

一般口演 | 病院情報システム

一般口演19

病院情報システム

2019年11月24日(日) 09:00 ～ 10:30 E会場 (国際会議場 3階中会議室301)

[4-E-1-03] 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

○鳥飼 幸太¹、野口 怜¹、齋藤 勇一郎¹（1. 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：Real-Time Medical Alert System, In-Hospital Venous Thromboembolism, FHIR, Smartphone, Medical Safety

【背景】院内静脈血栓塞栓症 (In-Hospital Venous Thromboembolism: IH-VTE) は、回避可能な院内死亡原因である。今年度より、本院において IH-VTEに関する QIプロジェクトが始動し、QI目標として「致命的 IH-VTEの完全な予防」が定められた。IH-VTEは全入院期間における危険性があり、目標達成のためには発症ならびに付帯情報の迅速な共有実現が大きな課題であった。

【目的】本院では平成27年9月よりシングルチャネル Wi-Fiと院内スマートフォンの運用を継続しており、SIP/REST APIを用いた検査パニック値アラートシステムについて実装し、運用試験を行っている。そこで本研究では、迅速な IH-VTEアラート開発を行う目的で、電子カルテに入力されたオーダ情報、検査情報などから IH-VTEの発症条件を判別し、対象医師ならびに医療スタッフに対して FHIRインターフェースを用い、院内スマートフォンへアラート通知を行うシステムを構築した。手法：IH-VTEは既に院内で策定されたリスク評価表に基づきアラートロジックを構成した。診断については下肢エコーと造影 CT、予防は①安静解除②弾性ストッキング③間欠的下肢圧迫システム④抗凝固療法の4手段を検出することとした。④の抗凝固療法は1) ヘパリンカルシウム皮下注2) 同持続静注3) クレキサン皮下注4) アリクストラ皮下注5) リクシアナ内服の5種類を検出する仕様とした。

【結果】整備されたインフラと Web親和性が高い FHIRフォーマットを用いることで、プロジェクト開始から4か月でサーバからのデータ取得、判断ロジックの実装並びにスマートフォンでのアラート通知までの実装を行うことができた。本方式は拡張性にも優れており、現場運用を通じてさらに高度なロジックを実装する際にもリードタイムの大幅な削減が可能と考えられる。

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

鳥飼 幸太^{*1,2}、小坂橋則通^{*3}、野口 怜^{*1}、滝沢牧子^{*4}、小松康宏^{*4}、齋藤 勇一郎^{*1}

*1 群馬大学医学部附属病院システム統合センター、*2 群馬大学重粒子線医学研究センター、
*3 群馬大学医学部附属病院循環器内科、*4 群馬大学医学部附属病院医療の質・安全管理部

Development of Alert Messaging System for Deep Vein Thrombosis (DVT) by FHIR Standard and Smartphone

Kota Torikai^{*1,2}, Norimichi Koitabashi^{*3}, Rei Noguchi^{*1}, Makiko Takizawa^{*4}, Yasuhiro Komatsu^{*4}, Yuichiro Saito^{*1}

*1 System Integration Center, Gunma University Hospital, *2 Gunma University Heavy-ion Medical Research Center,

*3 Division of Cardiovascular Medicine, Gunma University Hospital,

*4 Department of Healthcare Quality and Safety, Gunma University Hospital

Background: In-Hospital Venous Thromboembolism (IH-VTE) is an avoidable cause of hospital death. From this fiscal year, the QI project on IH-VTE was started at Gunma University Hospital, and “complete prevention of lethal IH-VTE” was proposed as a QI target. IH-VTE has a risk during the entire hospital stay, and the realization of prompt onset and incidental information was a major issue for achieving the goal. **Purpose:** This hospital has been operating single channel Wi-Fi and in-hospital smartphones since September 2015. It implements an inspection panic alert system using SIP / REST API and conducts operational tests. Therefore, for the purpose of rapid IH-VTE alert development, the onset condition of IH-VTE is determined from the order information and examination information entered in the electronic medical record, and the FHIR interface is provided to the target doctor and medical staff. A system for alert notification to hospital smartphones was constructed. **Method:** IT-VTE has configured the alert logic based on the risk assessment table already established in the hospital. For diagnosis, lower extremity echoes and contrast-enhanced CT, and for prevention, four measures were taken: 1) rest release 2) elastic stockings 3) intermittent leg compression system 4) anticoagulation therapy. The anticoagulant therapy in 4) was designed to detect [1] heparin calcium subcutaneous injection [2] same continuous intravenous injection [3] clexane subcutaneous injection [4] subcutaneous Arixtra injection [5] Lixiana internal use. **Result:** Using the FHIR format, which has a well-developed infrastructure and high web compatibility, we were able to implement data acquisition from the server, implementation of decision logic, and alert notification on smartphones in 4 months from the start of the project. **Conclusion:** This method is also excellent in expandability, and it is thought that lead time can be greatly reduced even when more advanced logic is implemented through field operation.

