

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Photometrische Bestimmung von Carboxy-Hämoglobin (CO-Hb) im Blut

bearbeitet von
H. Schütz und G. Machbert

unter Mitwirkung von
H.J. Gibitz, G. Machata und L. von Meyer

Mitteilung VIII
der Senatskommission für
Klinisch-toxikologische Analytik



Inhalt

1	Zusammenfassung	1
2	Klinische Fragestellung	3
2.1	Vorkommen, Wirkungscharakter, Toxizität	3
2.1.1	Vorkommen (Bildung) von Kohlenmonoxid (CO)	3
2.1.2	Wirkungscharakter	4
2.1.3	Toxizität	5
2.2	Klinische Befunde und Symptome	8
2.2.1	Akute Vergiftungen	8
2.2.2	Chronische Intoxikationen	10
2.2.3	Mischintoxikationen	11
2.3	Indikation zur toxikologischen Untersuchung	12
2.4	Benötigtes Untersuchungsmaterial	13
2.4.1	Patientenvorbereitung	13
2.4.2	Art und Menge des Untersuchungsmaterials	13
2.4.3	Anzahl der Proben	13
2.4.4	Verwahrung und Transport	14
2.4.5	Untersuchungsantrag	14
2.5	Wichtige Hinweise zur Auswahl und zum Einsatz der einzelnen hier beschriebenen Methoden	15
3	Analytische Methoden	17
3.1	Apparative Voraussetzungen	17
3.2	Methode A: Zweiwellenlängenmethode für Spektrallinien- Filterphotometer und Filterphotometer mit Kontinuum- strahler (Hartmann/Gibitz)	18
3.2.1	Grundlagen	18
3.2.2	Benötigte Geräte	18
3.2.3	Benötigte Chemikalien und Lösungen	19
3.2.4	Arbeitsweise	19
3.2.5	Auswertung	20

3.2.6	Analytische Beurteilung	23
3.2.6.1	Zuverlässigkeit der Methode	23
3.2.6.1.1	Präzision	23
3.2.6.1.2	Richtigkeit	23
3.2.6.1.2.1	Linearitätsbereich	24
3.2.6.1.2.2	Wiederfindung	24
3.2.6.1.2.3	Kontrollproben	24
3.2.6.1.2.4	Spezifität	25
3.2.6.1.2.5	Vergleich mit Referenzmethoden	25
3.2.6.1.3	Nachweisgrenze	25
3.2.7	Biologische Faktoren	25
3.2.7.1	Störfaktoren	25
3.2.7.2	Einflußgrößen	26
3.2.7.3	Referenzbereiche	26
3.3	Methode B: Zweiwellenlängenmethode für Spektral- photometer ohne isosbestische Wellenlängen (Hüfner/Heilmeyer/Schwerd/Schwemmer)	26
3.3.1	Grundlagen	26
3.3.2	Benötigte Geräte	26
3.3.3	Benötigte Chemikalien und Lösungen	27
3.3.4	Arbeitsweise	28
3.3.5	Auswertung	28
3.3.6	Analytische Beurteilung	32
3.3.6.1	Zuverlässigkeit der Methode	32
3.3.6.1.1	Präzision	32
3.3.6.1.2	Richtigkeit	32
3.3.6.1.2.1	Linearitätsbereich	32
3.3.6.1.2.2	Wiederfindung	33
3.3.6.1.2.3	Kontrollproben	33
3.3.6.1.2.4	Spezifität	33
3.3.6.1.2.5	Vergleich mit Referenzmethoden	33
3.3.6.1.3	Nachweisgrenze	33
3.3.7	Biologische Faktoren	33
3.3.7.1	Störfaktoren	33
3.3.7.2	Einflußgrößen	33
3.3.7.3	Referenzbereiche	33
3.4	Methode C: Zweiwellenlängenmethode für Spektral- photometer mit isosbestischen Wellenlängen (Kurz/Waller/Dijkhuizen et al.)	34

