

[原著]

## 採血副作用のリスク管理のための献血ルームにおける 遠隔モニタ・システムの構築

岩手県赤十字血液センター<sup>1)</sup>, 岩手医科大学歯学部<sup>2)</sup>中居賢司<sup>1)</sup>, 久保聖子<sup>1)</sup>, 吉田春那<sup>1)</sup>, 三上みなみ<sup>1)</sup>, 中島みどり<sup>1)</sup>,  
岩崎祐紀<sup>1)</sup>, 岩崎 満<sup>1)</sup>, 中居恵子<sup>2)</sup>, 伊藤 学<sup>2)</sup>, 千葉俊美<sup>2)</sup>

### Risk management for blood collection side effects by constructing a remote monitoring system in blood donation room

*Iwate Red Cross Blood Center<sup>1)</sup>, School of Dentistry, Iwate Medical University<sup>2)</sup>*Kenji Nakai<sup>1)</sup>, Seiko Kubo<sup>1)</sup>, Haruna Yoshida<sup>1)</sup>, Minami Mikami<sup>1)</sup>, Midori Nakashima<sup>1)</sup>,  
Yuki Iwasaki<sup>1)</sup>, Mitsuru Iwasaki<sup>1)</sup>, Keiko Nakai<sup>2)</sup>, Manabu Itoh<sup>2)</sup> and Toshimi Chiba<sup>2)</sup>

#### 抄 録

【目的】成分献血および全血ドナーにおける血管迷走神経反射 (VVR) などに対する安全性向上のためのリスク管理は重要である。今回、高分解能心電計 (DREAM-ECG) 解析に加えて、連続パルス・オキシメータ、再分極リアルタイム・モニタなどの献血ルーム内遠隔モニタ・システムを開発して有用性を検証した。【方法】1. DREAM-ECGは、Windows OS上で稼働するプログラムを基盤としており、追加ソフト・ウェアの汎用性が高い。DREAM-ECGと連続パルス・オキシメータをベッドサイドに設置、ルーム内で無線Wi-Fiを構築して検診医室内での遠隔モニタを構築した。【結果】1. DREAM-ECGでは、リアルタイムXYZ誘導心電図、QRS加算波形とQT区間表示、コントロールと任意時間での心拍数 (HR) と再分極2次元機能図 (RTc dispersion) による心筋障害の評価が可能となった。2. 市販のWi-Fiを用いて、検診医室でXYZ誘導心電図と再分極表示画面および連続パルス・オキシメータのリアルタイム・モニタが可能となった。【考察】遠隔モニタ・システムは、献血ルームで発生する採血副作用を監視し、採血現場に的確な指示を与えることを可能にした。今後、成分献血装置と組み合わせることにより、より安全なモニタ・システムの構築が望まれる。

Key words: blood donation, remote monitoring system, electrocardiogram,  
pulse oximeter, risk management

#### 【はじめに】

全血献血や成分献血における血管迷走神経反射 (VVR)、成分献血におけるクエン酸反応および

献血会場外失神などに対する安全性向上のリスク管理は重要である。従来、高分解能心電計 (DREAM-ECG) や携帯型パルス・オキシメータ

の有用性を報告してきた<sup>1)~3)</sup>。今回、現行の DREAM-ECG 解析に加えて、再分極リアルタイム・モニタ表示および連続パルス・オキシメータを用いた献血ルーム内遠隔モニタを開発して有用性を検証した。

### 【対象と方法】

1. 初回献血者では、DREAM-ECGを用いて成分献血前5分および穿刺から抜針までの全工程を46例で記録した。なお、成分献血装置にはCCSを用いた。初回献血者やVVR既往の35例では、連続パルス・オキシメータにより脈拍数とSpO<sub>2</sub>を記録した。DREAM-ECG連続記録より、心拍数、交感神経活動指標(LF/HF)、QTc時間などの変動を解析した。
2. DREAM-ECGは、Windows OS (10対応) 上で稼働するプログラムを基盤としており、追加ソフト・ウェアの汎用性が高い。VPN回線を用いて献血ルームと岩手県赤十字血液センター母体(所長室)との心電図遠隔支援を構築した(図1)。さらに、DREAM-ECGと連続パルス・オキシメータをベッドサイドに設置、ルーム内無線Wi-Fi (Buffalo, WHR-1166DHP4)を用い

