



CASES OF POISONINGS BY VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS NOTED AT THE DEPARTMENT OF FORENSIC MEDICINE AND DEPARTMENT OF INTERNAL DISEASE, GERIATRICS AND CLINICAL TOXICOLOGY OF THE MEDICAL UNIVERSITY OF GDAŃSK DURING 2001–2006

Marek WIERGOWSKI¹, Jacek SEIN ANAND², Zbigniew JANKOWSKI¹,
Katarzyna GALER-TATAROWICZ¹, Krystyna REGUŁA¹, Beata SZPIECH¹, Marek WIŚNIEWSKI²,
Wojciech WALDMAN², Zygmunt CHODOROWSKI²

¹ *Department of Forensic Medicine, Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland*

² *Department of Internal Disease, Geriatrics and Clinical Toxicology, Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland*

Abstract

Cases of acute volatile organic compounds poisonings happen relatively rarely and mostly concern teenagers who become intoxicated by inhalation of organic compounds and glues. A rarer cause is accidental oral intake or inhalation, and (mainly oral) intake for suicidal purposes. In order to correctly interpret results of toxicological analysis carried out with the aim of determining volatile analytes in biological material – a detailed history of the patient and knowledge about accident circumstances, results of *post-mortem* examination and histopathological analysis are needed. The authors present fatal cases which occurred from 2001 to 2006, which were analysed at the Department of Forensic Medicine and cases of hospitalised persons at the Department of Internal Disease, Geriatrics and Clinical Toxicology of the Medical University of Gdańsk, in whose bodies volatile organic compounds were detected. Moreover, two cases of acute poisonings by “Nitro” diluter are analysed in detail.

Key words

Volatile organic compounds (VOC); Xylene; Toluene; Inhalation and oral poisonings.

Received 25 September 2007; accepted 27 September 2007

1. Introduction

The physicochemical definition of volatile organic compounds (VOC) is organic compounds, most often solvents, which have vapour pressure above 10 Pa at a temperature of 20°C [4] and boiling temperatures below 250°C [4]. These compounds have very different physico-chemical and toxicological features. This diversity can be illustrated by comparison of the chemico-toxicological properties of acetone and a group of

compounds, consisting of toluene, xylenes, and ethyl benzene (Table I) [3, 5].

In the fields of forensic and clinical toxicology, the issue of volatile organic compounds is mostly related to their abuse in the form of volatile substance abuse (VSA), i.e. deliberate inhalation of their vapour with the aim of obtaining pleasurable sensations, and also accidental poisoning at work, but very rarely with the aim of suicide. A report by the United Nations showed that only 2.7% of patients hospitalised in Polish Cen-

TABLE I. CHEMICO-TOXICOLOGICAL PROPERTIES OF THE MOST FREQUENTLY DETERMINED VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS [3, 13]

Property	Acetone	Toluene	Xylenes	Ethyl benzene
Structural formula				
Mass particle [g/mol]	58.1	92.1	106.2	106.2
Boiling temperature [°C]	56	111	137-140	136
Solubility	Water, ethanol, chloroform and ether soluble	Practically non-soluble in water. It can be mixed with ethanol, chloroform, ether, acetone and glacial acetic acid	Practically non-soluble in water. It can be mixed with ethanol, ether and other organic solvents	Practically non-soluble in water. It can be mixed with ethanol, ether and other organic solvents
$\log P_{\text{octanol/water}}^1$	-0.2	2.7	3.2	3.2
Biological half-life in blood [h]	5.8	7.5	20-30	20-30
Concentration in blood [g/ml]	Toxic	200-300	0.8-10	0.8-10
	Lethal	> 550	> 10	> 10

¹ $\log P_{\text{octanol/water}}$ – division coefficient of compounds between aqua and octanol phases; the larger the $\log P$ value the higher the lipophilicity of the compound (higher accumulation e.g. in lipid tissue, lipids); however, the lower its value the higher the hydrophilicity (higher accumulation in e.g. blood serum).

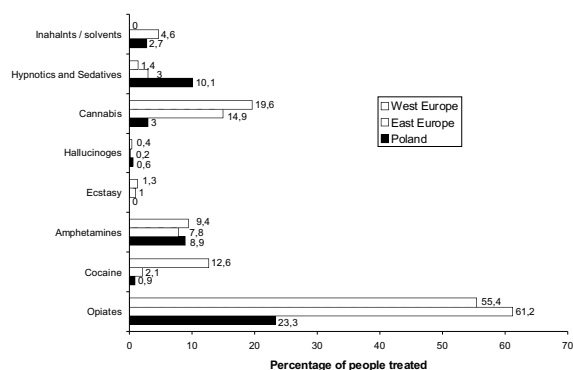


Fig. 1. Primary drugs of abuse among persons treated for drug problems in West Europe (556,150), East Europe (123,764) and Poland (12,836) [5].

tres of Addiction Therapy in 2004 year were persons addicted to organic solvents (Figure 1) [14].

Volatile organic compounds are most often used by young persons (second or third decade of life). This situation is caused, among other things, by their easy accessibility, low price, and also the easy method of taking them (i.e. inhalation). The most serious poisonings (by VOC) in forensic toxicology are ascertained in the case of accidental, occupational or intentional inhalation of toluene and xylene. Xylenes (in the form of mixture of isomers o-, m- and p-xylene), toluene

and ethyl benzene are substances that are widely used in industry and at homes in the form of solvents and glues [6, 7, 11]. Inhalation of these types of substances can cause death as a result of both respiratory insufficiency and disturbances of the cardiac rhythm.

Cases of acute poisonings by volatile organic compounds are only sporadically encountered in the practice of the Department of Forensic Medicine, Medical University of Gdańsk, Poland (henceforth DFM, MUG). This does not mean that the scale of glues and organic solvents abuse among teenagers who live in the Pomerania region is small. In this paper, a retrospective analysis of cases of death that were analysed at the Laboratory of Forensic Toxicology DFM MUG, where the presence of organic compounds in *post-mortem* material were detected (xylene, toluene, ethyl benzene) is presented. Moreover, an analysis of cases of patients hospitalised because of such poisoning at the Department of Internal Disease, Geriatrics and Clinical Toxicology of MUG (henceforth referred to as the Clinic of Toxicology MUG) in the 2001–2006 period of time is also presented.

