



POTASSIUM AS A TOXIC ELEMENT

Józefa Krystyna SADLIK

Institute of Forensic Research, Kraków, Poland

Abstract

Potassium plays a fundamental role in many physiological processes of the human organism and is the main intracellular ion. Both a deficiency of potassium in the organism and an excess are harmful and may lead to death. The most important compound of this element, potassium chloride, is applied in medicine and other fields. Cases of poisoning by this compound, both accidental and intentional (homicides and suicides) are known, and can be caused by intravenous or oral administration. Establishment on the basis of results of chemo-toxicological analysis of autopsy material that potassium chloride was the cause of death is very difficult or impossible. In the paper a case of fatal poisoning by potassium chloride, which was administered orally, is presented. Autopsy material submitted for examination (internal organ samples, blood samples) and autopsy materials originating from other dead persons were subjected to analysis for potassium content. Potassium content (in mg/g) in the studied case amounted to: blood – 3.07; liver – 2.33; kidney – 3.18; stomach (stomach wall) – 6.89; stomach content – 5.56; intestine – 3.09 and 4.32 (small and large intestine), and in other cases (mean values): in blood – 2.43; in liver – 2.15; kidney – 1.79, stomach – 1.75, small intestine – 1.81. On the basis of the studied cases and data from the literature, the mentioned difficulties in confirming or excluding poisonings by potassium compounds are discussed.

Key words

Potassium; Poisonings; Content in internal organs.

Received 11 October 2006; accepted 27 December 2006

1. Introduction

Potassium plays a fundamental role in many physiological processes of the human organism and is the main intracellular ion (98% of its whole content within the organism is found within cells). In the human organism (an adult person weighing 70 kg) the total content of potassium is high and estimated at about 135 g.

The potassium balance in the organism is significant for health; both the “internal balance” – between the concentration in the intracellular and extracellular fluid, and the “external balance” – between absorbing and excreting potassium. Disturbances in balance lead to lowered or elevated concentrations of potassium in blood serum (hypokalemia or hyperkalemia). Both hypo- and hyperkalemia are harmful to health and may

lead to death. The cause of hyperkalemia may be disturbances in excretion linked to, amongst other things, kidney damage, administration of certain drugs and metabolic acidosis, excessive release of this element from cells linked e.g. with breakdown of striated muscles, burns or other quickly progressing necrosis of the tissues, blood transfusion, haemolysis, insulin deficiency and overdosing (poisonings).

The most important potassium compound is potassium chloride (KCl), broadly applied in medicine and other fields with the aim of supplementing potassium deficiencies, treating hypertension, treating poisonings, e.g. by compounds that lower the concentration of potassium in blood – ibuprofen [8], clenbuterol [6] and thallium [7] and barium. This compound can be the cause of accidental poisonings caused by mistake

or deliberately (homicides and suicides, euthanasia, carrying out of the death penalty) by intravenous or oral administration. Symptoms of poisoning depend on the route of administration: when administered intravenously there may be almost immediate cardiac arrest, when given orally – nausea, vomiting, diarrhoea, weakening and cramps of the muscles, increasing paralysis, hypotension, arrhythmia and finally cardiac arrest.

Determining whether poisoning by potassium chloride was the cause of death on the basis of results of chemo-toxicological analysis of *post-mortem* material is very difficult or even impossible, and interpretation of results of analysis should be carried out with great prudence. These difficulties stem from, amongst other things, the high content of potassium in the human body, its high concentration in intracellular fluid in relation to concentration in extracellular fluid, including concentration in serum in comparison with concentration in whole blood, from *post-mortem* processes of autolysis and hemolysis and the not very stable balance of potassium in the organism.

In the paper a case of fatal poisoning by orally administered potassium chloride is presented. In *post mortem* material, including internal organs, submitted for analysis, potassium was determined, and the obtained results were compared with results of determination of potassium originating from cases of death linked to other causes.

2. Case history

A 32-year-old woman began to feel unwell at about 2 a.m.: she vomited, had diarrhoea, breathlessness; the emergency services were called, but an ambulance was not sent; instead she was directed to a 24-hour clinic. The sick woman was received at the clinic at about 3.30 a.m. Food poisoning was diagnosed and she was referred to a hospital. The woman returned home with the intention of going to the hospital in the morning. At about 6 a.m. her condition worsened, in connection with which the emergency services were again called, but they again refused to send an ambulance. At 6.42 a.m., the emergency services were called yet again, and this time the ambulance came within several minutes; however, the woman died before it arrived.

