

TCE-~~exposed~~
CNS

7 536-T731

Biochemische Untersuchungen und Messungen der Nervenleitgeschwindigkeit bei chronisch Trichloräthylen-belasteten Personen

G. Triebig, Th. Reichenbach und K. A. Flügel

Institut für Arbeits- und Sozialmedizin und Poliklinik für Berufskrankheiten der Universität Erlangen-Nürnberg, (Direktor: Prof. Dr. H. Valentin), Schillerstraße 25-29, D-8520 Erlangen, und Universitäts-Nervenambulanz mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg, (Direktor: Prof. Dr. H. H. Wack), D-8520 Erlangen, Bundesrepublik Deutschland

Biochemical Examinations and Measurements of Conduction Velocity of Trichloroethylene Exposed Persons

Summary. The maximal and minimal conduction velocities of the Ulnar and Median Nerves of 7 persons, chronically exposed to trichloroethylene (TRI), were measured. To evaluate the solvent's load we analysed the biological material and the trichloroethylene-concentration in air at the working place. The amount of trichloroethylene, trichloroethanol (TCE) and trichloroacetic acid (TCA) in blood was determined as well as the excretion of TCE and TCA in urine. By the determination of the external and internal dose the halogenated hydrocarbon load is commentable in occupational medicine. Additionally the conduction velocity of the corresponding nerves of a control group of 13 persons was measured which had a similar distribution of age, but which was not exposed to that solvent. Our results for both collectives agreed with the age-corresponding values given in the literature. There was no statistically significant difference between the exposed and non-exposed persons. Further no correlation between the biochemical parameters and the conduction velocity could be proved.

Key words: Biochemical investigations – Conduction velocity measurements – Trichloroethylene – Chronically exposed collective.

Zusammenfassung. Sieben Personen, die chronisch gegenüber Trichloräthylen exponiert sind, wurden untersucht. Neben den Analysen im biologischen Material und arbeitsplatzbezogenen Raumluft-Messungen wurde die Nervenleitgeschwindigkeit (NLG) des N. ulnaris und N. radialis bestimmt. Im Blut analysierten wir die

Sonderdruckanfragen an: Dipl. Chem. cand. med. G. Triebig (Adresse siehe oben)

0304-0131/78/0042/0031/\$ 2.00

SL 034015

Konzentration von Trichloräthylen (TRI), Trichloräthanol (TCE) und Trichloroessigsäure (TCA) und im Urin die Exkretion von TCE und TCA. Durch die quantitative Erfassung der externen und internen Dosis wird die Halogenkohlenwasserstoff-Belastung arbeitsmedizinisch beurteilt.

Bei einem Vergleichskollektiv von 13 Probanden, die eine ähnliche Altersverteilung zeigten, aber nicht Lösungsmittel-exponiert waren, wurden die minimalen und maximalen Leitgeschwindigkeiten der betreffenden Nerven gemessen.

Die erhaltenen Nervenleitgeschwindigkeiten stimmen für beide Kollektive mit den altersspezifischen Angaben in der Literatur überein.

Zwischen den belasteten und nicht belasteten Personen ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied der Nervenleitgeschwindigkeit sichern. Eine Korrelation zwischen den biochemischen Parametern und den Nervenleitgeschwindigkeiten konnte nicht aufgezeigt werden.

Schlüsselwörter: Biochemische Untersuchungen – Nervenleitgeschwindigkeitsmessungen – Trichloräthylen – chronisch exponiertes Kollektiv.

1. Einleitung

Im Rahmen der präventivmedizinischen Aufgabenstellungen der Arbeitsmedizin müssen Belastungen, Beeinträchtigungen und/oder adverse Effekte durch Schadstoffe am Arbeitsplatz frühzeitig erkannt werden (Schaller u. Valentin, 1976).

So können bestimmte chemische Noxen bei einer langfristigen Einwirkung das zentrale und periphere Nervensystem schädigen. Zur Erfassung und Beurteilung von peripheren Nervenschädigungen haben sich elektroneurographische und elektromyographische Untersuchungsverfahren bewährt (Hopf u. Lowitzsch, 1974; Mumenthaler u. Schliack, 1977). In diesem Zusammenhang stellt die Messung der Leitgeschwindigkeiten (NLG) verschiedener peripherer Nerven ein wichtiges diagnostisches Kriterium dar.

Der mögliche Einfluß verschiedener chemischer Substanzen wie Äthanol, Styrol, Blei, Antikonvulsiva auf die Nervenleitgeschwindigkeit wurde von mehreren Autoren in den letzten Jahren untersucht. (Jurko et al., 1964; Wanamaker u. Skillman, 1966; Perfetti et al., 1967; Hopf, 1968; Catton et al., 1970; Seppäläinen u. Hernberg, 1972; Hopf, 1973; Stahl et al., 1974; Blackstock et al., 1975; Chokroverty u. Sayeed, 1975; Seppäläinen et al., 1975; Seppäläinen u. Harkönen, 1976; Verberk, 1976).

