作業に着目した。追加検査項目の必要検体総量を算出し、さらに、迅速な検体残量把握のために必要検体総量をスポイト滴数で表示させるアプリケーションを作成し、使用することで検査追加依頼を受ける際の誤判断削減、および、的確かつ迅速な業務遂行を実現することを目的とした。

3. システム概要

病院におけるセキュリティやネットワーク環境を鑑み、特別なアプリケーションのインストールを必要とせず、また、インターネットに繋がってなくても使用できるようにするため JavaScript による Web アプリケーションの形式で作成した。検体検査システムとは独立しており、検体検査システム端末から離れていても、スマートフォンやタブレットといったスマートデバイスを使用することで場所を問わず使用できる。

アプリケーションの操作画面を図 1 に示す。該当する追加検査項目のチェックボックスをクリック操作やタッチ操作によりチェックを入れていき、[計算]ボタンを押すことで必要検体総量、およびスポイト滴数が表示される。

アプリケーションのプログラムフローを図 2 に示す。

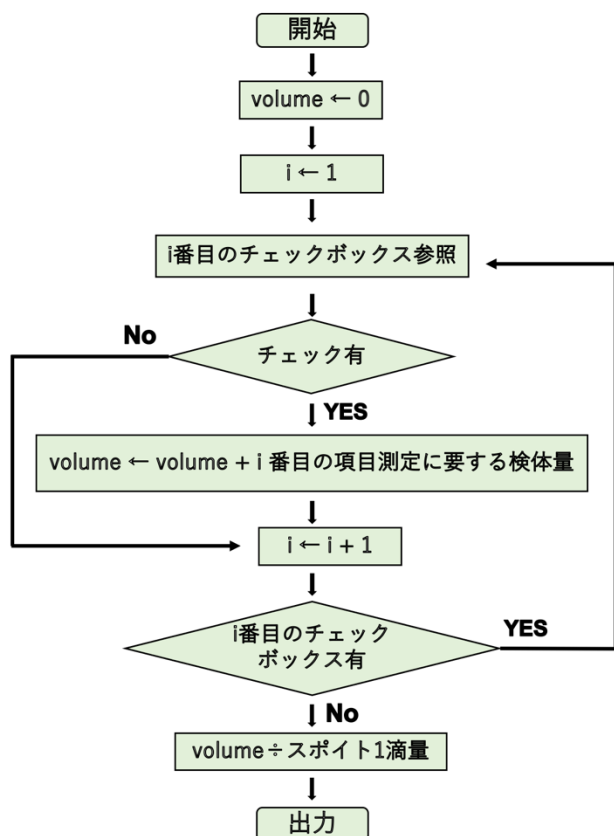


図 2 プログラムフローチャート

測定に必要な検体総量を volume とする。初期値として volume に 0 を代入する。チェックボックスが何番目かを参照する変数を i とする。i には初期値として 1 を代入する。i 番目のチェックボックスを参照し、チェックボックスにチェックがある場合、volume に i 番目の検査項目を測定するために必要な検体量を加算していく。i に 1 ずつ加算していくことで、全てのチェックボックスを参照しながら同様の作業を繰り返す。チェックボックスにチェックが入っていない場合は、検体量を volume に加算せず、次に進む。この作業を未参照のチェックボックスがなくなるまで繰り返し、その時点での volume 変数に入っている値を追加検査に必要な検体総量とする。検体総量をスポイト 1 滴量で除し、得られた数値を出力する。

各検査項目にはそれぞれ、測定に必要な最低検体量が登録されている。各検査項目のチェックボックスにチェックが入っているか 1 番目から 1 ずつ順番に参照していく。参照した

チェックボックスにチェックが入っている場合、その項目の必要検体量を加算する。参照したチェックボックスにチェックが入っていない場合、その項目の必要検体量は加算せず次のチェックボックスを参照する。この作業を繰り返していく。参照するチェックボックスがなくなった時点での検体量を追加検査に必要な検体総量とする。さらに、算出した検体総量をスポイト 1 滴量で割ることによりスポイト滴数を計算する。最後に、必要検体総量およびスポイト滴数を表示させる。

4. システム評価

4.1 評価方法

ボランティア被験者 5 名により検証実験を行なった。被験者のプロフィールを表 1 に示す。

対象は 20 代から 60 代、検体検査経験年数が半年未満から 20 年までの男女 5 名である。

表 1 被験者の検体検査経験年数と性別

被験者名	A	B	C	D	E
検体検査経験年数	5 年～10 年	15 年～20 年	半年未満	10 年～15 年	半年～1 年
性別	女	女	女	女	男
年代	30 代	60 代	20 代	50 代	20 代

