

ETHYLENE INTOXICATION IN THE TOXICOLOGICAL AND MEDICO-LEGAL EVALUATION OF AN ACCIDENT AT WORK

Zofia OLSZOWY, Joanna NOWICKA, Stanisława KABIESZ-NENICZKA

Chair and Department of Forensic Medicine, Silesian Medical Academy, Katowice

ABSTRACT: Toxicological examinations of systemic fluids and tissues from individuals involved in work accidents should be taken into consideration while giving medico-legal opinions referring to fatal work accidents, especially those with a higher risk of being exposed to the effects of gases, vapours of solvents or chemical semi-products involved with a given type of production. The authors show the significance of toxicological analysis in its medico-legal evaluation with regard to the case of a fatal accident in a varnishing workshop, which involved a fall from a height.

KEY WORDS: Toxicological analysis; Accident at work; Opinions.

*Z Zagadnień Nauk Sądowych, z. XLIV, 2000, 122–129
Received 26 September 2000; accepted 3 November 2000*

INTRODUCTION

Medico-legal examinations of victims of fatal accidents at work comprise 3% of the total number of autopsies performed at the Department of Forensic Medicine in Katowice. Heavy and deadly accidents most often occur in the workplace as a result of disregard for work safety guidelines, or incidentally, in connection with the production technology and type of activity performed. Also, the psychophysical efficiency of accident victims is highly relevant, thus the presence of alcohol or other intoxicants [4, 8].

CASE REPORT

In 1998 at the Department of Forensic Medicine in Katowice, an autopsy of a 44-year-old man who was the victim of a deadly accident at work was performed. According to the prosecutors' office, the man was repairing an air conditioning system in a varnishing hall at a height of about 3 m. During the initial investigation, it was established that the cause of the accident was most likely a fall due to loss of balance. In the course of further examina-

tions, and the autopsy, the following injuries were observed: abrasions of the skin in the vicinity of the left zygomatico-temporal, as well as on the left side of the forehead, ecchymosis in the soft layers of the head and in the vicinity of the left frontotemporal, haemorrhage, both subarachnoideal and into the cerebral ventricle, bruises on the brain, a strong congestion and swelling of the brain, and ecchymosis of the pulmonary hilus. The results of the autopsy allowed determination that the cause of the man's death were bodily injuries that could have occurred in a fall from a height onto a hard surface.

Taking the fact into account that the worker was exposed to the action of solvent vapours, blood, lung and liver samples were secured for toxicological analysis during the autopsy, in addition to a blood sample for the determination of alcohol content.

MATERIAL AND METHODS

The analysis of blood, lung and brain tissue, and of a sample of a thick black substance of aromatic-ester fragrance (the varnish used in the varnishing hall) – obtained for comparative examinations – was carried out with the gas chromatography method, using the headspace technique [2, 3]. The examinations were performed using the HRGC 5300 apparatus by Fisons Instruments, with an FID detector, an automatic injector headspace HS-800, and a DP 700 integrator. A capillary column DB-WAX 30 m x 0.32 x 0.5 μm (the temperature of the column 50°C) and helium as the carrying gas (the flow of 1ml/min) were applied. The obtained results were additionally confirmed using a column packed with 15% SE-30 on Chemisorb WAW-DMCS 80/100 mesh (the temperature of the column 150°C), and a Chrom 5 apparatus with an FID detector; nitrogen was used as the carrying gas (the flow of 30 ml/min). The quantitative evaluation of the detected compounds was performed using the method of an internal standard (1% solution of t-butyl alcohol).

RESULTS AND DISCUSSION

The performed chemical and toxicological examinations revealed the presence of 0.3 ‰ of ethanol and 0.5 ‰ of ethyl acetate in the blood, 0.4 ‰ of ethanol and 1.0 of ethyl acetate in the brain tissue, and 0.4 ‰ of ethanol and 0.8 ‰ of ethyl acetate in the lung tissue.