In der vorliegenden Arbeit berichten wir über die Untersuchungsergebnisse von Messungen der Nervenleitgeschwindigkeit des N. ulnaris und des N. radialis bei beruflich Trichloräthylen-exponierten Personen und einem Normalkollektiv.

Die Beurteilung der internen Belastung der Lösemittel-exponierten Arbeiterinnen und Arbeiter erfolgte quantitativ mit Hilfe biochemischer Parameter. Analysiert wurden neben Trichloräthylen (TRI) im Blut die Metaboliten Trichloräthanol (TCE) und Trichloroessigsäure (TCA) in Blut und Urin.

2. Methode

2.1 Kollektivauswahl und Untersuchungsablauf

Untersucht wurden Mitarbeiter, zwei Frauen und fünf Männer, einer Sieb- und Offset-Druckerei. Sie hatten während ihrer beruflichen Tätigkeit im Mittel 5 bis 8 Stunden täglich direkten oder indirekten Kontakt mit dem Trichloräthylen-haltigen Lösungsmittel Typorol (Firma Bottcher, D-8051 Eching).

Die erste Untersuchung durch V. Zusätzlich zur Blutentnahme, wie Parallelmessungen, keine Kontrollen der Alter.

2.2 Raumluft

Die Quantifizierung nach der von den Arbeitern um die und Urinproben erfolgte. Die Bestimmung (1976).

2.3 Messung

2.3.1 Geräte (13 K 62). Obstruktive Spektroskopie.

2.3.2 Durchführung: folgte mit der nach Seppäläinen. Die maximale Amplitude nach Alle Messungen von 27 bis 30 °C.

Die Nervengeschwindigkeit von 0,1 ms-Daten. Den N. ulnaris und N. radialis und M. triceps und Humerus, bspw.

Die Muskulatur vom M. abductor. Die Latenz der Kopf-Leuchten. Die Verweilzeit zwischen

2.4 Statistische

Die erhaltenen Ergebnisse deshalb der M. Die Korrelation Spearman durch Die statistische Universität Erlangen

Für die Hil

Die erste Untersuchung erfolgte an den Tagen am Ende einer Arbeitswoche, die Kontrolluntersuchung wurde sofort nach sieben arbeitsfreien Tagen durchgeführt.

Durch Venenpunktion wurden 5 ml Blut abgenommen und mit 0,5 ml Citratlösung versetzt. Zusätzlich sammelten die Probanden eine Urinprobe. Anschließend wurde die Nervenleitgeschwindigkeit, wie unter 2.3 beschrieben, bestimmt.

Parallel dazu erfaßten wir die Nervenleitgeschwindigkeiten bei 4 Frauen und 9 Männern, die keinen Kontakt mit diesem Halogenkohlenwasserstoff hatten.

Die Altersgruppierung beider Kollektive war vergleichbar und lag zwischen 19 und 32 Jahren.

2.2 Raumluftmessungen und biochemische Untersuchungen

Die Quantifizierung der externen Dosis erfolgte durch infrarotspektroskopische Raumluftmessungen nach der von Schacke et al. (1972) beschriebenen Methode. Dabei wurde punktuell an verschiedenen Arbeitsplätzen die Trichloräthylen-Konzentration bestimmt.

Um die interne Dosis als Zeichen einer Belastung zu ermitteln, analysierten wir die Blut- und Urinproben auf ihren Gehalt an Trichloräthanol (TCE) und Trichloressigsäure (TCA). Weiterhin erfolgte die Bestimmung von Trichloräthylen (TRI) in den Blutproben.

Die Beschreibung der gaschromatographischen Analysemethoden findet sich bei Triebig et al. (1976).

2.3 Messung der Nervenleitgeschwindigkeit

2.3.1 Geräte. Reizgerät mit 2 Reizisoliereinheiten (Fa. Tönnis, Typ D), Reizelektroden (Fa. Disa, 13 K 62), Oberflächenelektroden (Fa. Disa 13 L 27), EMG-Verstärker (Fa. Disa, 14 C 11), 2-Strahl-Speicheroszillograph (Fa. Tectronix R 510 3 N-D 13), Signal-Averager (Fa. Nicolet 10 72), Oszilloskop (Fa. Tectronix RM 504).

2.3.2 Durchführung der Messung. Die Bestimmung der minimalen Nervenleitgeschwindigkeit erfolgte mit der erstmals von Hopf (1962) beschriebenen Doppelreizmethode in einer Modifikation nach Seppäläinen (1971).

