

生化学項目 AST, LD, K において溶血検体時データから非溶血時検体データを推測することが可能か？

—再採血の負担軽減を目指した試み—

関口 宜克¹⁾, 井上 信孝²⁾

¹⁾神戸労災病院

²⁾神戸海星病院

(2025 年 5 月 15 日受付)

要旨：[緒言]臨床検査業務において、生化学検体が溶血している場合は、再採血を依頼するか、溶血有りのコメントをつけて報告しているのが現状である。再採血の依頼は、採血を受ける患者への負担や検査結果報告の遅延につながる。そこで今回、再採血の負担を軽減する目的で生化学項目 AST, K, LD 値の溶血による影響を定量的に把握し、溶血検体から非溶血時結果を推測する予測式を導き出したので報告する。

[方法] ボランティア検体 (n=16) の溶血検体を 10 段階希釈で作成し、自動血球分析装置 (XN2000) の Hb 濃度と生化学自動分析装置 (BM6050) での H 値 (溶血強度) を一致させた。また、ボランティア溶血検体の、AST, K, LD 値を BM6050 で測定し、非溶血時の予測式を算出した。そして、溶血した臨床検体 (n=91) を用いて、再採血データと非溶血時予測値との相関を調べた。

[結果] AST ($r=0.99$), K ($r=0.6$), LD ($r=0.89$) となり、相関関係を認めた。

[結語] AST, LD については、予測式を用いることにより溶血検体から非溶血時の測定値を推測することが可能となった。K については、患者病態から高カリウム血症、低カリウム血症を強く疑う場合は、医師の判断により再採血を必ず実施すべきであると考える。

(日職災医誌, 74: 6—13, 2026)

—キーワード—

溶血, 予測式, AST, LD, K

緒 言

日常の臨床検査業務において、生化学項目を測定する場合、溶血のない血清または血漿を用いて行う。しかしながら、採血手技などの問題で提出された検体に溶血が認められた場合、生化学項目 AST, K, LD 値の評価には溶血の影響を強く受けることが知られている¹⁾²⁾。そして、採血検体に溶血が高度に認められた場合は、再採血を依頼している。しかしながら、採血に適した血管確保が困難な場合や、外来患者においては溶血が発覚した時にはすでに帰宅している場合、また治療・処置が開始されている場合、さらには診察を急ぐ場合などでは再採血が困難なことがある。このような場合は、提出医に確認の上、溶血コメントをつけて結果を報告しているのが現状である。

そこで今回、溶血の影響で再採血を受ける患者の精神的負担や採血従事者の業務負担の軽減、再採血に伴う結

果報告の遅延解消を目的とし、溶血時の Hb 濃度から非溶血時の AST, K, LD 値を算出する予測式を確立したので報告する。

方 法

【溶血試料の調製】 職員ボランティア (n=16, 年齢 44 ± 17 歳, 男/女 6/10) から採取した採血検体を使用し、それぞれの溶血再現試料を 10 段階希釈系列で作成した。溶血再現試料の作成方法は、ヘパリン Li 管に採血した血液を生理食塩水 (0.9%NaCl) で洗浄後、精製水で完全溶血させ、自動血球分析装置 (XN2000, シスメックス社) で、溶血液の Hb 濃度が 10g/dL になるように調製した。この調製液と各人の血清で、Hb 濃度 0, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500mg/dL になるよう溶血試料を作製した。そして、溶血試料を用いて下記の検討を行った。

