



ハンドブック
トラブルシューティングガイド

血液ガス測定 における 測定前エラー

動脈穿刺 | 動脈ライン | キャピラリー採血

はじめに

血液ガス測定の測定前エラーを最小限に抑えるための採血手技とヒント

血液ガス測定における測定前エラーは、特定のパラメーターの偽高値または偽低値の原因となる可能性があります。このハンドブックでは、トラブルシューティングガイドと、動脈穿刺、動脈ライン、キャピラリー採血における適切な採血手技について学び、測定前エラーを最小限に抑える方法についてのヒントを提供します。

このハンドブックについて

研究によると臨床検査に関連するエラーの62%までもが測定前段階で起こることが示されています。このため患者にとっての不利益、オペレーターの受傷、血液ガス分析装置のダウンタイムなどにつながる可能性があります。

ハンドブック内には、動脈穿刺、動脈ライン、キャピラリー採血における適切な血液ガスサンプルの採血方法を解説するビデオへのリンクが表示されます。また、採血時や採血後に発生する可能性のある様々な種類のエラーについて解説し、測定前エラーを回避するためのヒントもご紹介します。

参考文献

1. Carraro P *et al.* Errors in a stat laboratory. Types and frequencies 10 years later. Clin Chem 2007; 53,7:1338-42.
2. Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.acutecaretesting.org Oct 2003.

Copyright © 2024 Radiometer Medical ApS, Denmark.

Contents may be freely reproduced if the source is acknowledged.

Printed in Denmark by Radiometer Medical ApS, 2700 Brønshøj,
2024.



IVD In vitro diagnostic medical device.

データは予告なしに変更することがあります。

ラジオメーター、ラジオメーターのロゴ、ABL、AQT、TCM、RADIANCE、PICO、および CLINITUBES は、Radiometer Medical ApS の商標です。

目次

採血手技.....	6
採血器具.....	7
オペレーターの安全性	9
患者サンプルの識別の問題.....	10
サンプルへの混入.....	12
ヘパリンに起因する偏り.....	14
凝血のリスク	17
室内空気への暴露.....	19
サンプルの混和	21
溶血	24
保存温度.....	27
保存時間.....	28

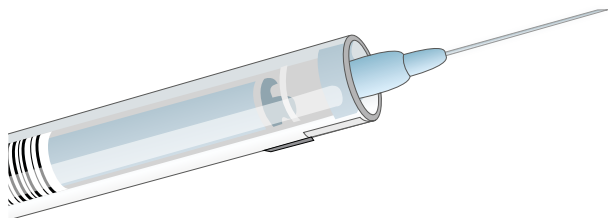
動脈穿刺

血液ガス測定の測定前エラーを最小限に抑えるための採血手技とヒント

測定前エラーは、特定のパラメーターの偽高値または偽低値の原因となる可能性があります。

動脈穿刺の目的は動脈血液ガス測定用のサンプルを得ることです。ここに示す推奨事項は、ベストプラクティスと国際的なガイドラインに基づいています。必ず各施設で定められている方法に従ってください。

採血手技



動脈穿刺の目的は動脈血液ガス測定用のサンプルを得ることです。

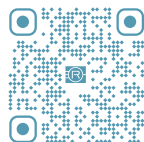
ここに示す推奨事項は、ベストプラクティスと国際的なガイドラインに基づいています。必ず各施設で定められている方法に従ってください。

動脈穿刺の準備

患者の採血を実施する前に、必要な器具がすべて揃っていることを確認してください。

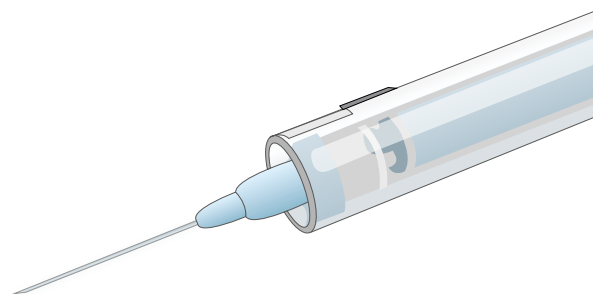
参考文献

1. World Health Organization Regional Office for Europe (2010):WHO guidelines on drawing blood. Best practices in phlebotomy.Geneva, Switzerland: Safe Injection Global Network, World Health Organization, 2010.
2. CLSI.Blood gas and pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition.CLSI document C46-A2.2009.



QRコードをスキャンすることで
動脈穿刺の実施方法
紹介ビデオを視聴できます。

採血器具



動脈穿刺に適切な採血器具を選択することで、血液ガス検査における測定前エラーのリスクを低減できます。

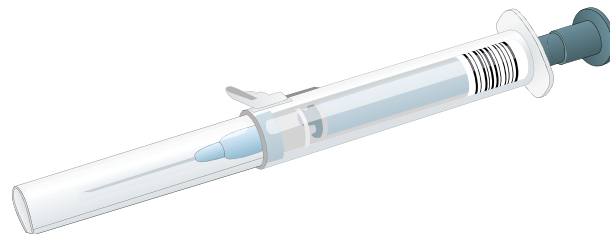
採血器具を選ぶ際には、以下を推奨します：

- 自動吸引タイプのシリンジを使用：動脈穿刺時に容易に採血できます。
- ショートベベルの針を使用：動脈内に容易に位置取りでき、反対側の動脈壁を穿刺するリスクを低減します。
- 十分に高濃度のヘパリンを含有する、ヘパリン処理済のシリンジを選択：凝血のリスクを低減します。
- 乾燥バランスヘパリンでヘパリン処理された血液ガスシリンジを使用：電解質のバイアスとサンプル希釈のリスクを低減します。
- バーコード付きシリンジを選択：患者とサンプルの識別誤認のリスクを低減します。
- ベント機能のあるチップキャップ付きのシリンジを選択：気泡を確実に除去するとともに、患者血液への接触を回避できます。
- 自動混和機能を使用：サンプルの質を確保します。

参考文献

1. CLSI. Blood gas and pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition. CLSI document C46-A2.2009.
2. World Health Organization Regional Office for Europe (2010): WHO guidelines on drawing blood. Best practices in phlebotomy. Geneva, Switzerland: Safe Injection Global Network, World Health Organization, 2010.
3. Dukic L *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia Medica* 2016; 26, 3:318–36.
4. Grenache DG, Parker C. Integrated and automatic mixing of whole blood: An evaluation of a novel blood gas analyzer. *Clin Chim Acta* [Internet]. 2007 Jan 1 [cited 2019 Feb 13];375(1–2):153–7.
5. IFCC guideline Nov 2018 - A primer of Point of Care Blood Gas Testing for laboratorians.

オペレーターの安全性



針刺し事故や患者血液との意図しない接触は、血液ガスサンプルを採血するオペレーターにとって日常的に生じるリスクです。

考えられる原因：

- ・ オペレーター向け採血用セーフティデバイスがないこと
- ・ オペレーターの安全性を確保するための専用の手順がないこと
- ・ オペレーターの安全性を確保するための専用の手順が順守されていないこと

考えられる結果：

- ・ オペレーター自身の安全に対する懸念
- ・ 針刺し事故
- ・ 血液由来の感染症

リスクを最小化するために

- ・ 可能であれば、患者の血液との接触リスクを軽減するセーフティデバイスを使用してください。
- ・ 針のリキャップは行わないでください。
- ・ 採血針を安全に廃棄するためのセーフティデバイスを利用してください。
- ・ 貴施設において、オペレーターの安全性を確保するための専用の手順を確立し、順守してください。

参考文献

1. World Health Organization Regional Office for Europe (2010): WHO guidelines on drawing blood. Best practices in phlebotomy. Geneva, Switzerland: Safe Injection Global Network, World Health Organization. CLSI. Blood gas and pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition. CLSI document C46-A2. 2009.

患者サンプルの識別の問題

患者IDとサンプルIDの誤った紐づけや誤認は、血液ガス検査で最も頻繁に発生する測定前エラーの1つであり、患者ケアや医療管理に重大な影響を及ぼし、多くの場合、説明のつかないコストの増加につながります。

エラーの原因：

- 患者識別および / またはサンプルラベルがないこと
- 手動によるデータ入力に起因する転記ミス
- 患者とサンプルの紐づけ手順が確立されていないこと

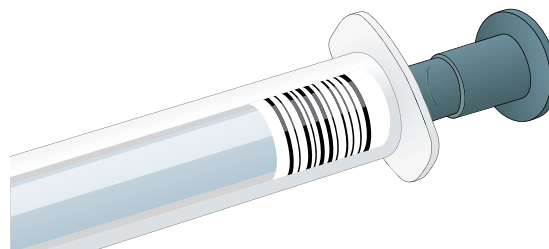
エラーによる影響：

- 国または地域の規制要件の違反
- 患者の病状の誤った診断
- 患者に対して不適切な治療を実施
- 採血のやり直し（それに伴うコスト増と時間のロス）
- 検査費用を計上できないことによる、請求機会の喪失

エラーを最小限に抑えるには

- 動脈血サンプルを採取するときは、患者氏名、生年月日、検査オーダー番号など、少なくとも2種類の患者識別情報を使用してください
- 患者のそばを離れる前に、動脈血シリンジに患者IDラベルが貼付されていることを確認してください
- 可能であれば、バーコード付きの動脈血シリンジを使用してください
- 必ず測定前に、装置に患者IDを入力してください
- ベッドサイドでのID識別と分析装置でのID識別時にできるかぎりバーコードリーダーを使用し、転記ミスを回避してください。

- 以下に示すように、シリンジにバーコードラベルを貼ります。



参考文献

1. Kahn S. Specimen mislabeling: A significant and costly cause of potentially serious medical errors. www.acutecaretesting.org Apr 2005.
2. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization. National Patient Goals. www.jointcommission.org Accessed Jun 2013.