Keywords: Medical Alert System, HL7 FHIR, Smartphone, REST.

1. 背景

深部静脈血栓症(Deep Vein Thrombosis、以下 DVT)および肺塞栓症(Pulmonary Embolism、以下 PE)を含めた静脈血栓塞栓症(Venous Thromboembolism、以下 VTE)は疾病の種類に関わらず、入院中の患者全てが発症するリスクのある症状である。VTE は患者身体の固定化に関連する多臓器機能障害に代表される患者の重篤な合併症として知られている¹⁾。米国では疫学における VTE は初発後の数ヶ月で頻繁に再発し、6ヶ月で約7%の再発率を示し、診断から1か月以内に、DVT 症例の約6%とPE 症例の12%で死亡するとの報告がある²⁾。日本医療安全調査機構による医療事故の再発防止に向けた提言では、急性 PTE に係る死亡事例の分析第1報において、1:「入院患者の急性 PTE の発症リスクを把握する」、2:「...急性 PTE、DVT を疑う症状が出現したときには医療従事者へ伝えるように指導する」、および 6:「急性 PTE のリスク評価、予防、診断、治療に関して、医療安全の一環として相談できる組織を整備する」に示されるように、VTE リスクおよび発症情報の迅速な共有が求められている。しかしながら、全診療科において、各臨床現場において発生する VTE リスクアセスメントならびに発症情報の情報共有を人手で行おうとした場合、共有に要する労力により、診療現場の負担が運用困難な程度まで増大することが実施上の大きな課題となっている。本院では、外科手術においては肺塞栓症リスクの同意書取得が必須とされているが、内科においては難病患者や肺炎を契機に入院した患者などでリスク評価を完全に行うことは

運用として浸透していない。また、診療現場におけるアラート運用では、通知されるアラートの数が多すぎるにより、当該アラートをスタッフが有効な情報として認識されない「アラート疲労」が生じている³⁾。現状を鑑みた上での実用的なアラートシステムの構築に際し、一斉同報による通知を避けるためには、アラート情報が必要なスタッフに対し、個別に通知を行う手法が有効であると考えられる。

医療情報を取りまく環境としては、アラートシステムに限らず、科学技術基本法の第5期で提唱されたコンセプト(Society5.0)の鍵となる技術として、Internet of Things (IoT)が挙げられている。これに先立って提唱された Web2.0 概念の中には、「情報の送り手と受け手が流動化する」ことが含まれる。これは「サーバ間での通信」のみならず、「サーバ-端末間での通信」においても当てはまる。HL7 V2、HL7 V3、および CDA の優れた機能を組み合わせ、Web インターフェースとして REST API/JSON/XML 等を採用した HL7 FHIR 規格⁴⁾の標準版が2018年12月にリリースされた。FHIR 規格では、これまでの接続性における課題であった通信様式の多様性を共通化して得られる利点として、Fast コンセプト(速やかな活用)が盛り込まれている。Mandel らは、Smart on FHIR⁵⁾の活用により、保存された情報から必要な情報を抽出、加工して速やかにユーザーに提供するアプリケーション開発が行えた事例を報告している。このような FHIR の特性は、アジャイル開発にみられる、運用方法が短いスパンで変化しうる可能性があり、運用と継続的改善が求められる領域に適していると考えられる。