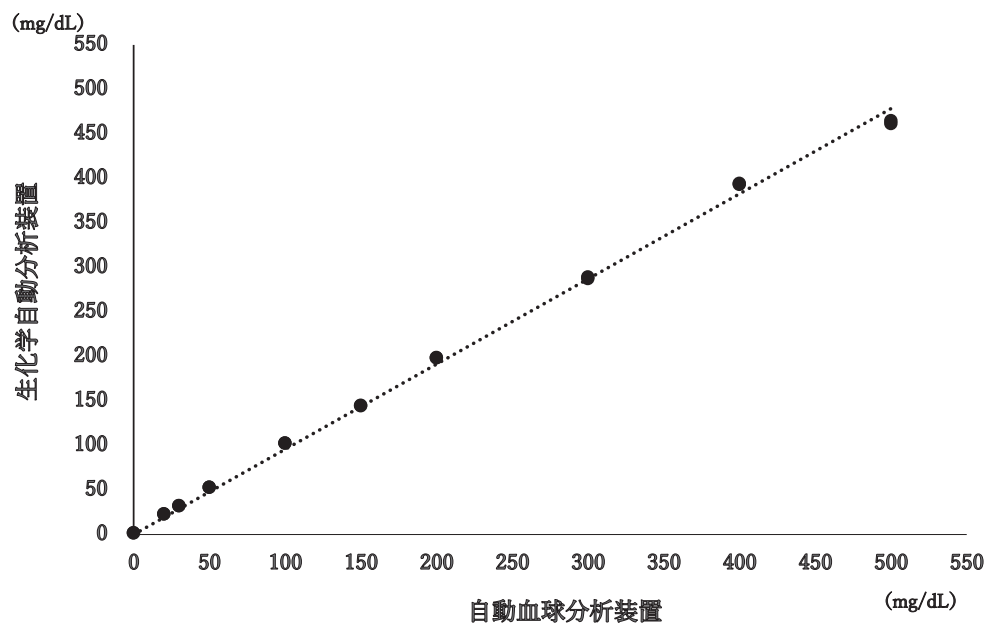


図1 溶血 Hb 濃度の相関

$y = 0.96x$ (y : H 値, x : Hb 濃度) $r = 0.99$ H 値と Hb 濃度の相関関係を認めた.

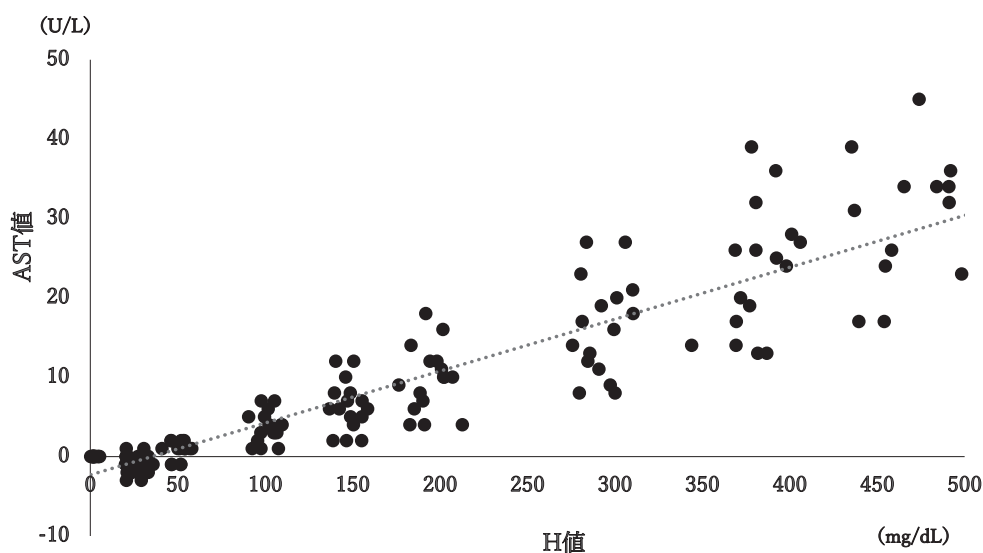


図2 AST 予測式

$y = 0.07x - 2.3$ (y : AST 値, x : H 値) $r = 0.92$ AST 値と H 値の相関関係を認めた.

検討 1. 生化学自動分析装置 (BM6050, 日本電子株式会社) の H 値 (溶血強度) 設定

溶血検体の H 値を定量可能とするアルゴリズムを BM6050 内のパラメーターに構築し, XN2000 での Hb 濃度と BM6050 での H 値の相関を確認した.

検討 2. ボランティア検体を用いた非溶血時の AST, K, LD 値を算出する予測式の構築

10 段階溶血試料の AST, K, LD (試薬: 和光純薬株式会社) を BM6050 で測定し, H 値と各項目の濃度から非溶血時の AST, K, LD 値を予測し算出するための回帰式 (予測式) を確立した. 今回の回帰式を用いた予測式は,

他施設において同様な検討を行うことを想定し, 検討可能な方法を考案した.

検討 3. 溶血した臨床検体を用いた予測式から得た非溶血時予測値データと溶血時の再採血データの相関

実際の採血で溶血し, 再採血をした患者検体 ($n=91$) を用いて, 溶血した検体で予測式から得た非溶血時 AST, K, LD 予測値と再採血時 AST, K, LD 値の相関を確認した.