Die maximale Nervenleitgeschwindigkeit errechnet sich aus den Latenzen der Muskelaktionspotentiale nach Reizung des Nerven an zwei Punkten.

Alle Messungen wurden am liegenden Patienten bei einer durchschnittlichen Raumtemperatur von 27 bis 30° C durchgeführt. Die Hauttemperatur lag an den Reizpunkten zwischen 31 und 35° C.

Die Nerven wurden mit Oberflächenelektroden gereizt. Als Reize dienten Rechteckimpulse von 0,1 ms-Dauer. Die Einstellung der Reizstärke erfolgte jeweils supramaximal.

Den N. ulnaris reizten wir distal am Handgelenk und proximal etwa in der Oberarmmitte. Der Reizort des N. radialis lag distal in der oberen Unterarmhälfte zwischen M. extensor carpi ulnaris und M. extensor digitorum, proximal in der Achselhöhle zwischen Caput longum des M. trizeps und Humerus. Die Strecke zwischen den Reizpunkten bestimmten wir mit einem Stahlmeterband, bzw. beim N. radialis mit Hilfe eines gynäkologischen Zirkels.

Die Muskelsummenpotentiale leiteten wir mit Oberflächenelektroden vom Hypothenar bzw. vom M. abductor pollicis longus ab. Bei beiden Muskeln betrug der Elektrodenabstand ca. 3 cm. Die Latenz des Muskelaktionspotentials bestimmten wir auf 0,1 ms genau mit Hilfe der Oszilloskop-Leuchtmarkierung.

Die Verwendung eines Signal-Averager ermöglichte uns die Bestimmung der Verzögerungszeit zwischen distalem und proximalem Reiz bei Anwendung der Doppelreizmethode.

2.4 Statistische Auswertung

Die erhaltenen Meßwerte waren nicht normal verteilt. Zur Beschreibung der Ergebnisse wurden deshalb der Median und der Meßwertbereich herangezogen.

Die Korrelationsanalysen führten wir mit dem nicht parametrischen Rangkorrelationstest nach Spearman durch. Die Prüfung der Signifikanz erfolgte auf dem 0,05 Niveau.

Die statistische Berechnungen wurden an der Rechenanlage CD 3300 des Rechenzentrums der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt.¹

¹ Für die Hilfe bei der statistischen Auswertung danken wir Herrn Dipl. Phys. Weltle

Tabelle 1. Zusammenstellung der Mediane und des Meßwertbereiches der Nervenleitgeschwindigkeit und der biochemischen Parameter

Nervenleitgeschwindigkeit		Belastendes Kollektiv n = 7		Nichtbelastendes Kollektiv n = 13	
		A	B	A	B
N. ulnaris m/s	max	57.5 (54.0 - 62.5)	59.5 (54.4 - 61.9)	59.0 (52.8 - 63.9)	57.5 (53.4 - 61.9)
	min	49.3 (38.5 - 54.4)	51.3 (38.8 - 55.6)	48.8 (44.9 - 52.9)	49.3 (44.5 - 57.9)
	Δ	8.9 (6.6 - 15.5)	8.2 (4.3 - 15.6)	9.3 (4.4 - 14.7)	8.3 (2.9 - 10.8)
N. radialis m/s	max	69.7 (63.8 - 74.4)	71.8 (67.4 - 78.1)	72.6 (63.7 - 82.9)	71.1 (66.7 - 77.8)
	min	54.2 (27.1 - 61.2)	60.8 (52.8 - 74.4)	57.9 (42.2 - 68.8)	58.9 (48.8 - 64.8) n = 11
	Δ	16.1 (2.6 - 41.0)	11.0 (3.7 - 19.0)	12.0 (1.4 - 36.9)	11.7 (4.3 - 26.2) n = 11
Biochemische Parameter:					
Blut mg/l	TRI	0.80 (0.35 - 3.50)	0.40 (0.29 - 0.50)		
	TCE	1.9 (0.6 - 15.5)	1.0 (0.6 - 6.4)		
	TCA	14.0 (6.0 - 47.0)	10.0 (4.5 - 33.5)		
Urin mg/l bzw. mg/g Kreat.	TTC	15.9 (8.0 - 62.5)	11.0 (5.1 - 36.9)		
	TTC	88.4 (48.8 - 362.7)	136.4 (21.2 - 459.6)		
	Krea- tinin				

Δ = NLGmax - NLG min

A = 1. Meßperiode (= Ende der Arbeitswoche)

B = 2. Meßperiode (= nach einem belastungsfreien Intervall von 7 Tagen)

3. Ergebnisse

3.1 Raumluft-Messungen

Die punktuell über einen Arbeitstag durchgeführten Raumluft-Messungen ergaben für den Hauptraum eine durchschnittliche Trichloräthylen-Konzentration von 20 ppm und für den Nebenraum 40 ppm.

