



ANALYSIS OF A FATAL POISONING BY ECSTASY PILLS AGAINST A BACKGROUND OF 3-YEARS' PRACTICAL EXPERIENCE OF ANALYSING METHYLDIOXY DERIVATIVES OF METHAMPHETAMINE

Dominika GIL, Wojciech LECHOWICZ

Institute of Forensic Research, Krakow, Poland

Abstract

3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA) – the synthetic derivative of phenylethylamine – is one of the oldest psychoactive compounds produced in illegal laboratories and is sometimes categorised as a designer drug. The increasing availability of ecstasy tablets together with the popular misconception that taking MDMA is relatively safe means that MDMA is often treated as a recreational drug (especially among young people going to discotheques). The number of cases involving consumption of MDMA has remained high, and, moreover, it is increasingly frequently taken simultaneously with other drugs, and so there are a greater number of cases of conflict with the law and even fatal incidents. Screening of biological material is performed by ELISA immunoenzyme sorption methods with an accepted cut off at the level of 50 ng/ml of MDMA, and high-performance liquid chromatography with diode array detection (HPLC-DAD) with values of detection limits of 100–800 ng/ml. Analyses oriented towards derivatives of methamphetamines are conducted by the method of liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS). Detection limits for the LC-MS method are about 2 ng/ml depending on the mode of monitoring. The paper concerns a case of a deadly poisoning of a 22-year old man who, according to the testimonies of witnesses, took about 100 ecstasy pills. Analysis showed the presence of MDMA at a concentration of 12580 ng/ml and its metabolite 3,4-methylenedioxyamphetamine (MDA) at a concentration of 211 ng/ml in the blood of the man. In the investigated blood, the presence of amphetamine at a concentration of 783 ng/ml and Δ^9 -tetrahydrocannabinol (9THC) at a concentration of 1.4 ng/ml was ascertained. The described case is an example of the increasingly prevalent phenomenon of multiple toxicomania.

Key words

Ecstasy; Overdose; Blood.

Received 4 July 2008; accepted 22 August 2008

1. Introduction

3,4-methylenedioxymethamphetamine, described most often as MDMA or XTC, is the synthetic derivative of phenylethylamine produced in 1912 by the German firm E. Merck [1]. It is sometimes considered to be a designer drug, being one of the oldest psychoactive substances produced in illegal laboratories, most often in the form of tablets of different shapes and

colours, usually with a logo. These tablets are known as ecstasy. MDMA is taken recreationally in a dose of about 2.5 mg/kg of body mass, most often in the form of the whole or crumbled tablets per os or inhaled through the nose [11]. The maximum concentration of ecstasy in blood after oral consumption appears 1–2 hours later and the effects of its activity remain for 4–6 hours. The biological half-life of MDMA is 6 to 9 hours [2]. Average concentrations are in the range of

100–350 ng/ml, toxic concentrations in the range 350–500 ng/ml and lethal concentrations can start from (above) 400 ng/ml of blood [13]. In the human organism MDMA undergoes demethylation to 3,4-methylenedioxymphetamine (MDA), which is most often the only metabolite detected in blood or serum 4–6 hours after consumption of the drug and its concentration never exceeds 5% of the concentration of the mother compound [11]. Successive metabolites of MDMA and MDA, formed under the influence of cytochrome, undergo reactions of coupling and are eliminated with urine [14].

The increasing availability of ecstasy tablets and a general, though incorrect, belief that taking MDMA is relatively safe due to low toxicity and the lack of permanent results of its activity even when used long-term have led to a situation where MDMA is treated as “a safe recreational drug”. This is so particularly among young people going to discotheques, because MDMA is a so-called entactogen, i.e. a psychoactive compound causing a feeling of nearness, empathy and good mood. After taking MDMA, an increase in energy and physical endurance is often observed and persons under its influence become more sociable [14]. This has led to a large number of cases of taking of MDMA (more and more often simultaneously with other drugs) and so a greater number of cases of conflict with the law, and sometimes even fatal incidents. Many scientists consider that MDMA is characterised by unforeseeable effects.

