

# KETAMINE: A NEW SUBSTANCE ON THE POLISH DRUG MARKET

Piotr ADAMOWICZ, Dariusz ZUBA, Maria KAŁA

*Institute of Forensic Research, Cracow*

**ABSTRACT:** The general anaesthetic ketamine (Ketalar, Ketaject, Vetalar) is used in human and veterinary medicine for induction of anaesthesia for short surgical procedures and routine veterinary procedures. It has also been identified as a so-called “date-rape” drug used for “drugging” unsuspecting victims and then raping them while still under its influence. Its illicit use by teenagers at rave parties has also been reported. Ketamine was identified in a powder and inside a glass pipe submitted to the Institute of Forensic Research in Cracow during the last months of 2003. Since that time ketamine has not been used commonly by Polish drug addicts, but the above mentioned cases show that this substance is present on the Polish drug market.

**KEY WORDS:** Ketamine; Club drugs; GC/MS, HPLC-DAD.

*Problems of Forensic Sciences, vol. LVI, 2003, 24–37*

*Received 5 December 2003; accepted 22 December 2003*

## INTRODUCTION

Ketamine (Figure 1) was first synthesised in 1961–1963 at Parke Davis Labs in Michigan by Calvin Stevens while searching for a phencyclidine (PCP) substitute [2]. Ketamine was patented by Parke-Davis for use as an anaesthetic in humans and animals in 1966. At the end of the 1960's ketamine was used as a field anaesthetic during the Vietnam War.

Ketamine was perceived as one of the safest drugs used in surgery as a general anaesthetic because it depresses breathing less than other available anaesthetics. Later it was noticed that ketamine often induces very unusual and substantial changes in perception and emotions (psychedelic episodes).

Ketamine was also used in the treatment of alcoholism and heroin addiction. It was also administered to incurable patients with the aim of alleviating fear of death [8].

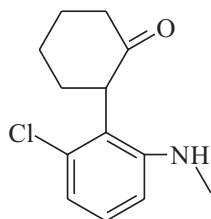


Fig. 1. Chemical structure of ketamine.

A Study on the application of ketamine to

treatment of anorexia was carried out at the University of Cambridge in recent years [9].

Currently, ketamine is not frequently used for treatment of humans, because it induces psychedelic episodes in patients, especially adults. There are an increasing number of reports about patients that have become addicted to ketamine. It is more often used in children, e.g. during dental surgery. Surgeons in small private clinics also prefer it. Ketamine is also broadly used in veterinary surgery as a general anaesthetic during minor operations.

Ketamine appeared on the illicit drug market for the first time in the 1970's. The first case of ketamine abuse was mentioned in California in 1971 [4, 6]. At the beginning of the 1980's ketamine appeared on the Australian drug market [1]. A few years later, misuse of ketamine become popular in the United States. Ketamine appeared in Great Britain in 1992, being sold as an ecstasy. Since the early nineties interest in this substance has grown among young people and an increasing number of reports have appeared about recreational use of this drug [3, 5, 12, 14].

The narcotic effects of ketamine can be compared to those of PCP and the hallucinogen action is similar to that of LSD. The psychological effects include nice dreams, vivid imaginings, hallucinations and unexpected delirium. Ketamine doesn't give so-called "bad trips", for which PCP and LSD are famous.

Ketamine's effects depend on the dose. At lower doses it causes mild intoxication, dreamy thinking, disturbances of speech, hearing and seeing, lack of co-ordination of muscles, disorientation, anxiety, erotic feelings, euphoria, mood liability, seeing the world differently and irrational behaviour. Higher doses cause great difficulty in moving, respiratory disturbances, seizures and nausea. Extreme doses produce complete dissociation from reality and loss of consciousness, entering into other realities, into infinity, out-of-body experiences and so-called near death experiences. Frequent intake of ketamine can lead to psychological and physical dependency and tolerance.

Deaths by overdose in the absence of other drugs are exceptionally rare [8]. Overdose in the case of ketamine is a very relative term, because doses used by drug-addicts are mostly lower than necessary for anaesthesia. The highest therapeutic dose is 13 mg/kg, while doses taken to induce psychedelic effects rarely exceed 2 mg/kg. Accidental deaths such as falling from a great height, death by hypothermia, car accident or drowning in a bathtub are the most common ketamine-related deaths [7].

Ketamine is a so-called club drug. Those especially at risk are people who unknowingly take ketamine, having bought a substance they believe to be MDMA or some other stupefying agent. Ecstasy users who are looking for new experiences and a cheap drug are also in danger [11].

Ketamine users can be divided into two groups. The first are “mind explorers” and the second group are those who use ketamine in dance clubs [10].