2. Materials and methods

All chemical-toxicological analyses of collected biological materials were performed at the Laboratory of Forensic Toxicology DFM MUG. Collected biological materials in the form of blood samples taken from living persons and samples of blood, urine and fragments of brain, liver, kidney, and also in some cases, samples of pleural fluid of the pleural cavity collected during post-mortem examinations were analysed with the aim of determination of traces of organic solvents, especially toluene, xylene and ethyl-benzene by application of headspace analysis coupled with gas chromatography HS-GC-FID, using a Focus GC gas chromatograph and an HS-2000 headspace analyser produced by ThermoFinnigan. The following analytical conditions were applied: a Rtx-BAC1 capillary column produced by Restek (length 30 m inner diameter 0.32 mm film width 1.8 μ m), incubation temperature 60°C, incubation time 1 min, injector temperature 180°C, oven temperature was programmed from 40°C to 220°C; carrier gas – hydrogen; FID detector temperature 200°C. Samples for analysis were prepared by addition of 0.5 ml of biological sample and 0.5 ml deionised water to 20 ml glass headspace type vials, which were tightly closed and their content was stirred.

3. Cases description

3.1. A successfully treated case of oral dose xylene poisoning

In this paper, two cases of acute poisonings by volatile organic compounds are presented. In the first case, a woman who tried to commit suicide by drinking ca. 300–500 ml of xylene survived. The second case concerns two people who sniffed “Nitro” diluter, of whom one survived and one died.

A thirty-year-old woman (body mass – 66 kg, height – 170 cm), who had not been treated before, was hospitalised at the Clinic of Toxicology MUG because of consumption with suicidal intent of ca. 300–500 ml xylene 2.5 h earlier. The patient was conscious at the clinic, with verbal-logical contact possible, blood pressure 60/0 mmHg, rhythmic heart action – 160 beats/min – and frequency of breathing ca. 30 /min. Severe diarrhoea with solvent smell was noted and a cut wound was also observed on the left wrist. Gasometric analysis of arterial blood revealed partially compensated metabolic acidosis (pH 7.23; pCO₂ 25 mmHg; pO₂

112 mmHg; HCO₃ – 10.5 mmol/l; NZ – 15.4 mEq/l; SO₂ 97%) and hypokalaemia (K⁺ 3.2 mmol/l). Non-invasive intensive therapy was applied and liquid paraffin was used. In the space of ca. 3 hours, full normalisation of functions of the circulation system and acid-base balance was achieved (pH 7.38, pCO₂ 27 mmHg, pO₂ 240 mmHg, HCO₃ – 16.0 mmol/l, NZ – 7.4 mEq/l, SO₂ 100%). Extensive skin damage (*dermatitis*) found on the back and the back sides of both thighs, which was a result of severe diarrhoea with a large amount of xylene, was observed in the course of the poisoning. Moreover, a moderately intensive and transient dysphagia was observed. Other biochemical analyses (ASPART, ALAT, CK, amylase, lipase, urea, creatinine, bilirubin, INR, D-dimers, free-haemoglobin) did not reveal deviations from the norm. A woman was moved to the psychological department with the aim of further treatment after 6 days.

Two chromatograms of blood samples collected on 4 August 2006, 22:00 and 5 August 2006, 14:00 are presented in Figure 2. The presence of xylene, ethyl benzene and toluene was determined when the woman was admitted to hospital, at the following concentrations: 12; 2.9 and 0.18 g/ml (a case no. 9 in Table II), after one day of therapy, these values were: 1.1; 0.33 and 0 g/ml respectively.

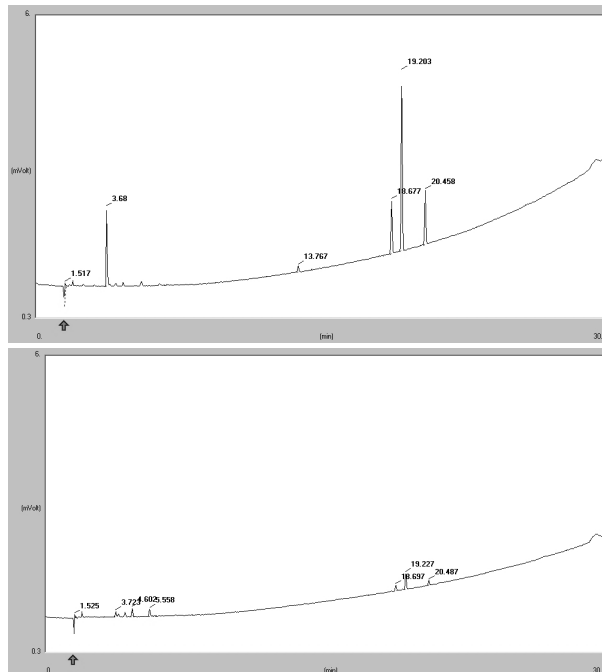


Fig. 2. Determination of VOC in blood samples taken from a poisoned person on 4 August 2006 at 10 pm (a) and on 5 August 2006 at 2 pm (b); retention times of VOC: 13.8 min for toluene, 18.7 min for ethyl benzene, 19.2 min for *p*-/*m*-xylene, 20.5 min for *o*-xylene.

TABLE II. CASES OF DETERMINATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN POST-MORTEM SAMPLES AND SAMPLES COLLECTED FROM LIVE PERSONS THAT WERE ANALYSED AT DFM MUG, GDAŃSK FROM JANUARY 1996 TILL JUNE 2007

Year	No.	Sex ¹	Circumstances	Concentration [$\mu\text{g/ml}$ or $\mu\text{g/g}$]																					
				Xylene ²					Toluene					Ethylbenzene											
				Blood	Urine	Brain	Kidney	Liver	Blood	Urine	Brain	Kidney	Liver	Blood	Urine	Brain	Kidney	Liver							
1997	1	M	Lack of data	N.d. ³	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	1.5	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.					
2001	2	M	Suicide by injection of insecticide Decis 2.5 EC	N.d.	N.d.	0.24	Traces	0.12	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.				
2004	3	M	Lack of data, moreover 250 μg acetone/ml blood was detected	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	0.9	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.			
4	W		Death of drug addicted woman	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	0.003	Traces	0.001	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.		
5	W		Poisoning by insecticide Decis 2.5 EC	0.001	N.d.	0.001	N.d.	N.d.	0.003	N.d.	N.d.	N.d.	0.004	Traces	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	Traces	N.d.	N.d.	N.d.	
6	M		Lack of data, moreover 0.12 μg toluene/ml pleural fluid was detected	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	0.14	N.d.	0.36	N.d.	0.44	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
2006	7	W	Female "sniffer" strangled by partner, moreover ethanol: 1.8‰ in blood and 2.7‰ in urine was detected	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	Traces	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
8	W		Asphyxiation and intoxication by "Nitro" diluter, moreover 3.1 μg toluene, 0.9 μg ethyl benzene and 2.9 μg xylene at 1 ml of lung infiltration was detected	3.2	N.d.	1.0	2.3	2.2	6.2	N.d.	1.2	3.1	2.6	1.1	N.d.	0.3	0.7	0.6							
9 ⁴	W		Poisoning by xylene by oral dose	12	N.a. ⁵	N.a.	N.a.	N.a.	0.18	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	2.9	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.
Till 06. 2007	10	W	Overcooling of "sniffer"	Traces	N.d.	Traces	N.d.	N.d.	Traces	N.d.	Traces	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.

