

Statusartikel

Præanalytiske forhold, der kan påvirke klinisk biokemiske blodprøvesvar

Dorte B. Zilstorff, Ida Stangerup & Henriette P. Sennels

Klinisk Biokemisk Afdeling, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg og Frederiksberg Hospital

Ugeskr Læger 2026;188:V10250843. doi: 10.61409/V10250843

HOVEDBUDSKABER

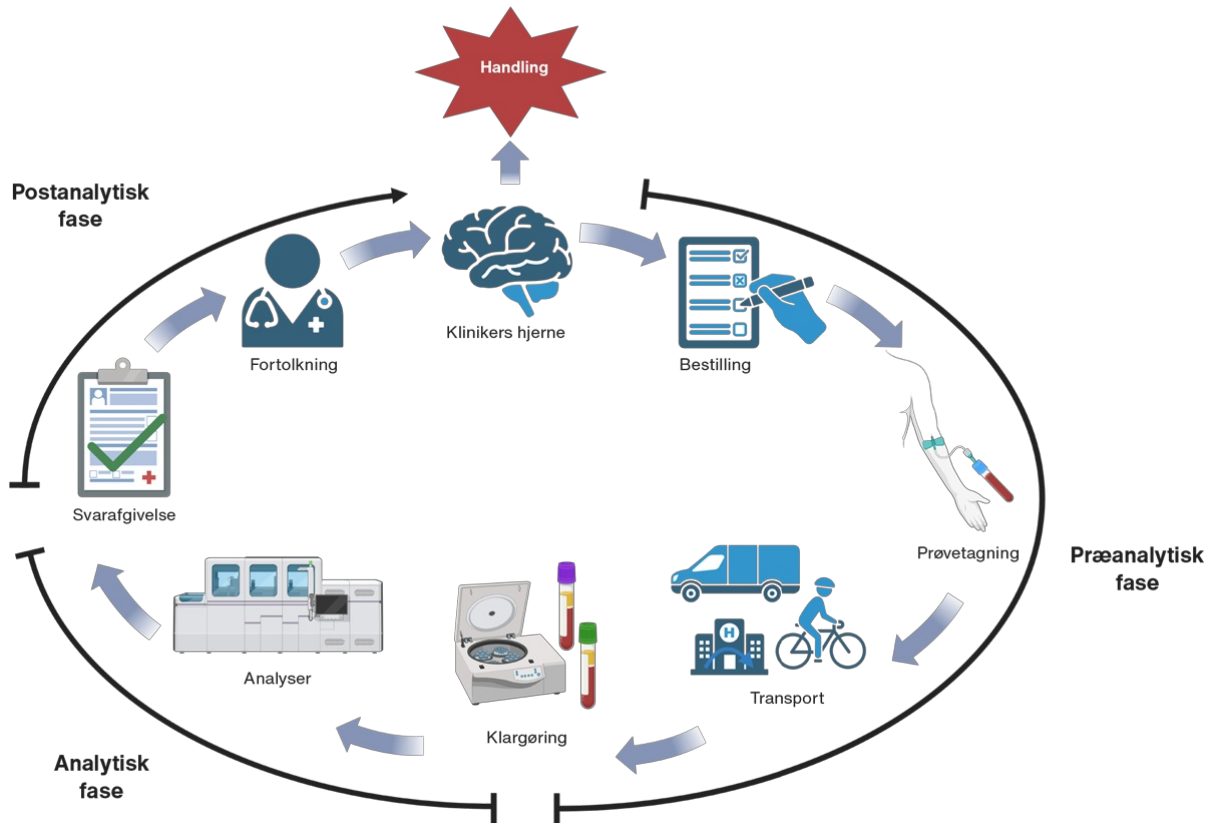
- Præanalyse omfatter bl.a. blodprøvetagning og håndtering af blodprøven før laboratorieanalyse.
- Fejl i den præanalytiske fase kan påvirke blodprøveresultater væsentligt.
- Fokus på præanalytiske forhold er essentielt for at minimere antallet af misvisende og manglende blodprøvesvar.