Every year, over 1500 cases are directed to the Laboratory of Toxicological Analyses of the Institute of Forensic Research (IFR), amongst which about 2.5% are cases with a positive result of analysis for MDMA content.

The aim of this paper was to present a case of deadly poisoning with ecstasy tablets against the background of 3 years' practical experience of determining MDMA and other methylenedioxymphetamines at the IFR.

2. Methods

At the IFR, screening examinations of biological material are routinely performed with the use of the ELISA immunoenzyme sorption method (in accordance with Neogen Corporation's procedure) with the accepted cut-off for derivatives of methamphetamine of 50 ng/ml. The method of high-performance liquid chromatography with diode detection (HPLC-DAD) has been used for screening purposes for many years with detection limits of 100–800 ng/ml depending on

the kind of derivative. Analyses oriented towards derivatives of amphetamine and methamphetamine are performed using the method of liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS or LC-MS-MS). Standard separation is performed on 55 × 4 columns with Purospher RP-18e filler of diameter 5 µm. The limit of detection (*LOD*) for the LC-MS method is about 2 ng/ml, whilst the limit of quantification (*LOQ*) is about 5 ng/ml [10].

Internal standards were added to the examined blood samples: amphetamine-d5 and MDMA-d5 in quantities leading to a concentration of 100 ng/ml. Then the examined blood (200 µl) was alkalisied with the same volume of carbonate buffer of pH 13 and then it was extracted with n-butyl chloride (1 ml). The whole mixture was shaken for 30 s and then centrifuged at 8000 rev/min. Next, to 0.6 ml of organic phase, 0.1 ml of 0.025M HCl was added and the mixture was evaporated in a stream of nitrogen. For the analysis with the HPLC method, an Elite LaChrom Hitachi liquid chromatograph with a diode array detector was used. Separation of components was performed on a Chromolith Performance RP-18e monolithic column by Merck in a furnace temperature of 40°C. Measurement of absorbance took place in the range 200–400 nm with the step of the wavelength change of 1 nm. The intensity of the flow of the mobile phase was 1 ml/min. The mobile phase was a mixture of aqueous solution of triethylamine phosphate (A) and acetonitrile (B) in the composition gradient: 0 min – 99% (A), 5 min – 99% (A), 10 min – 87.5% (A), 20 min – 66.7% (A), 32 min – 0% (A), 35 min – 99% (A), 40 min – 99% (A).

For analysis with the LC-MS method, a Waters 2695 Alliance liquid chromatograph coupled with a Quattro Micro mass spectrometer by Micromass was used. Separation was performed on a Purospher Star (55 × 4 mm) column heated to a temperature of 35°C. The mobile phase was a mixture of water with addition of formic acid in the quantity 1 ml/l of phase (A) and acetonitrile (B) in the composition gradient: 0 min – 90% (A), 3 min – 70% (A), 4 min – 90% (A), 6 min – 90% (A). The intensity of the flow of the moving phase was 0.8 ml/min.

3. Results and discussion

The increasing popularity of ecstasy pills not only in the world but also in Poland and the fact that they are considered recreational drugs has led in recent years to an increase in the number of cases of con-

sumption of MDMA, increasingly frequently with other narcotics (Figure 1).

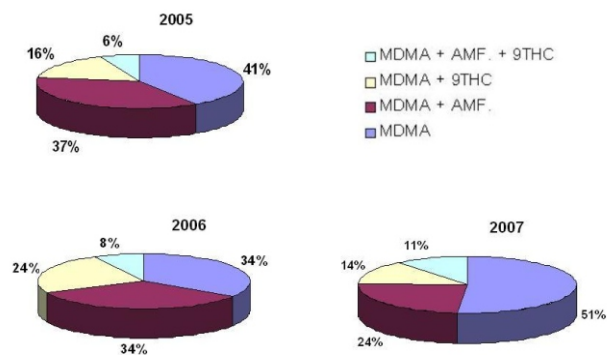


Fig. 1. Drug profile encountered in positive cases for MDMA.