¹ M – man, W – woman; ² Xylene concentration is the sum of o-, m- and p-xylene concentrations; ³ Not detected; ⁴ The only case where material was collected from a live person;

⁵ N.a. – not analysed.

3.2. A fatal case of a Nitro diluter “sniffer”

Two teenagers (14 and 17 years old), after buying a “Nitro” diluter, went to a deserted former *PGR* site (a state-owned collective farm) on December 2006 at ca. 10:00 a.m. They intoxicated themselves by pouring diluter into plastic bags and then putting their heads into them. One teenager additionally sealed the plastic bag by tying it at the back of his head. They both lost consciousness according to a report. The 17 year old boy, after regaining consciousness, observed that his colleague was lying on his left side, with the plastic bag sticking close to his face. He immediately tore off the bag from his face and tried to reanimate the colleague by performing artificial respiration and a heart massage. Nevertheless, these operations did not yield a positive result.

A large concentration of volatile organic compounds (toluene, xylenes, ethyl-benzene) were determined by HS-GC-FID in the deceased teenager: these are presented in Table II (case no. 8). During the *post-mortem* examination, performed outside the DFM MUG, the following were ascertained: features of sudden death, swelling and intense emphysema of the lungs, extravasation below lung pleura and epicardium, congestion, swelling and intensive blueness of the brain and features of sudden death; a lack of injuries on the body integument, internal organs and bones. During a histopathological examination, the following were ascertained: congestion, swelling, focal excessive emphysema and focal non-reactive intravascular haemorrhage, early haemorrhage of the inner liver, kidney and spleen and severe congestion and oedema of the brain. No microscopic changes in internal organs were noted. Ethyl alcohol was also not detected. The mother of the older teenager testified that she had smelled a strong smell of “butapren” glue on her son some weeks before the accident; however, she had not attached particular importance to it. One of the characteristic symptoms of persons addicted to sniffing volatile organic compounds is a strong smell of organic compounds on their clothes and in expired air.

4. Results and discussion

Toxicological characteristics and brief medico-legal notes describing the cases of death involving volatile organic compounds analysed at the Laboratory of Forensic Toxicology DFM MUG are presented in Table II. Cases relating to 10 persons, of whom 9 died at the site of the poisoning and one survived after hospitalization and treatment at the Clinic of Toxicology

MUG are presented in this table. It should be pointed out that the retrospective analysis of medicolegal cases analysed in DFM MUG related to a longer period of time (from January 1996 to June 2007) than mentioned in the title of this paper. Combined results of research by the Laboratory of Forensic Toxicology DFM MUG and the Clinic of Toxicology MUG presented in this paper relate to a shorter period, i.e. from 2001 to 2006.

Available archival cases of acute poisonings by volatile organic compounds treated at the Clinic of Toxicology MUG between 2001–2006 with specification of accidental and suicide cases, are presented in Table III.

TABLE III. NUMBER OF HOSPITALISATIONS OF PERSONS POISONED BY SOLVENTS AT THE CLINIC OF TOXICOLOGY MUG IN 2001–2006.

Year	Number of hospitalised poisoned persons		
	Accidental	Suicides	Total
2001	2	–	2
2002	5	4	9
2003	–	–	–
2004	8	6	14
2005	18	2	20
2006	9	3	12

It can be concluded from Table II that over a period of 12 years (January 1996 – June 2007), at the Laboratory of Forensic Toxicology DFM MUG, volatile organic compounds were detected in *post-mortem* materials collected from 10 persons. Amongst them, 9 cases concerned deaths at the site of the incident and one case concerned a woman who tried to commit suicide by drinking solvent, but was saved as a result of treatment at the Clinic of Toxicology MUG. It can also be concluded from this table that in the years 1996, 1998–2000, 2002–2003 and 2005 no cases of the presence of and/or poisoning by volatile organic compounds were noted in the Laboratory of Forensic Toxicology. 57 persons who were diagnosed with acute poisoning by these solvents in a period of 6 years (2001–2006) were successfully treated at the Clinic of Toxicology of MUG.

By comparison, at the Department of Forensic Medicine, Katowice during 14 years (1984–1997) intoxication by volatile organic compounds was noted in 10 young men, of whom 7 died because of acute poi-

soning by these compounds. Moreover, the presence of volatile organic compounds was determined in 2 cases of persons who committed suicide (hanging, high altitude jump) and in one person who was driving a mechanical vehicle [10].

The relatively low number of fatal acute poisonings by volatile organic compounds may have various causes. The number of patients treated at the Clinic of Toxicology of MUG due to acute poisoning by these solvents presented in Table III, in comparison to the small number of analysed fatal poisonings at the Laboratory of Forensic Toxicology DFM MUG during the analysed period of time may be related to the chemical and toxicological properties of compounds which make up these solvents. Their toxicity is relatively low and it is necessary to take a large dose to die. Their strong smell and irritating influence on mucous membranes is also significant.

The rarity of a diagnosis of acute poisoning by volatile organic compounds as a cause of death, especially amongst teenagers, could be caused by an insufficiently thorough search for the causes by the forensic investigator and lack of information at his/her disposal. This may result in "taking the easy path" of determining another cause and mechanism of death on the basis of doubtful and uncertain morphological features. This applies, for example, to suffocation because of vomit into the respiratory tract or serious circulatory insufficiency including sudden cardiac death, which are treated as the causes of death without recommending to the prosecutor's office that chemical-toxicological analysis should be performed. Confirmation of these deliberations may be found in the documentation of the Department of Toxicological Medicine, Medical Academy, Katowice, which concerns 2 fatal cases (hanging and falling from a high altitude) in which the presence of volatile organic compounds were determined in *post-mortem* samples during performed chemical-toxicological analyses.

Reports on xylene poisonings show that the adult lethal dose varies in the range from 50 to 500 mg/kg [2, 6]. Most cases of acute and long-term xylene and/or toluene poisonings concern inhalatory exposure [7, 8, 9, 11]. Symptoms of acute poisoning are mostly related to xenobiotic activity on the central nervous system, which is caused by its relatively easy penetration through the blood-brain barrier and also because of accumulation in the brain which is a result of these compounds' lipophilic character and the large concentration of lipids in the brain.