て検診医ルーム内での遠隔モニタを構築した(図2)。

DREAM-ECGでは、リアルタイムXYZ誘導心電図モニタ、QRS加算波形とQT区間表示、コントロールと任意時間での心拍数(HR)と再分極二次元機能図(RTc dispersion)解析が可能である。DREAM-ECGモニタ画面では、新たにイベントボタン(穿刺、抜針、イベント)を追加表示した(図3)。

統計解析には、One-way ANOVAを用いて $p < 0.05$ を有意とした。なお、統計ソフトにはGraphPad Prismを用いた。

本研究は、血液事業倫理審査委員会承認課題(2016-027)である。

### 【結 果】

1. CCSを用いた成分献血例(N=46)でのDREAM-ECG記録より解析した心拍数、交感神経活動指標(LF/HF)、QTc時間の変化を図4に示す。心拍数は、コントロール(cont)71±8bpm、後半(Cycle 4)79±9bpmであった( $p < 0.001$ )。LF/HFは、cont 1.1±0.2、後半(Cycle 4)1.4±0.4であった( $p < 0.0001$ )。QTc時間は、

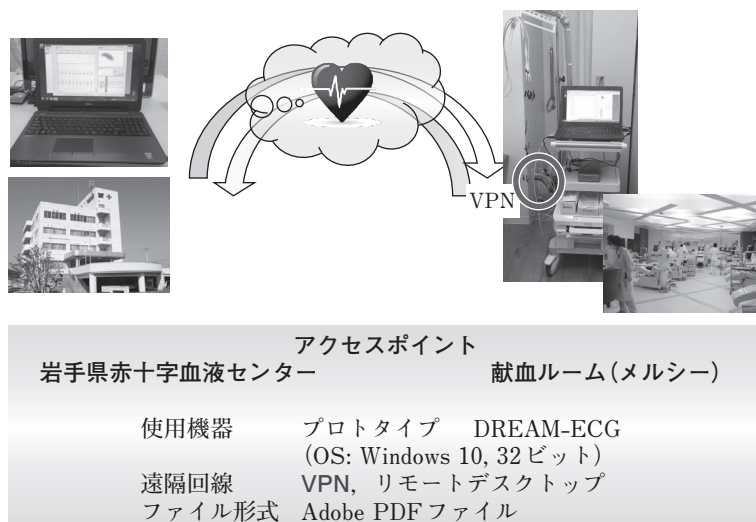
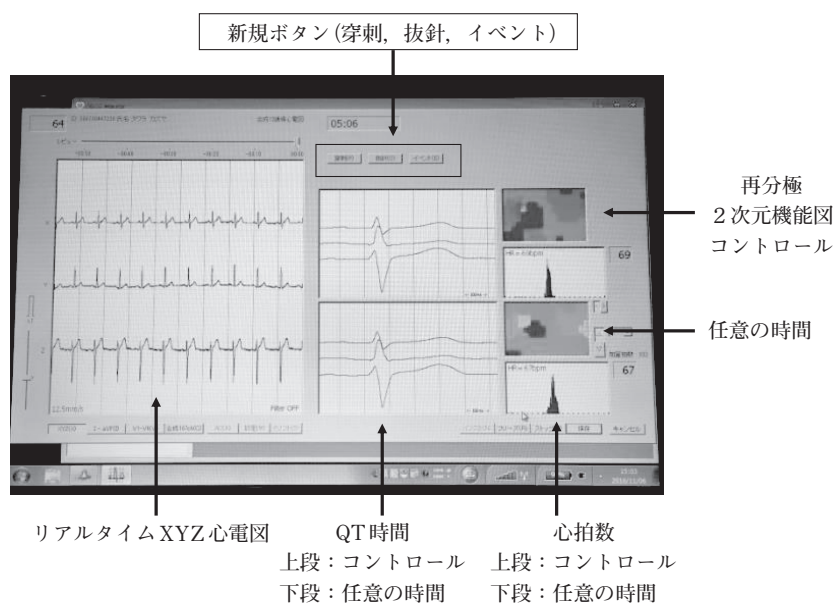