An autopsy carried out 6 days after death revealed “congestion of the internal organs and pulmonary oedema” (during histopathological analysis, small erythrorrhagia were ascertained in samples from the pia mater) and “the presence of an undefined substance in the shape of blue pellets of about 1 mm diam-

eter in the digestive tract”. The cause of death was ascertained to be circulatory-respiratory insufficiency, though the cause (of the circulatory-respiratory insufficiency) was unknown at the time of issuing of the expert opinion.

3. Materials and methods

Samples of internal organs were sent to the Institute of Forensic Research with the aim of carrying out chemo-toxicological analyses: liver, kidney, stomach, intestine and brain and also a sample of blood, bile and stomach content. Inspection of the material revealed the presence of a substance in the form of small, white pellets with a light blue shade (Figure 1) on the surface of the stomach wall, intraintestinally and also in the contents of the stomach. This substance, after being isolated from biological material, was subjected to identification analysis using characteristic chemical tests, a Jeol JSM-5800 scanning electron microscope coupled with a Link ISIS 300 X-ray spectrometer made by Oxford Instruments, and the atomic absorption spectrometry method with the flame technique, with application of a Pye Unicam SP-9 800 spectrometer. Materials collected during the autopsy were sent in for examination and were analysed for potassium content. Prior to the analysis samples (from about 0.5 g to 1.5 g) were digested with a mixture of nitric acid and hydrogen peroxide with the help of microwave energy using a Milestone MLS Mega 1200 mineraliser. Determination of potassium was carried out by the atomic absorption spectrometry method with the flame technique, using a Pye Unicam SP-9 800 spectrometer. For purposes of comparison *post mortem* materials originating from other cases of death were subjected to analysis for potassium content.

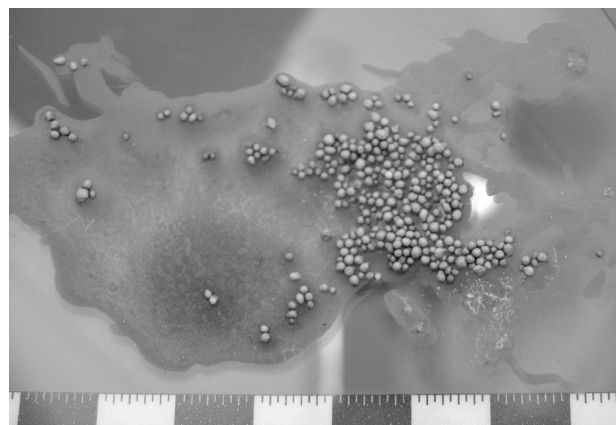


Fig. 1. Appearance of substance located in stomach, intrain- testinally and also in stomach content.

Studies were also carried out aimed at assessment of the applied method of determining potassium in biological material, i.e. its repeatability and accuracy. The repeatability of the method was assessed on the basis of repeated analysis ($N = 6$) of stomach and kidney samples (the analytical course encompassed mineralization and determination each time). In order to assess the accuracy of the method, reference material SRM Bovine Liver 1577 b NIST (National Institute of Standards and Technology, USA) was subjected to analysis. The obtained results are shown in Table I. These results indicate that the applied method of analysis was characterised by good repeatability and accuracy.

TABLE I. CHARACTERISTICS OF THE APPLIED METHOD OF DETERMINATION OF POTASSIUM IN BIOLOGICAL MATERIAL

Studied parameter	Material and results	
	Stomach	Kidney
Repeatability (between series)		
Mean concentration	6.96 mg/g	3.09 mg/g
Number of results N	6	6
Standard deviation SD	0.26	0.10
Relative standard deviation RSD	3.70 %	3.13 %
Accuracy	SRM Bovine Liver 1577 b NIST	
Certified value	9.94 ± 0.02 mg/g	
Determined value ($N = 6$)	9.20 mg/g (recovery 93%)	

4. Results of analyses

The presence of potassium and chlorides was detected in the substance isolated from the stomach. The composition and appearance of the substance indicated that it was a medicine called Kaldyum (Figure 2), containing potassium in the form of potassium chloride (315 mg potassium/capsule i.e. 428 mg potassium/g) that gradually releases into the digestive tract. The content of potassium in the studied sample was 21.4 mg/g, which indicates that it had already been released to a significant extent and could be absorbed into the organism.

The results of determinations of potassium in the studied autopsy material from the discussed case and from other cases not linked with poisoning by potas-



Fig. 2. Kaldyum preparation.

sium (control material) are presented in Table II. Each result is the mean from at least two parallel analyses encompassing digestion and determination.