The most frequently observed clinical symptoms are: an balance disturbances, difficulties in concentration, memory disturbances, euphoria, sleepiness, con-

vulsions and coma [7, 11]. Xylene irritates the skin and mucous membranes of the digestive tract, respiratory tract and conjunctiva. During acute poisoning, non-cardiologic pulmonary oedema may occur, which could even lead to death of the poisoned patient [8, 9].

The mechanism of death of persons who have been acutely poisoned by volatile organic compounds can vary. Death may be caused, as was mentioned, by toxicological brain damage, as a result of, among other things, respiratory centre or heart rhythm disturbances. Persons poisoned by volatile organic compounds may also die because of various secondary after-effects of poisoning: asphyxiation because of vomit aspiration to respiratory tract, disturbances of aqua-electrolyte and acid-alkaline equilibriums which accompany diarrhoea after an oral dose of these compounds or possibly – if patients survive for a certain period of time – because of pneumonia. In cases of persons who took volatile organic compounds by inhalation and by putting their head into a plastic bag with these compounds inside, a common cause of death is asphyxiation due to oxygen deficit in the organism. This is a result of locating the head in the "small space" of the bag, and respiratory openings (nose, mouth) being blocked by the bag. In such cases, death due to acute hypoxia occurs faster than due to acute intoxication, which requires a longer inhalation time to attain a fatal concentration and activity of these compounds in the blood [12].

Chemico-toxicological analysis revealed in cases presented in Table II the presence of xylene in blood samples collected from 2 deceased persons (concentrations: 0.001; 3.2 g/ml), toluene in 5 deceased persons (in concentrations of 0.003; 0.14; 0.9; 1.5; 6.2 g/ml), ethyl-benzene in 1 deceased person (1.1 g/ml). The presence of toluene, xylene and ethyl benzene was detected in analysed internal organs in individual cases in all described organs. The presence of xylene, toluene and ethyl-benzene was determined only in one case of fatal poisoning by "Nitro" solvent. 12 g/ml xylene, 0.18 g/ml toluene and 2.9 g/ml of ethyl-benzene were detected in the blood of the recovered person, who was hospitalised at the Clinic of Toxicology, MUG. Volatile organic compounds were not determined in urine in the analysed cases, which could be explained by the lipophilic character of these compounds.

Descriptions of only five fatal xylene poisonings were found in the available literature [1, 2, 8] and its concentration in blood was in the range from 3 to 122 g/ml. By comparison, xylene concentration in the blood of persons who work with xylene was from 0.05 to 0.7 g/ml [7]. The fatal concentration of toluene and xylene in blood is above 10 g/ml [3].

The clinical course of the poisoning was relatively mild and only supportive intensive care had to be applied in the mentioned case of recovery of the person acutely poisoned by xylene, in spite of high xylene (12 g/ml) and ethyl-benzene (2.9 g/ml) concentrations in blood.

In all 9 analysed cases of deceased persons, in whom the presence of xylene, toluene and ethyl-benzene was determined in blood and/or other internal organs samples, the concentrations of these compounds in blood did not provide a basis for concluding that acute poisoning by these compounds was the cause of death. An analysis of results of *post-mortem* examination and information about the conditions and circumstances of death indicates that the cause of death in 2 cases was consumption of insecticide "Decis 2.5", and in individual cases, violent strangulation by the male partner (together with toxic activity of xylene, toluene and ethyl benzene), hypothermia and ketone coma in the person suffering from diabetes. The cause of death was not ascertained in 3 cases, in spite of a multi-directional *post-mortem* examination (autopsy, histopathology examination, and chemico-toxicological analysis). The determined concentrations of volatile organic compounds most probably did not have an influence on the mechanism of death in these cases. Therefore, on the basis of the above findings, it seems that the oral lethal dose of xylene accepted in the medical literature may be too low. However, in attempting to establish a current value, serious difficulties will be encountered, due to the relatively low number of described fatal cases.

In diagnostics, especially clinical diagnostics, in the case of acute poisoning by organic solvents which contains toluene and xylene, it could be useful to analyse their metabolites in biological material, especially in blood. An example is the presence in body fluids of hippuric acid in cases of poisoning by toluene. This results from the fact that ca. 80% of inhaled toluene is oxidised to benzoic acid, after which it is bound with glycine and gives hippuric acid. However, hippuric acid cannot be considered as a marker of acute poisoning by toluene, because there are plenty of other sources of benzoic acid, which changes into hippuric acid, including metabolites of some medicines and food preserved by sodium benzoate [3].

5. Conclusion

Wide availability, low price, and also the easy way of taking volatile organic compounds means that the group most threatened by their application is young

persons in the second decade of life. Infrequent diagnosis of poisoning by these compounds as the cause of death, especially in young persons, may be due to insufficient information as well as a lack of thoroughness on the part of the forensic examiner and/or also acceptance of other causes and mechanisms of a sudden (violent) death or death for pathological reasons, without recommending to the prosecutor that chemical-toxicological analysis is necessary, which could have significant importance in explaining the circumstances of death. In cases of violent death of teenagers, especially when suicide is suspected, chemical-toxicological analysis of body fluids and internal organs should be performed not only with the aim of ascertaining the presence of popular drugs of abuse or ethyl alcohol but also with the aim of detecting volatile organic compounds. The relatively low number of fatal poisonings by organic solvents may be caused by the limited detectability of such poisonings, because of other intermediate effects: vomit aspiration to the respiratory tract, loss of consciousness, bradycardia, heart rhythm disturbances.

A correct interpretation of cases of death caused by volatile organic compounds poisoning is possible on the basis of a correctly taken history of a patient, an analysis of accident circumstances (the presence of bottles which contained solvents, plastic bags), taking note of characteristic symptoms (specific smell), and also performance of chemico-toxicological and histopathological analyses.