Klinisk biokemiske blodprøvesvar er et essentielt medicinsk støtteredskab, når læger skal udrede, behandle og monitorere patienter, både i primær- og sekundærsektoren [1]. Laboratorieresultater anses traditionelt for at påvirke omkring 70% af al klinisk beslutningstagen [2, 3]. Derfor er det vigtigt, at selve analyserne af blodprøveparametrene på det klinisk biokemiske laboratorium foregår med høj kvalitet, men også yderst vigtigt, at der blandt kliniske læger og andet klinisk personale er fokus på korrekt blodprøvetagningsprocedure og håndtering af blodprøven, inden den ankommer til det klinisk biokemiske laboratorium, for at undgå forkerte og manglende blodprøvesvar.

Blodprøvens vej

Blodprøvens vej fra rekvirering til svar og efterfølgende handling derpå inddeles i en præanalytisk, analytisk og postanalytisk fase (Figur 1). Den præanalytiske fase inkluderer rekvirering af blodprøverne, patientforberedelsen, selve blodprøvetagningen, transporten til laboratoriet samt håndtering (f.eks. centrifugering) og opbevaring af blodprøverne på laboratoriet inden analyse. Den analytiske fase består af selve analysen af blodprøveparametrene. De fleste blodprøveparametre analyseres på fuldautomatiserede analysemaskiner døgnet rundt med svarafgivelse oftest inden for en time, efter at blodprøven er modtaget på laboratoriet. Enkelte blodprøveparametre analyseres ved ikkeautomatiserede analysemetoder, som kan have længere svartider. Den postanalytiske fase omfatter validering af resultatet fra analysemaskinen, elektronisk svarafgivelse og klinikerens fortolkning af det endelige blodprøvesvar [5]. Størstedelen af fejl i blodprøvens vej fra rekvirering til svar forekommer i den præanalytiske fase (61-81%), da det er i denne fase, der er mest manuel håndtering af blodprøven, og hvor variation i udførelse og menneskelige faktorer øger risikoen for fejl [6-8]. En oversigt over hyppige præanalytiske fejl fremgår af Tabel 1 og gennemgås her. Klinisk biokemiske laboratorier har automatiserede kontrolsystemer, der identificerer blodprøver med præanalytiske forhold, som kan medføre misvisende blodprøvesvar, men de automatiserede kontrolsystemer kan ikke fange alle præanalytiske fejl, og det er derfor vigtigt, at det kliniske personale udviser årvågenhed ved blodprøvetagning.

FIGUR 1 Blodprøvens vej fra rekvirering til svar og efterfølgende handling derpå.
Udarbejdet i BioRender: Hannibal J (2025). BioRender.com/bh73vsq – med inspiration fra [4].



TABEL 1 Hyppige fejl i den præanalytiske fase. Ingen af disse fejl kan identificeres af fuldautomatisk præanalytisk prøvehåndteringsudstyr i 100% af tilfældene, hvorfor det er vigtigt, at klinisk personale udviser årvågenhed ved blodprøvetagning.