3.2 Biochemische Untersuchungen und Messung der Nervenleitgeschwindigkeit

Die Ergebnisse der Blut- und Urin-Untersuchungen sind in Form ihrer Mediane und des Meßwertbereiches in Tabelle 1 dargestellt. Die Gesamt-Trichloräthanol- und Tri-

MAXIMALE UND MINIMALE NLG DES N. ULNARIS

m/s

 chlores-
untersc
All
Ausmat
mittel

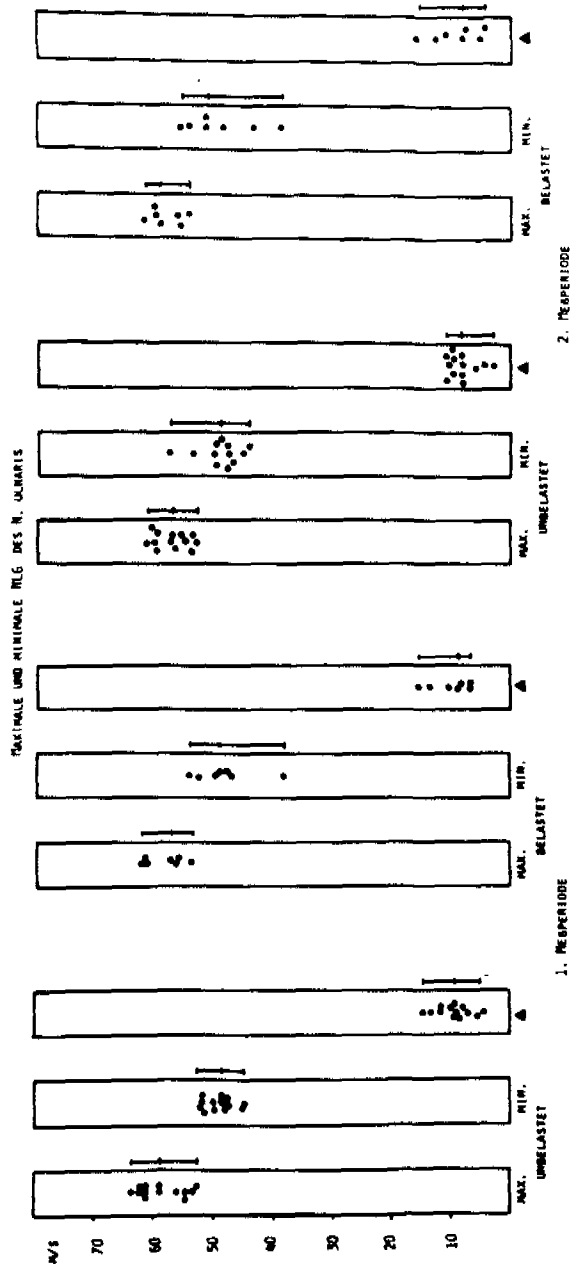


Abb. 1. Einzelwerte der maximalen und minimalen Leitgeschwindigkeiten (NLG) des N. ulnaris. Dargestellt sind die Ergebnisse der 1. Meßperiode (= am Ende der Arbeitswoche) und der 2. Meßperiode (= nach einem belastungsfreien Intervall von 7 Tagen) für das unbelastete und belastete Kollektiv. ▲ = NLG max — NLG min

chloroessigsäure-Ausscheidung (TTC) im Urin wurde auf Kreatinin relativiert, um die unterschiedlichen Diureseleistungen zu berücksichtigen.

Alle exponierten Personen waren während der Arbeitswoche in vergleichbarem Ausmaß belastet und zwischen 1/2 Jahr und 9 Jahren in Kontakt mit diesem Lösungsmittel.

Die Anamnese und der klinische Untersuchungsbefund ergaben keine Hinweise auf eine neurologische Erkrankung der Versuchsteilnehmer.

Die Ergebnisse der Messung der Leitungsgeschwindigkeit in den motorischen Fasern des N. ulnaris und N. radialis sind in Form ihrer Mediane und des Meßwertbereiches in Tabelle 1 wiedergegeben.

Abb. 1 zeigt die Einzelwerte der Leitungsgeschwindigkeit des N. ulnaris sowie die entsprechenden Mediane und den Meßwertbereich. Die erste Meßperiode entspricht der Untersuchung am Ende einer Arbeitswoche die zweite der Untersuchung nach dem belastungsfreien Intervall.