From data collected in the IFR, it transpires that in 2.5% of all cases submitted to the Laboratory of Toxicological Analyses, the presence of MDMA is being detected and confirmed in samples. Among these cases in 2005, there were only 6% in which besides MDMA, two other xenobiotics were detected, whereas in 2007 they made up 11% of these cases. Study of the combinations of MDMA and other narcotics in the blood has enabled us to establish that multiple toxicomania occurs as frequently as consumption of ecstasy tablets alone. A tendency to take MDMA together with amphetamine and cannabis products can be observed most frequently. However, in about half of the cases in the last three years MDMA alone has been detected (Figure 1). Several cases of MDA detection were observed in the middle of the year 2008 – probably a temporary phenomenon – which could be compared to similar incidents relating to PMA or ephedrone [8].

The ranges of the detected concentrations of 3,4-methylenedioxyamphetamine in biological material (blood) are presented in Figure 2. The observed distribution of concentrations of MDMA is re-

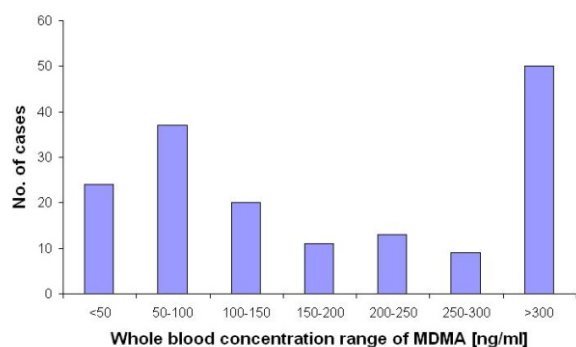


Fig. 2. Number of MDMA positive cases related to concentration ranges in IFR during the last five years (2003–2007).

lated to the consumed dose and time that has passed from consumption of the substance to the moment of collection of the blood sample for examination.

In cases that are directed to the IFR, the most frequent values of the determined concentrations of MDMA lie within the range of 50–150 ng/ml; however, cases are observed where the concentration of MDMA in blood significantly exceeds 300 ng/ml.

An overdose of MDMA is associated with disturbances of functions mainly of the digestive system (dysorexia), the circulatory system (hypertension) or the thrombotic system. Paralysis of the respiratory centre may also occur, which results in loss of consciousness, damage to the parenchymal organs and death [7].

Recently, a case of lethal poisoning of a 22-year-old man with ecstasy tablets was recorded, who, according to witnesses' accounts, took about 100 ecstasy tablets in the afternoon. Several hours later the man was observed to have difficulties with respiration and was perspiring intensively. However, the man did not agree to medical help. After a further three hours – already unconscious – he was taken to hospital, where in spite of undertaken medical treatment, he died. Analysis of his blood showed the presence of MDMA at a concentration of 12,580 ng/ml and its metabolite 3,4-methylenedioxyamphetamine (MDA) at a concentration of 211 ng/ml (Figure 3). In the investigated blood, the presence of Δ^9 -tetrahydrocannabinol (9THC) at a concentration of 1.4 ng/ml and amphetamine at a concentration of 783 ng/ml were also demonstrated. Similar symptoms (loss of consciousness, damage to internal organs resulting in death) were ascertained in the case of a 17 year girl after overdosing on ecstasy tablets. MDMA at a concentration of 4500 ng/ml was determined in her blood [3]. Witnesses to this event stated that the girl had taken two tablets; however, the obtained results suggested – in

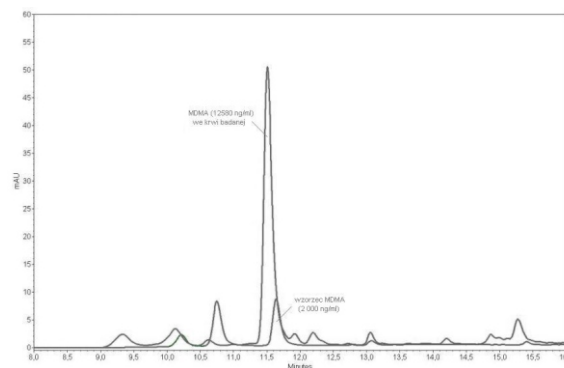


Fig. 3. Chromatograms of a blood sample spiked with MDMA standard (2 g/ml) and blood obtained from the deceased.

the authors' opinion – that the dose must have been significantly higher.

