

原 著

[原著]

レーザー血流計によるVVRの回復過程の解析

北海道赤十字血液センター¹⁾, 日本赤十字社北海道ブロック血液センター²⁾佐々木こずえ¹⁾, 前田絵美¹⁾, 算用子裕美¹⁾, 後藤由紀¹⁾, 薄木幸子¹⁾,
生田克哉¹⁾, 山本 哲¹⁾, 塚田克史²⁾, 紀野修一²⁾

Analysis of pathophysiological recovery process of vasovagal reaction using laser Doppler flowmeter

Hokkaido Red Cross Blood Center¹⁾, Japanese Red Cross Hokkaido Block Blood Center²⁾
Kozue Sasaki¹⁾, Emi Maeda¹⁾, Hiromi Sanyoshi¹⁾, Yuki Goto¹⁾, Sachiko Usuki¹⁾,
Katsuya Ikuta¹⁾, Tetsu Yamamoto¹⁾, Katsushi Tsukada²⁾ and Shuichi Kino²⁾

抄 錄

血管迷走神経反応(VVR)の回復過程はいまだ客観的に解析されていない。血圧低下と徐脈の改善が指標とされるものの、生理学的な回復過程とは必ずしも一致せず、献血者の主観的訴えと、バイタルサインの改善を目安に、医師により総合的に判断され帰宅指示が行われている。今回レーザー血流計を用いて、VVR発症後の献血者の組織血流量と脈動数の変化を観察することで、合理的な回復過程の評価が行いうるかを検討した。

血小板成分献血者の初回献血、低体重、若年およびVVR既往のあるハイリスク献血者315名の調査対象者のうち、14名にVVRの発症が観察され、採血副作用記録から発症後の回復過程におけるバイタルサインの変化と、レーザー血流計による組織血流量と脈動数の変化の推移をイメージング解析し比較評価した。

発症後の経過観察は、最長2時間におよび、7件については、収縮期圧と心拍数が採血前値に回復しないまま観察が終了されていた。レーザー血流計におけるVVRの危険水準を示すD領域の領域割合は回復とともに低下し、回復過程の生理学的指標として有用と考えられた。

Key words: laser Doppler flowmeter, vasovagal reaction, recovery process, platelet apheresis

【はじめに】

献血で発生する血管迷走神経反応(以下VVR)は、採血副作用の中で最も頻度が高く、現状ではその発生防止は困難と考えられている。発生したVVRは、神経因性反応の特徴として、大部分が早期に回復し後遺障害を残さないと考えられてい

るが、その回復経過を客観的に観察した報告はない。一旦回復したようにみえる献血者が、体位の変換によって再び血圧低下が起こることがしばしば観察され、回復経過に関与する要因を含め対処法および対処時間についての検討が必要と考えられた。

今回レーザー血流計によって献血者の組織血流量と脈動数の変化から生理学的状態を観察し、とくにVVR発症者の回復経過に関連する要因分析を行いながら、献血者の安全確保を念頭に注意すべき要件を考察した。

【対象および方法】

2018年11月5日～2019年1月31日に来所した血小板成分献血者で、初回献血・低体重・若年およびVVR既往などから、VVRハイリスク献血者と思われる者を任意に選択し、調査の説明を行って同意の得られた336名を対象とした。対象献血者にはレーザー血流計(ポケットLDFレコーダー、JMS Ltd., Tokyo)を耳朶に装着し、成分献血の途中中断がない事例(VVRを除く)およびデータ信号に異常のない315名(男性187名・女性128名)を最終的な調査対象者とした。VVRは全例が軽症の非失神性VVRで14名(男性12名・女性2名)に発生しており、副作用調査票から性別、年齢、および発症後の血圧・脈拍の値(オムロン上腕式血圧計HEMM-7121により計測)、情報システムから採血時間、採取量などを調査し、回復要因解析の要素とした。採取量についてはACD液を含め600mL未満の群と600mL以上(循環血液体量の12%以下)の群に分類し比較した。

献血者の採血中の組織血流量と脈動数を同時計測し、データ化して電子情報として蓄積した。この2つの性格の異なるパラメーターが同期した数値であることを利用して、以下の方法によりVVR事例を個別評価した。

1. 計測値の変換

計測値はレーザー光線が対象とする組織の違いから実測値に大きな差があり、献血者で数値を比較するには変化率に変換して平準化する必要があった。既報の計算式¹⁾に従って、10秒おきに血流量減少率(Decrease of Blood Flow;以下DBF)および脈動数減少率(Decrease of Heart Rate;以下DHR)を求めた。

2. 生理学的変化の2次元解析²⁾

採血中の献血者の生理学的状態の変化を観察するため、血流変化と心拍変化の協調経過を示す2次元解析を行った。DBFをX値、DHRをY値と

して、献血者の採血中の生理学的状態変化をX-Y座標上を10秒おきに移動する座標点の動きとして観察した。

3. 生理学的座標の領域表示³⁾

VVR事例と非VVR事例で座標移動に特徴があることに着目して、座標の領域区分を行った。X-Y座標の領域を、変化の少ないDBF±20%およびDHR±20%で囲まれる中心領域と、その外側領域を領域の特徴に応じて4領域(A～D領域)に分割した。A領域はDBF<0かつDHR>0、B領域はDBF<0かつDHR<0、C領域はDBF>0かつDHR<0、D領域はDBF>0かつDHR>0で各々N領域を除外した領域とした。座標点の位置を領域で表わし、座標点の動きを10秒おきに領域表示した。