Die distale Latenz des N. ulnaris lag bei beiden Kollektiven im Bereich zwischen 1.9 und 3.3 ms. Die bei supramaximaler Nervenreizung abgeleiteten Muskelsummenpotentiale waren für beide Kollektive ebenfalls vergleichbar und lagen für den N. ulnaris im Bereich von 10 bis 20 mV, für den N. radialis zwischen 3 und 10 mV.

Der statistische Vergleich erbrachte sowohl zwischen beiden Kollektiven als auch zwischen beiden Meßperioden keinen signifikanten Unterschied der ermittelten Nervenleitgeschwindigkeiten (Irrtumswahrscheinlichkeit $p = < 0,05$).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Konzentrationen des Lösungsmittels bzw. seiner Metaboliten in Blut und Urin und den Nervenleitgeschwindigkeiten konnte statistisch nicht gesichert werden.

Auch die korrelationsanalytische Prüfung der Paardifferenzen von 1. und 2. Meßperiode zwischen den Nervenleitgeschwindigkeiten und den Paardifferenzen der biochemischen Parameter ergab keine signifikante Beziehung.

4. Diskussion

Zur Beurteilung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigung oder Schäden muß in der Arbeitsmedizin grundsätzlich zwischen akuten, kurzfristigen und chronischen Expositionen differenziert werden. *Das klinische Bild einer akuten Intoxikation* mit Trichloräthylen, meistens durch Unfälle am Arbeitsplatz bedingt, wird durch die stark depressorische Wirkung auf das zentrale Nervensystem bestimmt. Dagegen ist das *Krankheitsbild der chronischen Vergiftung* weniger einheitlich. Im Vordergrund sind auch hier die Auswirkungen auf das ZNS zu nennen, die sich in Allgemeinsymptomen wie Kopfschmerzen, Nachlassen der Konzentrationsfähigkeit, Schlafstörungen und einer Alkoholintoleranz äußern können. Weiterhin sind Polyneuropathien, cardiotoxische Wirkungen, wie Sinustachycardien und ventriculäre Extrasystolen und Schädigungen der Haut, der Leber und der Nieren bekannt (Lit. bei Henschler, 1974).

Die Frage nach einer psychischen Beeinträchtigung durch Trichloräthylen-Konzentrationen im Bereich von 100 ppm (520 mg/m^3) werden zum gegenwärtigen Zeitpunkt unterschiedlich beurteilt. Im Schrifttum finden sich Hinweise, daß bereits bei dieser Trichloräthylen-Raumluftkonzentration mit zentralnervösen Störungen in Form eines sog. „psycho-organischen Syndroms“ sowie mit neurologischen Beeinträchtigungen zu rechnen ist (Lit. bei Henschler, 1974). Dagegen konnten Triebig et al. (1976) bei kurzfristigen Belastungen mit 100 ppm (520 mg/m^3) Raumluftkonzentration dieses Lösungsmittels keine Auswirkungen auf die geistigen und psychischen Funktionen nachweisen.

In höheren Konzentrationen kann Trichloräthylen folgende *neurologische Symptome* verursachen:

eine Trigeminusneuralgie bzw. -analgesie,
eine Polyneuropathie mit Störungen besonders der Hirnnerven (Mitschell u. Parsons-Smith, 1969),
Paresen und Paraesthesien der Extremitätennerven (Isenschmid u. Kunz, 1935),
Störungen des Plexus brachialis (Bardodej u. Vyskocil, 1956).

Die Beurteilung einer chronischen Belastung gegenüber Trichloräthylen-Konzentrationen in der Raumluft um den derzeit gültigen MAK-Wert von 50 ppm sind arbeitsmedizinisch von besonderem Interesse. Eine adäquate Erfassung der externen Gesamtdosis bei chronisch belasteten Personen am Arbeitsplatz ist ohne „Personal sampling“ nicht möglich. Aufgrund der zahlreichen, in der Literatur beschriebenen Studien über externe-interne Dosisbeziehungen für Trichloräthylen ist die Quantifizierung der Exposition durch eine Analyse des Lösungsmittel und/oder seiner Metaboliten gewährleistet. Im Rahmen des „Biological Monitoring“ sind für diesen Schadstoff Grenzkonzentrationen in Blut und Urin erarbeitet worden (Lauwerys, 1975; Triebig u. Mitarb. 1977 und 1977).

Der vorgeschlagene arbeitsmedizinisch tolerierbare Grenzwert von 250 mg TTC/g Kreatinin wird in unserem Kollektiv von zwei Personen überschritten. Alle untersuchten Blutparameter zeigen einen deutlichen Abfall in ihren Konzentrationen nach dem belastungsfreien Zeitraum.

