

Fäulnisbedingte Konzentrationsänderungen und zeitliche Nachweisbarkeit von Kohlenmonoxid in Leichenblutproben*

A. Klöppel und G. Weiler

Institut für Rechtsmedizin am Universitätsklinikum Essen-GHS, Hufelandstraße 55,
D-4300 Essen 1, Bundesrepublik Deutschland

Changes of COHb Concentrations in Putrefying Blood Samples and the Period of COHb Detectibility

Summary. Eighty-five blood samples with COHb concentrations of 40% and 70% were allowed to putrefy in order to measure the time-dependent changes in COHb values. The samples not hermetically closed had been stored at 6°C and 20°C. GC and photometric methods were applied. Two graphs show that after 15 days (40% COHb) and after 30 days (70% COHb), the COHb concentrations decreased to half at 20°C. Corresponding decreases at a storage at 6°C could be observed after 1 year. Further investigations excluded the formation of new CO.

Key word: Carbon monoxide detectibility in putrefaction

Zusammenfassung. 85 Blutproben mit COHb-Ausgangswerten um 40% bzw. 70% wurden Fäulnisprozessen unterworfen, um die zeitabhängigen Änderungen der CO-Konzentrationen zu untersuchen. Die Lagerung der Proben erfolgte bei 6°C und 20°C, wobei ein loser Verschluss der Behältnisse einen minimalen Gasaustausch ermöglichte. Die Untersuchungsmethoden umfaßten die Gaschromatographie sowie die Spektralphotometrie. Anhand von graphischen Darstellungen wird für 20°C gezeigt, daß der Ausgangswert von 40% COHb nach 15 Tagen, der von 70% COHb nach 30 Tagen auf die Hälfte abgesunken ist. Für die Lagerung bei 6°C ist hierfür jeweils ca. 1 Jahr erforderlich. Durch weitere Untersuchungen wurde die Neubildung von CO ausgeschlossen.

Schlüsselwort: Kohlenmonoxid, Nachweis bei Fäulnis

* Auszugsweise vorgetragen auf der 64. Jahrestagung der Gesellschaft für Rechtsmedizin in Hamburg 1985

Einleitung

Kohlenmonoxidvergiftungen und insbesondere die Gefahr ihrer Fehldeutungen sind nach wie vor aktuell. Werden bei unklaren Todesfällen kurzfristig nach dem Eintritt des Todes entsprechende Ermittlungen in die Wege geleitet, ist der Nachweis der Noxe problemlos. Liegen aber durch Fäulnis veränderte Asservate vor, ergibt sich die Frage nach quantitativen postmortalen Veränderungen der ursprünglichen COHb-Konzentrationen. Gilt es, eine CO-Intoxikation in organischem Material nach mehrwöchiger Beerdigung zu ermitteln, resultieren insbesondere Fragen nach zeitabhängigen Verläufen der COHb-Konzentrationsänderungen. Hierzu liegen Publikationen vor [1–14], deren Ergebnisse auf einzelnen Meßwerten oder mehreren Meßpunkten beruhen, die in z. T. sehr großen Zeitintervallen zwischen Ausgangswert und fäulnisverändertem Meßwert gewonnen wurden. Schwerd [10, 11], Schwerd und Schwemmer [12], Machata [8] sowie Weinig [13] geben an, daß Kohlenmonoxid in Einzelfällen in exhumiertem Material auch nach längerer Liegezeit nachweisbar war. Kontinuierliche Messungen der zeitabhängigen fäulnisbedingten Konzentrationsänderungen von Kohlenmonoxid in nicht verschlossenen sondern nur bedeckten Proben, liegen im Gegensatz zu Untersuchungen von hermetisch verschlossenen Blutproben [6] u. W. nicht vor. Durch eine teilweise Beschränkung auf photometrische Verfahren zur Bestimmung der COHb-Konzentrationen könnten die in der Literatur angegebenen Ergebnisse fehlerbehaftet sein. Eine Berücksichtigung des Temperatureinflusses war nicht immer erfolgt.