Hyppige fejl i den præanalytiske fase

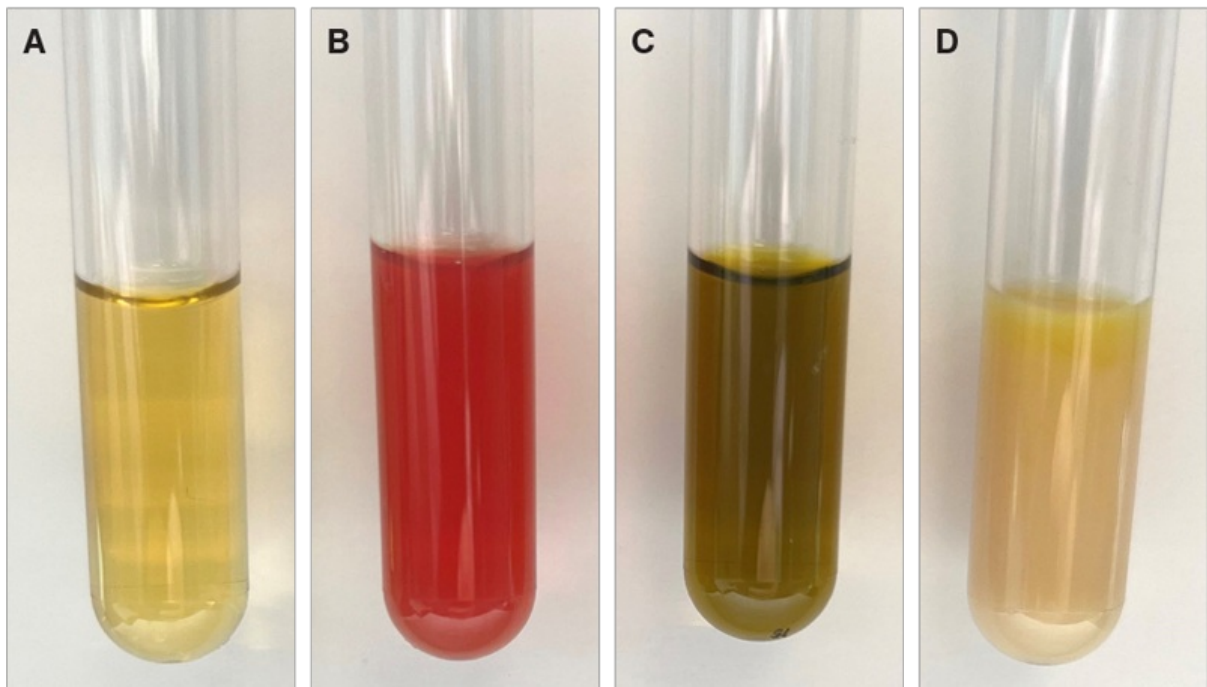
Blodprøvetagning på forkert patient
Forkert/manglende mærkning af blodprøverør
Blodprøvetagning i forkert type af blodprøverør
Underfyldning af blodprøverør
Overhældning mellem forskellige typer af blodprøverør
Blodprøver taget ved indløb af i.v. væsker
Insufficient eller for voldsom vending af blodprøverør
Forkert opbevaring og transport af blodprøverør

Automatisk kontrol af blodprøvens grad af hæmolyse, ikterus og lipæmi

Inden blodprøven analyseres på det klinisk biokemiske laboratorium, måles der på de fleste automatiserede analysemaskiner et hæmolyse-ikterus-lipæmi (HIL)-indeks. Graden af hæmolyse, ikterus og lipæmi påvirker blodprøvens kvalitet. Mange klinisk biokemiske analyser er baseret på et optisk analyseprincip, hvorved mængden af lys, som absorberes eller spredes ved en given bølgelængde, afspejler koncentrationen af blodprøveparameteren i blodprøven. Hæmolyse, ikterus og lipæmi kan forårsage interferens ved de optiske analyseprincipper og således skævvride resultaterne [9]. De enkelte biokemiske analyser har specifikke HIL-grænser for, hvornår de påvirkes af hhv. hæmolyse, ikterus og lipæmi. Hvis disse overskrides, vil analysen automatisk besvares med svarkommentarerne hæmolyse, ikteri/ikterus eller lipæmi og vil ikke blive besvaret med et numerisk resultat. Se **Figur 2** for billeder af en normal, hæmolytisk, ikterisk og lipæmisk prøve.

FIGUR 2 Plasma fra en hhv. A) normal, B) hæmolytisk, C) ikterisk og D) lipæmisk prøve. Ved modtagelse på det klinisk biokemiske laboratorium centrifugeres de fleste prøver, så erythrocytter, leukocytter og trombocytter samles nederst, mens plasma ligger øverst. Plasma består af vand, elektrolytter, proteiner, koagulationsfaktorer, hormoner m.v. De fleste kemi- og immunkemiske analyser udføres på plasma.

Udarbejdet i BioRender: Hannibal J (2026), BioRender.com/s4i867v.



Hæmolyse

Hæmolyse er rødfarvning af plasma grundet tilstedeværelse af frit hæmoglobin. Det opstår, når erythrocytternes cellemembran beskadiges, og frit hæmoglobin frigives til plasma. Hæmolyse kan forekomme både *in vivo* (i patienten) eller *in vitro* (i blodprøverøret) [10]. *In vivo*-hæmolyse er en patologisk tilstand, der kræver yderligere udredning og behandling og udgør 2-3% af alle hæmolyserede prøver [11]. *In vitro*-hæmolyse er årsag til langt størstedelen af de hæmolyserede blodprøver og kan opstå i forbindelse med selve blodprøvetagningen eller under transport af blodprøven. Særligt blodprøveparametrene laktatdehydrogenase, kalium og zink, som findes i høje koncentrationer intracellulært i erythrocytterne, vil udkomme med forkerte resultater ved hæmolyse [10].