In the comparative sample of the examined varnish, mainly the presence of ethyl acetate was established.

The chromatographic separation of the volatile substances determined in the standard solution and in the blood and brain samples is presented in Figure 1.

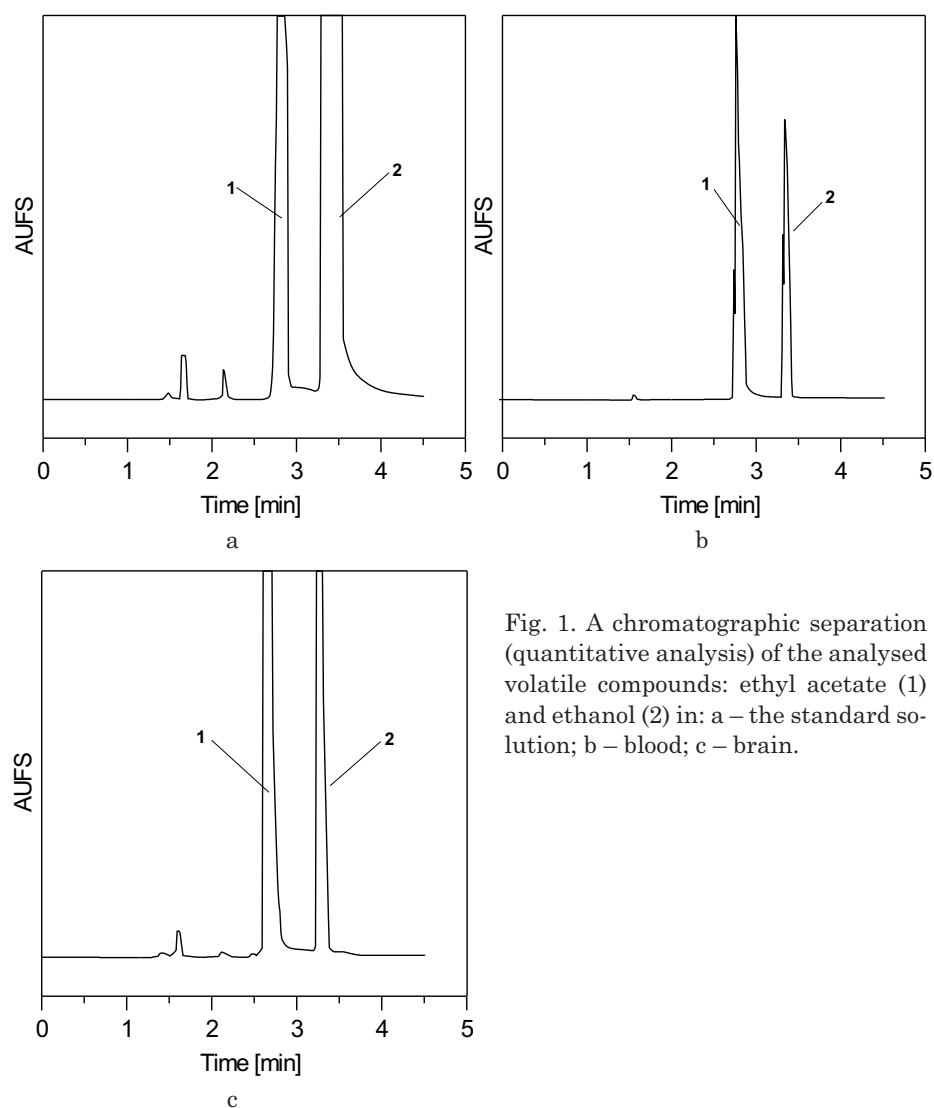


Fig. 1. A chromatographic separation (quantitative analysis) of the analysed volatile compounds: ethyl acetate (1) and ethanol (2) in: a – the standard solution; b – blood; c – brain.