Apart from MDMA, additional active compounds such as methamphetamine, MDA, 3,4-methylenedioxyethylamphetamine (MDEA), ketamine, ephedrine and other substances can be present in ecstasy tablets [9, 12]. The MDA and amphetamine determined in the blood of the man could have been added components of tablets taken by him, though in the case of MDA it is more probable that it originated from the metabolism of MDMA, as described by Logan and Couper [11]. For the MDA concentration does not exceed 5% of the MDMA concentration. The presence of amphetamine in ecstasy tablets has been observed only extremely rarely until now.

The results of the performed research suggest that the man could have taken several dozen ecstasy tablets. This was one of the reasons for such a high concentration of MDMA in his blood. The other reason could be the fact that 3,4-methylenedioxymethamphetamine can create a metabolite-enzyme complex with the cytochrome, which permits inhibition of MDMA metabolism, as described by Farré et al. [6]. Testimonies of witnesses about the taking of 100 ecstasy tablets may thus be reliable in light of the obtained results.

References

1. Adamowicz P., Chudzikiewicz E., Lechowicz W., Illicit „ecstasy” tablets in Southern Poland: a two-year review, *Problems of Forensic Sciences* 2003, 61, 100–106.
2. Baselt R. C., Disposition of toxic drug and chemicals in man, Biomedical Publications, Foster City 2004.
3. Borowiak K. S., Waloszczyk P., Michalska-Krzanowska G., [et al.], Death of teenaged girl due to MDMA (ecstasy) overdose, *Problems of Forensic Sciences* 2003, 55, 9–19.
4. Clauwaert K. M., van Bocxlaer J. F., de Leenheer A. P., Stability study of the designer drugs MDA, MDMA and MDEA in water, serum, whole blood, and urine under various storage temperatures, *Forensic Science International* 2001, 124, 36–42.
5. Dumont G. J. H., Wezenberg E., Valkenberg M. M. G. J. [et al.], Acute neuropsychological effects of MDMA and ethanol (co-)administration in healthy volunteers, *Psychopharmacologia* 2008, 197, 465–474.
6. Farré M., de la Torre R., Mathúna B. Ó. [et al.], Repeated doses administration of MDMA in humans: pharmacological effect and pharmacokinetics, *Psychopharmacology* 2004, 173, 364–375.
7. Hall A. P., Henry J. A., Acute toxic effect of “Ecstasy” (MDMA) and related compounds: overview of pathophysiology and clinical management, *British Journal of Anaesthesia* 2006, 96, 678–685.
8. Janowska E., Chudzikiewicz E., Lechowicz W., Ephedrone – new street drug obtained from proaosthmin, *Problems of Forensic Sciences* 1999, 39, 44–53.
9. King L. A., Drug content of powders and other illicit preparations in the UK, *Forensic Science International* 1997, 85, 135–147.
10. Lechowicz W., Parczewski A., Rapid LC-MS/APCI method for quantitation of “MDMA, MDA and MDEA” in whole blood, *Problems of Forensic Sciences* 2004, 60, 42–57.
11. Logan B. K., Couper F. J., 3,4-methylenedioxymethamphetamine-effects on human performance and behavior, *Forensic Science Revue* 2003, 15, 11–28.
12. Quinn C., Dunn M., Degenhardt L., The illicit tablet market in Victoria, 2004–2007, *Ecstasy and Related Drug Trends Bulletin* 2007, December 1–3.
13. Schulz M., Schmoldt A., Therapeutic and toxic blood concentrations of more than 800 drugs and other xenobiotics, *Pharmazie* 2003, 58, 447–474.
14. Valtier S., Phelix C. F., Cody J. T., Analysis of MDMA and its metabolites in urine and plasma following a neurotic dose of MDMA, *Journal of Analytical Toxicology* 2007, 31, 138–143.