サンプルへの混入

動脈穿刺を行う際に、偶発的に静脈を穿刺してしまう可能性があります。わずかに数滴の静脈血が動脈血サンプルに混じるだけでも、患者測定結果に偏りが生じることがあります。

例

動脈穿刺により血液サンプルを2つ採取しました。一方のサンプルでは、針が正しく動脈に達する前に、誤って数滴の静脈血が混入しました。このエラーが患者測定結果にどのような影響を及ぼすか、以下の表をご覧ください。

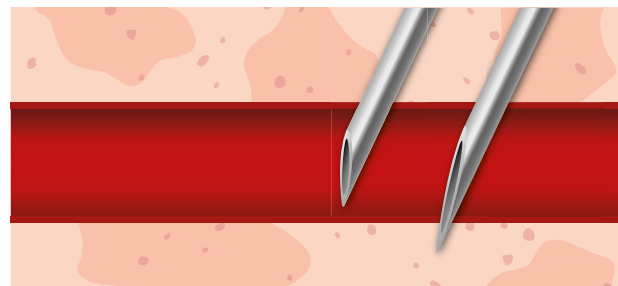
純粋な動脈血サンプル		静脈が混入した動脈サンプル	
患者測定結果:		患者測定結果:	
pO_2	100 mmHg (13.3 kPa)	pO_2	90 mmHg (12.0 kPa)
pCO_2	41 mmHg (5.5 kPa)	pCO_2	41.5 mmHg (5.5 kPa)
sO_2	98%	sO_2	97.4%

動脈血サンプルに静脈血が混入すると以下につながる可能性があります：

- O_2 関連パラメーターの偏り

エラーを最小限に抑えるには

- 乾燥電解質バランスヘパリンで処理済の自動吸引タイプのシリンジを使用：動脈に正確に穿刺されるとシリンジはすぐに血液で満たされ、誤って静脈を穿刺していないことを示唆します。
- ショートベベルの針を使用：動脈内に容易に位置取りでき、反対側の動脈壁を穿刺するリスクを低減します。
- 穿刺を正確にするためにを 45°の角度にして穿刺します。



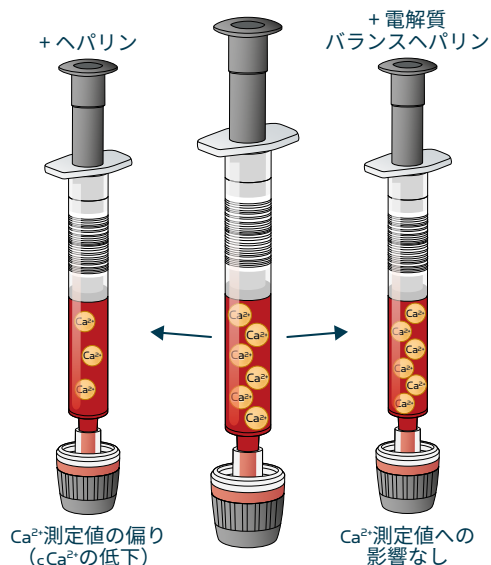
詳細はこちら

Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.acutecaretesting.org Oct 2003.

参考文献

1. Higgins, C. (2016): Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: pH, pCO_2 and pO_2 . In www.acutecaretesting.org
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
3. WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. World Health Organization 2010. ISBN 978 92 4 159922 1.

ヘパリンに起因する偏り



血液ガスシリジ内にて非バランスヘパリンを使用すると、電解質と代謝項目測定値に偏りが生じ、最終的には患者に対する治療に影響を及ぼす可能性があります。電解質と代謝項目値の偏りは変動しやすく、確認が難しいものですが、回避することは可能です。

ヘパリンは、血液ガス分析に推奨される唯一の抗凝固剤です。血液ガスサンプルの凝血を減らすためには、ヘパリンを抗凝固剤として使用する必要があります。サンプル内に凝血が存在すると、分析装置に干渉し、不正確な測定値につながる可能性があります。

電解質の偏りは以下の原因が考えられます：

- 電解質バランスヘパリンでないヘパリンの使用
- 液体ヘパリンの使用

ヘパリンの調整

ヘパリンは陽イオンと結合する特性を持ちます。これは血液中のイオン化カルシウム濃度に最も大きな影響を及ぼします。ヘパリン濃度が高ければ高いほど、偏りは顕著になります。CLSIは、20 IU/mLより高いヘパリン濃度が必要である場合、電解質の偏りを補正するためにヘパリンを調整する必要があると述べています。この電解質の偏りが生じないように調整された特殊なヘパリンは、一般に電解質バランスヘパリンと呼ばれます。電解質バランスヘパリンを使用することで、高濃度のヘパリンを使用することができ、凝血発生のリスクを低減できます。

液体ヘパリン

ヘパリンは、乾燥ヘパリンと液体ヘパリンの両方として生産できます。乾燥ヘパリンと異なり、液体ヘパリンの使用は必然的に血液ガスサンプルの希釈をもたらす、電解質と代謝項目測定値に影響を及ぼします。

希釈効果は、サンプルによって異なるだけでなく、血液ガスサンプル量に対する液体ヘパリン量によっても異なります。

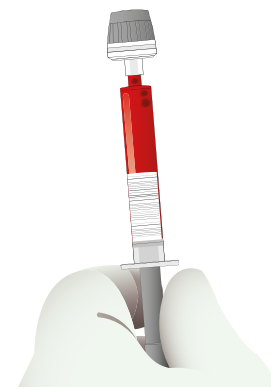
液体ヘパリン量が0.05mLで、全血1mLが採取された場合 (Hct50%)、血漿相は約10%希釈されます。電解質と代謝項目は血漿を用いて測定されるため、これらパラメーターの濃度もそれ相応に低下します。

ヘパリンに起因する偏りの例

ヘパリンの調整が原因：

- 推奨濃度で非バランスヘパリンが使用される場合は、 cCa^{2+} 測定値に最大6%の誤差を引き起こす可能性があります。つまり、真の cCa^{2+} 濃度が1.15 mmol/L (4.6 mg/dL) のサンプルからは、0.07 mmol/L (0.28 mg/dL) も低い値が報告されます。これは、基準範囲 (1.15-1.29 mmol/L (4.6-5.2 mg/dL)) の50%に相当します。

凝血のリスク



- 非バランスヘパリンを使用し血液中のヘパリン濃度が15 IU/mLの場合、イオン化カルシウム濃度はおよそ0.04 mmol/L (0.16 mg/dL) 低く報告されます。この負の偏りは、ヘパリン濃度が50 IU/mLの場合は0.11 mmol/L (0.44 mg/dL) まで、ヘパリン濃度が100 IU/mLの場合は0.19 mmol/L (0.76 mg/dL) まで上昇します。イオン化カルシウムの基準範囲は1.15-1.29 mmol/L (4.6-5.2 mg/dL) です。

液体ヘパリンが原因：

- 液体ヘパリンによりサンプルがおよそ10%希釈される場合、真のグルコース値5 mmol/Lは測定されるものの、4.5 mmol/L (81 mg/dL) と報告されます。

エラーを最小限に抑えるには

- 電解質バランスヘパリンを使用し、電解質測定値の偏りを回避します。
- 乾燥ヘパリンを使用し、血液ガスサンプルの希釈と、電解質と代謝項目測定値の偏りを回避します。

参考文献

- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
- Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Apr 2007.
- Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.bloodgas.org 2003

サンプル内に凝血が存在すると、血液ガス分析装置のサンプル経路におけるつまりや、測定結果が不正確になる可能性があります。

凝血の原因：

- サンプル内のヘパリン濃度が低すぎる
- 採血直後、サンプルの混和がされていない、または混和が不十分である

ヘパリン濃度：

血液ガスサンプルの凝血を防止するためには、ヘパリンを抗凝固剤として使用する必要があります。しかし、ヘパリン濃度が高すぎると、電解質測定値に偏りが生じる可能性があります。従来のヘパリンの代わりに電解質バランスヘパリンを使用することで、ヘパリンを高濃度で使用し、凝血のリスクを低下させることができます。

ヘパリンの溶解：

ヘパリンは、サンプル採取直後に血液に溶解させる必要があります。これは、サンプルを採取した直後に、そして非常に重要なポイントとして、気泡を除去した後に、サンプルを優しく混和することによって達成されます。

室内空気への暴露

凝血は以下につながる可能性があります：

- 分析装置のダウンタイム
- 不正確な測定値の可能性 - 凝血したサンプルだけでなく、続く測定サンプルにも影響

エラーを最小限に抑えるには

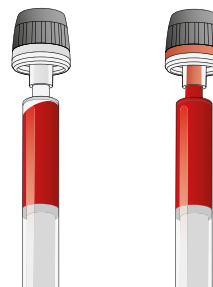
- 十分な濃度のヘパリンを使用してください。
- 乾燥電解質バランスヘパリンで処理済のシリンジを使用してください。
- サンプルを採取し、気泡を除去した後、サンプルを混和してヘパリンを溶解します。これを貴施設の手順の一環として確立してください。

詳細はこちら

Dukic L *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia Medica* 2016; 26, 3:318–36.

参考文献：

1. Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Apr 2007.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).



血液ガスサンプルに室内空気が混入すると、サンプル測定値が患者状態を表さなくなるほどの偏りを生じる可能性があります。

実際の偏りの影響は pO_2 が最も大きく、 pCO_2 と pH にも軽微に見られます。さらに、 pO_2 の偏りは、室内空気の量、サンプル本来の pO_2 値、ヘモグロビン濃度、サンプルの混和具合やエアシューターによる搬送などにより大きく左右されます。

例

- 同じ患者から2つのサンプルを採取し、5分後に測定しました。一方のサンプルは気泡を除去し混和しましたが、もう一方ではこれを実施しませんでした。これにより、患者測定結果に以下のような違いが生じる場合があります：

気泡のないサンプル		気泡が混入しているサンプル	
患者測定結果：		患者測定結果：	
pO_2	70 mmHg (9.3 kPa)	pO_2	90 mmHg (12.0 kPa)
pCO_2	45.6 mmHg (6.1 kPa)	pCO_2	45.4 mmHg (5.5 kPa)
sO_2	94.0%	sO_2	96.9%

サンプルの混和

- 0.2 mLの空気を血液ガスサンプルに添加し、エアシューターで搬送しました。サンプル本来の pO_2 値は105 mmHgでした。エアシューターでの搬送後、 pO_2 は150 mmHgまで上昇しました。

エラーを最小限に抑えるには

- 気泡がないか、サンプルを目視で確認します。
- 採血後、混和する前に、シリンジの側面を軽くたたいて気泡を除去します。
- ベント機能付きキャップが付いた血液ガスシリンジは、血液に接触することなく気泡を除去し、シリンジを密封します。

詳細はこちら

- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
- WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. World Health Organization 2010. ISBN 978 92 4 159922 1. セクション 5.2.2、p. 33 からの引用：気泡を除去し、シリンジにキャップをして、サンプルを手で転がし、やさしく混和します。シリンジにキャップをして、動脈血サンプルと空気の接触を防ぎ、検査室への搬送中に血液が漏れることを防止します。

参考文献

- Toffaletti J. Effect of small air bubbles on changes in blood pO_2 and blood gas parameters: calculated vs. measured effects. www.acutecaretesting.org Jul 2012.
- Higgins C. Pneumatic tube transport of samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Jan 2005.