2. 目的

そこで本研究では、循環器内科および医療の質・安全管理部と協力し、深部静脈血栓症に関する電子報告ならびにアラートシステムを設計、開発することを目的とする。医療現場におけるアラート情報は、本研究に関するVTE以外にも今後増加すると考えられ、またアラート情報間に優先順位を持たせる必要があり、機能ごとに個別のシステムを構成せず、汎用性を持たせた設計とすることが望ましい。さらに、通知に必要な情報の表示に対しても、その通知が固定された端末に表示された場合、当該スタッフに関連が少ない情報についてもアラート表示がされ、結果としてアラートの見落としならびにアラート疲労を引き起こす可能性が生じる。そこで本研究で開発するアラートシステムは、近年の情報システムのWeb化構成に伴い、その表示処理を移動端末上でを行い、かつ個別にアラート通知を制御する目的で、その出力をスマートフォンから行うことを目的とした。また、今後通知に関するコードの再利用性を鑑み、Web化通知の方式として、予めlabelタグが診療用に検討されているFHIR規格を参照してメッセージングデータを送信する構成とすることを目的とする。

3. 方法

3.1 通知方式およびインターフェース

本院では検体検査におけるパニック値通知システム(Panic-value Notification System, 以下PNシステム)の設計ならびに実装を過去に行っており、パニック値通知システムで構築されたインターフェース^xを基礎として実装することとした。院内ではアラートは発信者通知の形式になるため、院内設備のみでPush通知を発行できるSound over IP(SIP)プロトコルを選択した。SIPプロトコル通信を行うサーバとしてDELTAPATH社frSIPが既に稼働している。院内ネットワーク内frSIPはREST APIによって通話先を指定する仕様とした。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する。当初はこの表示用Webページの構成はサーバサイドで構成しており、表や数値をサーバ内SQLで記述していたが、汎用のアラートシステムとして機能させる場合、サーバ固有のフィールド名でWebアプリケーション層に記述する方法では、アプリケーション内容がデータベースの構造や命名規則を直接反映し、汎用性ならびに保守性が著しく低下する。このため、データ取得を行うWebインターフェースをHL7 FHIRによるREST APIを利用した構文記述とすることにより、当該Webページに汎用的なインターフェースを実装できる。通知については、アラートに応じた通知ロジックが求められる。また、アラート発行に至る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。このため、ロジック単体を独立したコードで記述し、これを組み合わせで出力を生成する構成を採用した。使用するスマートフォンは、試験機であるCovia CP-03aならびに次期運用が10月より開始されるSHARP SH-08Hとした。

3.2 VTE リスクおよびアラートロジックの構成条件

アラートロジックに用いる要素は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を参考として抽出した。入院中VTEへの対応に対しては、入院前にVTEリスクアセスメントを行い、発症を予防する段階と、VTEが発生した際に、発生事象事実を速やかに共有し、経過観察の際に再発が生じていないかを重点化するとともに、退院時サマリでも明記されることで、VTEによる死亡リスクを医療

の質指標(Quality Indicator、以下 QI)として設定した。従ってQIのゴールはVTEの発症そのものではなく、VTEによる入院中死亡の有無となる。PEリスクアセスメント基準について、外科リスクを表1、患者個別リスクを表2に、リスクレベルと対応を表3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次のように変化する。(−2点:1ランクダウン、0-1点:不変、2-3点:1ランクアップ、4-6点以上:2ランクアップ、7点以上:最高ランク)計算された最終リスクレベルに対し、推奨される予防法について表3に示す。

図1 設計したアラートシステム接続図

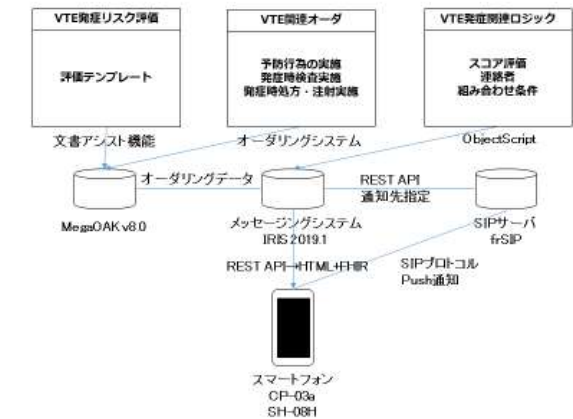


表1 肺塞栓症リスク因子スクリーニング表(外科リスク)

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		脊椎脊髓損傷 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(BMI25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(先天性素因: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)