Ikterus

Ikterus er mørkegulfarvning af plasma grundet hyperbilirubinæmi og kan have både præhepatisk, hepatisk og posthepatisk årsag. Blodprøveparameteren kreatinin er særligt følsom for ikterus, og det kan derfor have klinisk betydning, når nyrefunktionen målt ved estimeret glomerulær filtrationshastighed ikke kan bestemmes, f.eks.

før kontrastindgift og ved medicindosering [12].

Lipæmi

Lipæmi er hvidlig uklarhed af plasma grundet tilstedeværelse af lipoproteiner i plasma eller andre stoffer, der øger uklarheden, dvs. turbiditeten, af plasma. Lipoproteinerne kylomikroner og very low density-lipoproteiner har et højt indhold af triglycerid, hvorfor der ofte også er forhøjede koncentrationer af triglycerid i de lipæmiske blodprøver. Ændringer i plasmaturbiditet, som skyldes andre faktorer end lipoproteiner, vil også blive registreret som lipæmi på det automatiserede analyseudstyr. I sådanne tilfælde vil P-triglycerid være normal eller kun let forhøjet. Lipæmi kan føre til pseudohyponatriæmi, idet den solide fase i forhold til vandfasen er øget – når målt med indirekte ionpotentiometri, som er den hyppigst anvendte natriumanalysemetode [13]. Nogle klinisk biokemiske laboratorier ultracentrifugerer lipæmiske blodprøver, så lipiderne adskilles fra resten af prøvematerialet. Herefter kan de fleste rekvirerede blodprøveparametre analyseres, og der kan afgives svar. Ultracentrifugering er ikke velegnet forud for analyse af hydrofobe stoffer (f.eks. hormoner og lægemidler) og kan medføre falsk lave analyseresultater [14].

Præanalytiske fejl

Patientforberedelse

Nogle blodprøveparametre kræver faste (dette vil fremgå af prøvetagningsblanketten (PTB'en)), hvor andre påvirkes af faktorer som fysisk aktivitet – patienten bør under optimale omstændigheder sidde roligt i min. 15 min før prøvetagning [15] – rygning, alkoholindtag, medicin og kosttilskud. Det meget udbredte kosttilskud biotin kan interferere med analyse af flere blodprøveparametre, bl.a. hormoner og D-vitamin, idet mange antistofbaserede assays anvender biotin og udnytter dens stærke binding til streptavidin. Biotintilskud bør derfor pauseres min 8 t. før prøvetagning [16]. I det relevante klinisk biokemiske laboratoriums analyseoversigt er der information om, hvorvidt de enkelte analyser påvirkes af biotin eller andet.

Blodprøvetagningsteknik ved venepunktur

Det er essentielt, at korrekt blodprøvetagningsteknik anvendes, særligt for at minimere risikoen for in vitro-hæmolyse [15]. U hensigtsmæssig blodprøvetagningsteknik kan bl.a. inkludere forlænget brug af staseslange (staseslangen skal løses efter maks. 1 min), for lille blodprøvenål (til voksne anbefales brug af en »grøn sommerfugl« med diameteren 21G/0,8 mm), underfyldning af blodprøverør (grundet vakuum i blodprøverøret skal blodprøverøret fyldes til markeringen), intens knytning af patientens hånd eller hårdhændet vending/rystelse af blodprøverøret efter fyldning [15, 17]. Forsigtig vending af blodprøverøret 5-10 gange lige efter at blodprøverøret er fyldt, er vigtigt for at forhindre koagulation i blodprøverøret. Koagulerede blodprøver kan f.eks. medføre falsk høj INR [18]. Det klinisk biokemiske laboratorium kontrollerer for koagler i blodprøverøret før svarafgivelse af høj INR.