Die von uns gemessenen maximalen und minimalen Leitungsgeschwindigkeiten des N. ulnaris von 52.8–63.9 m/s, bzw. 38.5–57.9 m/s stimmen gut mit den Angaben in der Literatur über Normalpersonen überein (Norris u. Mitarb. 1953; Hopf, 1968; Seppäläinen, 1971; Seppäläinen u. Hernberg, 1972; Seppäläinen u. Mitarb., 1975; Beets u. Mitarb., 1976; Verberk, 1976; Lukas u. Mitarb., 1977; Mumenthaler u. Schliack, 1977).

Zu den Angaben der minimalen NLG finden sich bei Hopf (1962) und Lethonen et al. (1970) höhere Werte.

Die maximale NLG des N. radialis von 63.7–82.9 m/s entspricht den Befunden von Gassel und Diamantopoulos (1964), Tönnis (1965), Trohaborg et al. (1969) und Mumenthaler u. Schliack (1977).

Zu den Ergebnissen der minimalen NLG des N. radialis von 27.1–74.4 m/s ließen sich keine vergleichbaren Literaturangaben finden. Die von uns ermittelten Werte zeigen eine beträchtliche intra- und interindividuelle Schwankungsbreite. Dies ist sehr wahrscheinlich auf das Meßverfahren zurückzuführen, vor allem auf die Schwierigkeiten bei der Stimulation dieses Nerven am Unterarm. Dort kann er nicht immer deutlich supramaximal gereizt werden. Die Verwendung von isolierten Insektennadeln ergab bei Vorversuchen keinen größeren Reizerfolg. Wir achteten deshalb bei kritischen Fällen darauf, daß die Muskelpotentiale des distalen und des supramaximalen proximalen Reizes gleichgroß waren. Dadurch ist die Erfassung annähernd aller motorischen Fasern gewährleistet.

Den Einfluß der Hauttemperatur auf die NLG berücksichtigten wir durch eine konstante Raum- bzw. Meßtemperatur. Durch ein in der Altersverteilung ähnlich strukturiertes Vergleichskollektiv wurde der Altersabhängigkeit der NLG Rechnung getragen.

Die Messungen der maximalen und insbesondere die der minimalen Nervenleitgeschwindigkeit haben sich als empfindliche Methode zur Erkennung leichter peripherer

Nervenschädigungen erwiesen (Perfetti et al., 1967; Hopf, 1968; Seppäläinen u. Hernberg, 1972; Blackstock et al., 1975; Seppäläinen et al., 1975; Alaranta et al., 1977). Im Gegensatz zur maximalen zeigt die minimale NLG auch bei axonalen Nervenschädigungen eine deutliche Verminderung (Hausmanowa-Petrusewicz u. Kopec, 1973; Mustajoki u. Seppäläinen, 1975).

Maroni u. Mitarb. (1977) bestimmten bei 22 gegenüber 1,1,1-Trichlorathan-Konzentrationen von 110 bis 990 ppm chronisch belasteten Frauen u. a. die maximale und minimale NLG des N. ulnaris. Sie fanden keinen signifikanten Unterschied zwischen den bei exponierten Frauen und bei Kontrollpersonen ermittelten Meßwerten.

Shrivastav et al. (1976) untersuchten den Einfluß von verschieden stark gesättigten Trichloräthylen-Lösungen beim Riesenaxon des Tintenfisches. Sie fanden eine Abnahme der Ionenleitfähigkeit und des Ruhemembranpotentials mit zunehmender Lösungsmittel-Konzentration. Die Autoren vertreten die Ansicht, daß der von ihnen experimentell untersuchte Konzentrationsbereich während einer Trichloräthylen-Anaesthetie auftreten kann.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß bei chronischer Lösungsmittelbelastung am Arbeitsplatz die erreichbaren Konzentrationen im biologischen Material sehr viel niedriger anzusetzen sind.

Der statistische Vergleich der Nervenleitgeschwindigkeits-Resultate ergab weder signifikante Unterschiede zwischen den beiden Kollektiven noch zwischen den einzelnen Meßperioden. Weiterhin konnte kein Zusammenhang zwischen den Lösungsmittel-Konzentrationen bzw. seiner Metaboliten und den Nervenleitgeschwindigkeiten statistisch gesichert werden. Die biochemisch nachgewiesene und arbeitsmedizinisch tolerierbare Belastung durch diesen Halogenkohlenwasserstoff bewirkt bei chronischer Exposition in diesem Konzentrationsbereich somit keine meßbare Verminderung der Nervenleitgeschwindigkeiten des N. radialis und N. ulnaris.

Dies gilt sowohl im Vergleich mit den Ergebnissen des nicht Lösungsmittel-belasteten Kollektivs als auch vor und nach einem Expositions-freien Intervall mit einer deutlichen Verminderung der internen Dosis.