Corresponding author:

Dominika Gil
Instytut Ekspertyz Sądowych
ul. Westerplatte 9
PL 31-033 Kraków
e-mail: dgil@ies.krakow.pl

ANALIZA ŚMIERTELNEGO ZATRUCIA TABLETKAMI *ECSTASY* NA TLE 3-LETNIEJ PRAKTYKI OZNACZANIA METYLENODIOKSYPOCHODNYCH METAMFETAMINY

1. Wstęp

3,4-metylenodioksymetamfetamina określana najczęściej jako MDMA lub XTC jest syntetyczną pochodną fenyletyloaminy wyprodukowaną w 1912 r. przez niemiecką firmę E. Merck [1]. Zaliczana bywa do tzw. *designer drugs* jako jedna z najstarszych substancji psychoaktywnych produkowanych w nielegalnych laboratoriach najczęściej w postaci tabletek o różnych kształtach, barwie, zazwyczaj opatrzonych logo. Tabletki te określane są mianem *ecstasy*. MDMA jest przyjmowana rekreacyjnie w dawce około 2,5 mg/kg masy ciała najczęściej w postaci całych lub pokruszonych tabletek *per os* albo wciąganych do nosa [11]. Maksymalne stężenie we krwi po przyjęciu doustnym pojawia się po 1–2 godzin od zażycia, a efekty działania utrzymują się przez 4–6 godzin. Biologiczny okres półtrwania MDMA wynosi od 6 do 9 godzin [2]. Stężenia przeciętne mieszczą się w zakresie 100–350 ng/ml, toksyczne 350–500 ng/ml, a śmiertelne mogą być już stężenia powyżej 400 ng/ml krwi [13]. W organizmie ludzkim MDMA ulega demetylacji do 3,4-metylenodioksyamfetaminy (MDA), która jest najczęściej jedynym metabolitem wykrywanym we krwi lub surowicy przeważnie 4–6 godzin po przyjęciu środka, a jej stężenie nigdy nie przekracza 5% stężenia substancji macierzystej [11]. Kolejne metabolity: MDMA i MDA powstające pod wpływem działania cytochromu, ulegają reakcjom sprzęgania i są wydalane wraz z moczem [14].

Wzrastająca dostępność tabletek *ecstasy* i powszechne, choć błędne przekonanie, że przyjmowanie MDMA jest relatywnie bezpieczne z uwagi na niewielką toksyczność oraz brak trwałych skutków działania nawet przy długotrwałym przyjmowaniu powodują, że MDMA traktowana jest jako „bezpieczny narkotyk rekreacyjny”. Dzieje się tak w szczególności wśród młodzieży bawiącej się na dyskotekach, bowiem MDMA należy do tzw. entaktogenów, czyli substancji psychoaktywnych wywołujących uczucie bliskości, empatii i dobrego samopoczucia. Po przyjęciu MDMA często obserwuje się efekty zwiększenia energii, wytrzymałości fizycznej, a osoby pod jej wpływem stają się bardziej towarzyskie [14]. Prowadzi to do dużej liczby przypadków przyjmowania MDMA (coraz częściej jednocześnie z innymi narkotykami), a tym samym większej liczby przypadków kolizji z prawem, czasami nawet do zejść śmiertelnych. Wielu badaczy utrzymuje, że MDMA charakteryzuje się działaniem nieprzewidywalnym.

Corocznie do Pracowni Analiz Toksykologicznych Instytutu Ekspertyz Sądowych (IES) wpływa ponad 1500 spraw, spośród których około 2,5% stanowią przypadki z pozytywnym wynikiem analizy na zawartość MDMA.

Celem pracy było przedstawienie przypadku śmiertelnego zatrucia tabletkami *ecstasy* na tle 3-letniej praktyki oznaczania MDMA i innych metylenodioksyamfetamin w IES.