検証に使用した作業問題例を表 2 に示す。

表 2 作業問題例(兼ワークシート)

	手計算(現行法)	アプリケーション使用(提案手法)
追加検査項目	必要検体量	必要検体量
Fe	ul	
フェリチン	ul	
CRP	ul	
プロカルシトニン	ul	
HBsAb	ul	
必要検体総量	ul	滴
患者検体残量	ul	滴
追加検査可否		

追加検査項目 5 項目に対し、以下の流れで作業を行う。

現行法である手計算による作業手順を以下に記す。

- 1, 検査に要する検体量が記載されている検体検査項目集の冊子の中から 1 項目ずつ測定に必要な検体量を調べる。
- 2, 得られた必要検体量をワークシートに記載する。
- 3, 各項目の必要検体量を加算し、総量を算出する。
- 4, 患者検体残量をスポイトメモリやマイクロピペットを用いて把握する。
- 5, 追加検査に必要な検体総量と患者検体残量とを比較する。
- 6, 5 の比較結果で患者検体残量が追加検査に必要な検体量と同じか、それを上回る場合は追加検査可と判断する。逆に、患者検体残量が追加検査に必要な検体量を下回る場合は追加検査不可と判断する。

提案手法であるアプリケーションを使用した場合の作業手順を以下に記す。

- 1, アプリケーションを操作し、必要検体総量をスポイト滴数で得る。

- 2, 患者検体残量をスポイト滴数で把握する。
- 3, 追加検査に必要な検体量と患者検体残量とを比較する。
- 4, 3 の比較結果で患者検体残量が追加検査に必要な検体量と同じか、それを上回る場合は追加検査可と判断する。逆に、患者検体残量が追加検査に必要な検体量を下回る場合は追加検査不可と判断する。

各被験者には、予めアプリケーションの操作方法を説明するため、デモンストレーションを 1 回ずつ行なった。被験者自身によるアプリケーションの事前操作練習は行なっていない。アプリケーションはパソコン画面上に表示させ、マウスを用いて操作を行なった。

作業は各人 10 問ずつ行なった。現行法と提案手法間での全工程に費やした作業時間を比較した。検証実験結果の集計、統計的解析、グラフ作成には Python ver. 3.7.4、Pandas ver. 0.25.1、NumPy ver. 1.16、Seaborn ver. 0.9.0 を用いた。

4.2 評価結果

評価結果を図 3 に示す。

現行法である、冊子を使用し手作業で必要検体総量を算出した場合と比較し、今回作成したアプリケーションを使用した場合では、全被験者で作業時間が大幅に短縮し、その時間は平均で 1/4 に減少した。

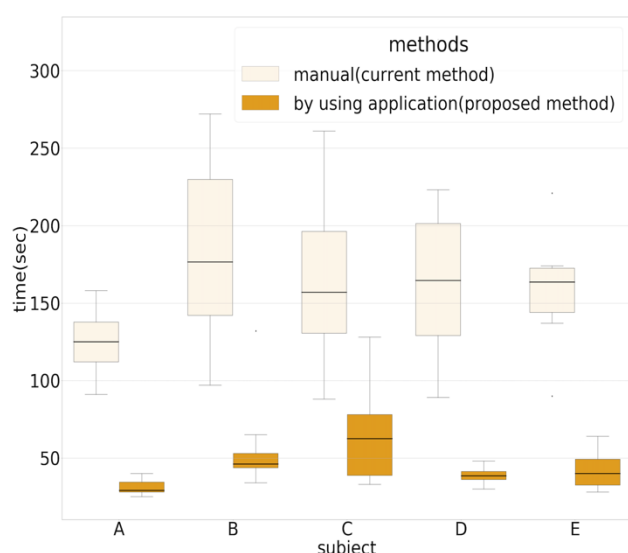


図 3 検証問題の回答にかかる作業時間(秒)

問題の回答までにかかる時間を現行法(current method)と提案手法(proposed method)で比較した。A、B、C、D、E の各被験者に対し、それぞれ 10 問ずつ出題した。追加検査項目 5 項目に対し、項目毎に検査に必要な検体量を取得する。それらを加算し、総和を算出する。患者検体残量と検査に必要な検体総量とを比較し、追加検査の可否を判断する。追加項目の検査に必要な検体総量の取得には、現行法では検査に要する検体量が記載されている検査項目集の冊子を使用し、提案手法では今回作成したアプリケーションを使用した。