図1 遠隔支援心電計によるモニタ・システムの構築



図2 Wi-Fiを用いた検診医室でのDREAM-ECGのXYZ誘導心電図と二次元再分極機能図および連続パルス・オキシメータのリアルタイム・モニタ



XYZ誘導心電図, QRS加算波形, QT区間表示。

コントロールと任意時間での心拍数(HR)と再分極2次元機能図(RTc dispersion)表示。

さらに, モニタ画面では, 新たにイベントボタン(穿刺, 抜針, イベント)を追加表示した。

図3 DREAM-ECG画面表示

cont  $390 \pm 13\text{ms}$ , 後半 (Cycle 4)  $414 \pm 14\text{ms}$  であった ( $p < 0.0001$ )。

## 2. 以下に代表的な症例を提示する。

### ①男性, 60歳, 血小板成分献血。

検診時に, 明らかな脈の不整なし。成分献血終了時に頻脈あり。ベッドサイド DREAM-ECG を起動した。遠隔支援心電図で心房細動が確認され

た (図5)。直ちに成分献血を中止した。

### ②男性, 40歳, 400mL全血献血。

沿岸地区より来訪, 以前にも VVR 既往あるため, 連続パルス・オキシメータを装着した。400mL全血献血終了直前に VVR を発症。脈拍数と  $\text{SpO}_2$  の急激な低下が著明であり, 硫酸アトロピン  $0.5\text{mg}$   $1\text{A}$  を筋注した (\*印)。脈拍の回復過