Ketamine is also one of the drugs used to facilitate sexual assault, because its use causes stupefaction and amnesia. These kinds of substances are known as “date-rape” drugs. Beside ketamine, other date-rape drugs are flunitrazepam and  $\gamma$ -hydroxybutyrate (GHB). Overall, around 20 substances are used to facilitate sexual assault. The first case of rape involving ketamine was reported in Florida in 1993 [13].

In 1970, the Food and Drug Administration (FDA) approved ketamine for human use in the United States and in 1999, ketamine became a controlled substance (Schedule III of the Controlled Substances Act). In most European countries, ketamine is controlled under medical legislation and its possession and use are not an offence; however sale and distribution without license is illegal. In accordance with the “Official List of Medications Permitted for Use in Poland”, ketamine can be used only by hospital (in-patient) medical services. Ketamine is not controlled by the Drug Addiction Counteraction Act of April 24, 1997.

## MATERIAL AND METHODS

Evidence material sent to the Institute of Forensic Research in the latter half of 2003 in connection with two different cases constituted the studied material. A plastic bag with white powder and a used glass pipe were

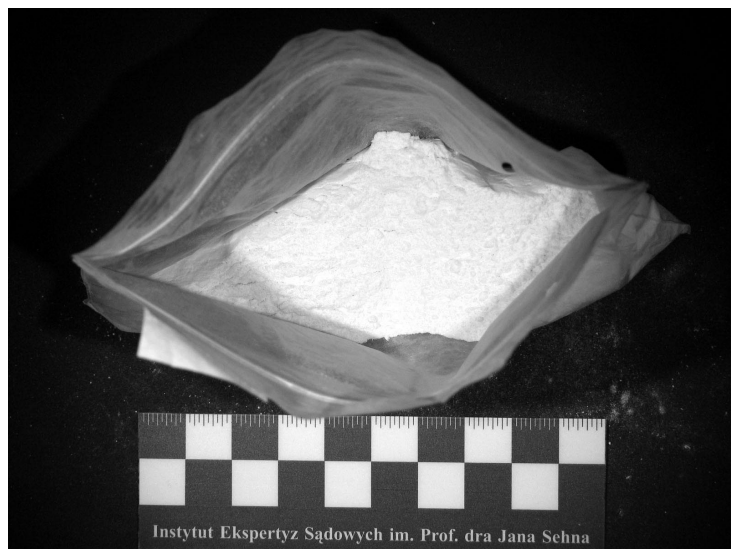


Fig. 2. A bag of ketamine powder.

amongst the secured objects in the cases of possession of intoxicating substances. A second glass pipe and plastic ziplock bags containing traces of white powder, dried plant material and tablets with the MTV logo were also sent in as evidence in these cases.

The evidence examined in this study is shown in Figures 2 and 3. A glass pipe, 8.5 cm in length, had traces of a white powder inside. The white powder, weight 27.4 g, was put into a plastic ziplock bag.

