

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3

EHR・PHR・医療安全

2020年11月20日(金) 11:20 ～ 12:20 C会場 (コンgresセンター4階・41会議室)

[3-C-2-06] 深部静脈血栓症のリスクと発生に関するメッセージングアラートシステムの構築

*白戸 悠貴¹、鳥飼 幸太²、野口 怜²、齋藤 勇一郎²（1. 群馬大学大学院 医学系研究科 生命医科学専攻, 2. 群馬大学医学部附属病院 システム統合センター）

*Yuki Shiroto¹, Kota Torikai², Rei Noguchi², Yuichiro Saito²（1. 群馬大学大学院 医学系研究科 生命医科学専攻, 2. 群馬大学医学部附属病院 システム統合センター）

キーワード：Medical Alert System, Smartphone, REST, Deep vein thrombosis

【背景・目的】深部静脈血栓症(DVT)は四肢などの静脈に血栓が生じた状態で、術後や長期入院の患者が発症しやすい。その血栓が肺で詰まると肺血栓塞栓症(PTE)を引き起こして重篤化しやすく、院内死亡率は14%とされる。しかし死亡例の40%以上が発症1時間以内の突然死であるため、早期発見と治療により、多くの患者を救える可能性がある。そこで本研究では、DVTの早期発見と対応を支援する汎用性が高いメッセージングアラートシステム構築を目指し、プロトタイプ構築を行なった。

【方法】本システムは、1)患者データを蓄積・読出するデータベース、2)アラート送信するソフト、3)アラート受信端末、4)全体を REST APIで接続するソフト、で構築した。アラート対象患者は、DVTおよびPTEに関するガイドラインに基づき、年齢と手術自体のリスクに加え、DVT/PTEの既往歴や血栓性素因、長期臥床、肥満などの付加的な危険因子をリスク強度に応じて点数化し、総合的な判定指標を算定して抽出した。

【結果】上記基準に基づき、実際の患者データからアラート対象患者を判定・抽出し、院内 Web ページに患者情報を一覧表示する機能および、その URL をモバイル端末に平均0.2秒程度で送信可能な即時性の高いアラート機能を有するシステムを構築できた。モバイル端末側では、受信したアラートに含まれる URL から、当該 Web ページを参照できることを確認した。なお本システムは、Android の通知機能を利用したアラート形式とチャットアプリで受信するチャットメッセージ形式の2種類の通知システム形式を持っている。

【考察・展望】本システムにより、DVT/PTE 発症リスクの高い患者を早期に発見・通知し、適切な予防策や治療を迅速に行える可能性がある。今後は、本システムの自動化と実際の入院病棟において動作試験を行い、抽出患者の妥当性、機能・性能の評価を行う。

深部静脈血栓症のリスクと発生に関するメッセージングアラートシステムの構築

白戸悠貴^{*1}、鳥飼幸太^{*2}、野口怜^{*2}、齋藤勇一郎^{*2}

^{*1} 群馬大学大学院 医学系研究科生命医科学専攻、^{*2} 群馬大学医学部附属病院 システム統合センター

Construction of Messaging Alert System for Risk and Development of Deep Vein Thrombosis

Yuki Shioto^{*1}, Kota Torikai^{*2}, Rei Noguchi^{*2}, Yuichiro Saito^{*2}

^{*1} Department of Life and Medical Sciences, Gunma University Graduate School of Medicine,

^{*2} System Integration Center, Gunma University Hospital

Background: Deep vein thrombosis (DVT) is a blood clot that forms in a deep vein, usually in the lower leg, and is likely to occur in postoperative or long-term hospitalized patients. If the blood clot clogs the lungs, it causes pulmonary thromboembolism (PTE) and is likely to become severe, resulting in a hospital mortality rate of 14%. However, since more than 40% of the deaths are suddenly caused within 1 hour of onset, early detection and treatment may save many patients.

Purpose: This study was designed to construct a prototype of a highly versatile medical alert system that supports early detection and response of DVT.