統計ソフトはエクセル統計第 5 版を使用した.

倫理的配慮

本研究は労働者健康安全機構神戸労災病院倫理委員会

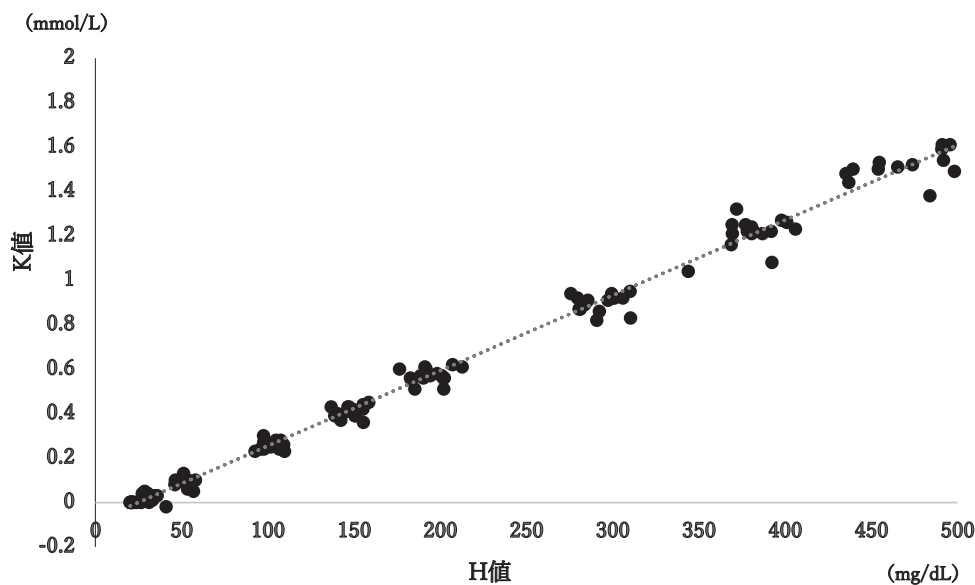


図3 K予測式

$y = 0.003x - 0.085$ (y: K 値, x: H 値) $r = 0.99$ K 値と H 値の相関関係を認めた.

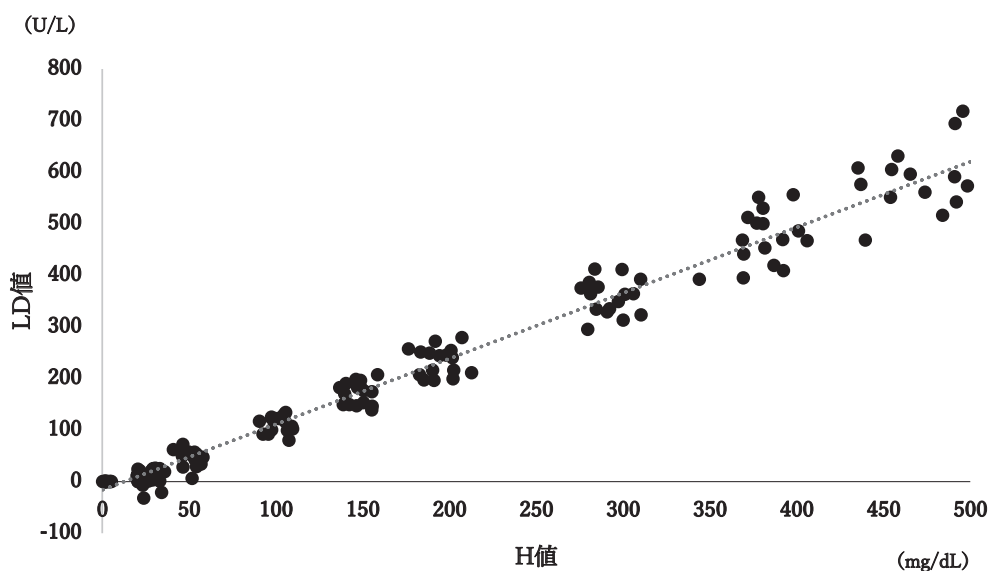


図4 LD予測式

$y = 1.273x - 16$ (y: LD 値, x: H 値) $r = 0.99$ LD 値と H 値の相関関係を認めた.

に提出し承認を得ている.