References

1. Abu Al Ragheb S., Salhab A. S., Amr S. S., Suicide by xylene ingestion. A case report and review of literature, *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 1986, 7, 327–329.
2. Bonnicksen R., Poisoning by volatile compounds. I. Aromatic hydrocarbons, *Journal of Forensic Science* 1966, 11, 186–204.
3. Clarke's analysis of drugs and poisons, Moffat A. C., Osselton M. D., Widdop B. [eds.], Pharmaceutical Press, 2004 [electronic version].
4. Dyrektywa Unii Europejskiej, EU Directive 1999/13/EC (Solvent Emissions Directive, Volatile Organic Compounds).
5. Dyrektywa Unii Europejskiej, EU Directive 2004/42/EC (Paint Directive).
6. Gosselin R. E., Smith R. P., Hodge H. C., Clinical toxicology of commercial products, Williams & Williams, Baltimore 1984.
7. Kramer A., Linnert M. Jr, Wrbitzky R. [et al.], Occupational chronic exposure to organic solvents XVII. Ambi-

- ent and biological monitoring of workers exposed to xylenes, *International Archives of Occupational & Environmental Health* 1999, 72, 52–55.
8. Martinez M. A., Ballesteros S., Investigation of fatalities due to acute gasoline poisoning, *Journal of Analytical Toxicology* 2005, 29, 643–651.
 9. Morley R., Eccleston D. W., Douglas C. P. [et al.], Xylene poisoning: a report on one fatal case and two cases of recovery after prolonged unconsciousness, *British Medical Journal* 1970, 5720, 442–443.
 10. Olszowy Z., Nowicka J., Toksykomania rozpuszczalnikami organicznymi w kazuistyce toksykologicznej Katedry Medycyny Sądowej w Katowicach, *Archiwum medycyny sądowej i kryminologii* 1998, 48, 237–242.
 11. Reese E., Kimbrough R. D., Acute toxicity of gasoline and some additives, *Environmental Health Perspective* 1993, 101, 115–131.
 12. Saukko P., Knight B., Knight's forensic pathology, Arnold, London 2004.
 13. Wang G., Maranelli G., Perbellini L. [et al.], Blood acetone concentration in “normal people” and in exposed workers 16 h after the end of the workshift, *International Archives of Occupational & Environmental Health* 1994, 65, 285–289.
 14. World drug report 2007, United Nations Office on Drugs and Crime 2007, www.unodc.org.

Corresponding author

Marek Wiergowski
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej
Uniwersytet Medyczny w Gdańsku
ul. Dębowa 23
PL 80-204 Gdańsk
e-mail: marwier@amg.gda.pl

ZATRUCIA LOTNYMI ROZPUSZCZALNIKAMI ORGANICZNYMI W LATACH 2001–2006 W MATERIAŁACH KATEDRY I ZAKŁADU MEDYCYNY SĄDOWEJ ORAZ KATEDRY I KLINIKI CHORÓB WEWNĘTRZNYCH GERIATRII I TOKSYKOLOGII KLINICZNEJ AKADEMII MEDYCZNEJ W GDAŃSKU

1. Wstęp

Według definicji fizykochemicznej termin „lotne związki organiczne” (ang. VOC – volatile organic compounds) dotyczy organicznych związków chemicznych, najczęściej rozpuszczalników, o prężności par ponad 10 Pa w temperaturze 20°C [4] oraz temperaturze wrzenia poniżej 250°C [4]. Wśród nich znajduje się wiele substancji o bardzo różnych właściwościach fizykochemicznych i toksykologicznych. Przykładem takiego zróżnicowania jest porównanie właściwości chemiczno-toksykologicznych acetonu w stosunku do grupy związków chemicznych, w skład których wchodzi toluen, ksyleny i etylobenzen (tabela I) [3, 5].

W toksykologii sądowej i klinicznej problematyka lotnych substancji organicznych dotyczy przede wszystkim nadużywania ich w charakterze wziewnych środków odurzających (ang. VSA – volatile substance abuse), czyli rozmyślnego wdychania ich par w celu wywołania przyjemnych doznań psychicznych, a także zatruc przypadkowych w pracy, rzadko samobójczych. Z raportu Organizacji Narodów Zjednoczonych wynika, że w roku 2004 wśród pacjentów leczonych w polskich ośrodkach terapii uzależnień zaledwie 2,7% przypadków stanowiły osoby uzależnione od rozpuszczalników organicznych (rycina 1) [14].

Lotne rozpuszczalniki organiczne są najczęściej używane przez osoby młode (druga lub trzecia dekada życia). Jest to spowodowane m.in. ich łatwą dostępnością, niską ceną, a także prostym sposobem stosowania (wdychanie). Do najczęstszych ostrych zatruc stwierdzanych w toksykologii sądowej dochodzi w wyniku przypadkowego, zawodowego lub zamierzonego narażenia na inhalacje toluenu i ksylenów. Ksyleny (w postaci mieszaniny izomerów o-, m- i p-ksylenu), toluen oraz etylobenzen, są składnikami szeroko stosowanych w przemyśle i gospodarstwie domowym rozpuszczalników oraz klejów [6, 7, 11]. Inhalacja tego typu substancji może doprowadzić do zgonu chorego zarówno w wyniku ostrej niewydolności oddechowej, jak i zaburzeń rytmu serca.

W praktyce opiniodawczej Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Akademii Medycznej w Gdańsku (dalej KiZMS AMG) przypadki zatruc lotnymi substancjami organicznymi wykrywane są sporadycznie. Nie oznacza to jednak, że skala zjawiska nadużywania klejów i rozpuszczalników wśród pomorskich nastolatków jest nie-

wielka. W niniejszej pracy postanowiono dokonać retrospektywnej analizy przypadków zgonów badanych w Pracowni Toksykologii Sądowej KiZMS AMG, w których w materiale sekcyjnym wykryto obecność lotnych rozpuszczalników organicznych (ksylenu, toluenu, etylobenzenu) oraz takiej samej analizy przypadków osób leczonych z powodu takiego właśnie zatrucia w Katedrze i Klinice Chorób Wewnętrznych Geriatrii i Toksykologii Klinicznej AMG (dalej w Klinice Toksykologii AMG) w latach 2001–2006.

2. Materiał i metoda

We wszystkich przypadkach badania chemiczno-toksykologiczne zabezpieczonego materiału biologicznego wykonano w Pracowni Toksykologii Sądowej KiZMS AMG. Zabezpieczony materiał biologiczny w postaci prób krwi pobranych od osób żywych oraz prób krwi, moczu i fragmentów mózgu, wątroby, nerki, a w części przypadków także prób ociekliny z jam opłucnej zabezpieczonych od osób zmarłych, badano na obecność składników lotnych rozpuszczalników organicznych, w tym przede wszystkim toluenu, ksylenu i etylobenzenu przy zastosowaniu techniki analizy fazy nadpowierzchniowej w połączeniu z chromatografią gazową HS-GC-FID, używając chromatografu gazowego Focus GC i analizatora fazy nadpowierzchniowej HS-2000 firmy ThermoFinnigan. Zestaw pracował w następujących warunkach: kolumna kapilarna Rtx-BAC1 firmy Restek (długość 30 m średnica wewnętrzna 0,32 mm grubość filmu 1,8 μm), temperatura inkubacji 60°C, czas inkubacji 1 min, temperatura dozownika 180°C, temperatura pieca programowana od 40°C do 220°C; gaz nośny – wodór; temperatura detektora FID 200°C. Próbkę do analizy przygotowano przez dodanie 0,5 ml próbki materiału biologicznego oraz 0,5 ml wody dejonizowanej do 20 ml szklanych naczynek typu *headspace*, szczelnym zamknięciu naczyń i wymieszaniu zawartości.