Method: This system consists of four elements: 1) database for accumulating and reading patient data, 2) software for sending alerts, 3) mobile device for receiving alerts (smartphone), and 4) software for connecting each element with REST API. An alert algorithm for detecting high-risk patients was implemented based on the official guideline for DVT and PTE by the Japan Circulation Society. In the algorithm, a risk score was calculated according to risk factors such as age, risk of surgery itself, a history of DVT / PTE, thrombotic predisposition, long-term bed rest and obesity, and a comprehensive risk was assessed based on the score.

Result: Based on the alert algorithm, high-risk patients that medical staff should immediately know were correctly extracted, and the patient information was sent to the intranet Web server and displayed as the list in a Web page. The Web page URL was sent to a mobile device, and the user of the device was able to immediately check the patient information by clicking the URL. It took about 0.2 seconds on average to receive the alert via the mobile device. We successfully built a versatile messaging alert system.

Keywords: Medical Alert System, Smartphone, REST, Deep vein thrombosis

1. 背景

深部静脈血栓症 (Deep vein thrombosis、以下 DVT) は、四肢などの深部静脈に血栓が生じた状態であるが、血栓が血流により肺に到達して肺血管に詰まると肺血栓塞栓症 (Pulmonary thromboembolism、以下 PTE) を引き起こして重篤化し、生命予後に大きな影響を与える。このため、DVT と PTE とは一連の病態とされ、静脈血栓塞栓症 (Venous thromboembolism、以下 VTE) と総称される。DVT は術後や長期入院の患者に発症しやすく、PTE に至った場合の院内死亡率は 14%とされる。しかし死亡例の 40%以上が発症1時間以内の突然死であることから、事前の正しいリスク評価に加え、DVT や PTE を疑う症状が現れた場合に迅速な情報伝達を行うことで、適切な予防処置や早期発見につながり、多くの患者を救える可能性がある¹⁾。

医療現場における迅速な情報伝達手法としては、近年、電子カルテの普及を背景としたオーダーリング情報などに基づくアラート送信が利用されつつある。しかしながら、現状のアラート運用は、一斉送信形式や、電子カルテ画面上への表示形式が多く、当事者意識や即時性の点で課題が残る。また、大量のアラートが通知されることにより、医療従事者のアラートに対する感度が下がり、重要なアラートの見落としにも繋がりうる「アラート疲労」も問題となっている²⁾。これらを解決す

るためには、アラート情報を必要としている医療従事者に対し、個別にモバイル端末を通じて通知することが有効であると考えられる。

そこで著者らは先行研究において、「FHIR 規格とスマートフォンを利用した深部静脈血栓症アラートシステムの構築」を提言し、医療情報共有の国際規格である FHIR³⁾ を活用してメッセージングデータを送信するアラートシステムを構築した⁴⁾。しかしながら、先行研究では、スマートフォン OS の通知機能を利用したアラート形式のみを採用しており、柔軟性や汎用性の観点では、アプリを活用した形式の検討も必要と考えられる。今後、本研究で扱う DVT 以外にも様々なアラートのニーズが生じることが想定され、汎用性を有するアラートシステムを構築することは極めて重要である。また、アラートによっては、本来内容に関係のない医療従事者にも通知され、それがアラート疲労や見落としの一因ともなっているが、内容に応じて細かく通知対象者を選定することは現実的ではない。受信側で選択的にアラートを表示できる機能が望まれ、これには、アプリを活用したアラート機能の実装が必須である。本研究では、これらの点を踏まえ、先行研究で有効性が確認された FHIR 規格およびスマートフォンを利用したアラートシステムの仕組みを継承しつつ、複数の通知形式を持ち、データとアラートロジックを入れ替えるだけで様々な疾患やメッセ

ージ内容にも適応できる汎用性を有するアラートシステムのプロトタイプ構築を目指す。

2. 目的

本研究では、通知方法の優先順位付け機能および通知対象者の個別制御機能を有し、アラートロジックを変更することで他疾患のアラートにも適用できる汎用性が高いメッセージングアラートシステム構築を目的とした。また、深部静脈血栓症における高リスク患者のアラート発信に適用することで、実用性の評価を行うことも目的とした。