3.4.1	Grundlagen	34
3.4.2	Benötigte Geräte	34
3.4.3	Benötigte Chemikalien und Lösungen	34
3.4.4	Arbeitsweise	35
3.4.5	Auswertung	36
3.4.6	Analytische Beurteilung	39
3.4.6.1	Zuverlässigkeit der Methode	39
3.4.6.1.1	Präzision	39
3.4.6.1.2	Richtigkeit	40
3.4.6.1.2.1	Linearitätsbereich	40
3.4.6.1.2.2	Wiederfindung	40
3.4.6.1.2.3	Kontrollproben	40
3.4.6.1.2.4	Spezifität	40
3.4.6.1.2.5	Vergleich mit Referenzmethoden	40
3.4.6.1.3	Nachweisgrenze	40
3.4.7	Biologische Faktoren	40
3.4.7.1	Störfaktoren	40
3.4.7.2	Einflußgrößen	40
3.4.7.3	Referenzbereiche	40
3.5	Herstellung von Lösungen wichtiger Hämoglobinderivate mit bekanntem Gehalt	41
3.5.1	Standardproben	41
3.5.2	Kontrollproben	41
3.6	Dokumentation der Ergebnisse	42
3.7	Methodenvergleich	42
3.7.1	Vergleich der Praktikabilität der hier beschriebenen photometrischen Methoden	42
3.7.1.1	Zeitbedarf	42
3.7.1.2	Kosten	43
3.7.1.3	Anforderungen an das Personal (Arbeitssicherheit)	43
3.7.2	Vergleich der hier beschriebenen photometrischen Metho- den untereinander und mit Multiwellenlängenmethoden (IL-282-Oximeter bzw. OSM3-Hemoximeter)	44
3.8	Störungen und deren Vermeidung	44
4	Medizinische Beurteilung	48
4.1	Plausibilitätskontrolle	48
4.1.1	Extremwertkontrolle	48
4.1.2	Konstellationskontrolle	48
4.1.3	Trendkontrolle	49

4.2.	Transversale Beurteilung	49
4.3	Longitudinale Beurteilung	49
5	Klinische Interpretation	50
5.1	Interpretation des Analysenergebnisses	50
5.2	Endogene CO-Hb-Bildung	52
5.3	Erhöhung des CO-Hb-Gehaltes durch Rauchen	52
5.4	CO-Hb und Verkehr	52
5.5	Zur Bildung von CO-Hb durch Aufnahme und Biotransformation von Dichlormethan	53
5.6	Häufige Beobachtungen bei schweren Kohlenmonoxid- vergiftungen als Einflußgröße auf die Aktivität verschiedener Serumenzyme beim Menschen	54
5.7	Hinweise zur Therapie der CO-Vergiftungen	55
5.8	Spätschäden nach akuter bis subakuter CO-Vergiftung	56
5.9	Pathologisch-anatomische Befunde	57
6	Toxikokinetik und -dynamik	59
6.1	Toxikokinetik	59
6.1.1	Aufnahme und Bindung an Hämoglobin	59
6.1.2	Verteilung	59
6.1.2.1	Diaplacentarer Übergang	60
6.1.3	Elimination und Biotransformation	60
6.2	Toxikodynamik	62

Anhang

7	Ergänzende Informationen zum Wirkungscharakter und zur Toxizität des CO	63
7.1	Blockierung des Sauerstofftransports	63
7.2	Verschiebung der O ₂ -Hb-Dissoziationskurve	64
8	Ergänzende Informationen zur Symptomatik der chronischen Intoxikation mit CO	67
9	Ergänzende Informationen zur endogenen CO-Bildung	68
10	Ergänzende Informationen zur Bildung von CO-Hb durch Tabakrauchen	70

11	Ergänzende Informationen zur Belastung mit CO durch den Straßenverkehr	74
12	Ergänzende Informationen zum diaplacentaren Übergang von CO	78
13	Wichtige kriminalistische Aspekte	83
14	Grundlagen der Methoden	88
14.1	Allgemeine Grundlagen	88
14.2	Grundlagen der Methode A	89
14.3	Grundlagen der Methode B	89
14.4	Grundlagen der Methode C	90
15	Vorproben	93
15.1	Vorproben mit Atemluft als Untersuchungsmaterial	93
15.2	Vorproben mit Blut als Untersuchungsmaterial	95
16	Andere Analysenverfahren zur Bestimmung von CO bzw. CO-Hb im Blut	98
16.1	Spektrophotometrische Bestimmung als CO-Hb	98
16.2	Bestimmung durch Freisetzung von CO aus dem Blut und nachfolgende Analyse	98
16.3	Weitere Methoden	100
17	Verzeichnis und wichtige Daten der in dieser Arbeit behandelten Verbindungen	103
18	Literatur	105
19	Sachregister	113
	Veröffentlichungen der Senatskommission	121
	Mitglieder der Senatskommission	122
	Anschriften der Autoren	125
	Anschriften der Koautoren	125