(承認番号 4-10)

結 果

検討 1. XN2000 での Hb 濃度と BM6050 での H 値の相関

BM6050 は, H 値を下記パラメーター (1) により自動算出し, XN2000 での Hb 濃度と BM6050 での H 値の相関は, $r=0.99$ (図 1) となり相関関係を認めた.

(1) $H \text{ 値} = b \times \{ABS \text{ (溶血測定吸光度)} - d \times ABS \text{ (混濁測定吸光度)}\}$

溶血吸光度係数 $b=2,073.5$, 混濁吸光度係数 $d=0.8967$

(BM6050 取扱説明書参照)

検討 2. ボランティア検体を用いた非溶血時の AST, K, LD 値を算出する予測式の構築

$AST \text{ 予測値} = \text{溶血 AST 濃度値} - (0.07 \times H \text{ 値} - 2.3)$ (図 2)

$K \text{ 予測値} = \text{溶血 K 濃度値} - (0.003 \times H \text{ 値} - 0.085)$ (図 3)

$LD \text{ 予測値} = \text{溶血 LD 濃度値} - (1.273 \times H \text{ 値} - 16)$ (図 4)

検討 3. 溶血した臨床検体を用いた予測式から得た非溶血時予測値データと溶血時の再採血データの相関

$AST: y = 1.02x + 1.6$ (y: 予測値, x: 再採血値) $r =$

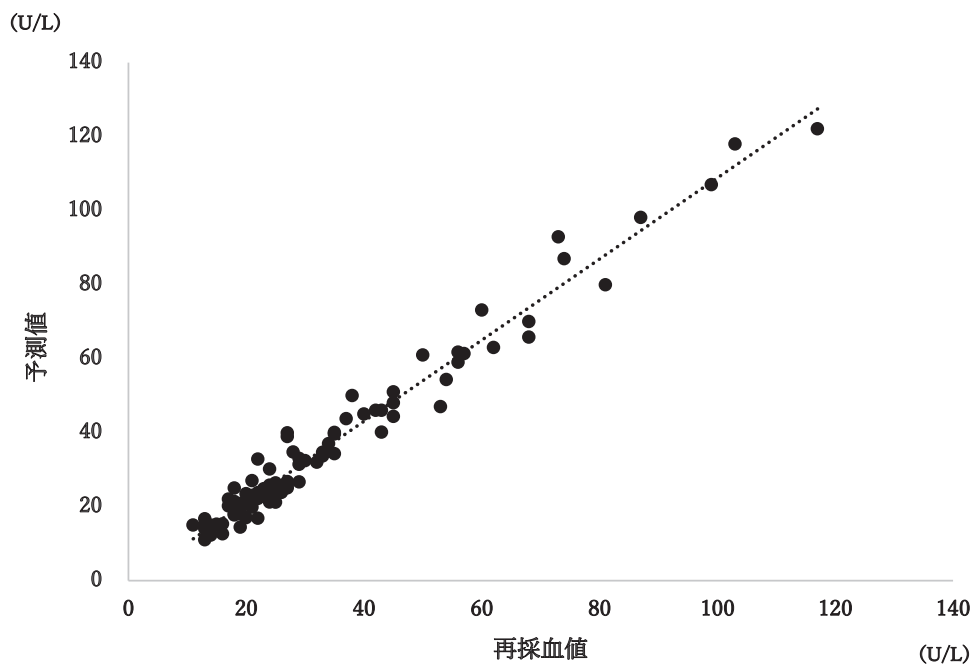


図5 溶血検体から予測式を用いて算出した予測値と再採血値の相関 (AST)

$$y = 1.02x + 1.6 \quad (y: \text{予測値}, x: \text{再採血値}) \quad r = 0.99$$

今回、AST 予測値 362U/L, 再採血値 363U/L となった1点は外れ値のため除外したグラフを掲載した。近似曲線, 相関 r は, 除外前のデータを使用している。そして AST 予測値と再採血値は相関関係を認めた。