Unsere kontinuierlichen Messungen der zeitabhängigen fäulnisbedingten COHb-Veränderungen wurden durch einen konkreten und forensisch relevanten Fall angeregt. Ein Nachmieter war 14 Tage nach dem Bezug einer Wohnung verstorben. Der Vormieter, ebenfalls im höheren Lebensalter, war tot in der Wohnung gefunden worden. Als Todesursache des Vormieters hatte man akutes Herzversagen diagnostiziert. Als für den Nachmieter durch die Obduktion eine CO-Intoxikation als todesursächlich erkannt worden war, deren Ursache eine CO-Diffusion aus dem Kamin der Nachbarwohnung war, veranlaßte man die Exhumierung des Vormieters sowie morphologische und toxikologische Untersuchungen. Der gaschromatographisch ermittelte COHb-Wert von 22% nach 2 ½monatiger Erdbestattung war allein nicht klärend, da nicht auf systematische zeitabhängige Untersuchungen über eine Neubildung bzw. den Abbau von COHb zurückgegriffen werden konnte.

Material und Methode

Unsere Untersuchungen dienten der Ermittlung zeitabhängiger, fäulnisbedingter COHb-Konzentrationsänderungen. Tabelle 1 zeigt Art und Zahl der Blutasservate, die für die Untersuchungen eingesetzt wurden.

Ursprünglich wurden für die Untersuchungen die Asservate Blut, Leber, Niere und Gehirn herangezogen. Die ersten Zwischenergebnisse haben jedoch gezeigt, daß die großen Schwankungsbreiten der gemessenen CO-Werte in durch Fäulnis veränderten Geweben von Leber, Niere und Gehirn keine Auswertung ermöglichten. Daher blieben die Untersuchungen auf Blutproben beschränkt. Neben 25 Herzblutproben von CO-Todesfällen mit bereits

Tabelle 1. Art und Zahl der untersuchten Blutproben

	6°C	20°C
Blutproben von CO-Todesfällen	15	25
Nachträglich mit CO begaste Blutproben von Sektionsfällen	10	15
Nachträglich mit CO begaste Blutkonserven	10	10
CO-freie Blutproben von Sektionsfällen	—	10
CO-freie Blutkonserven	—	10

beginnender Fäulnis wurden weitere 15 nachträglich mit CO begaste Blutproben von Sektionsfällen sowie 10 begaste Blutkonserven in 250 ml PVC-Behältnissen mit lose aufliegendem Deckel, der einen allmählichen Gasaustausch ermöglichte, einem Fäulnisprozeß unterworfen. Um den Einfluß der Temperatur auf die Veränderungen der CO-Konzentrationen bewerten zu können, wurden diese 50 Blutproben bei 20°C gelagert, während eine weitere Versuchsreihe aus 15 Blutproben von CO-Todesfällen sowie je 10 nachträglich begasten Sektionsblutproben und Blutkonserven bei 6°C aufbewahrt wurden. Insgesamt 20 Blutproben aus Sektionsfällen und Blutkonserven mit CO-Normalkonzentrationen wurden adäquaten Fäulnisprozessen unterworfen, um eine CO-Neubildung zu erfassen. In zeitlichen Abständen von einem Tag bis zu 4 Tagen wurden den Probenbehältern, die durchschnittlich 200 ml Blut enthielten, aliquote Bluteile (1 ml) entnommen und deren CO-Gehalt bestimmt. Die CO-Konzentrationen wurden mittels der Gaschromatographie sowie der Methode der Spektralphotometrie mit den Koeffizienten nach Hüfner und Heilmeyer bei E 576/560 nm und E 541/560 nm im nicht reduzierten Blut als auch im reduzierten Blut bei E 555/568 nm und E 555/538 nm ermittelt.

Für die Gaschromatographie wurde die Methode nach Iffland und Sticht angewandt, die lediglich für den Einsatz kleinerer Blutmengen modifiziert worden war. Es kommt hierbei eine 6 Fuß Stahlsäule mit 5A Molekularsieb 60–80 Mesh zur Anwendung. Die korrespondierenden Eisenbestimmungen erfolgten mittels der flammenlosen Atomabsorption.