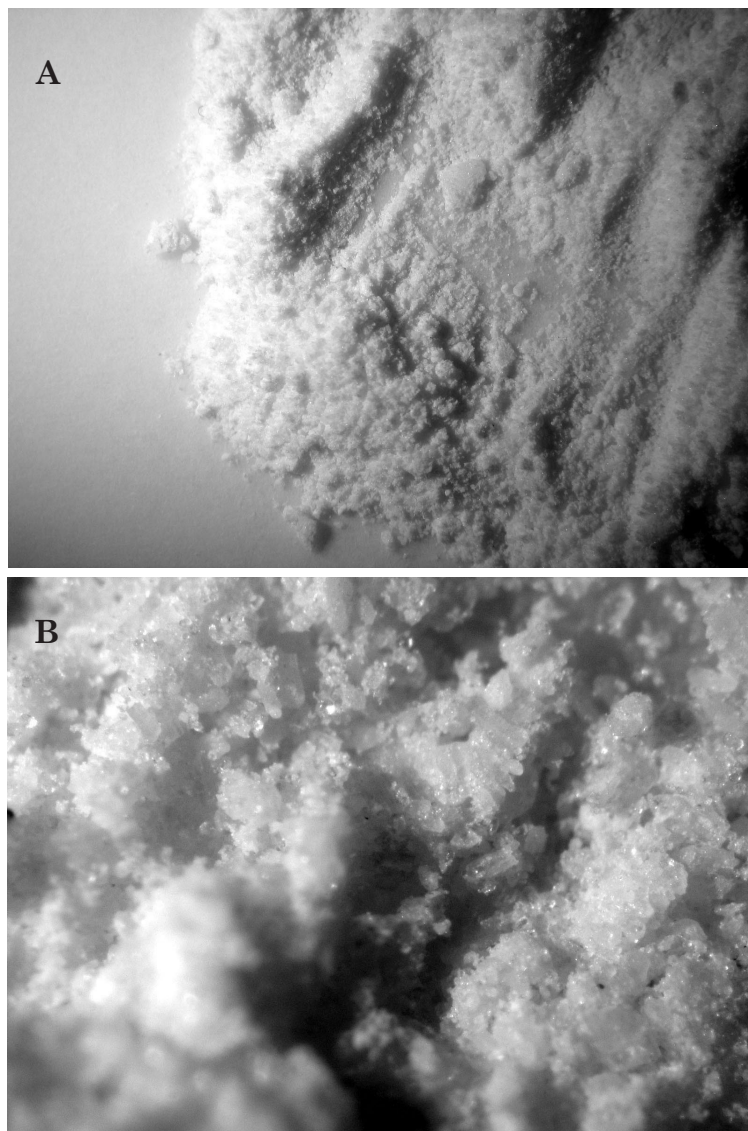


Fig. 3. Ketamine powder (A); characteristic crystals (B).

The glass pipe was rinsed with methanol. After centrifuging the extract, the upper layer in the amount of 0.1 ml was analysed. A 10 mg sample of the powder was dissolved in 0.5 ml of methanol and centrifuged.

Three 10 mg samples of the powder were weighed out for quantification. Samples were dissolved in 10 ml of a mixture of methanol and water (1:1, v/v). Then they were diluted 50 times using 0.01% phosphoric acid (aqueous) solution.

The samples were analysed by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) and high performance liquid chromatography (HPLC).

Identification of components was carried out using a Hewlett-Packard gas chromatograph (GC) Series 6890 equipped with a mass selective detector (MSD) Series 5973 and autosampler Series 6890. The electron impact (EI) ionisation mode was applied. The detector was set up in scan mode in the range of 40–600 amu. Separation was performed with the use of a HP-5MS fused silica capillary column (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm) and programmed temperature: 0 min – 75°C, 1 min – 75°C, 11 min – 275°C, 20 min – 275°C. The injector temperature was 280°C, and temperature of mass detector was 230°C. The flow rate of the carrier gas (helium) was 1 ml/min. The injection volume of the solution was 1 μl.

Identification was accomplished by comparison of the mass spectrum of the powder with mass spectra from the library and the mass spectrum of ketamine standard.

Quantification of ketamine was carried out using a LaChrom D-7000 Merck-Hitachi liquid chromatograph with L-7455 diode array detector (DAD). Separation was performed on a LiChroCART (125 × 4 mm) Merck column filled with LiChrospher RP select B and thermostated at 25°C. The mobile phase consisted of a mixture of acetonitril and 0.01% (v/v) phosphoric acid in water. The flow rate was 1 ml/min. All analyses were carried out in gradient mode: 0 min – 0% AcCN, 10 min – 50% AcCN, 11 min – 0% AcCN, 17 min – 0% AcCN. The spectrophotometric spectrum was registered in the range  $\lambda = 200\text{--}400$  nm. The injection volume of the solution was 20 ml. Identification was carried out on the basis of retention time and UV spectrum comparison with ketamine standard.

## RESULTS AND DISCUSSION

Due to a complex, multi-stage synthesis and difficulties with buying precursors, solvents and reagents, ketamine is not manufactured in clandestine laboratories. It mainly comes from legitimate pharmaceutical sources. A significant fraction of the ketamine that is found on the narcotics market origi-

nates from burglaries from veterinary clinics. It is also smuggled from countries where it is not under legal controlled.

Ketamine is most frequently available on the drug market in three forms – colourless liquid, white powder and tablets. Liquids are mostly original pharmaceuticals containing ketamine at a concentration of 1, 5 or 10%. Powder is obtained by evaporating of solutions on glass, in ovens at around 100°C or in microwaves, and then the dry residue is scraped off, e.g. by razor blade. Another method is to leave ketamine solution on a plate under a lamp for from several to a dozen or so hours. Ketamine obtained in this way is usually white, in contrast to ketamine dried in an oven, which may be light brown. Powdered ketamine on the drug market can also be green, purple or light violet in colour.

Tablets are formed from powder obtained from evaporation of ketamine solutions. Ketamine sold “on the street” can be adulterated or mixed with other drugs. Powder or tablets containing ketamine can also contain MDMA, MDA, methamphetamine, ephedrine, pseudoephedrine, cocaine, PCP, dextromethorphan, caffeine, diazepam, paracetamol or acetylsalicylic acid. Powdered ketamine is sometimes mistaken for cocaine or crystal methamphetamine, whilst ketamine tablets can be mistaken for ecstasy tablets containing MDMA. Powders containing ketamine can also contain tiletamine or other ketamine analogues.