混和の推奨手順として、サンプル内にヘパリンを溶解させるために、採血後、気泡を除去した後に混和します。また、均一なサンプルを確保するため、測定前に再度混和を行います。

凝血の形成を防止するには、サンプルを十分に混和し、抗凝固剤（ヘパリン）が十分に溶解されなければなりません。サンプル内に凝血があると、不正確な結果につながる可能性があります。

患者状態を正しく測定結果に反映するためには、サンプルを十分に混和し、均一にすることが必須です。

赤血球は重なり合って沈降する傾向があります。2方向に混和することにより沈降を防止することが可能です。測定前のサンプル混和は、均一性を確保するために行います。混和が不十分だと、ヘモグロビン値とHct値が不正確に報告され、ctHbから派生する演算パラメーターにも偏りが生じます。

自動混和機能を使用することで標準化された均一なサンプルを得るよう、報告する研究もあります。

凝血または不均一なサンプルの原因：

- サンプル内にヘパリンが十分に溶解されていないこと（凝血サンプルの場合）
- 赤血球の沈降（不均一サンプルの場合）
- 標準混和手順が確立されていないこと
- シリンジの直径が短くサンプル混和が困難など、混和に最適でない採血器具の使用

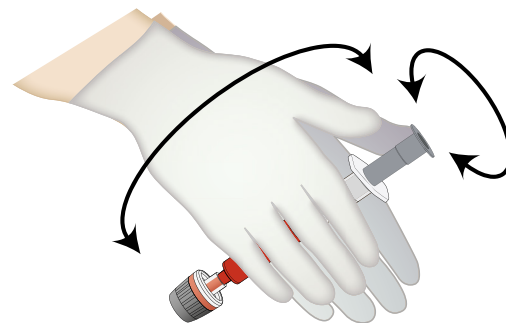
例

2つの血液サンプルを10分間保存してから測定しました。赤血球の沈降は明白でした。一方のサンプルは十分に混和し、もう一方は見た目が均一になるように混和しました。これにより、以下に示す違いが患者測定結果に見られました：

十分に混和されたサンプルの患者測定結果		不十分な混和しかされていないサンプルの患者測定結果	
ctHb	6.2 mmol/L (10.0 g/dL)	ctHb	4.5 mmol/L (7.2 g/dL)

エラーを最小限に抑えるには

- 採血後、サンプルの気泡を除去してから混和し、ヘパリンを溶解させます。
- 均一なサンプルを確保するために測定前に再度サンプルの混和を行います。
- サンプルは手の中でシリンジを上下左右に（縦に横に）回転して混和します。
- サンプル沈降が目視で確認できる場合、数分間混和する必要があります。
- 可能な場合、ミキシングボールを内蔵した血液ガスシリンジを使用してください。
- 測定前に効果的な自動混和を行える血液ガス分析装置を使用してください。
- 貴施設で十分な混和ができる手順を構築し、順守してください。



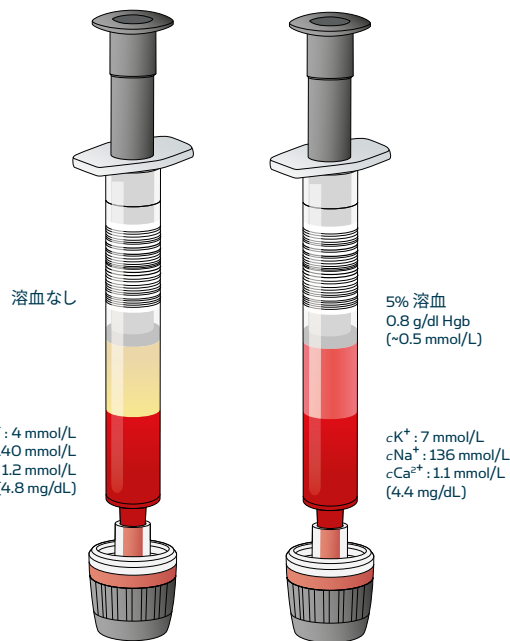
参考文献

1. CLSI. Blood gas pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition. CLSI document C46-A2. Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087 USA, 2009.
2. Narayanan S. Preanalytical issues related to blood sample mixing. www.acutecaretesting.org Oct 2005.
3. Benoit M *et al.* Evaluation and advantages of an automatic magnetic mixing of syringes integrated to a whole blood gas analyser. *Scand J Clin Lab Invest* 2009; 69,5: 628-32.
4. Grenache D *et al.* Integrated and automatic mixing of whole blood: an evaluation of a novel blood gas analyzer. *Clin Chem Acta* 2007; 375:153-57.

溶血

溶血とは、赤血球が壊れることです。溶血が起こると、破壊された赤血球の細胞内成分が血漿と混じりあいます。カリウム (K⁺) などの特定成分の細胞内濃度は、血漿相よりも最大で30倍高くなります。そのため、カリウム測定値は溶血の影響を大きく受けます。

サンプルの赤血球がわずか0.5%溶血 (~0.07 g/dLまたは 0.05 mmol/L の遊離ヘモグロビン) だけで、cK⁺ 値が 0.5 mmol/L 上昇する可能性があります。



溶血の原因:

- 急激な吸引採血
- 激しいサンプル混和
- サンプルを誤って床に落としたこと
- サンプルを氷で冷やしたこと

サンプルの溶血の影響:

- 患者測定結果の偏り
- 患者の誤った診断の可能性
- 誤った患者治療の可能性

例

同じ患者から2つの血液ガスサンプルを採取しました。一方は直ちに測定し、もう一方は氷と接触して25分間保存した結果、5%ほど溶血し、cK⁺ 値に3 mmol/Lの正の偏りが生じました。これにより、以下のように患者測定結果に違いが生じました。

直ちに測定されたサンプル		25分間氷と接触保存された後に測定されたサンプル	
患者測定結果:		患者測定結果:	
cK ⁺	4.0 mmol/L	cK ⁺	7.0 mmol/L
cNa ⁺	140 mmol/L	cNa ⁺	136 mmol/L
cCa ²⁺	1.21 mmol/L (4.84 mg/dL)	cCa ²⁺	1.11 mmol/L (4.44 mg/dL)

エラーを最小限に抑えるには

- 自動吸引の血液ガスシリンジを使用してください
- 推奨されるサンプル混和手順に従ってください
- 可能な場合、血液ガスサンプルの自動混和を使用してください
- サンプルは室温で保存してください (プラスチック製シリンジの場合)

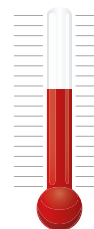
詳細はこちら

- Narayanan S. Preanalytical issues related to blood sample mixing. www.acutecaretesting.org Oct 2005.
- Grenache D *et al.* Integrated and automatic mixing of whole blood: an evaluation of a novel blood gas analyzer. *Clin Chem Acta* 2007; 375:153-57.

参考文献

1. Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.acutecaretesting.org Oct 2003.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).

保存温度



サンプルの保存温度が正しくないと、患者測定結果に影響を与える可能性があります。

サンプルの推奨保存温度は、採血器具の材質によって異なります。

- プラスチック製採血器具は室温で保存します。
- ガラス製採血器具は、氷水スラリーまたは室温で保存できます。

そのためサンプルを保存する際は、採血器具がプラスチック製かガラス製を確認し、添付文書に従ってサンプルを保存してください。

例

プラスチック製シリンジで採取した血液ガスサンプルをガラス製シリンジに推奨される氷水スラリー内で誤って保存しました。サンプル本来の pO_2 は 90 mmHg (12.0 kPa) で、氷水スラリーに30 分間保存した後に測定すると、 pO_2 は 96 mmHg (12.8 kPa) まで上昇していました。

エラーを最小限に抑えるには

- 添付文書に記載されている手順に従ってください。

参考文献

1. Skurup A. Storage recommendations for blood gas samples. Bulletin no. 31. Radiometer Medical ApS publication 2005.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).

保存時間



採血後も、血液ガスサンプル内では細胞の代謝が継続します。測定が遅れると、測定結果が実際の患者状態を示さなくなるリスクが高まります。

生化学によれば、嫌氣的に採取し室温で保存されたヘパリン処理済の動脈血液ガスサンプルの継続的な代謝により、次のような変化が起こると推定しています。

パラメーター	変化	理由
pO_2	↓	酸素を利用する細胞が酸素を消費し続けます。
pCO_2	↑	CO_2 は代謝の産物です。
pH	↓	複合効果： 1. CO_2 の増加はpHの低下を引き起こします。 2. 解糖系の継続により、水素イオン濃度が増加します。
グルコース	↓	解糖系の継続によります。
ラクテート	↑	解糖系の継続によります。

例：

同じ患者から 2 つの血液サンプルを採取します。一方は採血後すぐに測定し、もう一方は室温で60分間保存した後に測定しました。これにより、患者測定結果に以下のような違いが生じました：

直ちに測定されたサンプル		室温で保存し、60分後に測定されたサンプル	
患者測定結果：		患者測定結果：	
pH	7.41	pH	7.39
cGlu	5.4 mmol/L (97 mg/dL)	cGlu	4.9 mmol/L (88 mg/dL)
cLac	1.5 mmol/L (13.5 mg/dL)	cLac	2.0 mmol/L (18.0 mg/dL)

エラーを最小限に抑えるには

- サンプルは速やかに測定してください。
- 保存が避けられない場合、30分以内にサンプルを測定してください。
- 特殊なサンプルは5分以内に測定してください：高 pO_2 サンプル、白血球濃度が高いサンプル、shunt分析用サンプルなど。このようなサンプルに対してはガラス製採血器具の使用も検討してください。
- サンプル保持時間が記録できる血液ガス分析装置を使用してください。

詳細はこちら

Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: metabolites. www.acutecaretesting.org. Jan 2004.

参考文献

1. Skurup A. Storage recommendations for blood gas samples. Bulletin no. 31. Radiometer Medical ApS publication 2005.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).