Ethyl acetate belongs to a group of volatile organic solvents (boiling point 77°C). It is mainly applied as a solvent in paints, varnishes, plastic materials, and also as a half-product in the chemical and pharmaceutical industry. According to Hodge and Stern it is qualified to class IV of toxicity [5]. When stored for longer periods of time, the ethyl ester of the acetic acid undergoes

hydrolysis to a minor extent, becoming ethyl alcohol. Ethyl acetate can be introduced into a person's system through inhalation, the skin, and/or the alimentary canal. The inhaled vapours irritate the mucous membranes of the oral cavity, eyes, nose and the upper air passages, with higher concentrations causing a narcotic effect. The presence of ethyl acetate in body fluids and tissues has been detected in cases of fatalities resulting from ingestion a paint solvent, as well as those caused by the recreational abuse of organic solvents [7, 10].

In the described case, the ethyl acetate detected in the victim's system was ingested through the respiratory system. The man, working in the vapours of organic solvents, succumbed to their influence on the central nervous system. This toxic and narcotic effect could have been the cause of the occurrence of temporary obfuscation and psychomotor ataxia, thus contributing to the accident.

Establishing whether the victim of an accident at work was under the influence of alcohol is of great importance in relation to the administrative and/or criminal process. Experts in the field of forensic medicine assume in their reports that a concentration of ethanol in blood taken from a body that does not exceed 0.5 ‰, may result from the natural *post-mortem* processes of decay and fermentation [6, 9]. Thus, a presence of ethanol, established in the system of the examined at a concentration of 0.3 ‰, might be treated as alcohol of an endogenous origin. However, due to the fact that the autopsy was performed 24 hours after the death, and the analysed blood sample did not show signs of deterioration, the presence of alcohol is doubtful.

Attention was paid to the ethyl acetate present in the victim's system. This ester undergoes hydrolysis that results in the creation of ethyl alcohol and acetic acid. This reaction can take place in the human body after introduction of that compound through the upper air passages. Thus, the ethanol presence established in the blood most probably originated from the decomposition (hydrolysis) of ethyl acetate [1].

In their report, the forensic medicine experts indicated a high probability of the intoxicating effect of ethyl acetate, and the subsequent decrease of psychomotor efficiency, on the victim of the accident.

SUMMARY

Detection of ethyl acetate (a compound causing a narcotic effect) and small quantities of ethanol in the *post-mortem* material proves that the person was exposed to the influence of ethyl acetate, and was not under the influence of alcohol.

References:

1. Beyermann K., *Chemia dla studentów medycyny*, PZWL, Warszawa 1983.
2. Chłobowska Z., Oznaczanie współczynników podziału niektórych rozpuszczalników organicznych w układzie powietrze – materiał biologiczny za pomocą chromatografii gazowej, *Z zagadnień kryminalistyki* 1973, z. VIII, s. 51–57.
3. Chłobowska Z., Zastosowanie chromatografii gazowej do analizy rozcieńczalników farb i lakierów, *Z zagadnień kryminalistyki* 1971, z. VI, s. 93–102.
4. Janica J., Antoniuk Z., Rydzewska M. [i in.], Sądowo-lekarska ocena upadków z wysokości, *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii* 1994, t. XLIV, s. 100–104.
5. Klasyfikacja toksykologiczna preparatów chemicznych gospodarstwa domowego, Jaraczewska J. [red.], Ośrodek Informacji Toksykologicznej Ostkich Zatruc, Łódź 1984.
6. Kłys M., Rola analizy toksykologicznej w orzecznictwie medyczno-prawnym, *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii* 1993, t. XLIII, s. 321–324.
7. Olszowy Z., Nowicka J., Toksykomania rozpuszczalnikami organicznymi w kazuistyce toksykologicznej Katedry Medycyny Sądowej w Katowicach, *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii* 1998, t. XLVIII, s. 237–242.
8. Raszeja S., Nasiłowski W., Markiewicz J., *Medycyna sądowa*, PZWL, Warszawa 1990.
9. Trela F., Problemy interpretacyjne niskich stężeń alkoholu w materiale pobranym ze zwłok, *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii* 1995, t. XLV, s. 37–39.
10. Yoshida M., Akane A., Okii Y. [et al.], Analysis of organic compounds in a case of suicide by ignition with lacquer thinner, *Nippon Hoigaku Zasshi* 1995, vol. 49, pp. 472–477.