Powder sent to the Institute was analysed by GC/MS and HPLC methods. A chromatogram of the analysed substance is shown in Figure 4. It was ascertained that the powder contains ketamine at a concentration of 8.9%. Furthermore, the powder contained other ketamine analogues and unidentified substances probably added as adulterants to increase its weight.

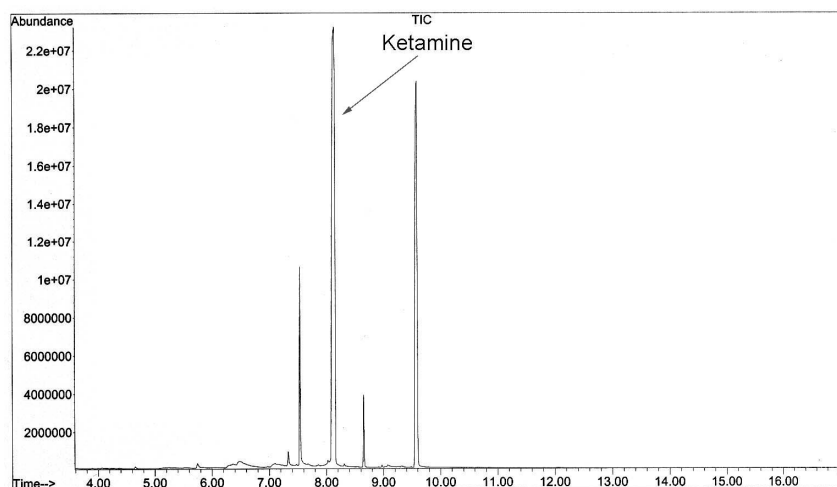


Fig. 4. Total ion current chromatogram of examined powder by GC/MS.

Ketamine analogues were not identified unequivocally, because of a lack of standard (reference) samples.

Ketamine, cocaine, amphetamine and creatine were determined in traces of powder from the glass pipe (Figure 5). The presence of these compounds attests to the use of this pipe for nasal inhalation of drugs. It can not be excluded that ketamine was an ingredient of powder containing amphetamine or cocaine. Creatine is a supplement to anabolic steroids and is often used for adulteration of drugs.

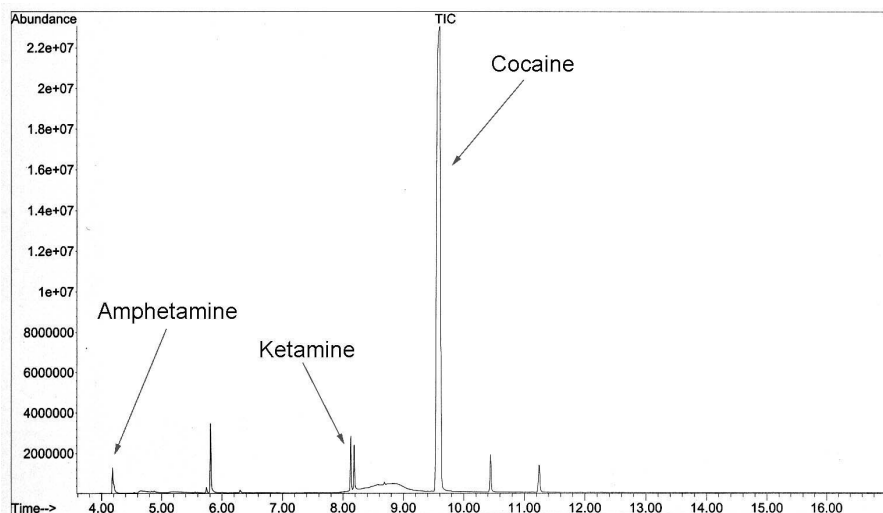


Figure 5. Total ion current chromatogram of examined residue from glass pipe by GC/MS.

Ketamine used therapeutically is generally injected intravenously or intramuscularly. It can also be taken orally, rectally or dermally. Ketamine used “recreationally” is taken in the same ways and furthermore it can be inhaled. One of the methods used (for non-medical purposes) is to snort powder into the nostrils. Ketamine can also be smoked, sometimes in combination with marijuana or tobacco. Oral doses are prepared from a powder by dissolving in water or juice or alcoholic beverages. Rectal administration is carried out using a syringe without a needle. Abuse of ketamine together with other drugs is widespread [10].

## SUMMARY

There were many reports of ketamine abuse and illegal sale of ketamine in the United States in the 90's. Many studies show increasing ketamine



abuse in Europe as well. The two first cases concerning powdered ketamine and traces of ketamine from the Polish drug market sent to the Institute of Forensic Research were noted in the latter part of 2003. The powder contained ketamine at a concentration of 8.9% and was adulterated (ketamine in this form is often sold on world drug markets). This attests to the fact that the problem of ketamine abuse may also spread out in Poland.