3. 方法

3.1 システム概要

本研究で構築するメッセージングアラートシステムの概要を図 1 に示す。本システムは、①患者データを蓄積・読出するデータベース、②アラート送信するソフト、③アラート受信端末、④全体を Web システムの呼出しインターフェースである RESTful API で接続するソフト、で構築される。①のデータベースには、HL7 International によって作成された医療情報交換の次世代標準フレームワークである HL7 FHIR 形式でのデータ出力および、RESTful API によるデータ送信をサポートする IRIS for Health (InterSystems 社) を利用した。RESTful API とは、Web 上の写真、画像、記事等のリソースを扱うための考え方であり、現在の Web サービスの主流でブラウザがあればアクセス可能である。また複雑なミドルウェアや設定等が不要であり、必要な情報 (リソースの個別要素等) を指定して引き出すこと等が柔軟に可能である⁵⁾。本研究では汎用的なメッセージングアラートシステム構築が目的の 1 つであるため、IRIS for Health を用いて FHIR による REST API を利用した構文記述を行うことで、既存の医療情報システムのデータとの相互運用性が確保され、Web ページに汎用的なインターフェースを実装できる。②アラート判定ロジックの組込・アラート送信には、Unified Communications Platform (Deltapath 社) を利用した。既に院内設備でのみで Push 通知を発行できる Sound over IP (SIP) プロトコル通信を行なうサーバとして frSIP (Deltapath 社) を導入している⁴⁾。Unified Communications Platform はこの frSIP を RESTful API によって通話先を指定する仕様であり、SIP プロトコルによるテキスト通知では、当該テキストが http リンクである場合、テキストをクリックすることで指定する Web ページへ誘導する機能を有している。この機能を利用し、汎用的なインターフェースが実装されている Web ページの http リンクをアラートとして送信できる。③アラート受信は Android 端末 (Covia CP-F03a) とし、スマートフォンアプリは Acute (Deltapath 社) を選択した。Acute は本院で導入しているコミュニケーションツールアプリでインスタントメッセージやビデオ通話、検査データのパニック値をアラート通知するパニックバリュー等の機能を有している。本研究ではアラート疲労を解決させるために個別のモバイル端末での通知が目的の 1 つであるため、Unified Communications Platform からのアラート通知を Acute が個別に受信できるアラートシステム構築ができる。④ RESTful API 接続には、API 開発のアクセス、テスト等が可能な Web GUI の Postman を選択した。Postman では RESTful API の送信先を院内サーバに設置されている Unified Communications Platform のアドレスに、アラート送信先のユーザ名やアラート通知される Web ページの http リンクをパラメータとした RESTful API を送信することで Unified Communications Platform から Acute へのアラート

通知ができる。なお本システムは、Android の通知機能を利用したアラート形式とコミュニケーションツールアプリ Acute のチャットメッセージ機能を活用したチャットメッセージ形式の 2 種類の通知システム形式を有している。

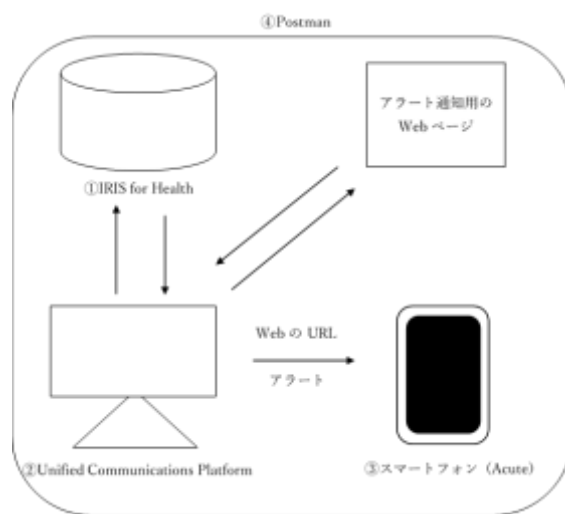


図 1 アラートシステム概要図

3.2 対象とする患者データ

本研究では群馬大学医学部附属病院の電子カルテに保存されている 2009 年 7 月 27 日から 2018 年 8 月 2 日までの診療記録から①術後入院日数、②48 時間以内の再手術、③100 日以内の再入院、の三つの項目に細分化した上で DVT リスクが高いと判定された患者情報を抽出した。