TABLE II. CONCENTRATION OF POTASSIUM [mg/g, mg/ml] IN STUDIED AND CONTROL MATERIAL

Material	Studied	Control			
		N	Mean	± SD	Range
Blood	3.07	17	2.43	0.39	1.50 3.05
Brain	2.78	3	2.52	0.17	2.39–2.71
Liver	2.33	7	2.15	0.24	1.90 2.55
Kidney	3.18	7	1.79	0.24	1.49 2.08
Stomach	6.89	8	1.75	0.46	1.06 2.40
Small intestine	3.09	4	1.81	0.03	1.77–1.84
Large intestine	4.32	–	–	–	–
Stomach content	5.56	–	–	–	–
Bile	2.58	4	2.10	0.36	1.61–2.49

– Not studied.

5. Discussion of results

Comparison of results of determinations of potassium in autopsy material in the discussed case of poisoning with the highest results obtained for control material indicates elevation (by 53%) of the concentration of potassium in the kidney, in the stomach (by

TABLE III. CASES OF POISONING BY POTASSIUM DESCRIBED BY OTHER AUTHORS FATAL POISONINGS

Author	Description of case	Material, concentration of potassium* [mmol/l], [mg/ml]; comments
Bacon, Wetli and Davis [1]	Two cases of poisoning of children by accidental consumption of KCl.	Serum: 10.1 and 14.0 mmol/l; 0.39 and 0.55 mg/ml.
Gross [5]	Death occurred as a result of consumption of a preparation containing slowly releasing potassium in the form of KCl.	Serum: 16.4 mmol/l; 0.64 mg/ml; collected 2 h after death. Eyeball fluid: 9.4 mmol/l; 0.37mg/ml; collected 2 h after death.
Wachowiak [12]	Death as a result of intentional injection into a patient of undiluted 15% KCl; characteristic changes in ECG.	Plasma: 13.2 mmol/l; 0.52 mg/ml; collected while patient still alive. Blood: 53 mmol/l; 2.07 mg/ml; collected 8 h after death.
Wetherton [13]	Male, 71 years old, death occurred several minutes after erroneous injection of 40 mmol (2.98 g) KCl instead of heparin.	Analyses not carried out.
Wetherton [13]	Female, 81 years old, with chronic kidney damage, death occurred several minutes after erroneous injection of potassium phosphate instead of heparin.	Analyses not carried out.
Wetherton [13]	10-month-old baby, 12 hours after operation had sudden symptoms of hyperkalemia with changes in ECG, causes of hyperkalemia not determined.	Serum: 10.0 mmol/l; 0.39 mg/ml; 20 min after occurrence of symptoms. Serum: 11.2 mmol/l; 0.44 mg/ml; 65 min after occurrence of symptoms. Serum: 12.4 mmol/l; 0.48 mg/ml; 95 min after occurrence of symptoms. Eyeball fluid: 9.5 mmol/l; 0.37 mg/ml; 5.5 hours after death.
Wetherton [13]	6-month-old baby with hypokalemia: 2.9 mmol/l; 0.11 mg/ml; death occurred as a result of erroneous administration of undiluted KCl; changes in ECG.	Serum: 9.3 mmol/l /0.36 mg/ml/ during resuscitation. Eyeball fluid: 9.5 mmol/l; 0.37 mg/ml; 13.5 hours after death.

* Concentrations of potassium in serum and vitreous humour, expressed in the literature in mmol/l or mEq/l, are converted into mg/ml: 1 mmol/l = 1 mEq/l = 39.096 mg/l = 0.0391 mg/ml.

187%) and in the small intestine (by 59%). Concentrations of potassium in the blood, brain, liver and bile did not exceed the highest results gained for control material and were only slightly higher than the means concentrations obtained for control material.

This comparison allows (in spite of the relatively small number of results relating to control material) us to draw the conclusion that in a case of a fatal poisoning by an orally administered compound of potassium, chemo-toxicological analysis of samples of the kidney, stomach and intestine may be helpful in determining the cause of death.

In the literature relating to cases of poisonings by potassium, data have not been found on the subject of concentrations of this element in internal organs in similar cases. The authors of published papers, however, present concentrations of potassium in serum,

and also concentrations in vitreous humour, which is relatively stable, less susceptible than other physiological fluids to postmortem chemical changes, and its composition is similar do the composition of serum. As time goes by from moment of death, the concentration of potassium in vitreous fluid increases, which may be helpful in establishing time of death [4]. The most important data from some papers published on this subject are presented in Tables III and IV.