Ketamine is not detected by standard drug tests, but other substances present may give positive results. One must therefore be aware of the likelihood that forensic laboratories will not detect ketamine in tablets or powders that contain other compounds. That is why it is recommended to use hyphenated techniques such as GC/MS, HPLC-DAD for identification of powders from the Polish drug market.

#### References:

1. Ahmed S. N., Petchkovsky L., Abuse of ketamine, *British Journal of Psychiatry* 1980, vol. 137, pp. 303.
2. Bowdle T., Horita A., Kharash E. D., The pharmacologic basis of anesthesiology, Churchill Livingstone, New York 1994.
3. Delgarno P. J., Shewan D., Illicit use of ketamine in Scotland, *Journal of Psychoactive Drugs* 1996, vol. 28, pp. 191–199.
4. Dotson J. W., Ackerman D. L., West L. J., Ketamine abuse, *Journal of Drug Issues* 1995, vol. 25, pp. 751–757.
5. Gill P. A., Non-medical use of ketamine, *British Medical Journal* 1993, vol. 306, pp. 1340.
6. Jansen K. L. R., A review of the non-medical use of ketamine: use, users and consequences, *Journal of Psychoactive Drugs* 2000, vol. 32, pp. 419–433.
7. Jansen K. L. R., Darracot-Cankovic R., The non-medical use of ketamine, part two: A review of problem use and dependence, *Journal of Psychoactive Drugs* 2001, vol. 33, pp. 151–158.
8. Kelly K., The little book of ketamine, Ronin Publishing Inc., Berkeley 1999.
9. Mills I. H., Park G. R., Manara A. R. [et al.], Treatment of compulsive behavior in eating disorders with intermittent ketamine infusions, *Quarterly Journal of Medicine* 1998, vol. 91, pp. 493–503.
10. Nabben T., Korf D. J., Ketamine, Qualitative European Drug Research, EMCDDA Project 2000; URL: <http://qed.emcdda.eu.int/journal/papers7%20Ton%20Nabben.shtml>.
11. Report on the risk assessment of ketamine in the framework of the joint action on new synthetic drugs, European Monitoring Centre For Drugs And Drug Addiction, Lisbon, 25.09.2000; URL: <http://www.stir.ac.uk/Departments/HumanSciences/AppSocSci/DRUGS/Certificate/Module2/Task4/ketamine.pdf>.
12. Skovmand K., Swedes alarmed at ketamine misuse, *The Lancet* 1996, vol. 348, pp. 122.



13. Smith K. M., Drugs used in acquaintance rape, *Journal of American Pharmaceutical Association* 1999, vol. 39, pp. 519–525.
14. Weiner A. L., Vieira L., McKay C. A. [et al.], Ketamine abusers presenting to the emergency department: A case series, *Journal of Emergency Medicine* 2000; vol. 18, pp. 447–451.

# KETAMINA: NOWY ŚRODEK NA POLSKIM RYNKU NARKOTYKOWYM

Piotr ADAMOWICZ, Dariusz ZUBA, Maria KAŁA

## WPROWADZENIE

Ketamina (rycina 1) po raz pierwszy została zsyntetyzowana w latach 1961–1963 w laboratorium Parke-Davis w Michigan przez Calvina Stevensa w wyniku prac nad odpowiednikiem fencyklidyny (PCP) [2]. W 1966 roku Parke-Davis opatentował ketaminę jako lek do znieczulenia dla ludzi i zwierząt. Już pod koniec lat 60. XX wieku ketaminę zastosowano w warunkach polowych w chirurgii, podczas wojny w Wietnamie.

Ketamina była postrzegana jako jedna z bezpieczniejszych substancji stosowanych w chirurgii w celu wprowadzenia w stan znieczulenia ogólnego, ponieważ w mniejszym stopniu wpływała na układ oddechowy niż większość dostępnych wówczas anestetyków. Po pewnym czasie zauważono, że wywołuje ona często bardzo niezwykle i silne zmiany w percepcji i emocjach (tzw. efekt halucynogeny).

Ketaminę stosowano w leczeniu alkoholizmu i uzależnienia od heroiny. Podawano ją także nieuleczalnie chorym pacjentom w celu zniesienia uczucia strachu przed śmiercią [8]. W ostatnich latach prowadzono w Uniwersytecie w Cambridge badania nad zastosowaniem ketaminy w leczeniu anoreksji [9].

Obecnie ketamina nie jest lekiem często stosowanym w lecznictwie ludzi, ponieważ indukuje psychodeliczne epizody u pacjentów, zwłaszcza u osób dorosłych. Pojawia się coraz więcej doniesień o pacjentach, którzy popadli w uzależnienie od ketaminy. Stosowana jest częściej u dzieci, m.in. podczas operacji i zabiegów dentystrycznych. Jest także preferowana przez chirurgów prowadzących prywatne praktyki oraz niewielkie kliniki prywatne. Używana jest również szeroko w weterynarii. W lecznictwie zwierząt stosuje się ją w celu wywołania znieczulenia ogólnego przy wykonywaniu drobnych zabiegów chirurgicznych.