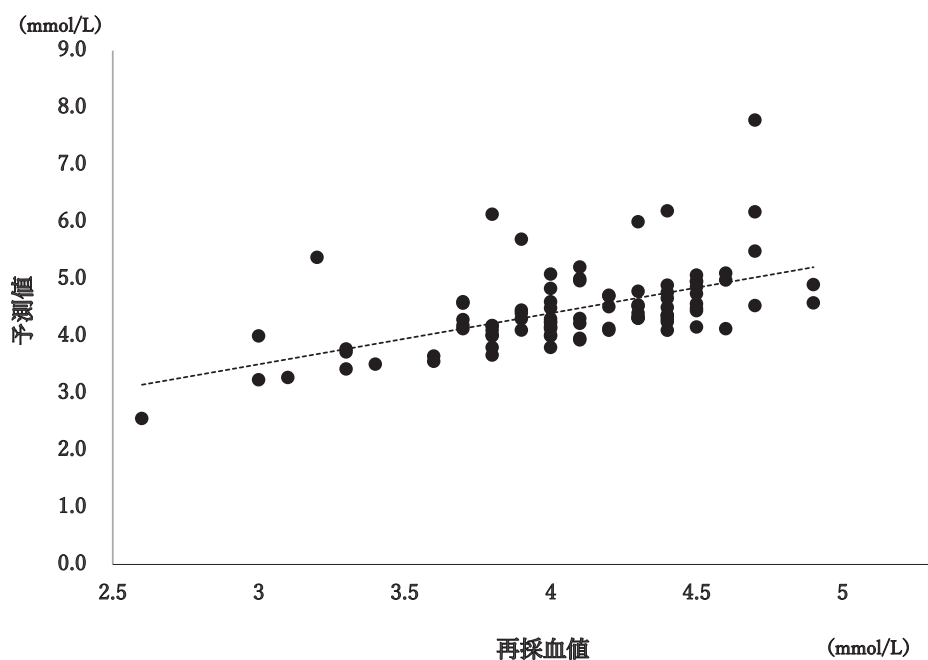


図6 溶血検体から予測式を用いて算出した予測値と再採血値の相関 (K)

$$y = 0.76x + 1.4 \quad (y: \text{予測値}, x: \text{再採血値}) \quad r = 0.6$$

0.99 (図5)

$$K: y = 0.76x + 1.4 \quad (y: \text{予測値}, x: \text{再採血値}) \quad r = 0.6$$

(図6)

$$LD: y = 1.02x + 2.0 \quad (y: \text{予測値}, x: \text{再採血値}) \quad r = 0.89$$

(図7)

考 察

本研究は、溶血時の AST, K, LD の測定データから非溶血時予測式を用いて非溶血時のデータを算出し、再採血を実施せずに臨床で使用できないかを調べた研究である。血球自動分析装置と生化学自動分析装置での Hb 濃

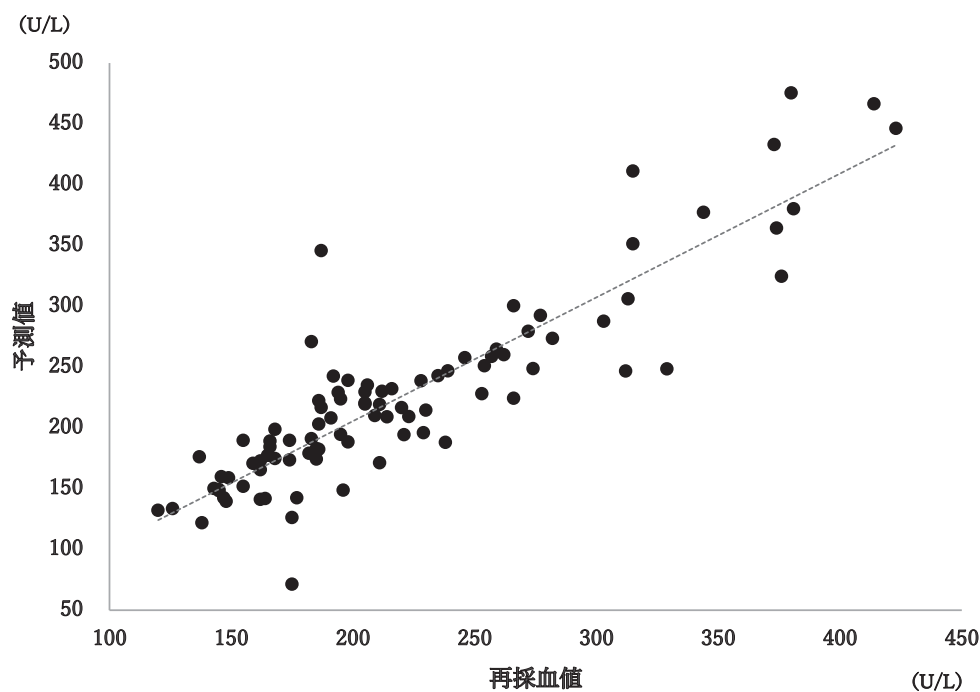


図7 溶血検体から予測式を用いて算出した予測値と再採血値の相関 (LD)
 $y = 1.02x + 2.0$ (y : 予測値, x : 再採血値) $r = 0.89$ LD 予測値と再採血値は相関関係を認めた.