It is worth noting that the described cases linked with intravenous administration of an undiluted compound of potassium (usually chloride) ended in death [1, 12, 13], whereas cases of oral consumption of potassium chloride, after imparting of appropriate medical aid, often ended in a cure, in spite of the initial critical state of the sick persons [1, 10, 11].

TABLE IV. CASES OF POISONING BY POTASSIUM DESCRIBED BY OTHER AUTHORS CASES ENDING IN A CURE

Author	Case description	Material, concentration of potassium* [mmol/l], [mg/ml]; comments
Kallen et al., Hoyt [1]	Two cases of erroneous consumption of KCl as a substitute for kitchen salt, severe weakening, changes in ECG.	Serum: 9.7–10.2 mmol/l; 0.38–0.40 mg/ml.
Illingworth and Proudfoot [1]	Three cases of intentional consumption of 12–14 g (slowly releasing) potassium.	Serum: 8.9–9.3 mmol/l; 0.35–0.36 mg/ml. Maximum concentration: 5–6 h after consumption.
Su [10]	Woman 50 years old, consumed KCl tablets (39 g of slowly releasing potassium), admitted to hospital 1 h after consumption, temporary, life-threatening changes in ECG, tablets visible on X-ray.	Serum: 9.7 mmol/l; 0.38 mg/ml; maximum concentration.
Su [10]	Male 17 years old, consumed 20–30 tablets of KCl, i.e. 7.8–11.7 g of slowly releasing potassium, admitted to hospital 10 h after consumption, lack of changes in ECG, tablets visible on X-ray.	Serum: 6.1 mmol/l; 0.24 mg/ml; maximum concentration.
Szpak [11]	Complex poisoning – woman aged 52 consumed 3.6 g diltiazem, 6.5 g magnesium and 16 g KCl, admitted to hospital 4 h after consumption.	Serum: 8.0 mmol/l; 0.38 mg/ml; maximum concentration.

* As above.

6. Conclusions

Results relating to the case described in this paper allow us to assume that in the case of a fatal poisoning by a compound of potassium consumed orally, determination of this element in samples of internal organs, especially kidney, stomach and intestines, may be helpful in establishing the cause of death.

Authors of papers discussing cases of poisonings by potassium compounds draw attention to the fact that in cases of sudden death, especially if they relate to hospitalised persons, the possibility of poisoning by a compound of potassium should always be taken into account. Collection of appropriate material for analysis (including vitreous humour) in as short a time as possible after death and incisive interpretation of results of analyses in conjunction with all circumstances of the death may be of significant importance in such cases.

References

- Baselt R. C., Disposition of toxic drugs and chemicals in man. Potassium, Biomedical Publications, Foster City 2002.
- Benfell C., American Iatrogenic Association, Fatal errors: hospitals learn lessons the hard way, www.iatrogenic.org/fatalerr, 1997.
- Benfell C., American Iatrogenic Association, Routine but deadly drug: potassium chloride has a Jekyll and Hyde personality, www.iatrogenic.org/potchlor, 1997.
- Garg V., Oberoi S. S., Gorea R. K. [et al.], Changes in the levels of vitreous potassium with increasing time since death, *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine* 2004, 26, 136–139.
- Gross A., Przypadek samobójczego zatrucia chlorkiem potasu, *Archiwum medycyny sądowej i kryminologii* 2000, 50, 281–284.
- Hoffman R. J., Hoffman R. S., Freyberg C. L. [et al.], Clenbuterol ingestion causing prolonged tachycardia, hypokaliemia, and hypophosphatemia with confirmation by quantitative levels, *Journal of Toxicology and Clinical Toxicology* 2001, 39, 339–344.
- Malbrain M. L., Lambrecht G. L., Zandijk E. [et al.], Treatment of severe thallium intoxication, *Journal of Toxicology and Clinical Toxicology* 1997, 35, 97–100.
- Menzies D. G., Conn A. G., Williamson I. J. [et al.], Fulminant hyperkalemia and multiple complications following ibuprofen overdose, *Medical Toxicology and Adverse Drug Experience* 1989, 4, 468–471.

