

COHb-Konzentrationen im Blut bei Rauchern und Nichtrauchern

R. Zander

Physiologisches Institut der Universität Mainz, BRD

Einleitung

Die wesentlichen Bereiche, in denen der Mensch mit Kohlenmonoxid (CO) in Kontakt kommen kann, sind Autoabgase und Tabakrauch.

Die Besonderheit des CO besteht darin, daß es im Vergleich zu Sauerstoff eine um ein Vielfaches höhere Affinität zum Hämoglobin aufweist. Für das arterielle Blut zum Beispiel genügt ein CO-Partialdruck von $\frac{1}{300}$ des entsprechenden O₂-Partialdrucks, um 5% des Hämoglobins zu beladen.

Wegen der erheblichen Abhängigkeit der CO-Bindungskurve vom O₂-Partialdruck beträgt der entsprechende CO-Partialdruck für das gemischtvenöse Blut nur $\frac{1}{700}$ des entsprechenden O₂-Partialdrucks (Zander, unveröffentlichte Daten). Daraus ergibt sich die Konsequenz, daß nach Inhalation von CO in den Alveolarraum dieses fast vollständig in das Blut unter Bildung von Carboxy-Hämoglobin (COHb) aufgenommen wird. Es erschien daher sinnvoll, erneut die Frage zu untersuchen, welche COHb-Konzentrationen im Blut von Rauchern und Nichtrauchern auftreten. Immerhin liegen die CO-Konzentrationen im Zigaretteninhalat in der gleichen Größenordnung wie die der Autoabgase ohne Katalysator, nämlich bei 1,5–4,5 Vol.% (zum Vergleich: die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) beträgt 0,003 Vol.%).

Methodik

Die COHb-Konzentrationen, angegeben in Prozent des Gesamt-Hämoglobins, wurden im Blut von Rauchern (Zigaretten) und Nichtrauchern mit einem CO-Oxymeter (Ciba Corning 2500) bestimmt. Untersucht wurde in allen Fällen Venenblut. Die Blutentnahmen bei den Nichtrauchern erfolgten in den Vormittagsstunden.

Bei den Rauchern wurde die erste Blutentnahme abends zwischen 22 und 24 Uhr vorgenommen, danach wurde das Rauchen eingestellt. Die zweite Blutentnahme erfolgte am nächsten Tag um ca. 9 Uhr und die dritte Entnahme um ca. 14 Uhr. Aus den bestimmten COHb-Konzentrationen nach Einstellung des Rauchens wurde die sogenannte Halbwertszeit ermittelt. Diese Halbwertszeit für cCOHb (%) gibt an, innerhalb welcher Zeit nach Einstellung des Rauchens die COHb-Konzentration auf die Hälfte des Ausgangswertes vermindert wird. Die Raucher führten während des gesamten Tages vor der ersten Blutentnahme Protokoll über die Anzahl der gerauchten Zigaretten sowie über die mittlere Anzahl von Inhalationen pro gerauchte Zigarette.

In allen Fällen wurden die COHb-Konzentrationen als Mittelwerte aus 5 Einzelmessungen bestimmt.

Ergebnisse

Die COHb-Konzentration für Nichtraucher wurde mit $1,2 \pm 0,2\%$ bestimmt ($n = 11$).

Für die Raucher, die am Tage der ersten Blutentnahme $30,6 \pm 16,6$ Zigaretten mit $10,5 \pm 2,7$ Inhalationen pro Zigarette geraucht hatten, wurde abends eine mittlere COHb-Konzentration von $10,4 \pm 3,1\%$ ($n = 14$) gemessen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 zusammengefaßt.

Die große Streuung der individuellen COHb-Werte ist auf das unterschiedliche Rauchverhalten zurückzuführen. Neben der Anzahl der gerauchten Zigaretten spielen vor allem die Inhalationen pro Zigarette, die Zigarettenart (Länge, Papier, Filter) sowie das individuelle Rauchverhalten (Art der Inhalation) eine wichtige Rolle. Da CO fast ausschließlich an Hämoglobin angelagert wird, muß die COHb-Konzentration zusätzlich von der Menge des Gesamt-Hb des Probanden bestimmt werden, das aus dem Produkt von Blutvolumen (ca. 8,5% des Körpergewichts) und gemessener Hb-Konzentration des Blutes erhalten werden kann. Trägt man die abendlichen COHb-Konzentrationen über den während eines Tages summierten Inhalationen (proportional zur CO-Aufnahme) pro Gesamt-Hb in g auf (proportional zu CO-Verteilung), so zeigt sich trotz großer Streuung der Meßwerte eine lineare Beziehung mit positiver Steigung