2. Metody

W IES badania przesiewowe materiału biologicznego prowadzone są rutynowo przy użyciu immunoenzymosorpcyjnej metody ELISA (zgodnie z procedurą firmy Neogen) z przyjętym progiem (*cut off*) dla pochodnych metamfetaminy wynoszącym 50 ng/ml. W celach przesiewowych stosowana jest także od lat metoda wysoko-sprawnej chromatografii cieczowej z detekcją diodową (HPLC-DAD) o wartościach granic wykrywalności 100–800 ng/ml w zależności od rodzaju pochodnej. Analizy ukierunkowane dla pochodnych amfetaminy i metamfetaminy prowadzone są przy użyciu metody chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS lub LC-MS-MS). Rozdział standardowo prowadzi się na kolumnach 55 4 z wypełnieniem Purospher RP-18e o średnicy 5 μm. Granica wykrywalności (*LOD*) dla metody LC-MS jest rzędu 2 ng/ml, natomiast granica oznaczalności (*LOQ*) rzędu 5 ng/ml [10].

Do badanej krwi dodawano standardy wewnętrzne: amfetaminę-d5 i MDMA-d5 w ilości prowadzącej do stężenia 100 ng/ml. Badaną krew (200 μl) alkalizowano taką samą objętością buforu węglanowego o pH 13, a następnie poddawano ekstrakcji chlorkiem n-butyłu (1 ml). Całość wytrząsano przez 30 s, po czym wirowano przy 8000 obr./min. W dalszej kolejności 0,6 ml fazy organicznej zadawano 0,1 ml 0,025M HCl i odparowywano w strumieniu azotu. Do oznaczeń metodą HPLC zastosowano chromatograf cieczowy Elite LaChrom Hitachi z detektorem diodowym. Rozdział składników prowadzono na kolumnie monolitycznej Chromolith Performance RP-18e firmy Merck przy temperaturze pieca 40°C. Pomiar absorbancji odbywał się w zakresie 200–400 nm z krokiem zmiany długości fali 1 nm. Natężenie przepływu fazy ruchomej wynosiło 1 ml/min. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina wodnego roztworu fosforany tryetyloamonowego (A) i acetonitrylu (B) w gradiencie

składu: 0 min – 99% (A), 5 min – 99% (A), 10 min – 87,5% (A), 20 min – 66,7% (A), 32 min – 0% (A), 35 min – 99% (A), 40 min – 99% (A).

Do oznaczeń metodą LC-MS zastosowano chromatograf cieczowy Waters 2695 Alliance połączony ze spektrometrem mas Quattro Micro firmy Micromass. Rozdział prowadzono na kolumnie Purospher Star (55 4 mm) ogrzanej do temperatury 35°C. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina wody z dodatkiem kwasu mrówkowego w ilości 1 ml/l fazy (A) i acetonitrylu (B) w warunkach gradientu składu: 0 min – 90% (A), 3 min – 70% (A), 4 min – 90% (A), 6 min – 90% (A). Natężenie przepływu fazy ruchomej wynosiło 0,8 ml/min.

3. Wyniki i ich dyskusja

Wzrastająca popularność tabletek *ecstasy* nie tylko na świecie, ale również w Polsce, i traktowanie ich jako używki rekreacyjnej, prowadzi w ostatnich latach do wzrostu liczby przypadków przyjmowania MDMA coraz częściej jednocześnie z innymi narkotykami (rycina 1).

Z danych zgromadzonych w IES wynika, że 2,5% spośród wszystkich spraw wpływających do Pracowni Analiz Toksykologicznych to takie, w których w wyniku przeprowadzonych badań wykrywane i potwierdzone jest w próbkach MDMA. Spośród nich w 2005 roku było zaledwie 6% spraw, w których wykryto we krwi oprócz MDMA jeszcze dwa ksenobiotyki, natomiast w 2007 r. było już 11% takich spraw. Analizując kombinacje, w jakich występuje MDMA z innymi narkotykami we krwi, można stwierdzić, że politoksykomania występuje również często, jak przyjmowanie tylko tabletek *ecstasy*. Obserwuje się tendencję do przyjmowania MDMA najczęściej w połączeniu z amfetaminą i przetworami konopi. W około połowie przypadków w ostatnich trzech latach wykrywane jest nadal wyłącznie MDMA (rycina 1). Prawdopodobnie jako zjawisko przejściowe zanotowano w połowie roku 2008 pojawienie się kilku przypadków wykrycia MDA, co można porównać do podobnych zdarzeń z PMA lub efedronem [8].