9. Saxena K., Clinical features and management of poisoning due to potassium chloride, *Medical Toxicology and Adverse Drug Experience* 1989, 4, 429–443.
10. Su M., Stork C., Ravuri S. [et al.], Sustained-release potassium chloride overdose, *Journal of Toxicology. Clinical Toxicology* 2001, 39, 641–648.
11. Szpak D., Groszek B., Piotrowski W. [i in.], Ciężkie zatrucie mieszane diltiazemem, potasem i magnezem – opis przypadku, *Przegląd Lekarski* 2003, 60, 257–261.
12. Wachowiak R., Możliwości diagnostyki materiału sekcyjnego i interpretacji wyników poziomu potasu w aspekcie zatruc rozmyślnych, *Archiwum medycyny sądowej i kryminologii* 1996, 46, 207–214.
13. Wetherton A. R., Corey T. S., Buchino J. J. [et al.], Fatal intravenous injection of potassium in hospitalized patients, *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 2003, 24, 128–131.

Corresponding author

Józefa Krystyna Sadlik
Instytut Ekspertyz Sądowych
ul. Westerplatte 9
PL 31-033 Kraków
e-mail: ksadlik@ies.krakow.pl

POTAS JAKO PIERWIASTEK TOKSYCZNY

1. Wprowadzenie

Potas odgrywa zasadniczą rolę w wielu procesach fizjologicznych organizmu ludzkiego i jest głównym joniem wewnątrzkomórkowym (98% jego całkowitej zawartości w organizmie znajduje się wewnątrz komórek). W organizmie ludzkim (człowieka dorosłego o wadze 70 kg) całkowita zawartość potasu jest wysoka i oceniana na około 135 g.

Równowaga potasu w organizmie ma istotne znaczenie dla zdrowia; zarówno równowaga „wewnętrzna” – pomiędzy stężeniem w płynie wewnątrzkomórkowym a zewnątrzkomórkowym, jak i „zewewnętrzna” – pomiędzy wchłanianiem a wydalaniem potasu. Zaburzenia równowagi prowadzą do obniżonego lub podwyższonego stężenia potasu w surowicy krwi (hipokaliemi lub hiperkaliemii). Zarówno hipo-, jak i hiperkaliemia jest szkodliwa dla zdrowia i może prowadzić do zgonu. Przyczyną hiperkaliemii mogą być zaburzenia wydalania związane m.in. z uszkodzeniem nerek, przyjmowaniem niektórych leków lub kwasica metaboliczną, nadmierne uwalnianie tego pierwiastka z komórek związane np. z rozpadem mięśni prądkowanych, oparzeniami lub inną szybko postępującą nekrozą tkanek oraz hemolizą; transfuzja krwi, niedobór insuliny oraz przedawkowanie (zatrucie).

Najważniejszym związkiem potasu jest chlorek potasu (KCl), stosowany szeroko m.in. w medycynie w celu uzupełniania niedoborów potasu, leczenia nadciśnienia, leczenia zatruc np. związkami obniżającymi stężenie potasu we krwi – ibuprofenem [8], clenbuterolem [6] oraz talem [7] i barem. Związek ten może być przyczyną zatruc przypadkowych spowodowanych pomyłką lub rozmyślnych (zabójstwa i samobójstwa, eutanazja, wykonanie kary śmierci) przez podanie dożylnie lub doustnie. Objawy zatrucia zależą od drogi podania: przy dożylnym podaniu może nastąpić prawie natychmiastowe zatrzymanie akcji serca, przy podaniu doustnym – nudności, wymioty, biegunka, osłabienie i skurcze mięśni, narastający paraliż, niedociśnienie, arytmia i wreszcie zatrzymanie akcji serca.

Ustalenie na podstawie wyników analizy chemiczno-toksykologicznej materiału sekcyjnego, czy zatrucie chlorkiem potasu było przyczyną zgonu, jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe, a interpretacja wyników analizy powinna być wykonana z dużą rozwagą. Przyczyny trudności wynikają między innymi z wysokiej zawartości potasu w organizmie ludzkim, jego wysokiego stężenia w płynie wewnątrzkomórkowym w stosunku do stężenia w płynie zewnątrzkomórkowym (w tym stężenia w surowicy w porównaniu ze stężeniem w pełnej krwi), z późniejszych procesów autolizy i hemolizy oraz mało stabilnej równowagi potasu w organizmie.

W pracy przedstawiono przypadek śmiertelnego zatrucia przyjętym doustnie chlorkiem potasu. W nadesłanym do badań materiale sekcyjnym, m.in. w narządach wewnętrznych, oznaczono potas, a otrzymane wyniki porównano z wynikami oznaczeń potasu pochodzącymi z przypadków zgonów związanych z inną przyczyną.