Na rynek narkotykowy ketamina trafiła po raz pierwszy w latach 70. XX wieku. Przypadek nadużycia ketaminy został po raz pierwszy odnotowany w 1971 roku w Kalifornii [4, 6]. Na początku lat 80. ketamina pojawiła się na rynku narkotykowym w Australii [1]. Kilka lat później nadużywanie ketaminy stało się popularne w Stanach Zjednoczonych, a w 1992 roku pojawiła się w Wielkiej Brytanii jako środek odurzający, gdzie sprzedawano ją pod nazwą „ecstasy”.

Od początku lat 90. wzrastało zainteresowanie tym związkiem w kręgach młodzieżowych i zaczęło się pojawiać coraz więcej doniesień o jego nadużywaniu w celu wprowadzenia się w stan odurzenia [3, 5, 12, 14].

Odurzające działanie ketaminy można porównać do działania PCP, a działanie halucynogenne do działania LSD. Występujące efekty psychiczne charakteryzują się przyjemnymi snami, żywymi wyobrażeniami, halucynacjami i nagłymi objawami delirium. Ketamina nie wywołuje tzw. „odlotów” (*bad trips*), z których znana jest PCP i LSD.

Działanie ketaminy zależy od wielkości dawki. W mniejszych dawkach powoduje delikatne odurzenie, marzenia sennie, zaburzenia mowy, słuchu, wzroku, brak koordynacji mięśni, dezorientację, niepokój, stymulację seksualną, euforię, zmienność nastroju, odmienne postrzeganie zmysłowe świata i nieracjonalne zachowanie. Większe dawki powodują duże trudności w poruszaniu się, zaburzenia oddechu, drgawki i nudności. Duże dawki powodują całkowite oderwanie się od rzeczywistości i utratę przytomności, przejście w inne realia, w nieskończoność, doznanie odłączenia się od ciała (*out-of-body*) i tzw. doznania bliskie śmierci. Częste stosowanie ketaminy powoduje fizyczną i psychiczną zależność oraz na jej działanie.

Niezmiernie rzadko następuje śmierć w wyniku przedawkowania ketaminy przy niestosowaniu innych środków odurzających [8]. Należy mieć bowiem na uwadze, że przedawkowanie w przypadku ketaminy jest określeniem bardzo względnym, ponieważ dawki przyjmowane przez narkomanów są przeważnie niższe od niezbędnych do wywołania anestezji. Najwyższe dawki terapeutyczne wynoszą 13 mg/kg, natomiast dawki przyjmowane w celu wywołania efektów psychodelicznych rzadko przekraczają 2 mg/kg. Do częstych przyczyn zgonu po przyjęciu ketaminy należą natomiast nieszczęśliwe wypadki, np. upadek z dużej wysokości, wychłodzenie organizmu, śmierć pod kołami samochodu lub utopienie się w wannie [7].

Ketamina zaliczana jest do tzw. narkotyków klubowych (*club drugs*). Szczególnie zagrożona jest grupa ludzi nieświadomie przyjmująca ketaminę kupioną jako MDMA lub inny środek odurzający, jak również osoby używające „ecstasy” i poszukujący nowych doświadczeń; niska cena ketaminy ułatwia im bowiem dostęp do tego narkotyku [11].

Osoby nadużywające ketaminy można podzielić na dwie grupy. Do jednej zaliczani są ludzie, którzy zażywają ten środek w celu poszerzania doznań zmysłowych, a do drugiej ci, którzy stosują ketaminę w klubach podczas zabawy [10].

Ketamina jest również jednym ze środków używanych w celu ułatwienia wykorzystania seksualnego, ponieważ jej działanie wywołuje stan odurzenia i amnezji. Substancje takie określa się w języku angielskim mianem *date-rape drugs*. Do środków tych zaliczane są, oprócz ketaminy, m.in. flunitrazepam i kwas  $\gamma$ -hydroksymasłowy (GHB). Ogółem należy do nich około 20 rodzajów środków. Pierwszy przypadek gwałtu ułatwionego podaniem ketaminy został odnotowany na Florydzie w 1993 roku [13].