目次

採血手技	32
採血器具	34
患者サンプルの識別の問題	36
サンプルの希釈	38
ヘパリンに起因する偏り	40
凝血のリスク	43
室内空気への暴露	45
サンプルの混和	47
溶血	50
保存温度	53
保存時間	54

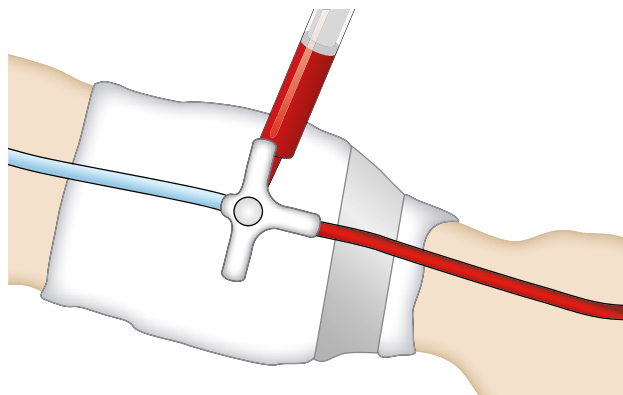
動脈ライン (Aライン)

血液ガス測定の測定前エラーを最小限に抑えるための採血手技とヒント

測定前エラーは、特定のパラメーターの偽高値または偽低値の原因となる可能性があります。

動脈ラインからの採血の目的は、動脈血液ガス測定用のサンプルを得ることです。ここに示す推奨事項は、ベストプラクティスと国際的なガイドラインに基づいています。必ず各施設で定められている方法に従ってください。

採血手技



動脈血からのサンプリングの目的は動脈血液ガス測定用のサンプルを得ることです。

ここに示す推奨事項は、ベストプラクティスと国際的なガイドラインに基づいています。必ず各施設で定められている方法に従ってください。

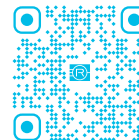
動脈ラインサンプルの準備：

- 患者の病室に入る前に、必要な器具がすべて揃っていることを確認してください。

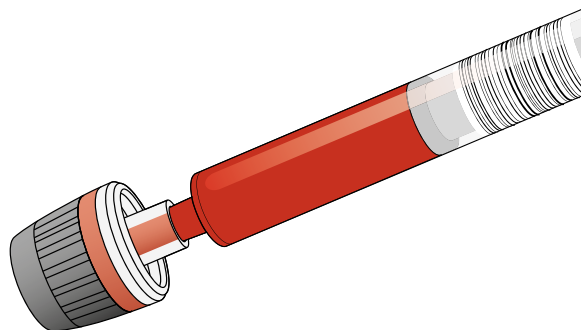
参考文献

1. World Health Organization Regional Office for Europe (2010): WHO guidelines on drawing blood. Best practices in phlebotomy. Geneva, Switzerland: Safe Injection Global Network, World Health Organization, 2010.
2. CLSI. Blood gas and pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition. CLSI document C46-A2.2009.

QRコードをスキャンすることで
次のビデオが視聴できます：
動脈ラインサンプルの採取



採血器具



動脈ライン測定に適切な採血器具を選択することで、血液ガス検査における測定前エラーのリスクを低減できます。

採血器具を選ぶ際には、以下を推奨します：

- 高濃度のヘパリンを含有する、ヘパリン処理済のシリンジを選択：凝血のリスクを低下させます。
- 乾燥電解質バランスヘパリンでヘパリン処理された血液ガスシリンジを使用：電解質値への偏りとサンプル希釈のリスクを低減します。
- バーコード付きシリンジを選択：患者とサンプルの識別誤認のリスクを低減します。
- ベント機能のあるチップキャップ付きのシリンジを選択：気泡を確実に除去するとともに、血液への接触を回避できます。
- 自動混和ができる血液ガス分析装置を使用：サンプルの質を確保します。

参考文献

1. CLSI. Blood gas and pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition. CLSI document C46-A2.2009.
2. World Health Organization Regional Office for Europe (2010): WHO guidelines on drawing blood. Best practices in phlebotomy. Geneva, Switzerland: Safe Injection Global Network, World Health Organization, 2010.
3. Dukic L *et al*. Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia Medica* 2016; 26, 3:318–36.
4. Grenache DG, Parker C. Integrated and automatic mixing of whole blood: An evaluation of a novel blood gas analyzer. *Clin Chim Acta* [Internet]. 2007 Jan 1 [cited 2019 Feb 13]; 375(1–2): 153–7.

患者サンプルの識別の問題

患者IDとサンプルIDの誤った紐づけや誤認は、血液ガス検査で最も頻繁に発生する測定前エラーの1つであり、患者ケアや医療管理に重大な影響を及ぼし、多くの場合、説明のつかないコストの増加につながります。

エラーの原因：

- 患者識別および / またはサンプルラベルがないこと
- 手動によるデータ入力に起因する転記ミス
- 患者とサンプル識別の専用の手順が確立されていないこと

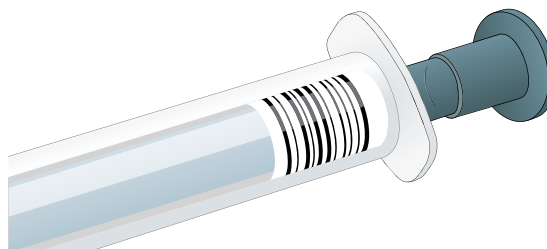
エラーによる影響：

- 国または地域の規制要件の違反
- 患者の病状の誤った診断
- 患者に対して不適切な治療を実施
- 採血のやり直し（コストの増加と時間のロス）
- 検査費用を計上できないことによる請求機会の喪失

エラーを最小限に抑えるには

- 動脈血サンプルを採取するときは、患者氏名、生年月日、検査オーダー番号など、少なくとも2種類の患者識別情報を使用してください。
- 患者のそばを離れる前に、動脈血シリンジに患者IDラベルが貼付されていることを確認してください。
- 可能であれば、バーコード付き動脈血シリンジを使用してください。
- 必ず測定前に、装置に患者IDを入力してください。
- ベッドサイドでのID識別と分析装置でのID識別時にできるかぎりバーコードリーダーを使用し、転記ミスを回避してください。

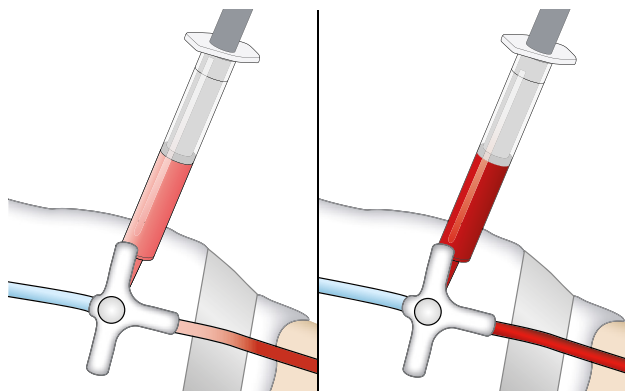
- 以下の表示に従って、バーコードラベルをシリンジに取り付けます。



参考文献

1. Kahn S. Specimen mislabeling: A significant and costly cause of potentially serious medical errors. www.acutecaretesting.org Apr 2005.
2. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization. National Patient Goals. www.jointcommission.org Accessed Jun 2013.

サンプルの希釈



動脈ラインからの採血時、血液ガスサンプルがフラッシュ液で希釈されるリスクがあります。この問題の深刻さと発生頻度は、ご使用のカテーテルによって大きく異なります。

フラッシュ液には塩化ナトリウムが含まれるため、フラッシュ液の除去量が不十分な場合、 cNa^+ と cCl^- 測定値に正の偏りが生じます。 pO_2 への影響度合いについては、実際の患者の pO_2 値に依存し変動します。その他のパラメーターには通常、負の偏り値が生じます。

例

動脈ラインからサンプルを採取しました。オペレーターの1人は、カテーテルの死腔（デッドスペース）と同等のフラッシュ液量を除去し、もう1人は6倍の量を除去しました。フラッシュ液を十分に除去しないと、血液ガスサンプルはフラッシュ液で希釈されます。このエラーが患者測定結果にどのような影響を及ぼすか、以下の表をご覧ください。

死腔（デッドスペース） と同等のフラッシュ液量の除去		死腔（デッドスペース） の6倍のフラッシュ液量の除去	
患者測定結果：		患者測定結果：	
cK^+	3.4 mmol/L	cK^+	4.1 mmol/L
cNa^+	147 mmol/L	cNa^+	141 mmol/L
cCl^-	110 mmol/L	cCl^-	100 mmol/L

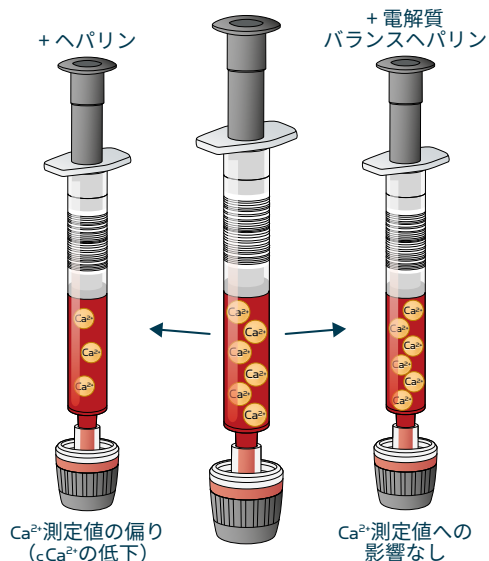
エラーを最小限に抑えるには

- カテーテルの包装をチェックし、死腔（デッドスペース）の正確な量を確認してください。
- 乾燥電解質バランスヘパリンを含む血液ガス専用の動脈血シリンジを使用してください。

参考文献

1. Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.acutecaretesting.org Oct 2003.
2. Higgins C., Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: pH, pCO_2 and pO_2 , [acutecaretesting.org](http://www.acutecaretesting.org), May 2016.