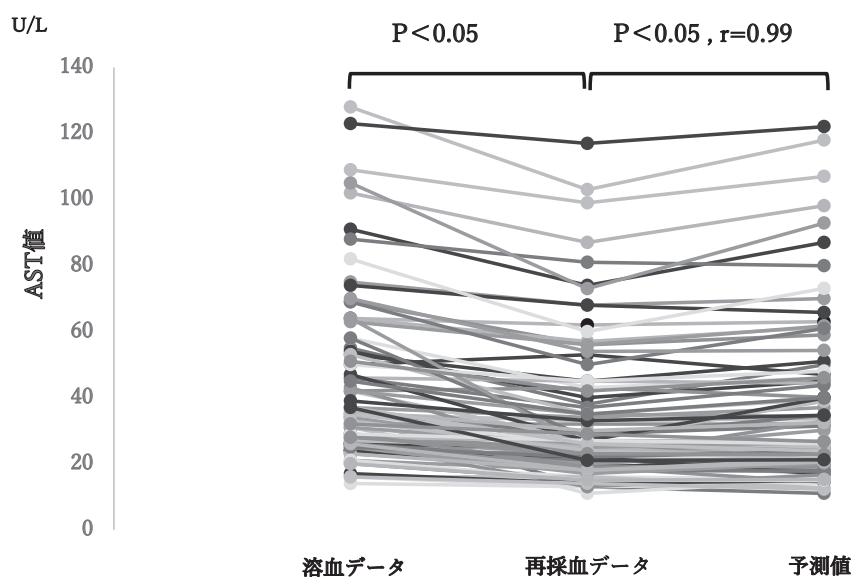


図8 溶血データから見た、再採血データと予測値の比較 (AST)
 溶血データ、再採血データ、そして予測値を比較し溶血データより予測値を用いる方が再採血データに近い値になった。今回、AST 予測値 362U/L、再採血値 363U/L となった1点は外れ値のため除外したグラフを掲載した。

度の相関性の検討では $r = 0.99$ となり、Hb 濃度を生化学自動分析装置で測定可能となった。そして、ボランティア検体を用いた非溶血時の AST, K, LD 値を算出する予測式 (図2, 図3, 図4) を構築した。予測式を用いた非溶血時予測値データと溶血時の再採血データの相関は AST: $r = 0.99$ (図8), K: $r = 0.6$ (図9), LD: $r = 0.89$ (図10) となった。よって、AST, LD については、強い相関

関係が見られ、予測式を用いることで溶血検体から非溶血時の測定値を推測することが可能となった。

溶血検体は、国単位で言えば1% 溶血検体が増えることにより年間30万検体が追加となり検査プロセスの遅延と質の低下につながるとの報告もある³⁾。当院において、日々300検体ほど採血されるが、溶血をした検体は毎日みられる。そこで、次に溶血の原因として考えられ

