

Die Wirkung von filtriertem Zigarettenrauch auf den Kohlenmonoxid-Hämoglobin-Spiegel und die Atmungsfrequenz der Ratte

P. Driscoll und A. Deuber

Aus dem Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich

Bei früheren Experimenten hat sich gezeigt, daß die Gasphase des Zigarettenrauchs (mit Cambridgefilter und mit Holzkohle gefilterter Rauch) bei Ratten eine nachteilige Wirkung auf Schwimmausdauer [1], Vermeidungsreaktion [2] und Schwimmgeschwindigkeit [3] hat. Die Gasdampfphase (nur Cambridgefilter) hatte entweder keine Wirkung auf das Verhalten der Ratte oder dann eine Wirkung, die signifikant weniger toxisch war als die der Gasphase. Dieser Unterschied wurde der Anwesenheit von irritierenden Stoffen in der Gasdampfphase zugeschrieben, die das Atmen der Ratte zu hemmen und somit die Aufnahme von giftigem CO im Vergleich mit der bloßen Gasphase einzuschränken schienen. Das Ziel dieses Experiments nun war es, die Atmungsfrequenz [4] der Ratten unter diesen Filterbedingungen genau zu messen und die Resultate in Beziehung zu setzen zu dem %COHb jedes Tieres unmittelbar nach dem Rauchen. Gleichzeitig wurden bei diesem Experiment auch 2 Non-filtertip-85-mm-Zigaretten miteinander verglichen — eine im Handel erhältliche Zigarette «A» und eine besondere Forschungszigarette «B». Die von B.R. Davis et al., Tobacco Research Council Laboratories Harrogate, England, entwickelte Rauchmaschine wurde bereits früher beschrieben [1, 2]. Die 4 Bedingungen, denen jede der 24 Ratten in einer «latin-square sequence» ausgesetzt wurde, waren die Gasphase und die Gasdampfphase der Zigaretten «A» und «B». Pro Minute fand ein Zug statt bei einem Total von 10 Zügen pro Zigarette. Die Thorax-Atembewegungen wurden bei den Zügen 2 bis 10 gemessen, und zwar

während der 30 Sek. dauernden «exposure»-Periode. Die %COHb-Messungen wurden nach einer von Richterich [5] entwickelten und in diesem Laboratorium modifizierten (A.D.) Methode ausgeführt, wobei ein moderner Gitterspektrophotometer verwendet wurde. Die erforderliche Menge Blut (3–5 µl) wurde mit einer Mikropipette 30 Sek. nach dem letzten Zug aus der Schwanzspitze nach einem Einstich mit einer «disposable blood lancet» entnommen.

Die statistische Auswertung zeigte, daß alle %COHb-Werte sich voneinander auf hochsignifikante Weise unterschieden ($p < .01$) mit einer Ausnahme von Zigarette «A» Gasphase und Zigarette «B» Gasdampfphase. Betrachtet man die Unterschiede bei den Respirationszahlen und dem %COHb zwischen Gas- und Gasdampfphase für jede Zigarette, so sieht man, daß diese Resultate den früher formulierten Verdacht bestätigen [1, 2]. Während die Atmungsfrequenz bei der Gasdampfphase nur etwa ein Drittel der Gasphase betrug, waren die Unterschiede zwischen den entsprechenden %COHb-Messungen zwar bedeutend geringer, jedoch immer noch hochsignifikant. Mit einer hier entwickelten (A.D.) Registriereinrichtung, welche die Luftdruckveränderungen mißt, die durch die Atmung der Ratten hervorgerufen werden, ließ sich nicht nur eine markante Reduktion der Atmungsfrequenz während der Gasdampfphase nachweisen (verglichen mit der Gasphase oder der Atmung in frischer Luft), sondern auch das häufige Vorkommen von «end-inspiratory pauses» (nur Zig. «A» gemessen). Eine kürzlich durchgeführte Un-