ヘパリンに起因する偏り



血液ガスシリンジ内で非バランスヘパリンを使用すると、電解質と代謝項目測定値に偏りが生じ、最終的に患者に対する治療に影響を及ぼす可能性があります。電解質と代謝項目値の偏りは変動しやすく、確認が難しいものですが、回避することは可能です。

ヘパリンは、血液ガス分析に推奨される唯一の抗凝固剤です。血液ガスサンプルの凝血を減らすためには、ヘパリンを抗凝固剤として使用する必要があります。サンプル内に凝血が存在すると、分析装置に干渉し、不正確な測定値につながる可能性があります。

電解質の偏りは以下の原因が考えられます：

- 電解質バランスヘパリンでないヘパリンの使用
- 液体ヘパリンの使用

ヘパリンの調整：

ヘパリンは陽イオンと結合する特性を持ちます。これは血液中のイオン化カルシウム濃度に最も大きな影響を及ぼします。ヘパリン濃度が高ければ高いほど、偏りは顕著になります。CLSIは、20 IU/mLより高いヘパリン濃度が必要である場合、電解質の偏りを補正するためにヘパリンを調整する必要があると述べています。この電解質に偏りを生じさせることがないように調整された特殊なヘパリンは、一般に電解質バランスヘパリンと呼ばれます。電解質バランスヘパリンを使用することで、高濃度のヘパリンを使用することができ凝固の可能性を低減できます。

液体ヘパリン：

ヘパリンは、乾燥ヘパリンと液体ヘパリンの両方として生産できます。乾燥ヘパリンと異なり、液体ヘパリンの使用は必然的に血液ガスサンプルの希釈をもたらす、電解質と代謝項目測定値に影響を及ぼします。

希釈効果は、サンプルによって異なるだけでなく、血液ガスサンプル量に対する液体ヘパリン量によっても異なります。

液体ヘパリン量が0.05mLで、全血1mLが採取された場合 (Hct50%)、血漿相は約10%希釈されます。電解質と代謝項目は血漿を用いて測定されるため、これらパラメーターの濃度もそれ相応に低下します。

ヘパリンに起因する偏りの例

ヘパリンの調整が原因：

- 非バランスヘパリンは cCa^{2+} 測定値に最大6%の誤差を引き起こす可能性があります。つまり、真の cCa^{2+} 濃度が1.15mmol/L (4.6mg/dL) のサンプルからは、0.07 mmol/L (0.28 mg/dL) も低い値が報告されます。これは、基準範囲 (1.15-1.29 mmol/L (4.6-5.2 mg/dL)) の50%に相当します。

凝血のリスク

- 非バランスヘパリンを使用し血液中のヘパリン濃度が15 IU/mLの場合、イオン化カルシウム濃度はおよそ0.04 mmol/L (0.16 mg/dL) 低く報告されます。この負の偏りは、ヘパリン濃度が 50 IU/mL の場合は 0.11 mmol/L (0.44 mg/dL) まで、ヘパリン濃度が 100 IU/mL の場合は 0.19 mmol/L (0.76 mg/dL) まで上昇します。イオン化カルシウムの基準範囲は 1.15-1.29 mmol/L (4.6-5.2 mg/dL) です。

液体ヘパリンが原因:

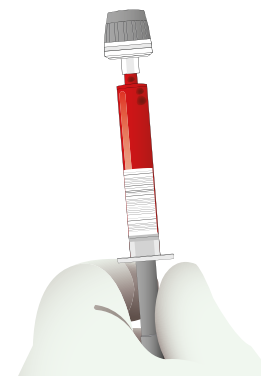
- 液体ヘパリンによりサンプルがおよそ10%希釈される場合、真のグルコース値5mmol/Lは測定されるものの、4.5mmol/L (81mg/dL) と報告されます。

エラーを最小限に抑えるには

- 電解質バランスヘパリンを使用し、電解質測定値の偏りを回避します。
- 乾燥ヘパリンを使用し、血液ガスサンプルの希釈と、電解質と代謝項目測定値の偏りを回避します。

参考文献

- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
- Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Apr 2007.
- Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.bloodgas.org 2003



サンプル内に凝血が存在すると、血液ガス分析装置のサンプル経路におけるつまりや、測定結果が不正確になる可能性があります。

凝血の原因:

- サンプル内のヘパリン濃度が低すぎる
- 採血直後、サンプルの混和がされていない、または混和が不十分である

ヘパリン濃度:

血液ガスサンプルの凝血を防止するためには、ヘパリンを抗凝固剤として使用する必要があります。しかし、ヘパリン濃度が高すぎると、電解質測定値に偏りが生じる可能性があります。従来のヘパリンの代わりに電解質バランスヘパリンを使用することで、ヘパリンを高濃度で使用し、凝血のリスクを低下させることができます。

ヘパリンの溶解:

ヘパリンは、サンプル採取直後に血液に溶解させる必要があります。これは、サンプルを採取した直後に、そして非常に重要なポイントとして、気泡を除去した後に、サンプルを優しく混和することによって達成されます。

室内空気への暴露

凝血は以下につながる可能性があります：

- 分析装置のダウンタイム
- 不正確な測定値の可能性 - 凝血したサンプルだけでなく、続く測定サンプルにも影響

エラーを最小限に抑えるには

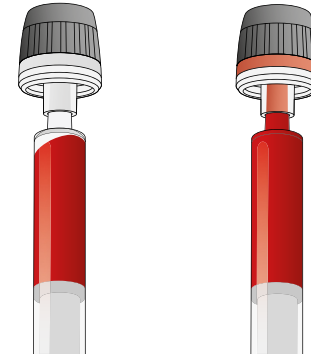
- 特に凝血のリスクが高いサンプルには、十分な濃度のヘパリンを使用してください。
- 乾燥電解質バランスヘパリンで処理済のシリンジを使用してください。
- サンプルを採取し、気泡を除去した後、サンプルを混和してヘパリンを溶解します。これを貴施設の手順の一環として確立してください。

詳細はこちら

Dukic *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia Medica* 2016; 26, 3:318–36.

参考文献

1. Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Apr 2007.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
3. half of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia Medica* 2016; 26, 3:318–36.



血液ガスサンプルに室内空気が混入すると、サンプル測定値が患者状態を表さなくなるほどの偏りを生じる可能性があります。

実際の偏りの影響は pO_2 が最も大きく、 pCO_2 とpHにも軽微に見られます。さらに、 pO_2 の偏りは、室内空気の量、サンプル本来の pO_2 値、ヘモグロビン濃度、サンプルの混和具合やエアシューターによる搬送などにより大きく左右されます。

例

- 同じ患者から2つの血液サンプルを採取し、5分後に測定しました。一方のサンプルは気泡を除去し混和しましたが、もう一方ではこれを実施しませんでした。これにより、患者測定結果に以下のような違いが生まれました。

気泡のないサンプル		気泡が混入しているサンプル	
患者測定結果：		患者測定結果：	
pO_2	70 mmHg (9.3 kPa)	pO_2	90 mmHg (12.0 kPa)
pCO_2	45.6 mmHg (6.1 kPa)	pCO_2	45.4 mmol/L
sO_2	94.0%	sO_2	96.9%

サンプルの混和

- 0.2 mLの空気を血液ガス検体に添加し、エアシューターで搬送しました。サンプル本来の pO_2 値は 105 mmHg でした。エアシューターでの搬送後、 pO_2 は 150 mmHg まで上昇しました。

エラーを最小限に抑えるには

- 気泡がないか、サンプルを目視で確認します。
- 採血後、混和する前に、シリンジの側面を軽くたたいて気泡を除去します。
- ベント機能付きキャップが付いた血液ガスシリンジは、血液に接触することなく気泡を除去し、シリンジを密封します。

詳細はこちら

- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
- WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. World Health Organization 2010. ISBN 978 92 4 159922 1. セクション 5.2.2、p. 33 からの引用：気泡を除去し、シリンジにキャップをして、サンプルを手で転がし、やさしく混和します。シリンジにキャップをして、動脈血サンプルと空気の接触を防ぎ、検査室への搬送中に血液が漏れることを防止します。

参考文献

- Toffaletti J. Effect of small air bubbles on changes in blood pO_2 and blood gas parameters: calculated vs. measured effects. www.acutecaretesting.org Jul 2012.
- Higgins C. Pneumatic tube transport of samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Jan 2005.

混和の推奨手順として、サンプル内にヘパリンを溶解させるために、採血後、気泡を除去した後に混和します。また、均一なサンプルを確保するため、測定前に再度混和を行います。

凝血の形成を防止するには、サンプルを十分に混和し、抗凝固剤（ヘパリン）が十分に溶解されなければなりません。サンプル内に凝血があると、不正確な結果につながる可能性があります。

患者状態を正しく測定結果に反映するためには、サンプルを十分に混和し、均一にすることが必須です。

赤血球は重なり合って沈降する傾向があります。2方向に混和することにより沈降を防止することが可能です。測定前のサンプル混和は、均一性を確保するために行います。混和が不十分だと、ヘモグロビンと Hct 値が不正確に報告され、ctHb から派生する演算パラメーターにも偏りが生じます。

自動混和機能を使用することで標準化された均一なサンプルを得るよう、報告する研究もあります。

凝血または不均一なサンプルの原因：

- サンプル内にヘパリンが十分に溶解されていないこと（凝血サンプルの場合）
- 赤血球の沈降（不均一サンプルの場合）
- 標準混和手順が確立されていないこと
- シリンジの直径が短くサンプル混和が困難など、混和に最適でない採血器具の使用

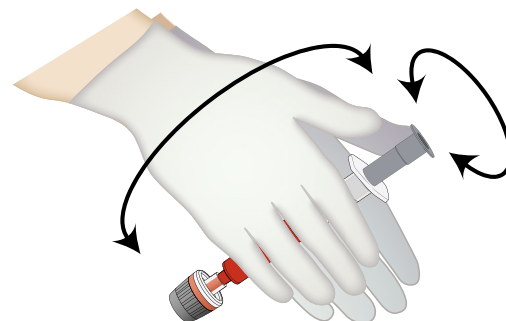
例

2つの血液サンプルを10分間保存してから測定しました。赤血球の沈降は明白でした。一方のサンプルは十分に混和し、もう一方は見た目が均一になるように混和しました。これにより、患者測定結果に以下のような違いが生じる場合があります：

十分に混和されたサンプルの患者測定結果		不十分な混和しかされていないサンプルの患者測定結果	
ctHb	6.2 mmol/L (10.0 g/dL)	ctHb	4.5 mmol/L (7.2 g/dL)

エラーを最小限に抑えるには

- 採血後、サンプルの気泡を除去してから混和しヘパリンを溶解させます。
- 均一なサンプルを確保するために測定前に再度混和を行います。
- サンプルは手の中でシリンジを上下左右に（縦に横に）回転して混和します。
- サンプル沈降が目視で確認できる場合、数分間の混和が必要です。
- 可能な場合、ミキシングボールを内蔵した血液ガスシリンジを使用してください。
- 測定前に自動混和ができる血液ガス分析装置を使用してください。
- 貴施設で十分な混和ができる手順を構築し、順守してください。



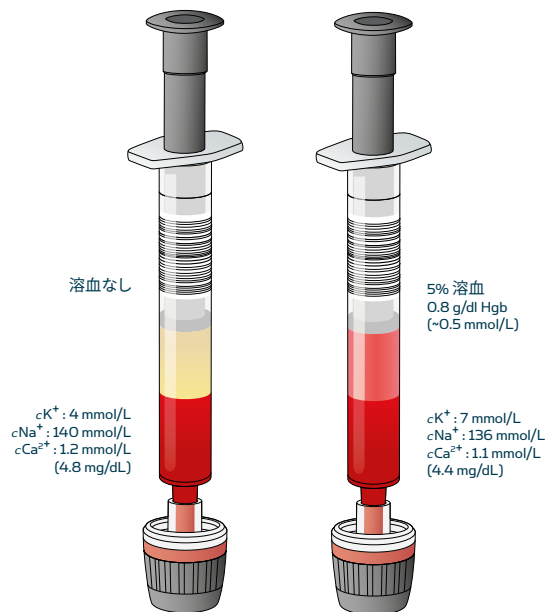
参考文献

1. CLSI. Blood gas pH analysis and related measurements; approved guideline – second edition. CLSI document C46-A2. Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087 USA, 2009.
2. Narayanan S. Preanalytical issues related to blood sample mixing. www.acutecaretesting.org Oct 2005.
3. Benoit M *et al.* Evaluation and advantages of an automatic magnetic mixing of syringes integrated to a whole blood gas analyser. *Scand J Clin Lab Invest* 2009; 69,5:628-32.
4. Grenache D *et al.* Integrated and automatic mixing of whole blood: an evaluation of a novel blood gas analyzer. *Clin Chem Acta* 2007; 375:153-57.