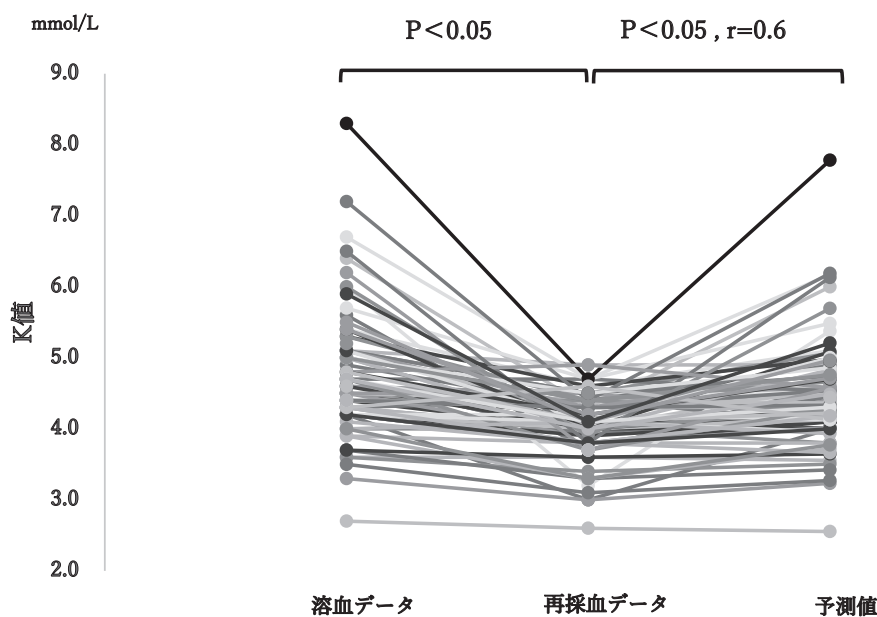


図9 溶血データから見た、再採血データと予測値の比較 (K)

溶血データ、再採血データ、そして予測値を比較し溶血データより予測値の算出が難しい結果となった。

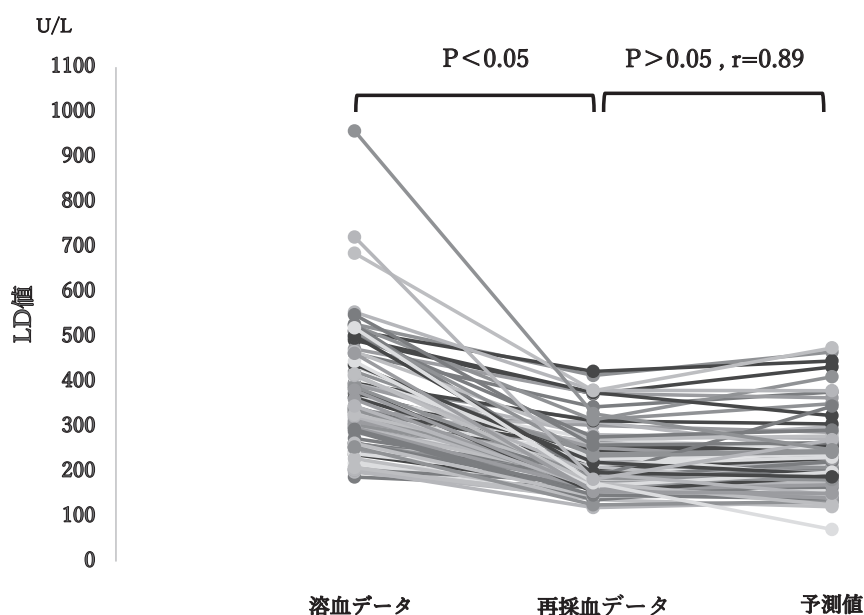


図10 溶血データから見た、再採血データと予測値の比較 (LD)

溶血データと再採血データでは、 $P < 0.05$ となり有意な差を認めた。予測値と再採血データでは、 $P > 0.05$ となり有意な差は認めなかった。

ていることを二つ挙げる。第一に、採血時の採取量不足が挙げられる。8mL 採血管と5mL 採血管を比較した結果、5mL 採血管を使用したほうが8mL 採血管よりも溶血検体割合が約4分の1に減少した報告⁴⁾もみられた。5mL 採血管等の採取量の少ない採血管を用いれば溶血検体を減少させることが可能ではあるが、外注検査や追加検査がある場合、量不足になり再採血をしなければならなくなるため臨床では採血管の変更は難しい。第二に、採血器具が挙げられる。ホルダー付き翼状針の後方に塗

布するシリコン量が増加していたことが原因で溶血した事例もみられた⁵⁾。採血手技や採血器具による溶血は、是正までに時間がかかり、溶血の原因を特定し是正できても、完全に溶血検体を無くすことは難しいといえる。以上のことから、今回の研究は再採血を軽減する一助になると考える。

AST, K, LD は、血清または血漿中の濃度より、血球中の成分のほうが高い²⁾。そのため他の項目より溶血の影響が大きくなる。また、今回の研究で AST, K, LD にお

いて溶血強度に比例して濃度が高くなる傾向にあった。患者検体を用いた検討では、LD について、再採血データと非溶血時予測値データを比較した結果、 $P>0.05$ で有意な差は認められず、再採血データと溶血データから予測式を用いて算出した予測値の相関 ($r=0.89$) が良好であり実用可能であると考ええる。また、AST、K については、 $P<0.05$ で有意な差が認められたが、AST については、再採血データと溶血データから予測式を用いて算出した予測値の相関 ($r=0.99$) が良好であることから実用可能であるといえる。しかし、K については、いずれの指標にも当てはまらず、予測した数値を出すことが難しい結果となった。溶血による偽高値だけでなく、採血手技による、クレンジングや手を強く握る行為が血清 K 濃度の偽高値を簡単に引き起こした報告⁶⁾⁷⁾があることが上げられる。