Ketamina została dopuszczona do obrotu w Stanach Zjednoczonych przez Urząd Żywności i Leków (Food and Drug Administration, FDA) w 1970 roku, a w roku 1999 wprowadzono ją na listę substancji kontrolowanych (Schedule III of the Controlled Substances Act). W większości krajów Unii Europejskiej ketamina jest kontrolowana przez ustawodawstwo dotyczące leków i jej posiadanie oraz używanie nie jest przestępstwem, ale sprzedaż bez zezwolenia jest nielegalna. W Polsce, zgodnie z urzędowym wykazem środków farmaceutycznych i materiałów medycznych dopuszczonych do obrotu w Polsce, ketamina może być stosowana tylko w lecznictwie zamkniętym; nie jest jednak kontrolowana przez ustawę z dnia 24 kwietnia 1997 roku o przeciwdziałaniu narkomanii.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły dowody rzeczowe nadesłane do Instytutu Ekspertyz Sądowych w drugiej połowie 2003 roku w związku z dwiema odrębnymi sprawami. Zabezpieczone przedmioty, wśród których znajdował się woreczek z białym proszkiem oraz lufka ze śladami używania, stanowiły materiał dowodowy do spraw o posiadanie środków odurzających. W niniejszych sprawach do badań nadesłano również drugą lufkę, woreczki foliowe z zapięciem strunowym, wewnątrz których widoczne były ślady białego proszku oraz susz roślinny i tabletki z logo MTV.

Zabezpieczone dowody będące przedmiotem niniejszej pracy przedstawiono na rycinach 2–3. Szklana lufka o długości 8,5 cm pokryta była od wewnątrz śladami białego proszku. Biały proszek o masie 27,4 g umieszczony był w woreczku foliowym z zapięciem strunowym.

Lufkę płukano metanolem. Wyciąg odwirowano, a supernatant w ilości 0,1 ml pobrano do analizy. 10 mg proszku rozpuszczono w 0,5 ml metanolu, a następnie odwirowano.

Do analizy ilościowej ketaminy w proszku odważono trzy próby, po 10 mg każda, a następnie rozpuszczono w mieszaninie metanolu i wody (1:1). Otrzymane roztwory rozcieńczono pięćdziesięciokrotnie 0,01% wodnym roztworem kwasu ortofosforowego.

Próbki poddano analizie metodą chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrią mas (GC/MS) oraz wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC).

Do identyfikacji składników stosowano chromatograf gazowy (GC) firmy Hewlett-Packard serii 6890 wyposażony w selektywny detektor mas (MSD) serii 5973 i autosampler serii 6890. Zastosowano elektronowy rodzaj jonizacji (EI). Detektor pracował w trybie skanowania zakresu mas od 40–600 amu. Rozdział prowadzono na kolumnie kapilarnej HP-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm), której temperatura była programowana w następujący sposób: 0 min – 75°C, 1 min – 75°C, 11 min – 275°C, 20 min – 275°C. Temperatura portu nastrzykowego wynosiła 280°C, a temperatura detektora masowego 230°C. Gazem nośnym był hel przepływający z szybkością 1 ml/min. Objętość nastrzyku wynosiła 1 μl. Identyfikację prowadzono przez porównanie widma masowego badanego proszku z widmami masowymi z biblioteki oraz widmem ketaminy wzorcowej.

Oznaczenie zidentyfikowanej ketaminy prowadzono przy użyciu chromatografu cieczowego LaChrom D-7000 firmy Merck-Hitachi wyposażonego w detektor szeregu diod (DAD) L-7455. Rozdział uzyskano na kolumnie LiChroCART (125 × 4 mm) z wypełnieniem LiChrospher RP select B firmy Merck, termostatowanej w temperaturze 25°C. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina acetonitrylu oraz 0,01% (v/v) roztworu kwasu ortofosforowego w wodzie. Przepływ fazy z prędkością 1 ml/min odbywał się w następującym gradiencie składu: 0 min – 0% AcCN, 10 min – 50% AcCN, 11 min – 0% AcCN, 17 min – 0% AcCN. Widmo spektrofotometryczne rejestrowano w zakresie  $\lambda = 200\text{--}400$  nm. Objętość nastrzyku wynosiła 20 μl. Identyfikacja substancji prowadzona była na podstawie czasu retencji oraz widma spektrofotometrycznego, które to parametry analityczne porównywano z parametrami ketaminy wzorcowej.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Ze względu na skomplikowaną, wieloetapową syntezę, a także trudności w nabywaniu niezbędnych prekursorów oraz różnorodnych rozpuszczalników i reagentów, ketamina nie jest produkowana w nielegalnych laboratoriach. W większości pochodzi z produkcji w zakładach farmaceutycznych. Znaczna część ketaminy znajdującej się na rynku narkotykowym w dużej mierze bierze się z kradzieży z klinik weterynaryjnych. Jest również przemycana z krajów, w których nie jest ona objęta kontrolą prawną.