Blodprøvetagning i arm med indløb af i.v. væsker

Der må ikke tages blodprøver i en arm under pågående indløb af i.v. væsker, da dette kan medføre misvisende svar på blodprøveparametre grundet fortynding, medbestemmelse eller interferens med analysemetoden. Hvis ikke blodprøvetagning i den anden arm er mulig, skal indløb af i.v.-væsken pauseres i min 15 min. inden blodprøvetagning [19]. Den klinisk biokemiske afdeling kan ikke opdage denne fejl med automatiserede kontrolsystemer, og det er derfor vigtigt, at proceduren overholdes.

Patientidentifikation og mærkning af blodprøverør

16% af de præanalytiske fejl, som kan relateres til selve blodprøvetagningen, skyldes prøvetagninger på forkerte patienter [20]. Forkert eller manglende mærkning af blodprøverørerne udgør også en stor del af fejlene (56%) [20], hvorfor det er vigtigt, at prøvetagning udføres ved en fast procedure, hvor prøvetageren sikrer korrekt patientidentifikation og mærkning af blodprøverørerne. Den klinisk biokemiske afdeling kan ikke opdage disse fejl med automatiserede kontrolsystemer, og de opdages primært ved, at rekvirenten selv får mistanken.

Undervisning

De klinisk biokemiske laboratorier bistår med undervisning i korrekt blodprøvetagningsteknik både i primærsektoren og sekundærsektoren og kan altid kontaktes ved ønske om undervisning eller ved spørgsmål.

Opbevaring, temperatur og transport

Blodprøveparametre kan påvirkes af de temperaturer, som blodprøven opbevares ved, samt af måden, hvorpå blodprøven transporteres til laboratoriet [4]. Det er derfor vigtigt at følge den lokale instruks om opbevaring, f.eks. på is, og transport af blodprøver, f.eks. hurtig transport til laboratoriet grundet begrænset holdbarhed af en eller flere blodprøveparametre. Kalium er særligt sensitiv for opbevaring ved forkerte temperaturer og rystelser under transport.

Blodprøverør

Det/de korrekte blodprøverør afhænger af, hvilke blodprøveparametre der er rekvireret, og fremgår af PTB'en. De tre hyppigst anvendte blodprøverør og tilhørende eksempler på præanalytiske fejl fremgår af **Figur 3**.

FIGUR 3 De hyppigst anvendte blodprøverør og tilsatte antikoagulerende midler samt tilhørende hyppigst rekvirerede klinisk biokemiske blodprøveparametre og præanalytiske fejl. Udarbejdet i BioRender: Hannibal J (2025), BioRender.com/xdmqnqk.

Rør	Antikoagulerende middel	Hyppigste blodprøveparametre	Hyppigste fejl
	<p>Kalium-EDTA</p> <p>↓</p> <p>EDTA binder kalcium og stopper derved koagulationskaskaden irreversibelt</p>	<p>Leukocytter</p> <p>Differentialtælling</p> <p>Erythrocytter</p> <p>Trombocytter</p>	<p>Hæmolyse ødelægger erythrocytter</p> <p>Koagulation i blodprøverøret (manglende vending)</p>
	<p>Litiumheparin</p> <p>↓</p> <p>Heparin hæmmer antitrombin og stopper derved koagulationskaskaden irreversibelt</p>	<p>Kalium, natrium, kalcium, kreatinin, ALAT, LDH, Tnt/Tnl</p> <p>Hormonanalyser</p>	<p>Hæmolyse (pseudohyperkalæmi)</p> <p>Overhældning fra andre typer af blodprøverør</p> <p>Koagulation i blodprøverøret (manglende vending)</p>
	<p>Natriumcitrat</p> <p>↓</p> <p>Citrat binder kalcium og stopper derved koagulationskaskaden reversibelt</p>	<p>INR</p> <p>APTT</p> <p>D-dimer</p>	<p>Isufficient fyldning af blodprøverør</p> <p>Overhældning fra andre typer af blodprøverør</p> <p>Koagulation i blodprøverøret (manglende vending)</p>

ALAT = alaninaminotransferase; APTT = aktiveret partial tromboplastintid; EDTA = ætylendiamintetraeddikesyre; LDH = laktatdehydrogenase; Tnt = troponin T; Tnl = troponin I.

