Gewinnung von Kapillarblutproben für forensisch-diagnostische Fragestellungen

Kapillarblutproben gewinnen auch in der forensischen Analytik immer mehr an Bedeutung[1,2], auch wenn die gemessenen Konzentrationen nur bedingt mit Ergebnissen im Blutüberstand (Serum/Plasma) vergleichbar sind. Die nachfolgenden Ausführungen dienen der fachgerechten Gewinnung von Kapillarblutproben nach Punktion des Ohrläppchens oder der Fingerbeere für die forensisch-toxikologische Diagnostik.

Definition:

Als Kapillarblut wird das Vollblut aus dem Kapillargefäßsystem, welches den Übergang vom arteriellen zum venösen Gefäßsystem des menschlichen Blutkreislaufes darstellt, bezeichnet. Das Kapillargefäßsystem dient physiologisch dem Stoff- bzw. Gasaustausch zwischen dem Blut und den Körpergeweben. Nach einer Punktion gewonnenes Kapillarblut ist ein Gemisch aus Blut der Kapillargefäße, Blut der vorgelagerten Arteriolen und der nachgelagerten Venolen sowie aus intrazellulärer und interstitieller Flüssigkeit[3]. Auch Kapillarblut ist potentiell infektiöses Probenmaterial. Für die Punktion werden daher ausschließlich Einmal-Sicherheitslanzetten unterschiedlicher Größe bzw. Einstichtiefe verwendet. Für die probennehmende Person ist das Tragen von Handschuhen obligatorisch. Die Punktionsstelle sollte nach Abschluss der Probennahme entsprechend medizinischer Standards versorgt werden. Beispiele für die bereits etablierte Verwendung bzw. Diagnostik finden sich für Neugeborenen-Screening[4] oder Therapeutisches Drug Monitoring (TDM)[5].

---

[1] Luginbühl M, Stöth F, Schröck A, Gaugler S, Weinmann W. Quantitative determination of phosphatidylethanol in dried blood spots for monitoring alcohol abstinence. Nat Protoc 16, 283–308 (2021). https://doi.org/10.1038/s41596-020-00416-x

[2] Ververi C, Gentile C, Massano M, Salomone A, Vincenti M. Quantitative determination by UHPLC-MS/MS of 18 common drugs of abuse and metabolites, including THC and OH-THC, in volumetric dried blood spots: a sustainable method with minimally invasive sampling. J Chromatogr B 1247 (2024). https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2024.124337

[3] Tang R, Yang H, Choi JR, Gong Y, You M, Wen T, Li A, Li X, Xu B, Zhang S, Mei Q, Xu F. Capillary blood for point-of-care testing. Crit Rev Clin Lab Sci. 2017 Aug; 54(5):294-308. doi: 10.1080/10408363.2017.1343796. Epub 2017 Aug 1. PMID: 28763247.

[4] Nennstiel U, Odenwald B, Throner V, Blankenstein O, Vieth A, Ratzel R, Coenen M, Brockow I. Neugeborenen-Screening aus Trockenblut (NBS) in Deutschland : Status quo und Vorstellung eines Konzeptes zur Weiterentwicklung [Newborn blood spot screening (NBS) in Germany : Status quo and presentation of a concept for further development]. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2023 Nov; 66(11):1195-1204. German. doi: 10.1007/s00103-023-03771-8. Epub 2023 Oct 10. PMID: 37815611; PMCID: PMC10622373.

[5] Leino AD, Takyi-Williams J, Pai MP. Volumetric Absorptive Microsampling to Enhance the Therapeutic Drug Monitoring of Tacrolimus and Mycophenolic Acid: A Systematic Review and Critical Assessment. Ther Drug Monit. 2023 Aug 1;45(4):463-478. doi: 10.1097/FTD.0000000000001066. Epub 2023 Jan 2. PMID: 36728554.

Vorbereitung und Probennahme:

Die Entnahme muss durch medizinisch geschultes Fachpersonal erfolgen. Als Punktionsstelle sollte insbesondere für forensisch-diagnostische Fragestellungen wegen der geringeren Kontaminations-gefahr (externe Exposition) und des besseren Blutflusses (Vermeidung von Quetschen und hieraus resultierende Verdünnung der Blutprobe) der untere Rand des Ohrläppchens (kaudal) dem seitlichen Bereich der Fingerbeeren der mittleren Finger (lateral) bevorzugt werden.