ODURZENIE OCTANEM ETYLU W TOKSYKOLOGICZNEJ I SĄDOWO-LEKARSKIEJ OCENIE WYPADKU W PRACY

Zofia OLSZOWY, Joanna NOWICKA, Stanisława KABIESZ-NENICZKA

WSTĘP

W Katedrze Medycyny Sądowej w Katowicach badania sądowo-lekarskie dotyczące ofiar śmiertelnych wypadków w pracy stanowią około 3% ogólnej liczby wykonywanych badań sekcyjnych. Ciężkie i śmiertelne wypadki zdarzają się najczęściej w związku z naruszeniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy lub w następstwie wypadków losowych wynikających z technologii produkcji i charakteru wykonywanych czynności. Istotne znaczenie może mieć także sprawność psychofizyczna ofiar wypadków, w tym także obecność w ich organizmie alkoholu lub innych środków odurzających [4, 8].

OPIS PRZYPADKU

W 1998 roku w Katedrze Medycyny Sądowej w Katowicach wykonano sekcję zwłok 44-letniego mężczyzny, który uległ śmiertelnemu wypadkowi w pracy. Z informacji prokuratury wynikało, że mężczyzna naprawiał uszkodzoną instalację wentylacyjną w pomieszczeniu lakierni na wysokości około 3 m.

Wstępne ustalenia wskazywały, iż przyczyną wypadku była najprawdopodobniej utrata równowagi i upadek z wysokości. W trakcie oględzin i sekcji zwłok stwierdzono otarcia naskórka w okolicy skroniowo-jarzmowej lewej i na czole po stronie lewej, podbiegnięcia krwawe powłok miękkich głowy w okolicy czołowo-skroniowej lewej, krwotok podpajęczynówkowy i do komór mózgu, ogniska stłuczeń mózgu, silne przekrwienie i obrzęk mózgu oraz podbiegnięcie wnęk płucnych. Wyniki sekcji zwłok pozwoliły ustalić, iż przyczyną zgonu mężczyzny stały się obrażenia ciała, które mogły powstać podczas upadku z wysokości na twarde podłoże.

Z uwagi na fakt, że pracownik był narażony na działanie oparów rozpuszczalników, w czasie sekcji zwłok wraz z próbą krwi do badań na zawartość etanolu, do analiz toksykologicznych zabezpieczono także krew, płuco i mózg.

MATERIAŁ I METODY

Analizę krwi, tkanki płucnej i mózgowej oraz otrzymaną do badań porównawczych próbkę czarnej, gęstej substancji o intensywnym aromatyczno-estrowym zapachu (lakier stosowany w lakierni) przeprowadzono metodą chromatografii gazowej techniką *headspace* [2, 3]. Badania prowadzono używając aparatu firmy Fisons Instruments HRGC 5300 z detektorem FID, automatycznym dozownikiem *headspace* HS-800 i integratorem DP 700. Zastosowano kolumnę kapilarną DB-WAX 30 m x 0,32 x 0,5 µm (temperatura kolumny 50°C) oraz hel jako gaz nośny (przepływ 1ml/min). Wyniki badań dodatkowo potwierdzono stosując kolumnę pakowaną

15% SE-30 na Chromosorbie WAW-DMCS 80/100 mesh (temperatura kolumny 150°C), oraz aparat Chrom 5 z detektorem FID; jako gazu nosnego użyto azotu (przepływ 30ml/min). Oceny ilościowej wykrytych związków dokonano metodą standardu wewnętrznego (1‰ roztwór alkoholu t-butyłowego).