Korrekt fyldning af lyseblå blodprøverør

Det er vigtigt, at de lyseblå blodprøverør, som anvendes ved prøvetagning til koagulationsparametre, fyldes til markeringen på prøverøret, idet retvisende analyseresultater forudsætter, at forholdet mellem blod og det tilsatte antikoagulerende middel (citrat) er kendt. Fyldningsgraden af de lyseblå blodprøverør vurderes automatisk på analysemaskinen, og hvis de ikke er fyldt korrekt, besvares rekvisitionen med svarcommentaren: »For lidt prøvemateriale«.

Overhældning mellem forskellige typer af blodprøverør

Det er desværre ikke sjældent, at klinisk biokemiske laboratorier modtager blodprøver, hvor der er foretaget en overhældning mellem forskellige typer af blodprøverør. Herved blandes de forskellige antikoagulerende midler, og blodprøveparametre udkommer med forkerte resultater eller kan ikke analyseres. En svær forhøjet kaliumkoncentration – oftest > 8 mmol/l – ses ved overhældning af blod fra et lilla blodprøverør (indeholdende kalium-ætylendiamintetraeddikesyre (EDTA)) til et grønt blodprøverør (indeholdende litiumheparin). Idet EDTA binder alle kationer i blodprøverøret, vil overhældning også resultere i en ufysiologisk lav in vitro-kalciumkoncentration. Hvis der er overhældt blod fra et blodprøverør med enten EDTA eller litiumheparin til et lyseblåt blodprøverør med citrat, kan INR og aktiveret partial tromboplastintid ikke bestemmes [21].

Fælles ansvar og fremtidens blodprøvetagning

Præanalytiske fejl kan føre til misvisende eller manglende blodprøvesvar. For patienterne kan dette i yderste konsekvens medføre fejldiagnostik, fejlagtig behandling, gentagne prøvetagninger, forsinket udredning/behandling og derved have økonomiske konsekvenser for sundhedsvæsenet. Inden for få år forventes det, at en større andel af ambulante blodprøvetagninger varetages af blodprøvetagningsrobotter. Derved vil en større del af den præanalytiske fase blive standardiseret, og dette forventes at reducere mængden af præanalytiske fejl relateret til selve prøvetagningen i blodprøvetagningsambulatorierne [22]. Manuel blodprøvetagning og håndtering af blodprøver i f.eks. almen praksis og på sengeafdelinger vil dog stadig være nødvendig, og her kan de præanalytiske fejl formentlig ikke elimineres, men antallet af fejl kan nedbringes ved fokus på problemet, oplysning og undervisning [4]. Dette er et fælles ansvar mellem rekvirenterne i primær- og sekundærsektoren og de klinisk biokemiske afdelinger.

Korrespondance Dorte Bonde Zilstorff. E-mail: dorte.bonde.zilstorff.01@regionh.dk

Antaget 19. februar 2026

Publiceret på ugeskriftet.dk 25. maj 2026

Interessekonflikter ingen. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2026;188:V10250843

doi 10.61409/V10250843

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

SUMMARY

Preanalytical factors affecting clinical biochemical blood test results

Blood test results influence up to 70% of all medical decisions, and their reliability depends on proper blood collection, sample storage, transportation, and accurate laboratory analysis. Most errors affecting blood test results (61-81%) occur in the pre-analytical phase. Common issues include in vitro hemolysis, underfilled or incorrect tubes, and tube-to-tube blood transfer. While laboratory quality control systems detect many errors, this review finds that prevention relies on correct blood collection procedures, education, and shared responsibility across healthcare sectors.