Ergebnisse und Diskussion

Die Frage nach der Neubildung von CO im Blut läßt sich in Übereinstimmung mit den in der Literatur mitgeteilten Ergebnissen dahingehend beantworten, daß eine relevante Neubildung, welche die analytisch systemische Fehlerbreite von 3–5% übersteigt, nicht gemessen werden konnte. Diese Neubildung beschränkt sich zeitlich ca. auf die erste Woche der Fäulnisbildung, wo wahrscheinlich endogenes CO freigesetzt wird.

Die graphischen Darstellungen der Abnahme der COHb-Werte zeigen praktisch unabhängig von der Art des Probenmaterials bei gleicher Ausgangskonzentration und Temperatur gleiche Verläufe und weisen lediglich eine relative Maximalabweichung von 15% gegenüber einer gemittelten Verlaufskurve auf. Abbildung 1 zeigt die gemittelten Verlaufskurven der COHb-Werte bei einer Ausgangskonzentration von 70% und 20°C sowohl für die GC-Methode als auch für die photometrischen Messungen mit dem Quotienten bei 555/568 nm. Die photometrischen Quotienten des nicht reduzierten Blutes sind nicht verwertbar, da die hiermit ermittelten COHb-Werte nach kurzem Absinken über 100% ansteigen.

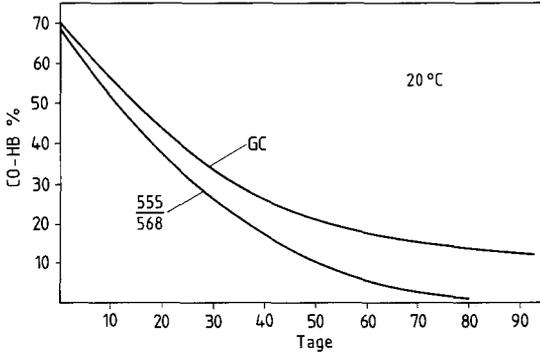


Abb. 1. Verlauf der COHb-Kurve bei einem Ausgangswert von 70% und Lagerung bei 20°C Halbwertszeit nach 30 Tagen

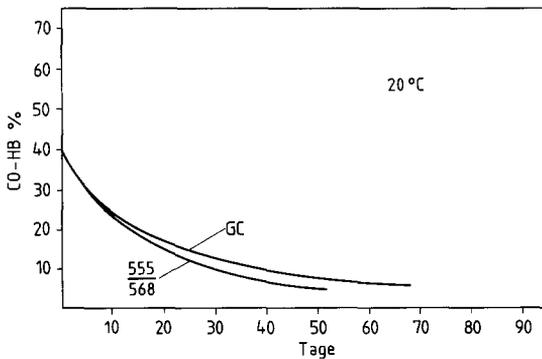


Abb. 2. Verlauf der COHb-Kurve bei einem Ausgangswert von 40% und Lagerung bei 20°C Halbwertszeit nach 15 Tagen

Abbildung 2 gibt die entsprechenden Kurvenverläufe bei einer COHb-Ausgangskonzentration von 40% wieder. Aus diesen beiden Verläufen resultiert annähernd einheitlich eine Halbierung des COHb-Wertes nach ca. 30 Tagen bei hohen Ausgangskonzentrationen um 70% sowie eine Halbierung nach ca. 15 Tagen bei einer Ausgangskonzentration um 40%. Die Untersuchungen zeigen weiter, daß die photometrische Methode unter Anwendung des ersten Reduktionsquotienten nach Heilmeyer in Übereinstimmung mit Schwerd und Schwemmer [12] für die ersten Wochen durchaus verwertbare COHb-Ergebnisse liefert, danach jedoch zu niedrige CO-Werte ergibt. Letztlich muß die Gaschromatographie als adäquate Untersuchungsmethode angesehen werden. Deutlich anders verlaufen die COHb-Konzentrationen in den nur lose abgedeckten Blutproben, die bei 6°C gelagert wurden. Nach anfänglichem kurzzeitigem geringem Abfall der Ausgangskonzentrationen bleiben die COHb-Werte über mehrere Monate nahezu konstant, um dann im Verlauf von ca. 1 Jahr auf Werte um 30% abzusinken. Die von uns gewählte Aufbewahrungsart der Blutproben, die einen geringen Gasaustausch ermöglicht, scheint am ehesten den Verhältnissen in der Leiche zu entsprechen, wo Konzentrationsänderungen durch Diffusion möglich sind.