Zakresy rejestrowanych stężeń 3,4-metylenodioksymetamfetaminy w materiale biologicznym (krew) przedstawia rycina 2. Taki przebieg rozkładu stężeń MDMA jest związany z wielkością przyjmowanej dawki i czasem, jaki upłynął od momentu przyjęcia środków zawierających tę substancję do momentu pobrania próbki krwi do badań.

W sprawach, które trafiają do IES, najczęściej wyznaczane stężenia MDMA mieszczą się w przedziałach 50–150 ng/ml, spotykane są jednak przypadki, w których MDMA znacznie przekracza 300 ng/ml krwi.

Przedawkowaniu MDMA towarzyszą zaburzenia funkcjonowania głównie ze strony układu pokarmowego (zaburzenia łaknienia), układu krążenia (wzrost ciśnienia

tętniczego) czy układu krzepnięcia. Może także dochodzić do porażenia ośrodka oddechowego, co w efekcie prowadzi do utraty przytomności, uszkodzenia narządów mięszowych i zgonu [7]. W ostatnim czasie zarejestrowano przypadek śmiertelnego zatrucia tabletkami *ecstasy* 22-letniego mężczyzny, który, jak wynika z relacji świadków, w godzinach popołudniowych zażył około 100 jej tabletek. Kilka godzin później u mężczyzny zaobserwowano trudności w oddychaniu i intensywne pocenie się. Mężczyzna nie wyraził jednak zgody na udzielenie sobie pomocy medycznej. Po kolejnych trzech godzinach – już nieprzytomny – został odwieziony do szpitala, gdzie mimo podjętych zabiegów medycznych, zmarł. Analiza wykazała w jego krwi obecność MDMA w stężeniu 12 580 ng/ml i jego metabolitu 3,4-metylenodioksymetamfetaminy (MDA) w stężeniu 211 ng/ml (rycina 3). W badanej krwi wykazano również obecność ⁹-tetrahydrokannabinolu (9THC) w stężeniu 1,4 ng/ml i amfetaminy w stężeniu 783 ng/ml. Podobne objawy (utrata przytomności, uszkodzenia narządów wewnętrznych skutkujące w efekcie zgonem) stwierdzono w przypadku 17-latk, u której po przedawkowaniu tabletek *ecstasy* we krwi stwierdzono MDMA w stężeniu 4500 ng/ml [3]. Świadczy o tym zdarzeniu mówili o zażyciu przez denatkę dwóch tabletek; uzyskane wyniki sugerowały jednak – według autorów – że dawka musiała być znacznie wyższa.

Obok MDMA, w tabletkach określanych mianem *ecstasy* mogą występować dodatkowe substancje czynne, jak metamfetamina, MDA, 3,4-metylenodioksyetylamfetamina (MDEA), ketamina, efedryna i inne [9, 12]. Stwierdzone we krwi mężczyzny MDA i amfetamina mogły być domieszkowanymi składnikami zażytych przez niego tabletek, chociaż w przypadku MDA jest bardziej prawdopodobne, że pochodziło ono z metabolizmu MDMA, tak jak to opisuje Logan i Couper [11]. Stężenie MDA nie przekracza bowiem 5% stężenia MDMA. Natomiast obecność amfetaminy w tabletkach *ecstasy* do tej pory stwierdzano niezwykle rzadko.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że mężczyzna mógł zażyć kilkadziesiąt tabletek *ecstasy*. Była to jedna z przyczyn tak wysokiego stężenia MDMA we krwi. Inną przyczyną mógł być fakt, że 3,4-metylenodioksymetamfetamina może tworzyć kompleks metabolitem z cytochromem, przez co dochodzi do inhibicji metabolizmu MDMA, jak to opisuje Farré i in. [6]. Zeznania świadków o przyjęciu około 100 tabletek *ecstasy* w świetle uzyskanych wyników mogą być zatem prawdziwe.