3.3 DVT リスクの評価方法およびアラートロジックの構成条件

リスク評価方法とアラートロジックは、肺血栓塞栓症および深部静脈血栓の診断、治療、予防に関するガイドライン³⁾に基づき、年齢と手術自体のリスクに加え、DVT / PTE の既往歴や血栓性素因、長期臥床、肥満などの付加的な危険因子をリスク強度に応じて点数化し、総合的な判定指標を算出して抽出する。このアラート対象患者の判定指標とアラートロジックは著者らの先行研究で詳細に記載している。DVT の外科リスクを表 1、患者個別リスクを表 2 にそれぞれ示す。リスクの計算は外科リスクに対し、患者個別スコアの合計点数に応じて変化する。この合計点数を DVT リスクの総合的な判定指標とした。アラートロジックは複数の条件を組み合わせることが想定されるため、ロジック単体を独立したコードで記述し、これを組み合わせて出力を生成する構成を採用した⁴⁾。

表 1 肺塞栓症リスク因子スクリーニング表(外科リスク)

治療科	低	中	高
一般外科	45 分以内手術	その他 (含内視鏡)	
産科領域	正常分娩	帝王切開 (35 歳未満)	帝王切開 (35 歳以上)
整形外科	上肢手術, 45 分以内手術	脊椎 下肢 上肢(腸骨採 骨、下肢から神 経皮膚採取)	人工股関節 骨盤骨切 人工膝関節 股関節骨折
脳神経外	開頭術以外	開頭術	
外傷		脊椎脊髄損傷 大腿骨遠位 部以下単独	重傷外傷 (多発外傷) 重度熱傷 重度脊損

表 2 患者個別リスク評価

-2 点	40 歳未満 (外科、整形外科、脳神経外科、外傷を除く)
+1 点	肥満 (BMI 25 以上) ホルモン補充療法
+2 点	70 歳以上高齢 長期臥床 (48 時間以上) 重症感染症、悪性腫瘍
+3 点	下肢麻痺 下肢ギプス固定、牽引
+9 点	VTE 既往 血栓要因 (先天性要因:アンチトロンビン欠損 症、プロテイン C or S 欠損症など), (後天性素 因:抗リン脂質抗体症候群など)

4. 結果

電子カルテより抽出した患者データの csv ファイルを IRIS for Health に格納した。その蓄積されている患者データに対して、3.3 で構築したアラートロジックを適用し、アラート対象患者を抽出した。次に対象患者の情報を現在の Web サービスの主流なアーキテクチャであり、柔軟なデータの引き出しが可能な RESTful API を採用している FHIR 形式にすることで、院内 Web ページに一覧形式で表示できた⁵⁾。さらに当該 Web ページの http リンクを Postman から RESTful API で送信することで Unified Communications Platform を通じて Acute で患者情報を取得することができた。トークン取得後の 1 回目のアラート送信にはトークン認証をする時間を要するため約 0.7 秒程度かかったが 2 回目以降は平均 0.2 秒程度に短縮された。これにより即時性の高いアラート機能を有するシステムを構築できた。

モバイル端末側では、受信したアラートに含まれる http リンクから、該当 Web ページを参照できることを確認した。アラート受信時 (アラート方式) のモバイル端末画面イメージを図 2、アラート受信時 (チャットメッセージ方式) のモバイル端末画面イメージを図 3 に示す。モバイル端末側でどのくらい問題なく連続的に通知を蓄積できるか負荷試験を 2 種類の通知系統形式それぞれで行った。モバイル端末の処理能力に依存するが、本研究の試験機である Covia CP-F03a では、アラート形式は約 60 回目で端末の処理落ちが発生した。一