Hermetisch verschlossene Blutproben weisen höhere CO-Werte auf, da das Kohlenmonoxid-Gas nicht entweichen kann und durch den entstehenden CO-Partialdruck das Gas in der Blutflüssigkeit gelöst bleibt (Klug [6]).

Die Untersuchungsergebnisse stehen prinzipiell in Übereinstimmung mit den in der Literatur mitgeteilten Befunden, daß CO in exhumierten Leichen lange Zeit nachweisbar blieb.

Ergibt sich in einem konkreten Fall die Notwendigkeit der Abschätzung der ursprünglichen CO-Konzentration, muß neben der Liegedauer im Erdgrab besonders das Temperaturprofil der Liegezeit berücksichtigt werden. Nach einer Liegezeit von z. B. 6 Monaten von Dezember bis Mai mit Erdfrösten bis April können bei einem Ausgangswert von ca. 80% CO-Hb noch Werte um 50% CO-Hb ermittelt werden.

Aufgrund der Ergebnisse konnte der die Untersuchungen auslösende Fall mit einem Meßwert von 22% COHb nach 2½monatiger hochsommerlicher, trockener Erdbestattung dahingehend beantwortet werden, daß der wahrscheinliche COHb-Wert zum Zeitpunkt des Todes 70%–80% betrug und es sich somit um eine fehlgedeutete tödliche CO-Vergiftung handelte. Die Fehldeutung forderte in diesem Fall bei unterlassener Obduktion ein vermeidbares zweites Todesopfer.

Literatur

1. Corsi Bargellini P, Mari E (1965) Sull'Incremento post-mortale e in vitro dell'Ossicarbonemia. Arch Soc Lomb Med Leg Ass 1: 175–186
2. Ferrari F de, Gambaro V (1982) La determinazione della HbCO su sangue di cadavere: confronto tra risultati ottenuti a distanza die tempo e con diverse metodiche. Arch Med Leg Ass 4: 295–301
3. Hödyó H, Wehrli S (1937) Die Haltbarkeit des Kohlenoxydblutes im Hinblick auf seine chemische Untersuchung. Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med 27: 111–115
4. Iffland R, Masuth T (1975) Vergleichende Untersuchungen zur CO-Hb Bestimmung im Blut nach Leichenfäulnis und bei Brandleichen. Vortrag 54. Jahrestagung der Deutschen Ges. f. Rechtsmedizin in Frankfurt/M
5. Iffland R, Sticht G (1972) Gaschromatographisches Verfahren zur Bestimmung des Kohlenmonoxidgehaltes im Blut. Arch Toxikol 29: 325–330
6. Klug E (1978) Kohlenmonoxidbestimmungen in faulen Blutproben. Beitr Gerichtl Med 36: 513–516
7. Lötterle J (1980) Messung des Hb-Gehaltes von frischem und faulem Blut mit der atomabsorptionsspektrophotometrischen Fe-Messung und der photometrischen Cyan-Met-Hb-Bestimmung. Z Rechtsmed 86: 9–12
8. Machata G (1977) Kohlenoxidbestimmung in faulen Bluten. Festschrift Prof. Krauland. Berlin, S. 395–398
9. Sachs V, Drögemeier G (1961) Chromometrische Kohlenoxydbestimmungen in faulem Blut. Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med 51: 627–629
10. Schwerd W (1955) Kohlenoxydbestimmung im Leichenblut. Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med 44: 249–258
11. Schwerd W (1962) Der rote Blutfarbstoff und seine wichtigsten Derivate. Schmidt-Römhild, Lübeck
12. Schwerd W, Schwemmer G (1957) Der Einfluß der Alterung von Blutproben auf das Ergebnis der spektrophotometrischen Kohlenoxydbestimmung. Arch Toxikol 16: 393–400
13. Weinig E (1958) Die Nachweisbarkeit von Giften in exhumierten Leichen. Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med 47: 397–416
14. Winek Ch L, Prex DM (1981) A Comparative Study of Analytical Methods to Determine Postmortem Changes in Carbon Monoxide Concentration. Forensic Sci Int 18: 181–187

Eingegangen am 30. Mai 1986