溶血

溶血とは、赤血球が壊れることです。溶血が起こると、破壊された赤血球の細胞内成分が血漿と混じりあいます。カリウム (K^+) などの特定成分の細胞内濃度は、血漿相よりも最大で30倍高くなります。そのため、カリウム測定値は溶血の影響を大きく受けます。

サンプルの赤血球がわずか 0.5% の溶血 (~ 0.07 g/dL または 0.05 mmol/L の遊離ヘモグロビン) しただけで、 cK^+ 値が 0.5 mmol/L 上昇する可能性があります。



溶血の原因：

- 急激な吸引採血
- 激しいサンプル混和
- サンプルを誤って床に落としたこと
- サンプルを氷で冷やしたこと

サンプルの溶血の影響：

- 患者測定結果の偏り
- 患者の誤った診断の可能性
- 誤った患者治療の可能性

例

同じ患者から 2 つの血液ガスサンプルを採取しました。一方はすぐに測定し、もう一方は氷と接触して 25 分間保存した結果 5% ほど溶血し、 cK^+ 値に 3 mmol/L の正の偏りが生じました。これにより、以下のように患者測定結果に違いが生じました。

直ちに測定されたサンプル		25分間氷と接触保存された後に測定されたサンプル	
患者測定結果：		患者測定結果：	
cK^+	4.0 mmol/L	cK^+	7.0 mmol/L
cNa^+	140 mmol/L	cNa^+	136 mmol/L
cCa^{2+}	1.21 mmol/L (4.84 mg/dL)	cCa^{2+}	1.11 mmol/L (4.44 mg/dL)

エラーを最小限に抑えるには

- 自動吸引の血液ガスシリンジを使用してください。
- 推奨されるサンプル混和手順に従ってください。
- 利用可能な場合、血液ガス検体の自動混和を使用してください。
- サンプルは室温で保存してください (プラスチック製シリンジの場合)。

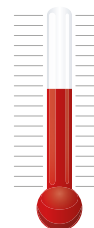
詳細はこちら

Narayanan S. Preanalytical issues related to blood sample mixing.
www.acutecaretesting.org Oct 2005.

参考文献

1. Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.acutecaretesting.org Oct 2003.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-6

保存温度



サンプルの保存温度が正しくないと、患者測定結果に影響を与える可能性があります。

サンプルの推奨保存温度は、採血器具の材質によって異なります。

- プラスチック製採血器具は室温で保存します。
- ガラス製採血器具は、氷水スラリーまたは室温で保存できます。

そのためサンプルを保存する際は、採血器具がプラスチック製かガラス製かを確認し、添付文書に従ってサンプルを保存してください。

例

プラスチック製シリンジで採取した血液ガスサンプルをガラス製シリンジに推奨される氷水スラリー内で誤って保存しました。サンプル本来の pO_2 は 90 mmHg (12.0 kPa) で、氷水スラリーに30 分間保存した後に測定すると、 pO_2 は 96 mmHg (12.8 kPa) まで上昇していました。

エラーを最小限に抑えるには

- 添付文書に記載されている手順に従ってください。

参考文献

1. Skurup A. Storage recommendations for blood gas samples. Bulletin no. 31. Radiometer Medical ApS publication 2005.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).

保存時間



採血後も、血液ガスサンプル内では細胞の代謝が継続します。測定が遅れると、測定結果が実際の患者状態を示さなくなるリスクが高まります。

生化学によれば、嫌氣的に採取し室温で保存されたヘパリン処理済の動脈血液ガスサンプルの継続的な代謝により、次のような変化が起こると推定しています。

パラメーター	変化	理由
pO_2	↓	酸素を利用する細胞が酸素を消費し続けます。
pCO_2	↑	CO_2 は代謝の産物です。
pH	↓	複合効果： 1. CO_2 の増加はpHの低下を引き起こします。 2. 解糖系の継続により、水素イオン濃度が増加します。
グルコース	↓	解糖系の継続によります。
ラクテート	↑	解糖系の継続によります。

例：

同じ患者から2つの血液サンプルを採取します。一方は採血後すぐに測定し、もう一方は室温で60分間保存した後に測定しました。これにより、患者測定結果に以下のような違いが生じる場合があります：

直ちに測定されたサンプル		室温で保存し、60分後に測定されたサンプル	
患者測定結果：		患者測定結果：	
pH	7.41	pH	7.39
cGlu	5.4 mmol/L (97 mg/dL)	cGlu	4.9 mmol/L (88 mg/dL)
cLac	1.5 mmol/L (13.5 mg/dL)	cLac	2.0 mmol/L (18.0 mg/dL)

エラーを最小限に抑えるには

- サンプルは速やかに測定してください。
- 保存が避けられない場合、30分以内にサンプルを測定してください。
- 特殊なサンプルは5分以内に測定してください：高 pO_2 サンプル、白血球濃度が高いサンプル、shunt分析用サンプルなど。このようなサンプルに対してはガラス製採血器具の使用も検討してください。
- サンプル保持時間が記録できる血液ガス分析装置を使用してください。

詳細はこちら

Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: metabolites. www.acutecaretesting.org. Jan 2004.

参考文献

1. Skurup A. Storage recommendations for blood gas samples. Bulletin no. 31. Radiometer Medical ApS publication 2005.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).

目次

採血手技	58
採血器具	60
患者サンプルの識別の問題	62
サンプルへの混入	64
ヘパリンに起因する偏り	66
凝血のリスク	69
室内空気への暴露	71
サンプルの混和	72
溶血	74
保存温度	77
保存時間	79

キャピラリー採血

血液ガス測定の測定前エラーを最小限に抑えるための採血手技とヒント

測定前エラーは、特定のパラメーターの偽高値または偽低値の原因となる可能性があります。

キャピラリー採血の目的のひとつは、血液ガス測定用のサンプルを得ることです。ここに示す推奨事項は、ベストプラクティスと国際的なガイドラインに基づいています。必ず各施設で定められている方法に従ってください。

採血手技



キャピラリー採血の目的のひとつは、血液ガス測定用のサンプルを得ることです。

ここに示す推奨事項は、ベストプラクティスと国際的なガイドラインに基づいています。必ず各施設で定められている方法に従ってください。

ランセットまたは類似した器具で、血管新生化の高い部位（かかと、耳たぶ、指、つま先等）の皮膚層を穿刺するか、小さく切開します。正確な深さまで穿刺するためには、穿刺深度を制限できる自動引き込み式の器具を使用してください。

文献で普遍的に推奨されているわけではありませんが、採血部位を加温し血流を促すのが一般的な手順です。穿刺部位から血液が自然に流れ出てくるので、ヘパリンで処理済のキャピラリーチューブでサンプルを採取します。

新生児の場合、キャピラリー採血は通常かかとに穿刺します。生後 12 ヶ月までの乳児の場合、乳児が歩き始めて皮膚肥厚を発生していなければ、かかとの穿刺を行えます。

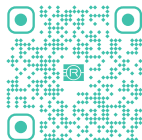
一般的に、キャピラリーサンプルから得られた結果、特に pO_2 値は、極めて慎重な解釈を必要とします。

キャピラリーサンプルの準備

患者の採血を実施する前に、必要な器具がすべて揃っていることを確認してください。

参考文献

1. WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. World Health Organization 2010. ISBN 978 92 4 159922 1.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).



QR コードをスキャンすることで

次のビデオが視聴できます：

新生児または 12 ヶ月未満の乳児からの
キャピラリーサンプル採取

QR コードをスキャンすることで

次のビデオが視聴できます：

成人または生後 12 ヶ月以上の幼児からの
キャピラリーサンプル採取



採血器具



最適なキャピラリー採血器具を選択することにより、血液ガス検査における測定前エラーのリスクを低減できます。

採血器具を選ぶ際には、以下を推奨します：

- 分析装置で選択した特定の測定モードに合ったサイズのキャピラリーチューブを使用します。
- 血液ガス測定に推奨できるのはヘパリンで処理済のキャピラリーチューブのみです。キャピラリーサンプルが凝固しないようにするには、十分に高い濃度のヘパリンを使用する必要があります。
- 乾燥バランスヘパリンで処理済のキャピラリーチューブを用い、電解質の偏りとサンプル希釈のリスクを回避します。
- 臍帯血、胎児頭皮血サンプルなど、凝固のリスクが高いサンプルには、より高濃度のヘパリンナトリウムが塗布されたキャピラリーチューブを使用してください。この場合、ヘパリン濃度が高いため、電解質値は報告しないでください。
- ミキシングワイヤーを使って、サンプルを確実に混和します。
- エンドキャップ付きのキャピラリーチューブを用いて血液の漏れを予防します。

参考文献

1. Dukic L. *et al*, Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the croatian society of medical biochemistry and laboratory medicine, Juli 2016
2. World Health Organization Regional Office for Europe (2010): WHO guidelines on drawing blood. Best practices in phlebotomy. Geneva, Switzerland: Safe Injection Global Network, World Health Organization, 2010.