結 語

AST、LD について予測値を用いて、溶血時の再採血に伴う時間や患者への負担軽減、また、再採血が困難な場合、検査結果への参考値として利用可能であると考えられた。K については、患者病態から高カリウム血症、低カリウム血症を強く疑う場合は、医師の判断により再採血を必ず実施すべきであると考ええる。

謝辞：本研究は、労働者健康安全機構の助成を受けたものです。本研究を進めるにあたり、ご協力頂いた関係者の皆様に感謝申し上げます。誠にありがとうございました。

〔COI 開示〕 本論文に関して開示すべき COI 状態はない

文 献

- 1) 藤本一満：血清情報統一の取り組み～溶血度判定基準の確立～. JJCLA 37 (1) : 53—58, 2012.
- 2) 金井正光：臨床検査法提要 改定第 35 版. 2020, pp 81.
- 3) Phelan MP, Reineks EZ, Schold JD, et al: Estimated national volume of laboratory results affected by hemolyzed specimens from emergency departments. Arch Pathol Lab Med 140 (7): 621, 2016.
- 4) 中島美沙, 佐伯綾子, 丸山晃二, 他：救急外来検体に対する溶血低減の試み～低陰圧・低用量採血管は末梢静脈留置針からの採血時の溶血を減らす～. 日本臨床検査医学会誌 69 (9) : 654—657, 2021.
- 5) 赤羽あゆみ, 市村直也, 東田修二：臨床検査検体の溶血率モニタリングの有用性と溶血率減少のための取り組みとその効果. 医学検査 73 (2) : 380—385, 2024.
- 6) 清宮正徳, 工藤ひろみ, 鈴木芳武, 他：採血に起因する血中カリウム偽高値の出現機序と、回避方法に関する検討. 日本臨床検査自動化学会 34 (5) : 839—844, 2009.
- 7) 清宮正徳, 野村文夫：採決前に手を握るとカリウムが上昇する？ 検査と技術 38 (6) : 446—449, 2010.

別刷請求先 〒651-0053 兵庫県神戸市中央区籠池通 4—1—23
神戸労災病院中央検査部
関口 宜克

Reprint request:

Yoshikatsu Sekiguchi
Kobe Rosai Hospital, Central Laboratory Department, 4-1-23,
Kagoike dori, Chuo-Ku, Kobe City, Hyogo, 651-0053, Japan

Is It Possible to Infer Non-hemolysis Sample Data from Hemolysis Sample Data for Biochemical Tests AST, LD, and K? —An Attempt to Reduce the Burden of Re-blood Collection—

Yoshikatsu Sekiguchi¹⁾ and Nobutaka Inoue²⁾

¹⁾Kobe Rosai Hospital

²⁾Kobe Kaisei Hospital

Introduction: In clinical biochemistry testing, when blood samples are hemolyzed, the current practice is to request a repeat blood draw or to report the results with a comment indicating hemolysis. Requesting a repeat blood draw leads a burden on the patient and delays in reporting test results. In order to reduce the burden of repeat blood draws, we quantitatively estimated the effects of hemolysis on AST, K, and LD values, and derived a prediction formula to predict non-hemolyzed results from hemolyzed samples.

Methods: Hemolysis samples of volunteer specimens (n=16) were prepared at 10-step dilution, and the Hb concentrations (hemolysis intensity H) of the automatic biochemistry analyzer (BM6050) were matched. The AST, K, and LD values were measured with the BM6050 and the prediction formula for non-hemolysis was calculated. The correlation between the re-blood collection data and the predicted non-hemolysis was investigated using hemolyzed clinical samples.

Results: AST (r=0.99), K (r=0.6), LD (r=0.89), and a correlation was observed.

Conclusion: The results in the present investigation suggest that it is possible to estimate the measured values in non-hemolysis from hemolyzed samples by using a prediction formula for AST and LD. Regarding K, if there is a strong suspicion of hyperkalemia or hypokalemia due to the patient's condition, it is believed that re-blood sampling should be performed at the discretion of the doctor.

(JJOMT, 74: 6—13, 2026)

—Key words—

hemolysis, prediction formula, AST, LD, K