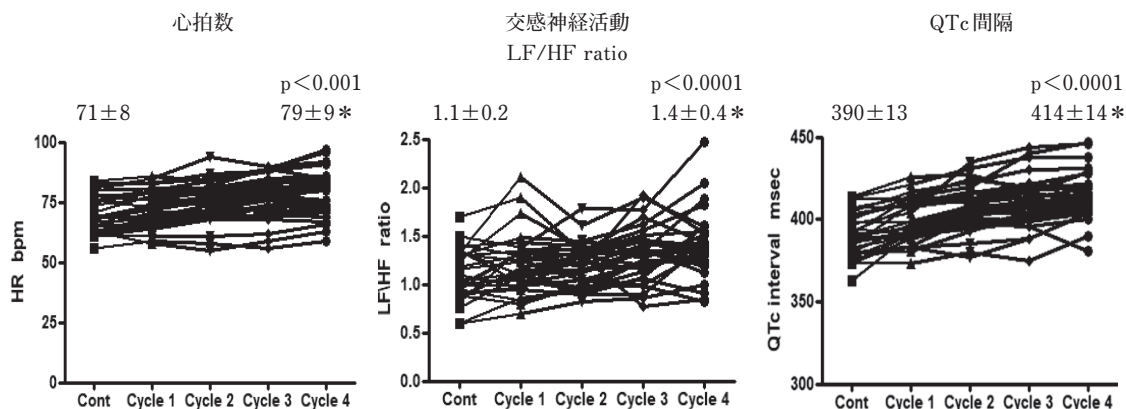


図4 CCSを用いた成分献血例 (N = 46) での心電図より解析した心拍数, 交感神経活動指標 (LF/HF), QTc時間の変化

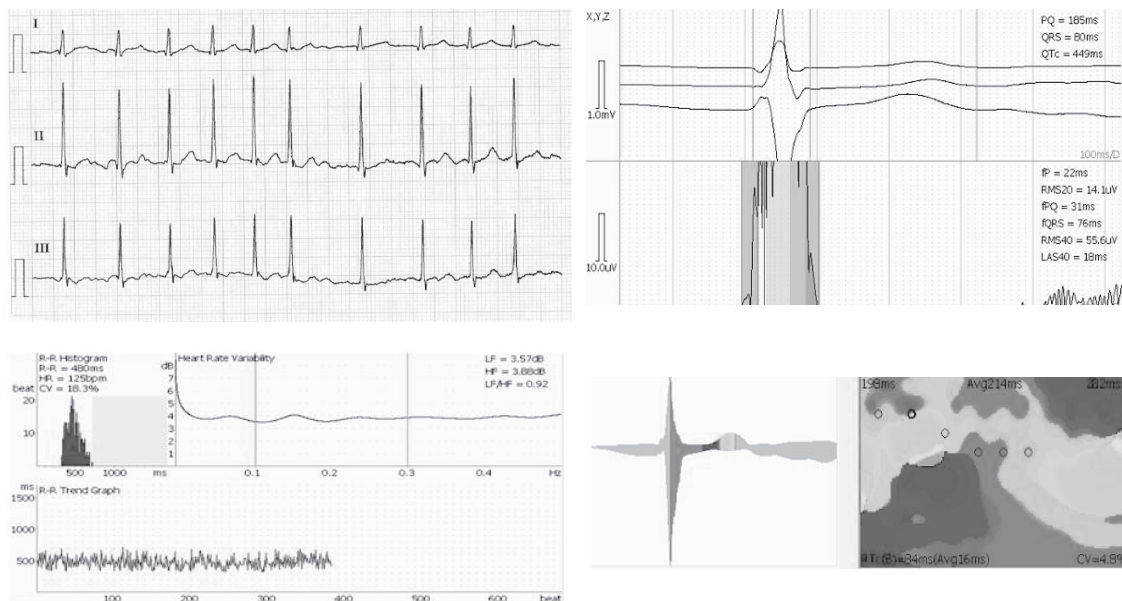


図5 遠隔支援心電図で心房細動が確認された例

程の記録ができた (図6)。

③女性, 18歳, 成分献血初回。

CCSを用いて血漿成分献血を実施した。初回  
返血時に痙攣を伴う失神を発症したため、直ちに

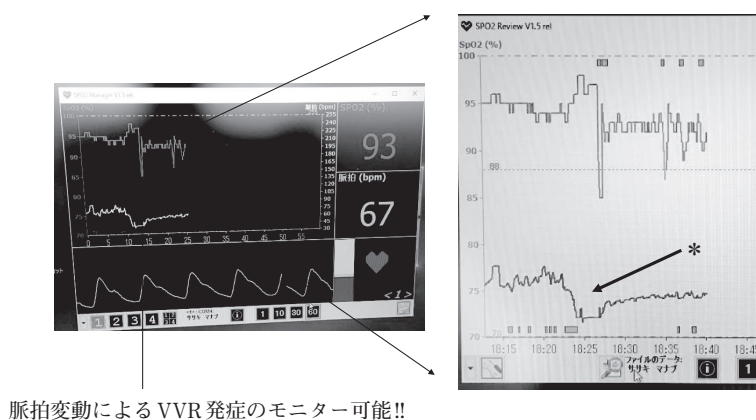


図6 連続パルス・オキシメータを用いたVVR例

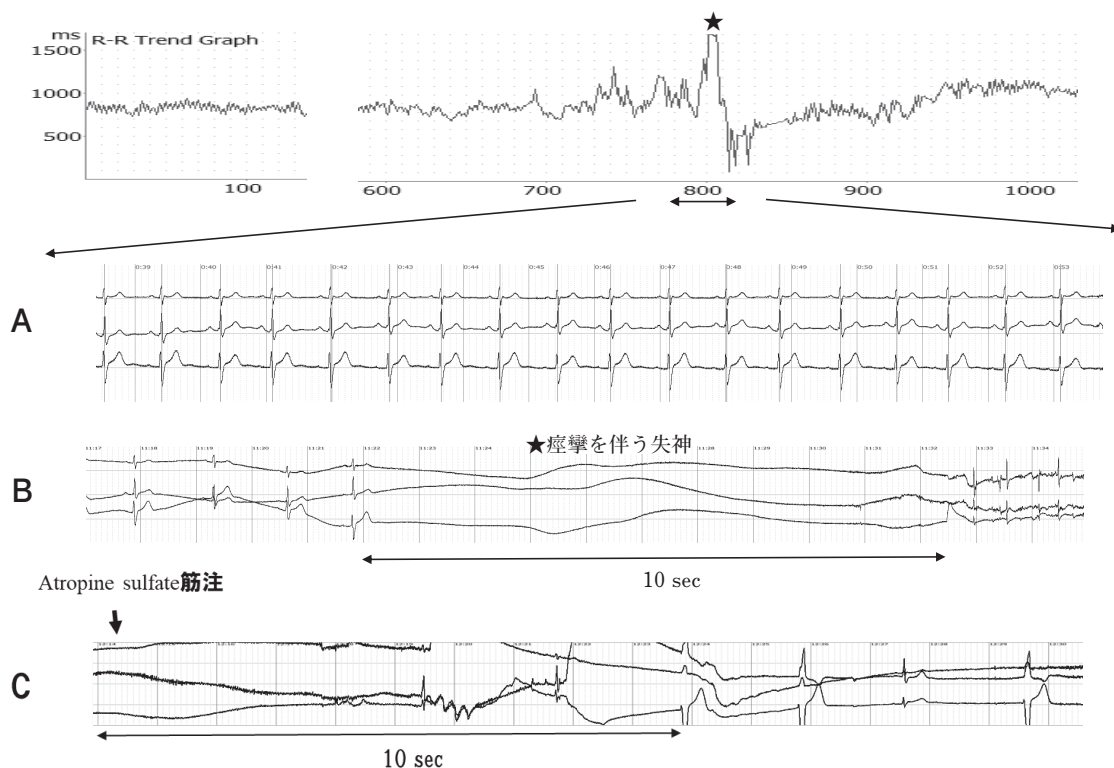


図7 痙攣・失神を伴うVVR例の心電図記録<sup>4)</sup>



硫酸アトロピン0.5mg 1 Aを筋注した。DREAM-ECG解析記録では、痙攣を伴う失神時(★)に10秒以上の洞停止が断続的に30秒程度持続した(図7)<sup>4)</sup>。

### 【考 察】

昨今、医療現場でのモニタ機器の進歩は著しい。全血および成分献血時には少なからず、重大な採血副作用が発生しうる。採血副作用の背景・要因を明らかにするために、より簡便で安全な献血時のモニタ・システムを構築が必要である。今回、成分献血時のDREAM-ECGによる連続記録の観察により、心拍数増加は循環血液量低下、LF/