4. VVR発症前後における生理学的変化の数量的評価⁴⁾

VVR事例についてその発症時刻を基点として前後を比較した。数量比較を行うために、VVR発症時刻を基点に前後を10分間の区間に区分して、その区間ごと領域占有率を計算した。発症前は10分間区画を2区間、それ以前については時間に関係なく開始から発症20分前までの区間とした(I～III区間)。発症後は10分間の区画を前提に、計測終了までに10分に満たない場合も1区間として領域占有率を計算した(IV～X区間)。

本研究は、日本赤十字社血液事業倫理審査委員会の承認(倫理審査番号:2018-018)を受けている。

【結果と考察】

調査対象とした315名の血小板成分献血者のうち、男性187名中12名(6.4%)、女性は128名中2名(1.6%)に軽症VVRが発生した。この発症頻度の男女差は、体重別血漿採取量の適応に男女に違いがあることに起因すると推定されるが、女性については前回調査⁵⁾より有意に低い頻度となっており詳細は不明である。

VVRを発症した14名の採血前の収縮期圧・拡張期圧・心拍数には特徴を認めず、VVR発症時のそれらの値は全体的に低下しているものの、収縮期圧90mmHg未満を示すものは6件のみ、心拍

表1 VVR発症例における採血前および発症後のバイタルサイン推移

| 事例 | 性別 | 採血前 | 発症時 | 10分後 | 20分後 | 30分後 | 40分後 | 60分後 | 120分後 |
|----|----|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 男性 | 118/68/82 | 86/54/49 | - | - | - | 77/58/60 | - | 113/68/70* |
| 2 | 男性 | 153/102/77 | 138/87/80 | 131/86/70 | 135/99/74 | 142/88/89* | | | |
| 3 | 男性 | 111/57/68 | 85/52/82 | - | - | 118/72/73 | 111/71/76* | | |
| 4 | 男性 | 148/73/83 | 79/46/64 | 109/69/91 | - | 117/57/80* | | | |
| 5 | 男性 | 126/57/61 | 100/54/62 | - | 89/54/68 | 104/59/55* | | | |
| 6 | 男性 | 115/78/70 | 107/68/60 | 102/65/65 | 99/63/54 | - | 120/77/61 | 105/74/66* | |
| 7 | 女性 | 111/56/77 | 65/41/58 | 69/51/58 | - | - | - | 75/50/58 | 98/60/58* |
| 8 | 女性 | 116/65/87 | 78/57/76 | 99/67/79 | - | - | 113/59/93* | | |
| 9 | 男性 | 120/63/71 | 100/59/73 | 114/72/65 | 124/79/65* | | | | |
| 10 | 男性 | 121/77/91 | 97/60/60 | 84/54/65 | 118/70/74 | 107/78/73* | | | |
| 11 | 男性 | 117/64/83 | 96/60/61 | - | 102/75/70 | 104/59/70* | | | |
| 12 | 男性 | 124/77/66 | 107/67/66 | - | 124/74/64 | 143/84/58* | | | |
| 13 | 男性 | 117/66/57 | 83/40/63 | 99/53/49 | 113/76/59* | | | | |
| 14 | 男性 | 112/62/63 | 98/70/54 | 103/54/64 | - | 98/58/64* | | | |

計測値は最高血圧(mmHg)/最低血圧(mmHg)/心拍数(拍/分)の順に表示し、(-)は計測値なし、*は最終計測値を示している。

数60/分未満は3件と、VVR診断にバイタルサインを活用することの難しさが伺われた(表1)。

VVR発症後の経過観察は、最短で20分間、最長2時間に及んだが、観察終了時点におけるバイタルサインは、全例収縮期圧、心拍数とともに発症時点の数値を超えたものの、採血前の値と比較すると、その値に達しないものが7件あった。クエン酸反応を訴えた5名についてはいずれもこれに該当しなかった。

これまでの検討⁵⁾で、VVR発症者については、その発症の前後で生理学的な特徴として、DBFとDHRがともに増大する傾向が観察されている。これは献血者の生理学的变化を座標点として観察した場合、座標区分におけるD領域に座標点が留まる時間割合が大きくなることで実測することができる。図1はVVR発症時刻を基準とする採血時期区分におけるD領域占有率の推移を示している。男性についてACD液を含む採取量が600mL未満の群(N=6)と、600mL以上の群(N=6)に分けて様態を比較した。採取量600mL未満の群ではD領域占有率の変動にばらつきが多い。これは発症時期が、採取量600mLに達するまでの間に広く分布していることが原因かもしれないが不明