REFERENCER

1. Plebani M, Laposata M, Lundberg GD. The brain-to-brain loop concept for laboratory testing 40 years after its introduction. *Am J Clin Pathol.* 2011;136(6):829-33. <https://doi.org/10.1309/AJCPR28HWSSDNON>
2. Hallworth MJ. The '70% claim': what is the evidence base? *Ann Clin Biochem.* 2011;48(Pt 6):487-8. <https://doi.org/10.1258/acb.2011.011177>
3. Hallworth MJ, Epner PL, Ebert C et al. Current evidence and future perspectives on the effective practice of patient-centered laboratory medicine. *Clin Chem.* 2015;61(4):589-99. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2014.232629>
4. Nordin N, Ab Rahim SN, Wan Omar WFA et al. Preanalytical errors in clinical laboratory testing at a glance: source and control measures. *Cureus.* 2024;16(3):e57243. <https://doi.org/10.7759/cureus.57243>
5. Plebani M. Harmonization in laboratory medicine: requests, samples, measurements and reports. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2016;53(3):184-96. <https://doi.org/10.3109/10408363.2015.1116851>
6. Plebani M, Carraro P. Mistakes in a stat laboratory: types and frequency. *Clin Chem.* 1997;43(8 Pt 1):1348-51. <https://doi.org/10.1093/clinchem/43.8.1348>
7. Carraro P, Plebani M. Errors in a stat laboratory: types and frequencies 10 years later. *Clin Chem.* 2007;53(7):1338-42. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2007.088344>
8. Szececi PB, Ødum L. Error tracking in a clinical biochemistry laboratory. *Clin Chem Lab Med.* 2009;47(10):1253-7. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2009.272>
9. Dimeski G. Interference testing. *Clin Biochem Rev.* 2008;29(Suppl 1):S43-8
10. Simundic AM, Baird G, Cadamuro J et al. Managing hemolyzed samples in clinical laboratories. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2020;57(1):1-21. <https://doi.org/10.1080/10408363.2019.1664391>
11. Carraro P, Servidio G, Plebani M. Hemolyzed specimens: a reason for rejection or a clinical challenge? *Clin Chem.* 2000;46(2):306-307. <https://doi.org/10.1093/clinchem/46.2.306>
12. Cano-Corres R, Sole-Enrech G, Aparicio-Calvente MI. Definition of icteric interference index for six biochemical analytes. *Biochem Med (Zagreb).* 2023;33(2):020702. <https://doi.org/10.11613/BM.2023.020702>
13. Koch CD, Vera MA, Messina J et al. Preventing pseudohyponatremia: Intralipid®-based lipemia cutoffs for sodium are inappropriate. *Clin Chim Acta.* 2021;520:63-66. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2021.05.032>
14. CF Prendes, Castro MJC, Navarro LS et al. Handling of lipemic samples in the clinical laboratory. *Adv Lab Med.* 2023;4(1):5-27. <https://doi.org/10.1515/almed-2023-0003>
15. Simundic AM, Bölenius K, Cadamuro J et al. Joint EFLM-COLABIOCLI recommendation for venous blood sampling. *Clin Chem Lab Med.* 2018;56(12):2015-2038. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0602>
16. Ostrowska M, Bartoszewicz Z, Bednarczuk T et al. The effect of biotin interference on the results of blood hormone assays. *Endokrynol Pol.* 2019;70(1):102-121. <https://doi.org/10.5603/EP.a2018.0084>
17. Saleh-Anaraki K, Jain A, Wilcox CS, Pourafshar N. Pseudohyperkalemia: three cases and a review of literature. *Am J Med.* 2022;135(7):e150-e154. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2022.01.036>
18. Gosselin RC. Review of coagulation preanalytical variables with update on the effect of direct oral anticoagulants. *Int J Lab Hematol.* 2021;43(Suppl 1):109-116. <https://doi.org/10.1111/ijlh.13585>
19. Sarstedt. Basics of venous blood collection, 2024. https://www.sarstedt.com/fileadmin/user_upload/99_Broschueren/NEU/963/BRO_20_963_0100_200_EU-ISO_Basics_of_venous_blood_collection_1224.pdf (05. nov 2025)
20. Cornes M, Ibarz M, Ivanov H, Grankvist K. Blood sampling guidelines with focus on patient safety and identification – a

- review. *Diagnosis (Berl)*. 2019;6(1):33-37. <https://doi.org/10.1515/dx-2018-0042>
21. McCraw A, Hillarp A, Echenagucia M. Considerations in the laboratory assessment of haemostasis. *Haemophilia*. 2010;16(Suppl 5):74-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2516.2010.02302.x>
22. Wang Y, Ruan H, Ruan Y et al. Intelligent blood collection robot: key technologies, clinical applications, and future challenges. *Front Bioeng Biotechnol*. 2025;13:1587114. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1587114>