HF増加は交感神経活動亢進、QT時間延長はクエン酸反応を反映することが明らかとなった。従来、献血終了後の解析にゆだねられてきた、重症採血副作用の一つである心筋障害をリアルタイムで把握することが可能となり、早期のリスク対応も可能となった。DREAM-ECGを用いた連続心電図および再分極二元機能図と連続パルス・オキシメータを用いた献血ルーム内遠隔モニタは、献血ルームで発生する採血副作用を監視して種々のVVRの病態を解明するとともに、採血現場での的確な対応指針作成に寄与した。今後、成分献血装置と組み合わせることにより、より安全なモニタ・システムの構築が望まれる。

### 文 献

- 1) Nakai K, *et al.*: Newly developed signal-averaged vector-projected 187-channel electrocardiogram can evaluate the spatial distribution of repolarization heterogeneity. *Int Heart J*, 49: 153-164, 2008.
- 2) 中居賢司 ほか：モニタリングシステムによる痙攣・失神や重症VVRの把握と採血現場での対応。血液事業, 42(1), 195-198, 2019.
- 3) 高橋久美 ほか：全血採血における献血会場外での失神や転倒の要因と対策～パルス・オキシメータの活用。血液事業, 42(3), 673-677, 2019.
- 4) Nakai K, *et al.*: Prolonged sinus arrest on electrocardiogram recording during apheresis donation in young female donor with convulsive syncope. *Clin Case Rep*. 7: 758-761, 2019. DOI: 10.1002/ccr3.2077