である。これに対して、採取量600mL以上の群は均一で、ほぼ同様の様態を示していた。両群を比較すると、採取量600mL以上の群で、D領域占有率の低下が遷延する傾向が見られ、同時に、この発症時の条件が均一の場合、年齢が高いほど遷延の程度が大きい。すなわち回復に時間を要する傾向が観察された。VVR発症に対する年齢要因については、若年層で発症頻度が高く、高齢者についてはそれほど高くななく採血可能年齢の上限を設定していない国もある⁶⁾。この結果は、VVRの発症頻度と異なり、高齢者では下肢静脈の弾力性の減少など、生理学的な加齢変化に起因すると考えられる回復遅延⁷⁾に注意が必要であることを示唆している。

【結語】

VVR発症後の経過観察はバイタルサインの回復によって評価されているが、帰宅許可の判断は主観的な要素によるところが大きい。レーザー血流計は、献血者の生理学的回復を客観的に評価できる可能性をもっており、献血者の安全確保対策として有用と考えられた。

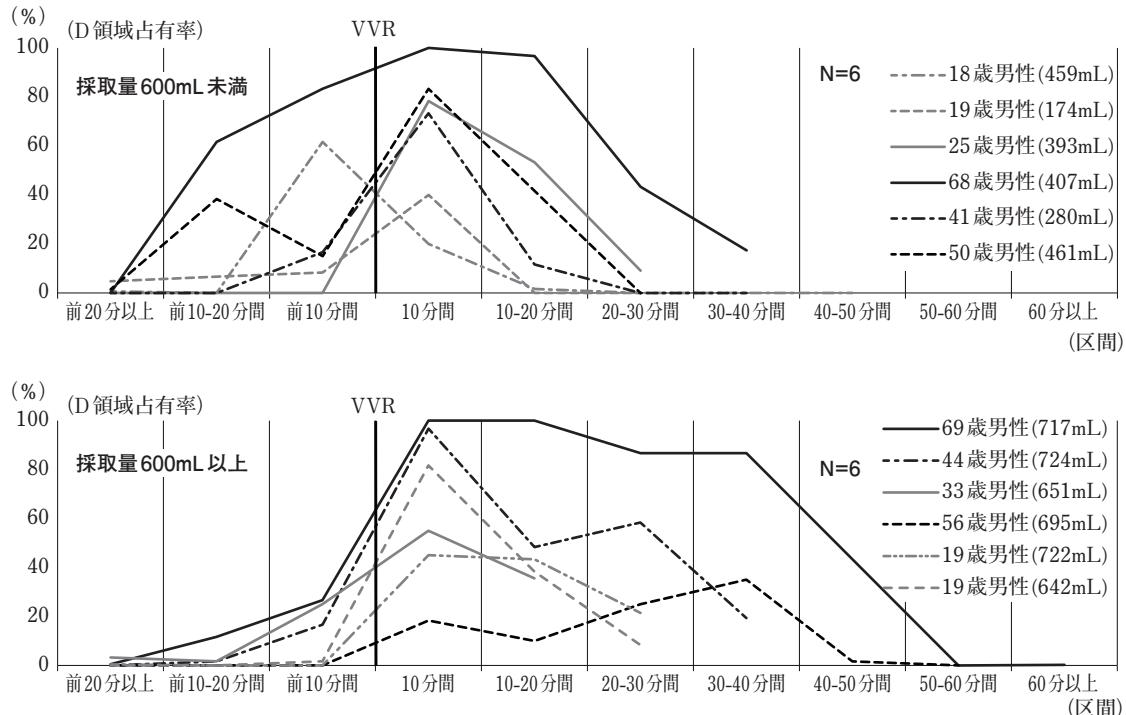


図1 男性における採取量別D領域占有率の推移

成分採血装置トリマクセルによるACD液を含む採取量600mL未満の男性献血者(上段)と採取量600mL以上の男性献血者(下段)での、VVR発症前後の採血区間におけるD領域の割合の推移を献血者別に経時に表示した。

事例中D領域占有率が0になる前に計測を終了したものがある。

引用文献

- 1) 菊地礼子 ほか, : 献血におけるレーザー血流計を用いた血管迷走神経反応予知の検討. 血液事業 38: 759-764, 2016.
- 2) T. Yamamoto, *et al.* : Analysis on physiological position of a donor during platelet apheresis. Transfusion 58: 149, 2018.
- 3) 山本 哲 ほか, : 血管迷走神経反応(VVR)の特徴. 日本輸血・細胞治療学会誌 65: 739-740, 2019.
- 4) 前田絵美 ほか, : レーザー血流計を用いたVVR発症予知の検討. 血液事業 42: 655-660, 2019.
- 5) 山本 哲 ほか, : レーザー血流計を用いた血小板

成分献血者の連続モニタリング. 血液事業 42: 647-653, 2019.

- 6) M. Goldman, *et al.* : Safety of blood donation by individuals over age 70 and their contribution to the blood supply in five developed countries. : a BEST Collaborative group study. Transfusion 59: 1267-1272, 2019.
- 7) H. Olsen, *et al.* : Cardiovascular response to acute hypovolemia in relation to age. Implications for orthostasis and hemorrhage. Am J Physiol Heart Circ Physiol 278: H222-H232, 2000.