Es wäre wünschenswert, in entsprechenden Studien eine größere Anzahl chronisch Trichloräthylen-exponierte Personen zu erfassen, um die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse für eine arbeitsmedizinische Beurteilung zu erhärten.

Literatur

- Alaranta, H., Seppäläinen, A. M.: Neuropathy and the automatic analysis of electromyographic signals from vibration exposed workers. *Scand. J. Work Environ. Health* 3, 128 (1977)
- Bardoděj, Z., Vyskočil, J.: The Problem of Trichloroethylene in Occupational Medicine. *Arch. industr. Hlth.* 13, 581-592 (1956)
- Betts, R. P., Johnston, D. M., Brown, B. H.: Nerve fibre velocity and refractory period distributions in nerve trunks. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 39, 694-700 (1976)
- Blackstock, E., Rushworth, G., Gath, D.: Elektrophysiologische studies in alcoholism. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 35, 326-334 (1975)
- Catton, M. J., Harrison, M. J. G., Fullerton, P. M., Kazantzis, G.: Subclinical Neuropathy in Lead Workers. *Br. Med. J.* 2, 80-82 (1970)
- Chokroverty, S., Sayeed, Z. A.: Motor nerve conduction study in patients on diphenylhydantoin therapy. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 38, 1235-1239 (1975)
- Gassel, M. M., Diamantopoulos, E.: Pattern of conduction times in the distribution of the radial nerve. A clinical and electrophysiological study. *Neurol.* 14, 222-231 (1964)

- Hausmanowa-Petrusewicz, I., Kopec, J.: Motor Nerve Conduction Velocity in Anterior Horn Lesions. In: New Develop. in EMG and Clin. Neurophysiol. (ed.) E. Desmedt, Vol. 2, pp. 298-305 Basel: Karger 1973
- Henschler, D.: Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Weinheim: Verlag Chemie, 1974
- Hopf, H. C.: Untersuchungen über die Unterschiede in der Leitgeschwindigkeit motorischer Nervenfasern beim Mensch. Dtsch. Z. Nervenheilk. 183, 579-588 (1962)
- Hopf, H. C.: Über die Veränderung der Leitfunktion peripherer motorischer Nervenfasern durch Diphenylhydantoin. Dtsch. Z. Nervenheilk. 193, 41-56 (1968)
- Hopf, H. C.: Anticonvulsant drugs and spike propagation of motor nerves and skeletal muscle. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 36, 574-580 (1973)
- Hopf, H. C., Lowitzsch, K.: Methoden zur Erkennung leichter Funktionsstörungen peripherer Nerven. Z. EEG-EMG 5, 142-150 (1974)
- Isenschmid, R., Kunz, E.: Gefahren moderner gewerblicher Gifte. Polyneuritis mit Retrobulbärneuritis nach Arbeit mit „Tri“. Schweiz. med. Wochenschr. 65, 612-615 (1935)
- Jurko, M. F., Currier, R. D., Foshee, D. P.: Peripheral Nerve Changes in Chronic Alcoholics: A Study of Conduction Velocity in Motor Nerves. J. Nerv. ment. dis. 139, 488-490 (1964)
- Lauwerys, R.: Biological criteria for selected industrial toxic chemicals. A review. Scand. J. Work Environ. Health 1, 139-172 (1975)
- Lethonen, J. B., Lang, A. H., Korvikkio, M. J.: Untersuchungen der Leitgeschwindigkeiten und der refraktären Perioden der am schnellsten und langsamsten leitenden motorischen Nervenfasern des Menschen. Z. EEG-EMG 1, 188-196 (1970)
- Lukaš, E., Kužel, V., Nedvická, H.: Vergleich der Untersuchungsergebnisse der Leitungsgeschwindigkeit in den motorischen und sensitiven Fasern des N. ulnaris und N. medianus bei Personen mit professioneller und nicht-professioneller Vasoneurose. Int. Arch. Occup. Environ. Health 38, 283-294 (1977)
- Maroni, M., Bulgheroni, C., Cassitto, G., Merluzzi, F., Giliolo, R., Foa, V.: A clinical, neurophysiological and behavioral study of female workers exposed to 1,1,1-trichloroethane. Scand. J. Work Environ. Health 3, 16 (1977)
- Mitchell, A. B. S., Parsons-Smith, B. G.: Trichlorethylene Neuropathy. Br. Med. J. 1, 422-423 (1969)
- Mumenthaler, M., Schiack, H.: Läsionen peripherer Nerven. Stuttgart: Thieme 1977
- Mustajoki, P., Seppäläinen, A. M.: Neuropathy in Latent Hereditary Hepatic Porphyrin. Br. Med. J. 2, 310-312 (1975)
- Norris, A. H., Shock, N. W., Wagman, I. H.: Age Changes in the Maximum Conduction Velocity of Motor Fibers of Human Ulnar Nerves. J. Appl. Physiol. 5, 589-593 (1953)
- Perfetti, C. C., Milone, F. F., Pacchiani, A.: Studio dei valori di dispersione della velocità di conduzione delle fibre motorie negli alcoolisti. Riv. Neurol. 37, 453-461 (1967)
- Schaller, K. H., Valentin, H.: Problem der toxikologischen Analytik in der Arbeitsmedizin. Münch. Med. Wochenschr. 118, 1415-1418 (1976)
- Schacke, G., Schaller, K. H., Essing, H.-G., Valentin, H., Wittgens, H., Pfäffl, A.: Quantitative Bestimmung geringer Konzentrationen industriell bedeutsamer Lösemittel in Raumluft mit Hilfe der Infrarotspektroskopie. Arbeitsmed., Sozialmed., Arbeits-Hyg. 10, 292-296 (1972)
- Seppäläinen, A. M.: The conduction velocity of slower fibers of the ulnar nerve in adults. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 27, Suppl. 116, 70 (1971)
- Seppäläinen, A. M., Hernberg, S.: Sensitive technique for detecting subclinical lead neuropathy. Br. J. Ind. Med. 29, 443-449 (1972)
- Seppäläinen, A. M., Tola, S., Hernberg, S., Kock, B.: Subclinical Neuropathy at „Safe“ Levels of Lead Exposure. Arch. Environ. Health 30, 180-183 (1975)
- Seppäläinen, A. M., Harkonen, H.: Neurophysiological findings among workers occupationally exposed to styrene. Scand. J. Work. Environ. Health 3, 140-146 (1976)
- Shrivastav, B. B., Narahashi, T., Kitz, R., Roberts, J. D.: Mode of action of Trichloroethylen on Squid Axon Membranes. J. Pharmacol. Exp. Ther. 199, 179-188 (1976)
- Stahl, J., Reichel, G., Degenhardt, T., Muhlau, G., Greger, J.: Elektromyographische und elektro-neurographische Befunde bei chronischen Alkoholabusus. Psychiatr. Neurol. Med. Psychol. (Leipz.) 26, 279-286 (1974)