患者サンプルの識別の問題

患者IDとサンプルIDの誤まった紐づけや誤認は、血液ガス測定の測定前段階で頻発する重大なエラーの1つです。

エラーの原因：

- 患者識別および / またはサンプルラベルがないこと
- 手動によるデータ入力に起因する転記ミス
- 患者とサンプル識別の専用の手順が確立されていないこと

エラーによる影響：

- 国または地域の規制要件の違反
- 患者の病状の誤った診断
- 患者に対して不適切な治療を実施
- 採血のやり直し（コストの増加と時間のロス）
- 検査費用を計上できないことによる請求機会の喪失

エラーを最小限に抑えるには

- キャピラリーサンプルを採取するときは、患者氏名、生年月日、検査オーダー番号など、少なくとも2種類の患者識別情報を使用してください。
- 患者のそばを離れる前に、キャピラリーチューブにIDラベルが貼付されていることを確認してください。
- 必ず測定前に、血液ガス分析装置に患者IDを入力してください。
- ベッドサイドでのID識別と分析装置でのID識別時にできるかぎりバーコードリーダーを使用し、転記ミスを回避してください。

以下に示すように、キャピラリーチューブにバーコードラベルを貼ります。



参考文献

1. Kahn S. Specimen mislabeling: A significant and costly cause of potentially serious medical errors. www.acutecaretesting.org Apr 2005.
2. The Joint Commission. National Patient Safety Goals Effective January 2018

サンプルへの混入



キャピラリー採血時、穿刺部位の血流を促すために部位を揉んだり、絞ったりすると、血液ガスサンプルに組織液が混入するリスクがあります。

一般的に、キャピラリーサンプルから得られた結果、特に pO_2 値は、極めて慎重な解釈を必要とします。

組織液の混入による影響：

- サンプル測定値が患者状態を示さなくなるリスク

文献では、サンプルを採取する前に動脈化を行うか否かについて議論されています。

新しいガイドラインでは、キャピラリー採血の前に穿刺部位の動脈化を推奨しています。動脈化を実施するために、42°C 以下で温めた湿ったタオルで穿刺部位を 3-5 分間覆います。

エラーを最小限に抑えるには

- 採血前の穿刺部位の動脈血化が必要か否かを慎重に評価してください。
- 採血中に組織を絞ったり揉んだりする「ミルキング」しないでください。
- 皮膚穿刺後、血液の最初の1滴をぬぐい取ってからサンプルを採取してください。

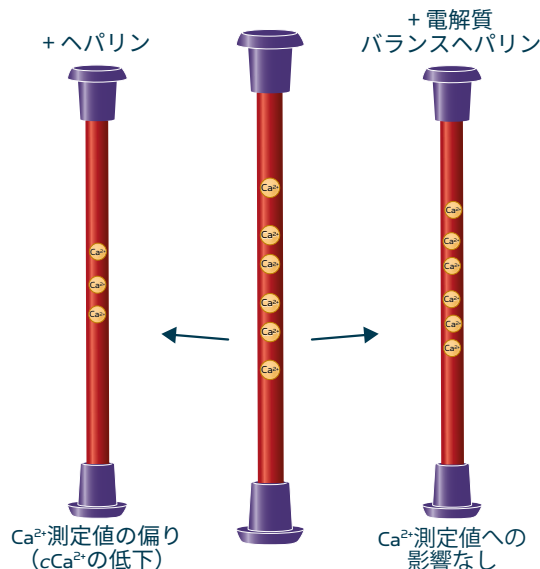
詳細はこちら

- Higgins C. Capillary blood gases – to arterialize or not. www.acutecaretesting.org Jul 2008.
- Kristensen J. Heel or back of the hand? www.acutecaretesting.org Apr 2007.
- Theil L. Taking the myth out of capillary sampling. www.acutecaretesting.org, Oct 2006.
- Shah V *et al.* Neonatal capillary blood sampling. www.acutecaretesting.org Jul 2005.

参考文献

1. WHO guidelines on drawing blood: Best Practices in Phlebotomy; WHO 2010; ISBN 978 92 4 159922 1
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
3. Dukic, L.; Kopčinović, L. M.; Dorotić, A.; Baršić, I. (2016): Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. In *Biochem Med* 26 (3), pp. 318–336. DOI: 10.11613/BM.2016.036.
4. Higgins C. Capillary blood gases – to arterialize or not. www.acutecaretesting.org Jul 2008.

ヘパリンに起因する偏り



血液ガス用キャピラリーチューブ内で非バランスヘパリンを使用すると、電解質と代謝項目測定値に偏りが生じ、最終的には患者に対する治療に影響を及ぼす可能性があります。電解質と代謝項目値の偏りは変動しやすく、確認が難しいものですが、回避することは可能です。

ヘパリンは、血液ガス分析に推奨される唯一の抗凝固剤です。血液ガスサンプルの凝血を減らすためには、ヘパリンを抗凝固剤として使用する必要があります。サンプル内に凝血が存在すると、分析装置に干渉し、不正確な測定値につながる可能性があります。

電解質の偏りは以下の原因が考えられます：

- 電解質バランスヘパリンでないヘパリンの使用
- 液体ヘパリンの使用

ヘパリンの調整：

ヘパリンは陽イオンと結合する特性を持ちます。これは血液中のイオン化カルシウム濃度に最も大きな影響を及ぼします。ヘパリン濃度が高ければ高いほど、偏りは顕著になります。CLSIは、20 IU/mLより高いヘパリン濃度が必要である場合、電解質の偏りを補正するためにヘパリンを調整する必要があると述べています。この電解質に偏りを生じさせることがないように調整された特殊なヘパリンは、一般に電解質バランスヘパリンと呼ばれます。電解質バランスヘパリンを使用することで、高濃度のヘパリンを使用することができ凝固の可能性を低減できます。

液体ヘパリン：

ヘパリンは、乾燥ヘパリンと液体ヘパリンの両方として生産できます。乾燥ヘパリンと異なり、液体ヘパリンの使用は必然的に血液ガスサンプルの希釈をもたらす、電解質と代謝項目測定値に影響を及ぼします。

希釈効果は、サンプルによって異なるだけでなく、血液ガスサンプル量に対する液体ヘパリン量によっても異なります。

液体ヘパリン量が0.05 mLで、全血1 mLが採取された場合 (Hct 50%)、血漿相は約10%希釈されます。電解質と代謝項目は血漿を用いて測定されるため、これらパラメーターの濃度もそれ相応に低下します。

ヘパリンに起因する偏りの例

ヘパリンの調整が原因：

- 非バランスヘパリンが使用される場合は、cCa²⁺測定値に最大6%の誤差を引き起こす可能性があります。つまり、真の cCa²⁺濃度が1.15 mmol/L (4.6 mg/dL) のサンプルからは、0.07 mmol/L (0.28 mg/dL) も低い値が報告されます。これは、基準範囲 (1.15-1.29 mmol/L (4.6-5.2 mg/dL)) の50%に相当します。
- 非バランスヘパリンを使用し血液中のヘパリン濃度が15 IU/mLの場合、イオン化カルシウム濃度はおよそ0.04 mmol/L (0.16 mg/dL) 低く報告されます。この負の偏りは、ヘパリン濃度が50 IU/mLの場合は0.11 mmol/L (0.44 mg/dL) まで、ヘパリン濃度が100 IU/mLの場合は0.19 mmol/L (0.76 mg/dL) まで上昇します。イオン化カルシウムの基準範囲は1.15-1.29 mmol/L (4.6-5.2 mg/dL) です。

液体ヘパリンが原因:

- 液体ヘパリンによりサンプルがおよそ10%希釈される場合、真のグルコース値5 mmol/L は測定されるものの、4.5 mmol/L (81 mg/dL) と報告されます。

エラーを最小限に抑えるには

- 電解質バランスヘパリンを使用し、電解質測定値の偏りを回避します。
- 乾燥ヘパリンを使用し、血液ガスサンプルの希釈と、電解質と代謝項目測定値の偏りを回避します。

詳細はこちら

Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood gas analysis.
www.acutecaretesting.org Apr 2007.

参考文献:

1. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
2. Dukic, L.; Kopčinović, L. M.; Dorotić, A.; Baršić, I. (2016): Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. In Biochem Med 26 (3), pp. 318–336. DOI: 10.11613/BM.2016.036.
3. Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Apr 2007.
4. Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.bloodgas.org 2003

凝血のリスク



サンプル内に凝血が存在すると、血液ガス分析装置のサンプル経路におけるつまりや、測定結果が不正確になる可能性があります。

凝血の原因:

- サンプル内のヘパリン濃度が低すぎる
- 採血直後、サンプルの混和がされていない、または混和が不十分である

ヘパリン濃度:

血液ガスサンプルの凝血を防止するためには、ヘパリンを抗凝固剤として使用する必要があります。しかし、ヘパリン濃度が高すぎると、電解質値に偏りが生じます。従来のヘパリンの代わりに電解質バランスヘパリンを使用することで、ヘパリンを高濃度で使用し、凝血のリスクを低下させることができます。

ヘパリンの溶解:

ヘパリンは、サンプル採取直後に血液に溶解させる必要があります。これは、サンプル採取直後にサンプルを混和することで達成できます(詳細については、次の「サンプルの混和」の章を参照)。

凝血は以下につながる可能性があります:

- 分析装置のダウンタイム
- 不正確な測定値の可能性 - 凝血したサンプルだけでなく、続く測定サンプルにも影響

室内空気への暴露



エラーを最小限に抑えるには

- 十分な濃度のヘパリンを使用してください。
- 乾燥電解質バランスヘパリンで処理済のキャピラリーチューブを使用してください。
- サンプルを採取し、気泡を除去した後、検体を混和してヘパリンを溶解します。これを貴施設の手順の一環として確立してください。

参考文献

1. Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Apr 2007.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
3. Dukic L *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia Medica* 2016; 26, 3:318-36.

血液ガスサンプルに室内空気が混入すると、サンプル測定値が患者状態を表さなくなるほどの偏りを生じる可能性があります。

実際の偏りの影響は pO_2 が最も大きく、 pCO_2 とpHにも軽微に見られます。さらに、 pO_2 の偏りは、室内空気の量、サンプル本来の pO_2 値、ヘモグロビン濃度、サンプルの混和具合やエアシューターによる搬送などにより大きく左右されます。一般的に、キャピラリーサンプルから得られた結果、特に pO_2 値は、極めて慎重な解釈を必要とします。

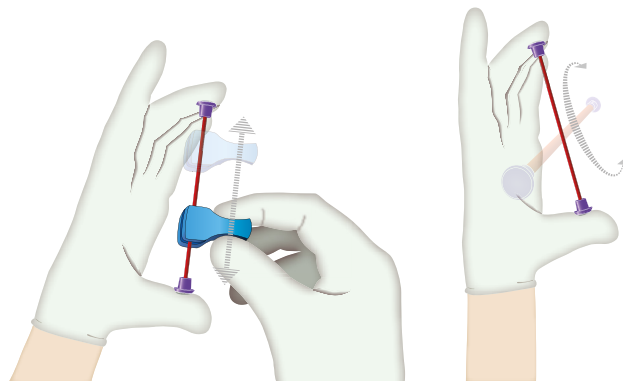
エラーを最小限に抑えるには

- 最適な血流を確保し、キャピラリー内に空気が混入するリスクを低減させるために、サンプル採血前に穿刺部位を動脈血化するか否かを評価します。
- 空気の混入を防ぐため、血液滴の真ん中からサンプルを採取します。
- キャピラリーチューブを最大採血量まで満たすことで、チューブの端に空気を残さないようにします。
- キャピラリーチューブの端にエンドキャップを付けることでサンプルを密封します。

参考文献

1. Dukic L *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochem Med (Zagreb)* 2016; 26,3:318-36.
2. Toffaletti J. Effect of small air bubbles on changes in blood pO_2 and blood gas parameters: calculated vs. measured effects. www.acutecaretesting.org Jul 2012.
3. Higgins C. Pneumatic tube transport of samples for blood gas analysis. www.acutecaretesting.org Jan 2005.
4. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).