Tabelle (Ergebnisse)

		Zahl der Respirationen/30 Sek.									Total	% COHb
		2	3	4	5	6	7	8	9	10 Zug		
Zigarette «A»	Gasphase	31	37	38	40	41	41	40	40	40	348	18
	«A» Gasdampf	21	18	15	15	13	12	10	11	10	125	14
	«B» Gasphase	32	37	39	43	42	40	40	40	37	350	21
	«B» Gasdampf	22	17	13	11	12	12	11	12	11	121	17

tersuchung hat nachgewiesen, daß bei Hunden end-inspiratorische Pausen in Beziehung stehen mit vermehrter alveolärer Ventilation, was auf eine verstärkte Durchmischung des toten Raumes mit alveolären Gasen zurückzuführen ist [6].

Die Unterschiede zwischen den %-COHb-Werten der beiden Zigaretten waren dagegen in diesem Experiment nicht interpretierbar. Bei keinem der überprüften Parameter: Atmungsfrequenz, Zigaretten-CO-Gehalt, Zigaretten-Brenngeschwindigkeit, Durchlässigkeit des Zigarettenpapiers usw., kam man zu einem Ergebnis. Das Ergebnis führte zum Schluß, daß andere Atemunterschiede als die Atmungsfrequenzen — hervorgerufen vielleicht durch Unterschiede im Aroma oder irritierende Eigenschaften — den Grad der alveolären Ventilation und dadurch die Absorption von CO hervorgerufen haben mögen.

Während die Atmungsreaktion auf die Gasphase oder Gasdampfphase in dieser Untersuchung als relativ gleichförmig unter den Tieren beobachtet wurde, läßt sich dies für ungefilterten oder durch Holzkohle gefilterten Rauch (Partikelgasphase) nicht behaupten. Nach dem Experiment wurde eine kleine Gruppe Ratten 15 Sek. vollem bzw. durch Holzkohle gefiltertem Rauch ausgesetzt. Es stellte sich heraus, daß manche Tiere während den 15 Sek. von mehreren Zügen den Atem anhalten konnten, während andere

Tiere in den Zügen 2–10 bis zu 85mal atmeten. Über ähnliche individuelle Differenzen haben bereits *Davis* und *Rylander* [7] diskutiert. Zusätzlich zu den Unterschieden zwischen einzelnen Tieren zeigten sich auch beträchtliche Unterschiede zwischen dem jeweiligen Verhalten des gleichen Tieres an verschiedenen Tagen. Diese Probleme konnten teilweise durch die Verwendung von 5% CO₂ in der Frischluftzufuhr (persönliche Mitteilung von B. R. Davis) oder durch Handkontrolle der Rauchdosis, wenn nötig, bei Beginn der Zigarette kontrolliert werden.

Literatur

- [1] *Bättig K.* und *Hrubes V.*: Z. Präv. Med. 16, 205–210 (1971).
- [2] *Driscoll P.* und *Bättig K.*: Z. Präv. Med. 16, 197–203 (1971).
- [3] *Deuber A.* und *Grandjean E.*: noch unveröffentlicht (1971).
- [4] *Carson S.*, *Goldhamer R.*, *Mackars A.* und *Silson J. E.*: Arch. Env. Health 11, 635–640 (1965).
- [5] *Richterich R.*: «Klinische Chemie», 292–294, S. Karger Basel 1965.
- [6] *Knelson J. H.*, *Howatt W. F.* und *DeMuth G. R.*: J. Appl. Physiol. 29, 328–331 (1970).
- [7] *Hoffmann D.* und *Wynder E. L.*: in «Inhalation Carcinogenesis», 173–191, Oak Ridge Biol. Conf., 8. bis 11. Okt. 1969.

Adresse der Autoren:

Dr. vet. med. *Peter Driscoll* und Dr. ing. chem. *Arnold Deuber*, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH, Clausiusstraße 25, 8006 Zürich