5. 考察

5.1 追加検査に関わる判断と必要検体量把握

採血は侵襲の大きい検査であるため、得られた検体は大切に使用しなくてはならない。検査室で起こる追加検査可否判断の誤りとして以下が挙げられる。

- 1, 実際には追加検査不可能だが、検査可能と判断し承諾

- 2, 実際には追加検査可能であったが、追加検査不可能であると判断し、再採血を依頼

これらの判断を行なった場合、以下のことが考えられる。

- 1 の判断を行った場合、再採血は不要であったにもかかわらず、実際には再採血が必要となり、時間的にも、精神的にも患者に負担をかけることとなる。2 の判断を行った場合、患者に再採血という負担をかけるだけでなく、再採血が必要であるならば、追加検査を諦める場合もあり、問題となる。このようなことから、検査追加依頼受託可否に関して、現場判断の誤りは許されない。そのため、担当者の「感覚」で可否判断を行うことは危険であり、より正確な判断を行うために検査に必要な検体量を調べるための検索作業に時間を要していた。

今回は検査追加依頼の可否判断を行うにあたり、その過程の一つである、追加依頼項目の測定に要する検体総量算出までの時間短縮を試みた。検証結果から、本アプリケーションを使用することにより、年代、性別を問わず、必要検体総量算出までの時間短縮に大きな効果が得られた。

5.2 患者検体残量の把握

患者検体残量の把握に関し、現場で用いる測定機器の種類は多岐に渡り、同一患者でも検体の入っている測定容器が複数におよぶ。そのため、一見すると検体残量が不足しているようであっても、他の測定機器で用いた検体が利用できるという場合がある。現状では、1 人の患者の検体において、機械毎にどれだけの検体量が用意され、測定にどれだけ利用され、それぞれの残量はどの程度かを参照できるシステムがない。システム上参照出来た場合でも、フィブリン析出処理による検体量減少などといったことにより、システム上把握し得る検体残量と実際の検体残量が異なる場合もある。そのため、実際の検体残量を目視で確認することが必須である。これらにより、患者検体残量把握作業に多くの時間を要してしまい、臨床側への回答待ち時間が長くなってしまう場合が多い。

今回は患者検体残量の把握にスポイト滴数を利用した。このことにより、個々の測定容器の検体量把握が正確になり、検体量把握の他、必要以上の検体量確保による作業時間を削減することが可能となった。

5.3 スポイト滴数表示の有用性

患者検体残量の把握において、現状では容器の中に入っている検体に対し、目視による量の推定、スポイトメモリによる計測が多用されてきた。しかし、これらの方法では推定量の誤差が大きいことから、追加検査の測定に必要な検体量をより多めに確保する傾向があった。そこで今回我々は、スポイト 1 滴量に着目した。日常業務において、検体の取り扱いにスポイトを多用することから、操作に安定性があり、個人内や個人間でのスポイト 1 滴量の誤差は小さい。追加検査に要する検体量の把握と合わせ、スポイト滴数を利用することで、検体量把握に正確性が増し、追加検査用に確保する検体量を最小に抑えることができた。また、検査に必要な検体量に対する患者検体残量の照合も過剰判定、過少判定はなく正確であった。これらの観点からもアプリケーションにスポイト滴数を表示させることに大きな効果を得られたと考えられる。

5.4 アプリケーション利用の応用

小児では、大人と異なり体も小さく、血管も細い。そのため静脈採血が難しい場合が多く、大人と同量の検体量が得られない場合がある。また、体内の血液総量も少ないため、大人と同量の検体量を採血してしまう事へのリスクも発生する。静

脈からの採血が困難な場合、耳朶や足底の毛細血管から採血を行う⁴⁾。毛細血管からの採血の場合、得られる検体量は非常に少ない。そのため、臨床側から最低採血量の問い合わせを受けることがある。今回作成したアプリケーションは、検査項目に対する必要検体総量の算出が可能である。このことから、小児の最低採血量の問い合わせに対し、アプリケーションを操作して検体必要量を把握することで、迅速に臨床側へ回答することが可能となった。この様な利用方法のさらなる応用として、外来採血室や病棟において、採血が困難な患者に対する最低採血量の算出に利用することが期待される。

患者検体残量が追加依頼項目の測定に足りないことから、追加依頼あった検査項目全てを測定出来ない場合がある。この場合、検査項目数を減らすか、再採血を行うかといった相談を行う。残っている検体量で検査可能な項目の組み合わせや項目数の質問を受けるが、この場合、調べるために時間を要する時は、一旦電話を切り、折り返し連絡での対応も多かった。しかし、今回作成したアプリケーションを使用することにより、画面上の簡単な操作で、検査項目と必要検体量を把握できることから、その場での相談、対応が可能となった。