WYNIKI I DYSKUSJA

Wykonane badania chemiczno-toksykologiczne ujawniły we krwi denata obecność 0,3‰ etanolu i 0,5‰ octanu etylu, w tkance mózgowej 0,4‰ etanolu i 1,0‰ octanu etylu, w tkance płucnej 0,4‰ etanolu i 0,8‰ octanu etylu.

W próbkę badanego lakieru stwierdzono obecność przede wszystkim octanu etylu.

Rozdział chromatograficzny substancji lotnych oznaczonych w roztworze wzorcowym oraz we krwi i tkance mózgowej przedstawia rycina 1.

Octan etylu zaliczany jest do grupy lotnych rozpuszczalników organicznych (temperatura wrzenia 77°C). Stosowany jest głównie jako rozpuszczalnik w farbach, lakierach i tworzywach sztucznych oraz jako półprodukt w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym. Wg Hodge'a i Sternera zaliczany jest do IV klasy toksyczności [5].

Ester etylowy kwasu octowego przy dłuższym przechowywaniu ulega w niewielkim stopniu hydrolizie, w wyniku której powstaje etanol. Octan etylu wchłaniany jest do organizmu przez drogi oddechowe, skórę oraz przez przewód pokarmowy. Wdychane pary drażnią śluzówkę jamy ustnej, oczu, nosa i górnych dróg oddechowych, a ich wysokie stężenia posiadają działanie narkotyczne. Obecność octanu etylu w płynach ustrojowych i tkankach wykazywano u osób, które zmarły po spożyciu rozpuszczalnika do farb, a także u osób zmarłych, które narkotyzowały się rozpuszczalnikami organicznymi [7, 10].

W opisanym przypadku ujawniony w organizmie denata octan etylu został wchłonięty przez drogi oddechowe. Pracujący w oparach rozpuszczalników organicznych mężczyzna narażony był na ich wpływ na ośrodkowy układ nerwowy. To odurzające i narkotyczne oddziaływanie mogło być przyczyną wystąpienia przejściowego zamroczenia oraz niezborności psychomotorycznej i przyczynić się do upadku z wysokości.

Ustalenie nietrzeźwości u osoby, która uległa wypadkowi w pracy, ma istotne znaczenie związane z postępowaniem karno-administracyjnym. W opiniowaniu sądowo-lekarskim przyjmuje się, że stężenie etanolu we krwi pobranej ze zwłok nie przekraczające 0,5‰ może być wynikiem pośmiertnych procesów gnilno-fermentacyjnych [6, 9]. Stwierdzony w organizmie denata etanol w stężeniu 0,3‰ można by więc potraktować jako alkohol pochodzenia endogennego. Jednak z uwagi na fakt, że sekcja wykonana była 24 godziny po zgonie, a analizowana próba krwi nie wykazywała cech gnicia, obecność alkoholu endogennego budzi wątpliwości.

Zwrócono uwagę na obecny w organizmie zmarłego octan etylu. Ester ten ulega bowiem hydrolizie, w wyniku której powstaje alkohol etylowy i kwas octowy. Taka reakcja może również zajść w organizmie człowieka po wchłonięciu tego związku przez drogi oddechowe. Stwierdzony we krwi etanol najprawdopodobniej pochodził więc z rozpadu (hydrolizy) octanu etylu [1].

W opinii sądowo-lekarskiej, w oparciu o wyniki badań toksykologicznych oraz dostępny materiał aktowy, biegli wskazali na duże prawdopodobieństwo odurzającego oddziaływania octanu etylu i jego wpływ na obniżenie sprawności psychofizy-

cznej ofiary wypadku. Wskazano także, że etanol w organizmie denata nie był pochodzenia egzogenego, a ofiara w chwili wypadku była trzeźwa.

PODSUMOWANIE

Wykrycie w materiale sekcyjnym octanu etylu (związku o działaniu narkotycznym) i niewielkich ilości etanolu świadczy o narażeniu zmarłej osoby na działanie octanu etylu i zarazem wyklucza stan nietrzeźwości ofiary.