3. Opis przypadków

3.1. Wyleczony przypadek zatrucia ksylenem drogą doustną

W niniejszej pracy przedstawiono dwa przypadki ostrych zatruc lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi: jeden dotyczący uratowanej kobiety, która, usiłując popełnić samobójstwo, przyjęła doustnie ok. 300–500 ml ksyleny; drugi wziewnego zatrucia dwóch osób oparami rozpuszczalnika Nitro, z których jedna zmarła, a druga przeżyła.

Trzydziestotrzyletnia chora (masa ciała – 66 kg, wzrost – 170 cm), wcześniej nieleczonej, została przyjęta do Kliniki Toksykologii AMG z powodu samobójczego spożycia, przed 2,5 h, ok. 300–500 ml ksyleny. W klinice pacjentka była przytomna, z możliwym do nawiązania kontaktem słowno-logicznym, ciśnieniem tętniczym krwi 60/0 mmHg, miarową akcją serca 160 uderzeń/min oraz częstością oddechów ok. 30/min. U chorej zaobserwowano obfitą biegunkę o silnym zapachu rozpuszczalnika oraz ranę ciętą okolicy lewego nadgarstka. W badaniu gazometrycznym krwi tętniczej stwierdzono kwasice metaboliczną częściowo skompensowaną (pH 7,23; pCO₂ 25 mmHg; pO₂ 112 mmHg; HCO₃⁻ 10,5 mmol/l; NZ –15,4 mEq/l; SO₂ 97%) oraz hipokaliemię (K⁺ 3,2 mmol/l). Zastosowano intensywną terapię zachowawczą oraz ciekłą parafinę. W ciągu ok. 3 h uzyskano pełną normalizację funkcji układu krążenia oraz równowagi kwasowo-zasadowej (pH 7,38, pCO₂ 27 mmHg, pO₂ 240 mmHg, HCO₃⁻ 16,0 mmol/l, NZ –7,4 mEq/l, SO₂ 100%). W przebiegu zatrucia obserwowano rozległe uszkodzenie skóry o charakterze *dermatitis*, które obejmowało okolice pleców oraz tylnej powierzchni obu ud i było wynikiem obfitej biegunki z dużą zawartością ksyleny. Dodatkowo obserwowano umiarkowanie nasiloną i przejściową dysfagię. W pozostałych badaniach biochemicznych (ASPAT, ALAT, CK, amylaza, lipaza, mocznik, kreatynina, bilirubina, INR, D-dimery, wolna hemoglobina) nie stwierdzono odchyżeń od normy. W szóstej dobie leczenia pacjentka została przekazana do oddziału psychiatrycznego celem dalszego leczenia.

Na rycinie 2 przedstawiono dwa chromatogramy próbek krwi pobranych w dniu 4 sierpnia 2006 r. o godzinie 22 oraz w dniu 5 sierpnia 2006 r. o godz. 14. Przy przyjęciu stwierdzono w organizmie pacjentki obecność ksyleny, etylobenzenu oraz toluenu w stężeniach odpowiednio 12; 2,9 i 0,18 g/ml (przypadek nr 9 w tabeli II), zaś po dobie terapii wartości te wynosiły odpowiednio 1,1; 0,33 i 0 µg/ml.

3.2. Śmiertelny przypadek „wączacza” rozpuszczalnika Nitro

W grudniu 2006 r. ok. godziny 10 dwoje młodych ludzi (14 i 17 lat) po dokonaniu zakupu rozcieńczalnika Nitro udało się do pustostanu po byłym PGR; odurzali się oni tą substancją, nalewając ją do worka foliowego i wkładając do niego głowy. Jeden z nich dodatkowo uszczelniał worek poprzez zawiązanie go z tyłu głowy. Jak wynika z wywiadu, obaj stracili przytomność. Po odzyskaniu przytomności siedemnastolatek zobaczył, że jego kolega leży na lewym boku, a do jego twarzy ściśle przylega worek foliowy; natychmiast zerwał z twarzy kolegi torebkę i usiłował prowadzić zabiegi reanimacyjne w formie sztucznego oddychania i masażu serca. Niestety zabiegi te okazały się bezskuteczne.

U zmarłego stwierdzono duże zawartości lotnych związków organicznych (toluenu, ksylenów, etylobenzenu), które wykryto i oznaczono metodą HS-GC-FID. Wartości stężeń dla tego przypadku przedstawiono w tabeli II (przypadek nr 8). W czasie sądowo-lekarskiej sekcji zwłok wykonanej poza KiZMS AMG stwierdzono: cechy śmierci nagłej, obrzęk i nadmierne upowietrzenie płuc, wybroczyny pod opłucną płuca i nasierdziem, przekrwienie, obrzęk i intensywne zasinienie mózgu oraz cechy śmierci nagłej; brak zmian urazowych w powłokach ciała, narządach wewnętrznych i w kośćcu. W badaniu histopatologicznym stwierdzono: przekrwienie, obrzęk, ogniskowe nadmierne upowietrzenie oraz ogniskowe bezodczynowe wylewy śródpecherzykowe, wczesne przekrwienie wewnętrzne wątroby, nerek i śledziony oraz znacznego stopnia przekrwienie i obrzęk mózgu. Nie stwierdzono mikroskopowych zmian w narządach wewnętrznych. Nie stwierdzono także alkoholu etylowego. Matka starszego chłopca zeznała, że wyczuwała silny zapach butaprenu od syna kilka tygodni przed zdarzeniem, jednakże nie zwróciła na to większej uwagi. Jednym z charakterystycznych objawów występujących u osób uzależnionych i nadużywających inhalantów jest zapach rozpuszczalników organicznych uwalnianych z ich odzieży, a także z powietrzem wydechowym z płuc.