Ketamina dostępna na rynku narkotykowym występuje w trzech postaciach – bezbarwnego płynu, białego proszku i tabletek. Płyny to najczęściej oryginalne preparaty farmaceutyczne zawierające ketaminę w stężeniu 1, 5 i 10%. Proszek otrzymuje się przez odparowywanie roztworów na szkle w piecach w temperaturze około 100°C bądź też w mikrofalówkach, a następnie zdrapywanie, np. za pomocą żyłki. Inną metodą jest pozostawienie roztworu ketaminy na talerzu pod lampą przez kilka do kilkunastu godzin. Otrzymana w ten sposób ketamina przeważnie jest biała, w odróżnieniu od odparowywanej w piecu, która może przybierać barwę lekko brązową. Spotykana na rynku narkotykowym ketamina może mieć również postać zielonego, purpurowego lub jasnofioletowego proszku.

Tabletki są formowane z proszku pochodzącego z odparowania roztworów zawierających ketaminę.

Sprzedawana „na ulicy” ketamina może być rozcieńczona, bądź może stanowić mieszaninę z innymi narkotykami. W proszku oraz tabletkach zawierających ketaminę znajdować się może MDMA, MDA, metamfetamina, efedryna, pseudoefedryna, kokaina, PCP, deksztrometorfan, kofeina, diazepam, paracetamol lub też kwas acetylosalicylowy. Zdarza się, że ketamina w postaci proszku jest mylona z kokainą lub krystaliczną metamfetaminą, natomiast w postaci tabletek z tabletkami „ecstasy” zawierającymi MDMA. W proszku zawierającym ketaminę może się również znajdować tiletamina lub inne analogi ketaminy.

Nadesłany do Instytutu proszek badano metodami GC/MS i HPLC. Na rycinie 4 przedstawiono chromatogram analizowanej substancji. W wyniku badań stwierdzono, że proszek zawiera ketaminę w stężeniu 8,9%. Ponadto w proszku obecne były inne analogi ketaminy oraz niezidentyfikowane substancje dodane prawdopodobnie w celu jego rozcieńczenia, a przez to zwiększenia jego masy. Analogów ketaminy nie zidentyfikowano jednoznacznie ze względu na brak substancji wzorcowych.

W śladach białego proszku ze szklanej lufki stwierdzono obecność ketaminy, kokainy, amfetaminy i kreatyny (rycina 5). Obecność tych składników świadczy, że lufka ta służyła do wciągania przez nos środków odurzających. Nie można wykluczyć, że ketamina była składnikiem proszku zawierającego amfetaminę lub kokainę. Kreatyna jest suplementem sterydów anabolicznych i jest często stosowana w celu rozcieńczenia narkotyków.

Ketaminę w celach leczniczych najczęściej podaje się drogą iniekcji dożylną lub domięśniową. Może być również podana doustnie lub doodbytniczo, a także przez skórę. W celach „rekreacyjnych” ketamina przyjmowana jest tymi samymi drogami, a ponadto inhalacyjnie. Jedną z metod przyjmowania tego środka w celach niemedycznych polega na wciąganiu proszku do otworów nosowych. Inną z technik polega na paleniu ketaminy, czasem w kombinacji z marihuaną lub tytoniem. Doustne daw-

ki są przygotowywane z proszku przez jego rozpuszczenie w wodzie lub soku, a także w napojach alkoholowych. Praktykowane jest również przyjmowanie ketaminy drogą doodbytniczą, co wykonuje się za pomocą strzykawki bez igły. Popularne jest nadużywanie ketaminy wraz z innymi środkami [10].

#### PODSUMOWANIE

W latach 90. zanotowano w Stanach Zjednoczonych wiele przypadków nadużycia ketaminy i przypadków jej nielegalnej sprzedaży. Wiele badań ukazuje wzrostową tendencję do nadużywania ketaminy również w Europie. W ostatnich miesiącach 2003 roku zanotowano w Instytucie Ekspertyz Sądowych dwa pierwsze przypadki dostarczenia proszku oraz śladów proszku zawierających ketaminę, pochodzących z polskiego rynku narkotykowego. Proszek zawierał ketaminę w stężeniu 8,9% i był rozcieńczony (ketamina w takiej formie jest często sprzedawana na rynkach narkotykowych całego świata). Problem związany z nadużywaniem tej substancji może się więc rozwinąć również w Polsce.

Ketamina nie może być wykryta za pomocą popularnych testów, a inne obecne substancje mogą dawać pozytywne reakcje. Należy więc mieć na uwadze istnienie prawdopodobieństwa, że w laboratorium sądowym nie wykryje się ketaminy w tabletkach lub proszku, w których są obecne inne składniki. Dlatego też do identyfikacji proszków pochodzących z polskiego rynku narkotykowego należy stosować metody rozdzielcze, najlepiej techniki sprzężone, np. GC/MS lub HPLC-DAD.