方、チャットメッセージ形式では、121 回の通知の範囲内では問題なく受信できた。

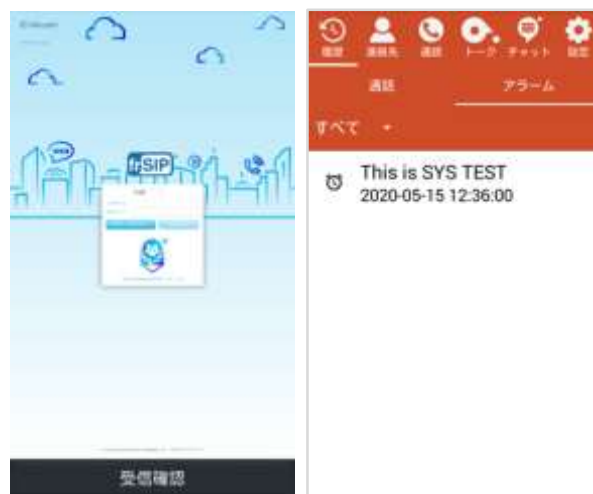


図 2 アラート方式のモバイル端末画面イメージ
(左:アラート受信時の画面、右:アラートの履歴一覧)



図 3 チャットメッセージ方式のモバイル端末画面イメージ
(左:メッセージにある http リンクからの Web ページ参照、
右:アラート受信時のチャットメッセージ画面)

5. 考察

本研究により、情報が必要な時に必要としている医療従事者に通知される汎用的なアラートシステムのプロトタイプが構築できた。アラートロジックを変更することで多くの疾患のアラート通知にも対応でき、医療現場で様々なアラートが増えることで生じるアラート疲労や見落としなどの問題解決できると考える。

本システムでは、2 種類の通知形式 (アラート形式とチャットメッセージ形式) を有することも特徴である。アラート形式では、アラート情報がモバイル端末の画面上に表示されるため、本研究で扱った DVT 高リスク患者のような、即時対応が求められる緊急時のアラートに適していると考えられる。一方、チャットメッセージ形式では、モバイル端末保有者がアラート情報を選択的に表示させることができるため、即応性が求め

られない平時のアラートに適していると考えられる。負荷試験の結果では、チャットメッセージ形式の方が高い許容量を示したが、これは、強制的な表示による警告としてのアラートと選択的な表示による通知としてのアラートでの端末にかかる負荷の差であると考えられる。この特徴の違いからも、アラート形式は、より重要度・緊急度の高い通知にフォーカスすべきである。

また、本システムを DVT リスク患者に適用することで、高リスク患者を自動検知し、アラート通知を通じて患者情報を直接参照することができた。これにより、DVT / PTE 発症リスクの高い患者を早期に発見・通知し、適切な予防策や治療を迅速に行える可能性がある。

今後は、実用化に向け、本システムの自動化と実際の入院病棟において動作試験を行い、抽出患者の妥当性、機能・性能の評価を行う。

参考文献

- 1) 日本循環器学会, 肺血栓塞栓症および深部静脈血栓症の診断, 治療, 予防に関するガイドライン (2017 年改訂版), 2017, [https://j-circ.or.jp/old/guideline/pdf/JCS2017_ito_h.pdf (cited 2020-Aug-26)].
- 2) Ruth Backman, Susan Bayliss, David Moore, and Ian Litchfield, Clinical reminder alert fatigue in healthcare: a systematic literature review protocol using qualitative evidence, Syst Rev. 2017; 6: 255-260.
- 3) Health Level Seven International, HL7 FHIR. [<https://www.hl7.org/fhir/> (cited 2020-Aug-26)]
- 4) 鳥飼幸太, 小板橋則通, 野口怜, 滝沢牧子, 小松康宏, 齋藤勇一郎, 「FHIR 規格とスマートフォンを利用した深部静脈血栓症アラートシステムの構築」, 第 39 回医療情報学連合大会, 2019, 561-563
- 5) 富士通総研. HL7 FHIR に関する調査研究一式 最終報告書. 厚生労働省医療情報連携に関する実証事業, 2020. [<https://www.mhlw.go.jp/content/12600000/000622524.pdf> (cited 2020-Aug-26)].