アラートロジックでは、これらの予防法のうち、オーダリングシステムから取得可能なオーダについては自動的にリスクレベルを取得する設定とした。

表 3 最終リスクレベルと推奨される予防法

リスクレベル	推奨される予防法
低リスク	早期離床および積極的な運動
中リスク	弾性ストッキングまたは間欠的空気圧迫法
高リスク	間欠的空気圧迫法または抗凝固療法
最高リスク	抗凝固療法および間欠的空気圧迫法 (抗凝固療法および弾性ストッキング)

3.3 スマートフォンへのアラート通知および表示

オーダリングシステムから発行されるオーダ情報はメッセージングシステムへ入力される。メッセージングシステム内に構成した VTE 発症関連ロジックには、前述のスコア評価の中から、VTE 検査(下肢 CT 撮影)、① ヘパリンカルシウム皮下注 ② 同持続静注③ クレキサン皮下注④ アリクストラ皮下注⑤ リクシアナ内服の5種類を検出する仕様とした。

3.4 REST API

FHIR では REST API の表現が規定されているため、これに準拠した出力を行うこととした。スマートフォンからメッセージングシステムに送られる一意の web アドレスによって開かれる HTML ファイルは、その内部に JavaScript で記述される REST 構文により、患者 ID、検査 ID をサーバに送信し、JSON 形式で出力する設定とした。REST インターフェースの実装には InterSystems 社の IRIS for Health を用いた。項目の割り付けについては、検査 CT については FHIR ImagingStudy に、投薬、注射については FHIR Medication にそれぞれ実装することとした。抗凝固療法は① ヘパリンカルシウム皮下注②同持続静注③ クレキサン皮下注④ アリクストラ皮下注⑤ リクシアナ内服の 5 種類を検出する仕様とした。

4 結果

これまでサーバ間通信で中心的に用いられてきた TCP/IP プロトコルのソケット通信と比較して、Web 技術として市場で活用されている HTTP/REST 型のインターフェースを採用し、FHIR が規定する構文を積極的に採用することで、JSON 内のラベルが定まり、サーバからの戻り値の処理コードやその命名規則について独自に検討を行う工数が削減された。またユーザーに対するアラート表示アプリケーションのコーディングにおいても、動作検証が進んだ Web ブラウザ上に標準的 HTTP の構文で記述することにより、将来的に利用する端末が変更された際にも同じ内容を表示できることを担保できた。さらに、今後 FHIR 規格の成熟に伴い Revision 等が変更になっても、Resource 名称の同一性を担保しながら注意深くデータの実体を割り当てることで、本コード内におけるデータラベルの同一性が長期間担保でき、作成した判断ロジックプログラムの再利用性を高く保つことで、中長期的な保守工数が少なく維持できる環境を整備できた。一方、FHIR 規格はデータの保存所在等についての明確な規定はなく、その効率的な運用は実施者に委ねられている。JSON データを効率的に保存・処理できるデータベースならびに長期的に検索や機能拡張を可能とするアーキテクチャについての検討が必要であると考えられる。

5 結語

本院ではメッセージングシステムの整備された既存インフラと Web 親和性が高い FHIR フォーマットを用いることで、プロジェクト開始から 4 カ月でサーバからのデータ取得、判断ロジックの実装並びにスマートフォンでのアラート通知までの実装

を行うことができた。本方式は拡張性にも優れており、現場運用を通じてさらに高度なロジックを実装する際にもリードタイムの大幅な削減が可能と考えられる。このような実装法は、サーバ間での TCP/IP 主体のデータ通信に加えて、データラベルと表示アプリケーション層との関連性について規定を行っている FHIR 規格の活用がもたらす利点であると考えている。

参考文献

1) Joshua C Mandel, David A Kreda, Kenneth D Mandl, Issac S Kohane, Rachel B Ramoni, Smart on FHIR: a standards-based, interoperable apps platform for electronic health records, 2016 Feb 2014 ; 28 :13-26.

2) White RH1, The epidemiology of venous thromboembolism. Circulation. 2003 Jun 17;107(23 Suppl 1):I4-8.

3) 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.

4) HL7 FHIR, <https://www.hl7.org/fhir/>

5) Mandel JC, Kreda DA, Mandl KD, Kohane IS, Ramoni RB, SMART on FHIR: a standards-based, interoperable apps platform for electronic health records. J Am Med Inform Assoc. 2016 Sep; 23(5): 899-908.