

Expositionsstudie zur arbeitsmedizinischen Bedeutung Ammoniak-assoziiierter gesundheitlicher Effekte

J. Hoffmann, A. Ihrig, G. Triebig

(eingegangen am 03.03.2004, angenommen am 16.04.2004)

Exposure study to examine the effects of ammonia on the health

Abstract: *Aims:* The aim of this study was to examine possible health effects of inhalation exposure to ammonia (NH₃). Effect parameters were sensory irritation of the eyes and respiratory tract, perceived subjective symptoms and changes in well-being.

Materials and methods: We examined 43 healthy male volunteers, aged 21 to 47. Ten participants were regularly exposed to ammonia at work. The men were exposed to ammonia vapour on five consecutive days (4 h/day) in an exposure chamber. The ammonia concentrations in the air were 0, 10, 20 and 50 ppm. Additionally, on the fourth day the subjects were exposed twice to 40 ppm for 30 minutes.

The investigations included a physical examination before and immediately after each exposure, assessment of the ocular surface area by use of a slit-lamp, the determination of tear evaporation with standard filter papers, airway function testing with active anterior rhinomanometry, spirometry, body plethysmography (airway resistance) and bronchial provocation with acetylcholine. As indicators of nasal mucosal inflammation, the concentrations of interleukin (IL)-1 β , 6 and 8 were analysed in the nasal lavage fluid. At the end of each day, the individual's concentration and attention, as well as reaction time was determined.

During the exposure we used the German version of the Swedish Performance Evaluation System (SPES) questionnaire to repeatedly assess acute symptoms. Furthermore, the subjects provided subjective ratings of their current state of "annoyance", "stress", "tiredness" and "complaints".

Results: Conjunctival hyperaemia occurred in 3 participants (9 %) at the highest exposure level of 50 ppm ammonia. For lacrimation, the concentration of interleukin (IL)-1, 6 and 8, nasal resistance, and pulmonary function (spirometric indices, airway resistance, bronchial responsiveness to inhalation of acetylcholine) no significant changes or trends were found, neither during the day's exposure nor the course of the week. The bronchial responsiveness of the six participants with non-specific bronchial hyperreactivity did not increase. There were no effects on cognitive functions such as the power of concentration, attention or reaction time.

The perceived intensity of symptoms and annoyance increased with the concentration of ammonia, while well-being decreased. However, the ratings for the symptoms were regarded as relatively low. During the daily exposures the score for the symptoms did not vary significantly. Subjects unfamiliar with ammonia consistently reported more symptoms than did workers usually exposed to the substance at work.

Conclusions: Exposure to ammonia vapour in concentrations of 50 ppm caused irritation of the eye in 9 % of the volunteers. The perceived symptoms increased with the ammonia concentration, while well-being decreased. Workers occupationally exposed to ammonia reported fewer symptoms than did previously unexposed subjects.

There were no effects on neuropsychological functions such as the power of concentration, attention and reaction time.

Keywords: ammonia – chemosensory irritation – symptoms.

Zusammenfassung: *Ziel der Studie:* Das Ziel der Studie ist es, unter experimentellen Bedingungen "Konzentrations-Effekt-Beziehungen" einer inhalativen Ammoniakexposition zu untersuchen. Als Effekte interessieren vor allem Schleimhautirritationen, die aktuell empfundene Lästigkeit und Beschwerdeangaben.

Kollektiv und Methoden: 43 gesunde Männer im Alter von 21 bis 47 Jahren werden an 5 Tagen in einer Expositions-kammer über jeweils 4 Stunden gegenüber Ammoniakdampf in ansteigenden Luftkonzentrationen von 0 bis 50 ppm exponiert. Am vierten Tag erfolgen bei einer Expositionshöhe von 20 ppm zusätzlich zwei Expositionsspitzen von 40 ppm. 10 Teilnehmer sind beruflich in einer Produktionsanlage für Harnstoff gegenüber Ammoniak exponiert. Bei 6 Teilnehmern liegt eine unspezifische bronchiale Überempfindlichkeit vor.

Die Probanden werden vor und unmittelbar nach jeder Exposition körperlich untersucht. Zur Erfassung einer konjunktivalen Reizung erfolgt eine Inspektion, Spaltlampenuntersuchung sowie quantitative Messung der Tränensekretion mit Fließpapierstreifen. Im Nasensekret werden die Konzentrationen der proinflammatorischen Interleukine IL-1 β , IL-6 und IL-8 bestimmt. Die funktionsanalytischen Untersuchungen der Atemwege umfassen eine aktive anteriore Rhinomanometrie, Ganzkörperplethysmographie, Spirometrie, Flussvolumenkurve sowie eine inhalative Provokation zur Bestimmung der bronchialen Reagibilität. Die subjektiven Beschwerden werden regelmäßig mit skalierten Fragebögen erfasst. Weiterhin werden neuropsychologische Basisfunktionen (Konzentrationsleistung, Aufmerksamkeit, Reaktionszeit) bestimmt.

Ergebnisse: An körperlichen Befunden fallen bei 9 % der ungewöhnten Probanden bei der höchsten Konzentration von 50 ppm eine leichtgradige Rötung der Konjunktiven auf. An den Nasen- und Rachenschleimhäuten werden keine auffälligen Änderungen festgestellt. Die Tränensekretion ist nicht gesteigert. Hinsichtlich der Zytokinkonzentrationen im Nasensekret (IL-1 β , IL-6 und IL-8) finden sich am Ende der Expositionswoche keine signifikanten Veränderungen oder gerichtete Tendenzen in den Messergebnissen. Bei den Lungenfunktionsparameter (R_{tot} , FEV₁, MEF₂₅₋₇₅), der nasalen Resistenz und bronchialen Reagibilität sind weder im Tages- noch Wochenverlauf signifikante Änderungen im Sinne von gerichteten Konzentrations-Effekt-Beziehungen festzustellen. Auch bei Probanden mit hyperreagiblem Bronchialsystem nimmt die bronchiale Reagibilität nach Expositionsende nicht zu.

Gesundheitliche Beschwerden werden mit ansteigender Konzentration vermehrt angegeben, bleiben jedoch im Tagesverlauf, d. h. bei konstanter Expositionshöhe weitgehend unverändert. Bei der höchsten Expositionsstufe (50 ppm) erreicht der Beschwerde-Summenscore auf einer Skala von 0 bis 5 im Durchschnitt eine Intensität von ca. 0,9 bei den Chemiearbeitern und ca. 1,2 bei Nichtgewöhnten. Expositionsabhängige Einschränkungen in den kognitiven Funktionen Konzentration, Aufmerksamkeit und Reaktionszeit sind nicht nachweisbar.

Schlussfolgerungen: Ammoniakkonzentrationen bis zu 50 ppm über insgesamt vier Stunden verursachen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, keine auffälligen oder objektivierbaren Schleimhauteffekte.

Beschwerdeangaben und Lästigkeit nehmen mit steigender Ammoniakkonzentration zu. Ammoniak-gewohnte Probanden geben we-

niger Beschwerden an und empfinden die Expositionen weniger lästig als Probanden ohne Gewöhnung.

Die Expositionen haben keinen messbaren Einfluss auf neuropsychologische Basisfunktionen wie Konzentrationsleistung, Aufmerksamkeit und Reaktionszeit.

Schlüsselwörter: Ammoniak – chemosensorische Irritationen – Beschwerden.

Arbeitsmed.Sozialmed.Umweltmed. 39 (2004) 390–401