4. Omówienie wyników i dyskusja

Charakterystykę toksykologiczną oraz krótką charakterystykę sądowo-lekarską opisującą przypadki zgonów, w których wykryto lotne związki organiczne, a które badano w Pracowni Toksykologii Sądowej KiZMS AMG, przedstawiono w tabeli II. Wyszczególniono w niej przypadki 10 osób, z których 9 zmarło na miejscu zatrucia, a życie jednej udało się uratować w czasie hospitalizacji i leczenia w Klinice Toksykologii AMG. Należy zaznaczyć, iż przedstawiona w tabeli II analiza retrospektywna przypadków sądowo-lekarskich badanych w KiZMS

AMG obejmowała okres dłuższy (od stycznia 1996 r. do czerwca 2007 r.) niż zasygnalizowany w tytule niniejszej pracy. Wspólne wyniki badań przedstawione w pracy, zarówno dla Pracowni Toksykologii Sądowej KiZMS AMG, jak, i dla Kliniki Toksykologii AMG, dotyczą krótszego czasu – od 2001 do 2006 roku.

W tabeli III przedstawiono dostępne archiwalne przypadki ostrych zatruc lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi leczone skutecznie w Klinice Toksykologii AMG w latach 2001–2006 z wyróżnieniem zatruc przypadkowych i samobójczych.

Z tabeli II wynika, że w szerszym przedziale czasowym obejmującym prawie 12 lat (styczeń 1996 – czerwiec 2007 r.) w Pracowni Toksykologii Sądowej KiZMS AMG wykryto obecność lotnych rozpuszczalników organicznych w materiale sekcyjnym pobranym od 10 badanych osób. Wśród nich było 9 przypadków zgonów na miejscu zdarzenia oraz 1 przypadek kobiety zatrutej samobójczo drogą doustną, której życie udało się uratować w wyniku leczenia w Klinice Toksykologii AMG. Z tabeli tej wynika również, że w latach 1996, 1998–2000, 2002–2003 i 2005 w Pracowni Toksykologii Sądowej nie stwierdzono żadnego przypadku obecności i (lub) zatrucia lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi. W okresie 6 lat (2001–2006) w Klinice Toksykologii Sądowej leczono skutecznie 57 osób, u których rozpoznano ostre zatrucie takimi rozpuszczalnikami.

Dla porównania, w Katedrze Medycyny Sądowej w Katowicach w ciągu 14 lat (1984–1997 r.) rozpoznano odurzanie się lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi u 10 młodych mężczyzn, z których 7 zmarło wskutek ostrego zatrucia tymi substancjami, a ponadto obecność lotnych substancji organicznych stwierdzono u 2 osób zmarłych wskutek zamachów samobójczych (powieszenie, skok z wysokości) oraz u 1 osoby, która prowadziła pojazd mechaniczny [10].

Stosunkowo mała liczba śmiertelnych przypadków ostrego zatrucia lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi może mieć różne przyczyny. Przedstawiona w tabeli III liczba pacjentów leczonych w Klinice Toksykologii AMG z powodu ostrego zatrucia tymi rozpuszczalnikami w porównaniu z małą liczbą rozpoznanych zatruc śmiertelnych badanych w Pracowni Toksykologii Sądowej KiZMS AMG w omawianym czasie może wykazywać związek z właściwościami chemicznymi i toksycznymi substancji wchodzących w skład tych rozpuszczalników. Są one bowiem stosunkowo mało toksyczne i wymagają przyjęcia dużej dawki środka, aby spowodować śmierć. Nie bez znaczenia jest też ich silna woń oraz drażniący wpływ na błony śluzowe.

Nieczęste rozpoznawanie ostrego zatrucia lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi jako przyczyny śmierci, zwłaszcza u osób młodocianych, może być skutkiem małej wnikliwości obducenta i udzielonych mu skąpych informacji, co powoduje zbyt łatwe ustalenie innej niż za-

trucie przyczyny i mechanizmu śmierci na podstawie wątpliwych i niepewnych cech morfologicznych. Dotyczy to np. uduszenia się wskutek aspiracji wymiocin do dróg oddechowych lub ostrej niewydolności krążenia, w tym nagłej śmierci sercowej, które przyjmowane są jako przyczyny zgonu bez zasugerowania prokuraturze konieczności wykonania badania chemiczno-toksykologicznego. Potwierdzeniem powyższych rozważań może być dokumentacja Katedry Medycyny Sądowej AM w Katowicach dotycząca 2 przypadków śmiertelnych (powieszenie, upadek z wysokości), w których, dzięki badaniu chemiczno-toksykologicznemu, stwierdzono w organizmach osób zmarłych obecność lotnych rozpuszczalników organicznych.

Z doniesień na temat zatruc ksylenem wynika, że jego śmiertelna dawka dla osoby dorosłej waha się w granicach od 50 do 500 mg/kg [2, 6]. Większość przypadków ostrego i przewlekłego zatrucia ksylenem i (lub) toluenem dotyczy ekspozycji wziewnej [7, 8, 9, 11]. Objawy ostrego zatrucia wynikają głównie z działania ksenobiotyku na ośrodkowy układ nerwowy, co wynika z jego łatwej penetracji przez barierę krew-mózg, a także kumulacji w mózgu spowodowanej lipofilnością związków i dużą zawartością lipidów w mózgu.

Najczęściej obserwowanymi objawami klinicznymi są: zaburzenia równowagi, trudności w koncentracji uwagi, zaburzenia pamięci, euforia, senność, napady drgawkowe oraz śpiączka [7, 11]. Ksylen działa drażniąco na skórę oraz błony śluzowe przewodu pokarmowego, dróg oddechowych i spojówek. W przypadku ciężkiego zatrucia może dojść do niekardiogennej obrzęku płuc, a nawet do zgonu zatrutego pacjenta [8, 9].

Mechanizm śmierci osób, które uległy ostremu zatruciu lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi, może być różny. Zgon może zostać spowodowany następstwem, jak wyżej wspomniano, toksycznego uszkodzenia mózgu, w tym ośrodka oddechowego, bądź zaburzeń rytmu serca. Osoby zatrute lotnymi rozpuszczalnikami organicznymi mogą także zginąć wskutek wtórnych następstw zatrucia: uduszenia się wskutek aspiracji wymiocin do dróg oddechowych, zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej i kwasowo-zasadowej, które towarzyszą biegunce po doustnym zażyciu takich środków, ewentualnie – jeśli przeżyją przez pewien czas – z powodu zapalenia płuc. W przypadkach osób zażywających drogą wziewną lotne rozpuszczalniki organiczne przez włożenie głowy do worka ze sztucznego tworzywa zawierającego takie środki, często przyczyną zgonu jest uduszenie wskutek niedoboru tlenu w organizmie wynikającego z umieszczenia głowy „w ciasnej przestrzeni” worka oraz zatykania w czasie oddychania zewnętrznych otworów oddechowych (nos, usta) przez worek. W takich przypadkach do śmierci wskutek ostrego niedotlenienia dochodzi szybciej niż wskutek ostrego zatrucia, które wymaga dłuższego czasu inhalacji, aby osiągnąć we krwi

śmiertelne stężenie związków i działanie toksyczne na organizm [12].