SL 034023

- Tönnis, D.: Untersuchungen über die Leitgeschwindigkeit des N. radialis. Z. Orthop. 99, 497-507 (1965)
- Triebig, G., Essing, H.-G., Schaller, K. H., Valentin, H.: Biochemische und psychologische Untersuchungen an Trichloräthylen-exponierten Probanden. Zentralbl. Bakterid. [Orig. B] 163, 383-416 (1976)
- Triebig, G., Gossler, K., Schaller, K. H.: Einfache und zuverlässige gas-chromatographische Bestimmung von Trichloräthylen und seinen Metaboliten in Blut und Urin. Z. Anal. Chem. 279, 115-116 (1976)
- Triebig, G., Schaller, K. H., Erzigkeit, H., Valentin, H.: Biochemische Untersuchungen und psychologische Studien an chronisch Trichloräthylen-belasteten Personen unter Berücksichtigung expositionsfreier Intervalle. Int. Arch. Occup. Environ. Health 38, 149-162 (1977)
- Triebig, G., Schaller, K. H., Weltle, D.: Zur Problematik arbeitsmedizinisch tolerierbarer Grenzwerte bei der Überwachung chronisch Trichloräthylen-belasteter Personen. Vortrag auf der 17. Jahrestagung der Dtsch. Ges. f. Arbeitsmed. e. V. Kiel, Mai 1977. Stuttgart: Genter 1978
- Trojaborg, W., Sindrup, E. H.: Motor and sensory conduction in different segments of the radial nerve in normal subjects. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 32, 354-359 (1969)
- Verberk, M. M.: Motor Nerve Conduction Velocity in Volunteers Ingesting Inorganic Lead for 49 Days. Int. Arch. Occup. Environ. Health 38, 141-143 (1976)
- Wanamaker, W. M., Skillman, T. G.: Motor Nerve Conduction in Alcoholics. Quart. J. Stud. Alcohol. 27, 16-22 (1966)

Eingegangen am 14. Februar 1978 / Angenommen am 28. April 1978

1
Biol.
to Fu

V. Šediv

¹ Instit
² Cente
of the

Sun
unc
furf
exp
brea
The
tion
the
the
A st
test
Con
abou
Rec
hou
vapo
limit
corr
shift
Key

A study
importar
It is base
urine of
furfural
allows to

SL 034024