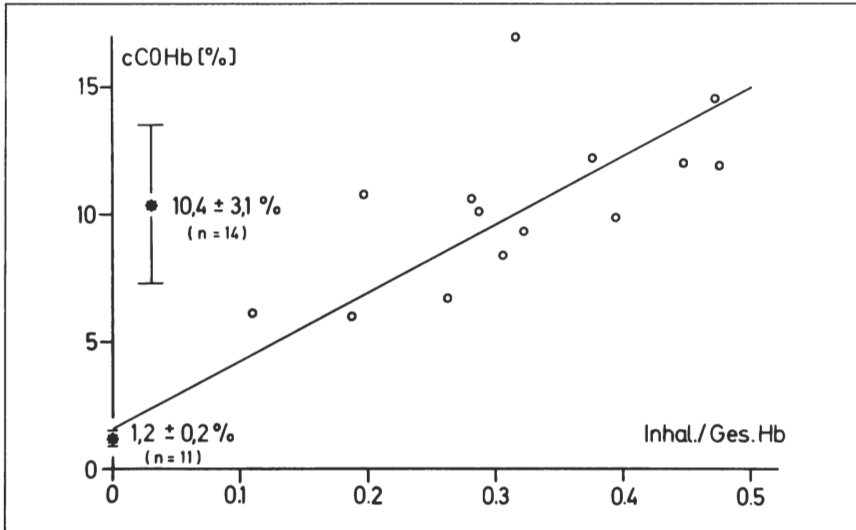


Abb. 1. COHb-Konzentrationen im Blut von 14 Rauchern am Abend, die am gleichen Tag im Mittel $30,6 \pm 16,6$ Zigaretten geraucht hatten, dargestellt als Funktion der summierten Inhalationen pro Gesamt-Hämoglobin des Probanden (Blutvolumen \times Hb-Konzentration). Im Vergleich zu 11 Nichtrauchern mit einer mittleren COHb-Konzentration von $1,2 \pm 0,2\%$ weisen die Raucher eine mittlere Konzentration an COHb von $10,4 \pm 3,1\%$ auf.

($n = 25$, $r = 0,927$). Die für alle Raucher ermittelte Halbwertszeit für COHb beträgt $8,3 \pm 1,4$ h, d. h., im Mittel wird nach Beendigung des Rauchens eine Zeit von 8,3 h benötigt, um die Hälfte des CO aus dem Körper zu eliminieren und die COHb-Konzentration im Blut zu halbieren.

Diskussion

Ausgehend von gemessenen CO-Konzentrationen im Zigaretteninhalat zwischen 2 und 5 Vol.% (Zander, unveröffentlichte Daten), führt ein Raucher dem Alevolarraum mit jeder Inhalation (ca. 70 ml Rauch) zwischen 1,4 und 3,5 ml CO zu, die praktisch vollständig vom Blut aufgenommen werden. Das Rauchen einer Zigarette erhöht damit die COHb-Konzentration des Blutes um ca. 1–2%, je nach Verteilungsraum, d. h. Gesamt-Hämoglobin des Probanden. Wegen der gemessenen Halbwerts-

zeit von 8,3 h wird einmal aufgenommenes CO nur sehr langsam wieder abgegeben. Die hier mitgeteilten COHb-Konzentrationen von Rauchern sind gut vergleichbar mit Ergebnissen von Anderhub et al. [1], 3–12 % COHb, und liegen deutlich unter den von Pankow [2] aus der Literatur zusammengetragenen Maximalwerten bei Rauchern, 12–22 % COHb.

Eine auch nur halbwegs genaue Vorhersage der COHb-Konzentration im Blut bei Rauchern kann wegen der beschriebenen großen individuellen Schwankungen im Rauchverhalten und der Verteilung im Organismus nicht vorgenommen werden. Bei einer Analyse des arteriellen O₂-Status sollte daher auf eine routinemäßige Bestimmung von COHb nicht verzichtet werden.

Zusammenfassung

Im Vergleich zu Nichtrauchern mit etwa 1 % COHb weisen Zigarettenraucher abends COHb-Konzentrationen zwischen 5 und 15 % auf. Die an 14 Rauchern bestimmte Halbwertszeit für COHb beträgt etwa 8 h, d. h., nach Beendigung des Rauchens werden ca. 8 h benötigt, um die COHb-Konzentration des Blutes zu halbieren. Da eine Vorhersage der COHb-Konzentration aus dem Rauchverhalten zur Zeit kaum möglich ist, sollte COHb bei jeder routinemäßigen Analyse des O₂-Status mitbestimmt werden.

Literatur

- 1 Anderhub, H. P.; Hofer, P.; Scherrer, M.: Normalwerte der Hb-CO-Sättigung des Blutes. *Schweiz. med. Wschr.* 100: 739–745 (1970).
- 2 Pankow, D.: *Toxikologie des Kohlenmonoxids* (VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1981).