W badanych przypadkach zestawionych w tabeli II analiza chemiczno-toksykologiczna wykazała obecność we krwi ksylenu u 2 zmarłych (w stężeniach: 0,001; 3,2 µg/ml), toluenu u 5 zmarłych (w stężeniach 0,003; 0,14; 0,9; 1,5; 6,2 g/ml) oraz etylobenzenu u 1 zmarłego (1,1 g/ml). W badanych narządach wewnętrznych obecność toluenu, ksylenu i etylobenzenu stwierdzono w pojedynczych przypadkach we wszystkich opisanych narządach. Tylko w jednym przypadku śmiertelnego zatrucia rozpuszczalnikiem Nitro stwierdzono obecności ksylenu, toluenu i etylobenzenu. U wyleczonej osoby, hospitalizowanej w Klinice Toksykologii AMG, której przypadek opisano w niniejszej pracy, stwierdzono we krwi 12 g/ml ksylenu, 0,18 g/ml toluenu oraz 2,9 g/ml etylobenzenu. W analizowanych przypadkach nie stwierdzono obecności lotnych rozpuszczalników organicznych w moczu, co należy tłumaczyć właściwościami lipofilowymi tych związków.

W dostępnym piśmiennictwie znaleziono opisy zaledwie pięciu śmiertelnych przypadków zatrucia ksylem [1, 2, 8], w których jego stężenie we krwi mieściło się w przedziale od 3 do 122 g/ml. Dla porównania stężenia ksylenu we krwi osób pracujących z ksylem wynosiły od 0,05 do 0,7 g/ml [7]. Śmiertelne stężenie toluenu i ksylenu we krwi wynosi powyżej 10 g/ml [3].

W wyżej opisanym przypadku wyleczonego ostrego zatrucia ksylem mimo wysokiego stężenia ksylenu we krwi (12 g/ml) oraz etylobenzenu (2,9 g/ml), przebieg kliniczny zatrucia był stosunkowo łagodny i wymagał zastosowania intensywnej terapii podtrzymującej.

We wszystkich badanych 9 przypadkach zmarłych, u których we krwi i (lub) w narządach wewnętrznych stwierdzono różną zawartość ksylenu, toluenu i etylobenzenu, stężenie tych związków we krwi nie daje podstaw do stwierdzenia ostrego zatrucia wspomnianymi substancjami jako przyczyny śmierci. Analiza wyników badania pośmiertnego oraz informacji dotyczących warunków i okoliczności śmierci wskazuje, że przyczyną zgonu było w 2 przypadkach zatrucie insektycydem Decis 2,5, a w pojedynczych przypadkach gwałtowne uduszenie wskutek zadzierzgnięcia przez konkubenta (współistniejące z toksycznym działaniem ksylenu, toluenu i etylobenzenu), hipotermia oraz śpiączka ketonowa u osoby chorującej na cukrzycę. W 3 przypadkach mimo wielokierunkowego badania pośmiertnego (sekcja zwłok, badanie histopatologiczne i chemiczno-toksykologiczne) przyczyny zgonu nie udało się ustalić. Stwierdzone w tych przypadkach stężenia lotnych rozpuszczalników organicznych najprawdopodobniej nie miały wpływu na mechanizm zgonu. W związku z powyższym wydaje się, że przyjęta w piśmiennictwie medycznym śmiertelna dozna dawka ksylenu może być zaniżona, jakkolwiek jej aktualne ustalenie natrafia na duże trudności, które

wynikają z niewielkiej liczby opisanych przypadków śmiertelnych.

W diagnostyce, zwłaszcza klinicznej, ostrego zatrucia rozpuszczalnikami organicznymi zawierającymi w swym składzie toluen i ksyleny, pomocne może być badanie ich metabolitów w materiale biologicznym, głównie we krwi. Przykładem jest obecność w płynach ustrojowych kwasu hipurowego w przypadkach zatruc toluenem. Wynika to z faktu, że około 80% przyjętego drogą wziewną toluenu jest utleniana do kwasu benzoowego, który następnie, wiązany z glicyną, daje kwas hipurowy. Kwas hipurowy nie może być jednak uznany za marker ostrego zatrucia toluenem, bowiem istnieje wiele źródeł kwasu benzoowego ulegającego przemianie w kwas hipurowy, w tym m.in. metabolity niektórych leków oraz żywność konserwowana benzoianem sodu [3].

5. Wnioski

Szeroka dostępność, niska cena, a także prosty sposób stosowania lotnych rozpuszczalników organicznych powodują, że grupą najbardziej zagrożoną ich stosowaniem pozostają osoby młode w drugiej dekadzie życia. Nieczęste rozpoznawanie zatrucia tymi związkami jako przyczyny śmierci, zwłaszcza u osób młodocianych, może wynikać z niedoinformowania i małej wnikliwości obducenta oraz przyjęcia przez niego innych przyczyn i mechanizmów śmierci gwałtownej bądź śmierci z przyczyn chorobowych, bez zasugerowania prokuraturze konieczności wykonania badania chemiczno-toksykologicznego, co ma istotne znaczenie dla wyjaśnienia okoliczności śmierci. W przypadkach śmierci gwałtownej osób młodocianych, zwłaszcza przy podejrzeniu samobójstwa, należy więc wykonać badanie chemiczno-toksykologiczne płynów ustrojowych i narządów wewnętrznych nie tylko w celu stwierdzenia obecności popularnych środków odurzających czy alkoholu etylowego, ale także w kierunku wykrycia lotnych rozpuszczalników organicznych. Niezbyt wysoka częstość śmiertelnych zatruc rozpuszczalnikami organicznymi może być spowodowana ograniczoną wykrywalnością tego typu zatruc ze względu na nieswoiste pośrednie efekty: aspirowanie wymiocin do dróg oddechowych, utrata przytomności z powodu braku tlenu, bradykardia, zaburzenia rytmu serca.

Właściwa interpretacja przyczyny zgonu spowodowanego zatruciem rozpuszczalnikami organicznymi jest możliwa na podstawie skrupulatnie przeprowadzonego wywiadu, zaznajomienia się z opisem okoliczności zdarzenia (butelki po rozpuszczalnikach, worki foliowe), zwrócenia uwagi na charakterystyczne objawy przedmiotowe (specyficzny zapach), a także wykonania badań chemiczno-toksykologicznych oraz histopatologicznych.