5.5 今後の展望

臨床検査で用いられる採血管には複数の種類があり⁵⁾、検査項目毎に使用する採血管の種類が指定されている。適切な採血管を用いて適切に検査材料を得ないと検査値が大きく変わり、誤った情報を臨床へ返却することとなる。このことから、適切な検査材料が用いられているかの判断は非常に重要である。

検査項目によっては、検体の保存状態により検査値が大きく変動する⁶⁾ことから、追加検査依頼を受けるにあたり、適切に保存されていない残検体を用いることはできない。このような検査項目も多岐に渡るため、これらの把握も煩雑である。こ

のことから、アプリケーション使用時、検体保存条件の確認が必要な検査項目が選択された際には保存条件の確認を促すアラートを出す機能を追加することも有用であると考えられる。

今回作成したアプリケーションに含まれている検査項目は代表的な 75 項目であるが、今後さらに対応する項目数を増やすことによりさらなる利便性向上も期待される。

6. 結論

今回作成したアプリケーションを使用することにより、全被験者で作業時間短縮の効果が得られた。また、患者検体残量の把握においても、スポイト滴数を利用することにより、従来の「見た目」での判断よりも正確に検体量を把握することができた。追加検査依頼を受けた際の一連の作業時間短縮に本アプリケーションは寄与した。

7. 参考文献

- 1) 日本臨床検査医学会 臨床検査項目分類コード第 10 版 (JLAC10)
- 2) 一般社団法人日本臨床検査機器・試薬・システム振興協会 [URL : <https://jaclas.or.jp/Product/index?id=86037> (2020 年 8 月 25 日閲覧)]
- 3) メディカルオンラインプロダクトデータベース [URL : <http://dev.medicalonline.jp/> (2020 年 8 月 25 日閲覧)]
- 4) 星和夫, 鈴木敏恵. 臨床検査講座. 臨床検査総論. 医師薬出版株式会社, 2005 年 : 12-16
- 5) 臨床検査振興協議会 どの採血管と抗凝固剤を使えばいいの? 臨床検査に用いる採血管と代表的な抗凝固剤について [URL : <http://www.jpclt.org/01outline/0201.html> (2020 年 8 月 25 日閲覧)]
- 6) 星和夫, 鈴木敏恵. 臨床検査講座. 臨床検査総論. 医師薬出版株式会社, 2005 年 : 31

生化学

☒ T-Bil	☒ D-Bil	☐ TP	☐ ALB	☒ GLU	☐ GA
☐ TG	☐ TCHO	☐ HDL	☐ LDL	☐ Na	☐ K
☐ Cl	☐ Ca	☐ IP	☒ Fe	☐ UIBC	☐ IgG
☐ IgA	☐ IgM	☐ C3	☐ C4	☒ CRP	☐ H-CRP
☐ RPR	☐ CK	☐ CK-MB	☐ AST	☐ ALT	☐ LDH
☐ ALP	☐ γ GT	☐ ChE	☐ LAP	☐ AMY	☐ CRE
☐ UA	☐ UN	☐ RF	☐ pre-ALB	☐ Zn	☐ MMP3
☐ CH50	☐ カルバマゼピン	☐ パルプロ酸	☐ フェノバルビタール	☐ フェニトイン	☐ パンコマイシン
☐ ジゴキシ	☐ テオフィリン				

免疫

☒ TSH	☒ FT3	☒ FT4	☐ インスリン	☐ β HCG	☐ IgE
☐ E2	☐ LH	☐ CEA	☐ AFP	☐ PSA	☐ CA19-9
☐ CA125	☒ フェリチン	☐ プロカルシトニン	☐ FSH	☐ プロゲステロン	☐ トロポニンT
☐ E2					

感染症

☐ HBsAg	☐ HBsAb	☐ HBcAb	☐ HCVAb	☐ TPHA	☒ HIV1/2Ab
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--

計算 リセット

6[滴]

162.2[μ l]

図 1 アプリケーション使用例

本アプリケーションはパソコンやスマートデバイス上で操作する。マウスによるクリック操作やタッチパネルによるタッチ操作で該当項目のチェックボックスにチェックを入れていく。追加依頼のある検査項目全てにチェックを入れた後、[計算]ボタンを押すことで、検査に必要な検体総量が全量 (μ l) とスポイト滴数で取得できる。検体総量取得後に項目を追加、減らす場合には、画面を維持した状態で、該当項目にチェックを追加、除外した後、再度[計算]ボタンを押すことで、初めからやり直すことなく検体総量の再取得が可能である。全てのチェックボックスからチェックを外す場合には[リセット]ボタンを用いる。