サンプルの混和



患者状態を正しく測定結果に反映するためには、サンプルを十分に混和し、均一にすることが必須です。

サンプル採血直後の混和はヘパリン（抗凝固剤）の十分な溶解を確保し凝血を防止するために行い、測定前の混和は、サンプルを分析装置にセットする前に、赤血球と血漿の均一性を確保するために行います。混和が不十分な場合、凝血の形成やヘモグロビン値と Hct 値の不正確な報告につながり、ctHb から派生する演算パラメーターに偏りが生じます。

キャピラリーサンプルの混和には溶血のリスクがあり、慎重に行う必要があります（溶血に関するセクションを参照）。これは、新生児などの脆弱なサンプルの場合、特に重要です。激しく混和すると、 cK^+ 値が不正に高く、 cNa^+ 値が低く出る可能性があります。

不均一なサンプルの原因：

- 赤血球の沈降
- 標準的な混和手順が確立されていないこと

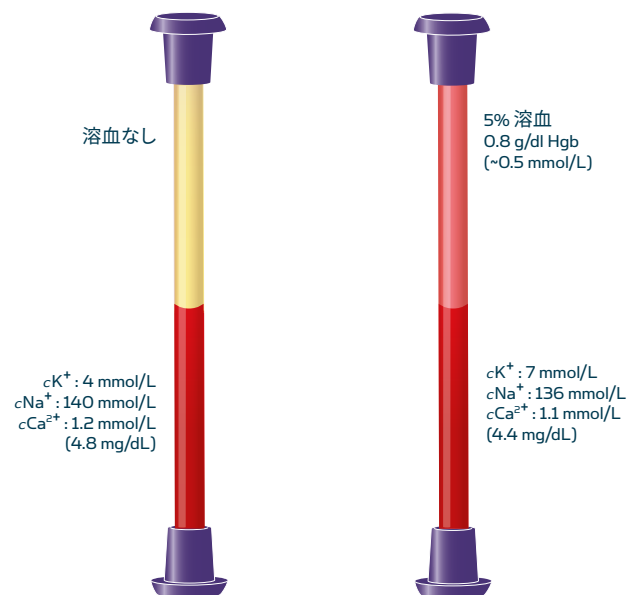
エラーを最小限に抑えるには

- サンプル沈降が目視で確認できる場合、数分間混和する必要があります。
- ミキシングワイヤー、マグネットなどの適切な混和器具を用いてキャピラリーサンプルを混和します。キャピラリーチューブを転倒するかマグネットをキャピラリーチューブの端から端まで動かします。
- 貴施設で十分な混和ができる手順を構築し、順守してください。

参考文献

1. Narayanan, S. Preanalytical issues related to blood sample mixing. www.acutecaretesting.org Oct 2005.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).

溶血



溶血とは、赤血球が壊れることです。溶血が起こると、破壊された赤血球の細胞内成分が血漿と混じりあいます。カリウム (K^+) などの特定成分の細胞内濃度は、血漿相よりも最大で30倍高くなります。そのため、カリウム測定値は溶血の影響を大きく受けます。

サンプルの赤血球がわずか0.5%溶血 (~0.07 g/dL または 0.05 mmol/L の遊離ヘモグロビン) しただけで、 cK^+ 値が 0.5 mmol/L 上昇する可能性があります。

溶血の原因：

- キャピラリー採血中に組織を絞ったり揉んだりする「ミルキング」をする
- 激しいサンプル混和
- サンプルを誤って床に落としたこと
- サンプルを氷で冷やしたこと

サンプルの溶血の影響：

- 患者測定結果の偏り
- 患者の誤った診断の可能性
- 誤った患者治療の可能性

例

同じ患者から 2 つの血液ガスサンプルを採取しました。一方はすぐに測定し、もう一方は氷と接触して25分間保存した結果結果5%ほど溶血し、 cK^+ 値に3 mmol/Lの正の偏りが生じました。これにより、以下のように患者測定結果に違い変化が生じました。

直ちに測定されたサンプル		25分間氷と接触保存された後に測定されたサンプル	
患者測定結果：		患者測定結果：	
cK^+	4.0 mmol/L	cK^+	7.0 mmol/L
cNa^+	140 mmol/L	cNa^+	136 mmol/L
cCa^{2+}	1.21 mmol/L (4.84 mg/dL)	cCa^{2+}	1.11 mmol/L (4.44 mg/dL)

エラーを最小限に抑えるには

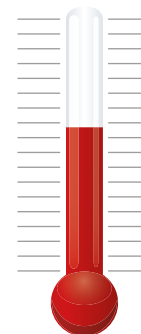
- 採血中、穿刺部位を絞ったり、揉んだりする「ミルキング」はしないでください。
- 最適な血流を確保し、サンプル採取中に組織にかかる圧力を軽減させることを目的に、穿刺部位の動脈化が必要か否か評価します。

- 組織の「ミルキング」防止のため、適切な深さまで穿刺します。新生児の場合には、特に注意深く穿刺深部を決める必要があります。
- 推奨されるサンプル混和手順に従ってください。
- 適切な温度下でサンプルを保存します。「保存温度」のセクションも参照してください。

参考文献

1. Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: electrolytes. www.acutecaretesting.org Oct 2003.
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
3. Dukic L *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochem Med (Zagreb)* 2016; 26,3:318-36. この記事は acutecaretesting.org に転載記事としても掲載されています（2017年4月公開）。

保存温度



サンプルの保存温度が正しくないと、患者測定結果に影響を与える可能性があります。

サンプルの推奨保存温度は、採血器具の材質によって異なります。

- プラスチック製キャピラリーチューブで採取したサンプルは室温で保存してください。
- ガラス製キャピラリーチューブで採取したサンプルは 0-4°C で保存可能です。

プラスチックのガス透過性は、温度が低くなるにつれ高くなります。そのためサンプルを保存する際は、採血器具がプラスチック製かガラス製かを確認し、添付文書に従ってサンプルを保存してください。

エラーを最小限に抑えるには

- 添付文書に記載されている手順に従ってください。

詳細はこちら

Radiometer Bulletin No. 31. Storage recommendations for blood gas samples
by Anne Skurup. 2005

保存時間



参考文献

1. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
2. Dukic L *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochem Med (Zagreb)* 2016; 26,3:318–36. この記事は acute-care-testing.org に転載記事としても掲載されています (2017年4月公開)。

採血後も、血液ガスサンプル内では細胞の代謝が継続します。測定が遅れると、測定結果が実際の患者状態を示さなくなるリスクが高まります。

生化学によれば、嫌氣的に採取し室温で保存されたヘパリン処理済の動脈血液ガスサンプルの継続的な代謝により、次のような変化が起こると推定しています。

パラメーター	変化	理由
pO_2	↓	酸素を利用する細胞が酸素を消費し続けます。
pCO_2	↑	CO_2 は代謝の産物です。
pH	↓	複合効果: 1. CO_2 の増加はpHの低下を引き起こします。 2. 解糖系の継続により、水素イオン濃度が増加します。
グルコース	↓	解糖系の継続によります。
ラクテート	↑	解糖系の継続によります。

例

同じ患者から 2 つの血液サンプルを採取します。一方は採血後すぐに測定し、もう一方は室温で60分間保存した後に測定しました。これにより、患者測定結果に以下のような違いが生じました。

直ちに測定されたサンプル		室温で保存し、60分後に測定されたサンプル	
患者測定結果：		患者測定結果：	
pH	7.41	pH	7.39
cGlu	5.4 mmol/L (97 mg/dL)	cGlu	4.9 mmol/L (88 mg/dL)
cLac	1.5 mmol/L (13.5 mg/dL)	cLac	2.0 mmol/L (18.0 mg/dL)

エラーを最小限に抑えるには

- サンプルは速やかに測定します。
- プラスチック製キャピラリーチューブで採取したサンプルの保存が必要な場合、室温で保存し10分以内に測定します。
- ガラス製キャピラリーチューブで採取したサンプルの保存が必要な場合、0-4°C で保存し、30分以内に測定します。
- 特殊なサンプルは5分以内に測定してください：高 pO_2 サンプル、白血球濃度が高いサンプル、shunt分析用サンプルなど。このようなサンプルに対してはガラス製採血器具の使用も検討してください。
- サンプル保存時間が記録できる血液ガス分析装置を使用します。

詳細はこちら

Wennecke G. Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: metabolites. www.acutecaretesting.org. Jan 2004.

参考文献

1. Radiometer Bulletin No. 31.Storage recommendations for blood gas samples by Anne Skurup.2005
2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).Blood gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline - second edition. CLSI document C46-A2 (ISBN 1-56238-694-8).
3. Dukic L *et al.* Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochem Med (Zagreb)* 2016; 26,3:318–36. この記事は acutecaretesting.org に転載記事としても掲載されています（2017年4月公開）。

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

Whatever comes next, we make sure life comes first.

ラジオメーターの製品とソリューションは、130か国以上での病院、診療所、検査施設で使用されており、急性期医療での診断に重要なパラメーターに関する情報を提供しています。ソリューション、専門知識、堅実なパートナーシップ提携により診断をサポートし、患者ケアを向上させます。

お問い合わせはこちら
当社のウェブサイトをご覧ください。

www.radiometer.co.jp

Radiometer、Radiometerのロゴ、ABL、AQT、TCM、RADIANCE、AQUIRE、PICO、CLINITUBESおよびQUALICHECKは、RadiometerMedical ApSまたはその許諾の下に使用する商標です。

© Radiometer Medical ApS, 2700 Brønshøj, Denmark, 2024。無断転載・複製を禁じます
MAPSSS-25061903-R01
MAPSSS-001094 R2