Die gewählte Einstichstelle sollte mit warmem Seifenwasser gründlich gereinigt werden. Durch leichtes Reiben bzw. Massieren der vorgesehenen Einstichstelle kann durch das Erwärmen der Blutfluss begünstigt werden (Hyperämisierung). Auf durchblutungsfördernde Mittel (z. B. Nonivamid, Capsaicin oder Nicotinat) sollte im Bereich der Forensischen Toxikologie verzichtet werden, um hieraus resultierende Matrixeffekte oder Störung von Messsignalen (insbesondere LC-MS-Messungen[6]) zu vermeiden. Sollte eine Desinfektion erfolgen[7], ist zwingend auf die Verwendung von ethanolfreien Desinfektionsmitteln zu achten (insbesondere bei der Diagnostik von Alkoholkonsummarkern wie PEth oder EtG). Grundsätzlich ist nach der Punktion der erste Blutstropfen durch Abwischen zu verwerfen (Entfernen von Gewebsflüssigkeit durch den Einstich sowie von Resten des Desinfektionsmittels). Vor der Punktion die Haut durch leichten Druck spannen und eine ausreichend tief einstechende Lanzette zur Punktion verwenden.

Unabhängig vom gewählten Entnahme- bzw. Sammelsystem sollte das Kapillarblut ohne intensives Quetschen oder Drücken aufgenommen werden. Bei Verwendung von Kapillaren sollte die Entnahme unter Ausnutzung der Kapillarwirkung seitlich erfolgen. Dies vermeidet Verdünnungseffekte durch austretende Gewebsflüssigkeit, das Ansaugen von Luftbläschen sowie eine mögliche Überladung des Entnahmesystems.

Es sollte eine Rückstellprobe entnommen werden.

Entnahmesysteme für Kapillarblut:

Für die Gewinnung von Kapillarblut können prinzipiell Glaskapillaren (mit oder ohne Volumeneinteilung, beschichtet mit Antikoagulantien oder unbeschichtet), Systeme mit saugfähigem Fließpapier (z. B. Karten zur Gewinnung von Dried Blood Spots, DBS[8]) sowie weitere Probensammler

---

[6] Wagner M, Tonoli D, Varesio E, Hopfgartner G. The use of mass spectrometry to analyze dried blood spots. Mass Spectrom Rev. 2016 May-Jun;35(3):361-438. doi: 10.1002/mas.21441. Epub 2014 Sep 22. PMID: 25252132.

[7] Fachliche Diskussion zur Desinfektion der Punktionsstelle vor Kapillarblutentnahme: https://www.diabetologie-online.de/a/hautdesinfektion-vor-blutzuckermessung-1762409; (letzter Abruf 06.02.2024).

[8] Luginbühl M, Gaugler S. The application of fully automated dried blood spot analysis for liquid chromatography-tandem mass spectrometry using the CAMAG DBS-MS 500 autosampler. Clin Biochem. 2020 Aug; 82:33-39. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2020.02.007. Epub 2020 Feb 19. PMID: 32087137.

und Entnahmesysteme verwendet werden. Vorteile insbesondere für die quantitative Bestimmung von forensisch-toxikologischen Parametern (z.B. PEth) bieten Entnahmesysteme, welche die Gewinnung einer quantitativ definierten Menge Kapillarblut ohne weiteres Pipettieren, Auswiegen oder Ausstanzen im Anschluss an die Probennahme erlauben. Es muss ein für die Fragestellung und die Untersuchungsmethodik geeignetes Entnahmesystem ausgewählt werden.

Lagerung von Kapillarblutproben: Flüssige Kapillarblutproben sollten in der Regel bei Kühlschranktemperatur, getrocknete Kapillarblutproben bei Raumtemperatur sowohl vor als auch nach der Analytik so gelagert werden, dass eine externe Kontamination ausgeschlossen wird. Die Stabilität der jeweiligen Analyten ist zu gewährleisten. Getrocknete Kapillarblutproben (DBS) können insbesondere bei Verwendung für rein qualitative Analysen auch dunkel und trocken bei Raumtemperatur gelagert werden.