2. Historia przypadku

32-letnia kobieta około godziny 2 w nocy poczuła się źle, miała wymioty, biegunkę, duszności; wezwano pogotowie, które odmówiło przyjazdu, kierując ją do całonocnego czynnej przychodni. W przychodni chora została przyjęta około godziny 3.30. Rozpoznano u niej zatrucie pokarmowe i wydano skierowanie do szpitala. Kobieta wróciła do domu z zamiarem udania się do szpitala rano. Około godziny 6 nastąpiło pogorszenie jej stanu, w związku z czym wezwano pogotowie, które odmówiło przyjazdu. O 6.42 powtórnie wezwano pogotowie, które tym razem przyjechało w ciągu kilku minut, kobieta jednak zmarła przed jego przybyciem.

Sekcja zwłok wykonana 6 dni po zgonie wykazała „przekrwienie narządów wewnętrznych i obrzęk płuc” (w badaniu histopatologicznym stwierdzono w wycinkach z opony miękkiej drobne krwinkotoki) oraz „obecność nieokreślonej substancji w postaci niebieskich kuleczek o średnicy około 1 mm w przewodzie pokarmowym”. Jako przyczynę zgonu podano niewydolność krążeniowo-oddechową o nieznaną w chwili wydawania opinii przyczynę.

3. Materiały i metody

Celem przeprowadzenia badań chemiczno-toksykologicznych nadesłano do Instytutu Ekspertyz Sądowych wycinki narządów wewnętrznych: wątroby, nerki, żołądka, jelit i mózgu oraz próbkę krwi, żółci i treści żołądkowej. Oględziny materiału wykazały na powierzchni ścianki żołądka, wewnątrz jelit oraz w treści żołądka, obecność substancji w postaci drobnych, białych, z lekko błękitnym odcieniem kuleczek (rycina 1). Substancję tę, po wyizolowaniu z materiału biologicznego, poddano analizie identyfikacyjnej za pomocą charakterystycznych odczynów i testów chemicznych, elektronowego mikroskopu skaningowego JSM-5800 firmy Jeol sprzężonego ze spektrometrem promieniowania rentgenowskiego Link ISIS 300 firmy Oxford Instruments oraz metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej, techniką płomieniową, przy zastosowaniu spektrometru SP-9 800 firmy Pye Uni-

cam. Nadesłane do badań materiały pobrane w czasie sekcji poddano analizie na zawartości potasu. Próbkę (od około 0,5 g do 1,5 g) mineralizowano mieszaniną kwasu azotowego i nadtlenu wodoru za pomocą energii mikrofalowej, przy zastosowaniu mineralizatora MLS Mega 1200 firmy Milestone. Oznaczenie potasu w mineralizatorkach przeprowadzono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej, techniką płomieniową, przy zastosowaniu spektrometru SP-9 800 firmy Pye Unicam. W celach porównawczych poddano analizie na zawartość potasu materiały sekcyjne pochodzące z innych przypadków zgonów.

Przeprowadzono również badania mające na celu ocenę zastosowanej metody oznaczenia potasu materiale biologicznym, czyli jej powtarzalność i dokładność. Powtarzalność metody oceniono na podstawie kilkakrotnej analizy ($N = 6$) wycinków żołądka i nerki (tok analityczny obejmował każdorazowo mineralizację i oznaczenie). Aby ocenić dokładność metody, poddano analizie materiał referencyjny SRM Bovine Liver 1577 b NIST (Narodowy Instytut Standaryzacji i Technologii, Stany Zjednoczone). Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli I. Wyniki te wskazują, że zastosowana metoda analizy charakteryzowała się dobrą powtarzalnością i dokładnością.

4. Wyniki badań

W wyizolowanej z żołądka substancji wykryto obecność potasu i chlorków. Skład i wygląd substancji wskazywały, że jest ona lekiem o nazwie Kaldyum (rycina 2) zawierającym stopniowo uwalniający się w przewodzie pokarmowym potas w postaci chlorku potasu (315 mg potasu/kapsułkę czyli 428 mg potasu/g). Zawartość potasu w badanej próbce wynosiła 21,4 mg/g, co wskazuje, że został on już w znacznym stopniu uwolniony i mógł być wchłonięty do organizmu.

Wyniki oznaczeń potasu w badanym materiale sekcyjnym z omawianego przypadku oraz z innych, niezwiązanych z zatruciem potasem, przypadków (materiał kontrolny) przedstawiono w tabeli II. Każdy wynik jest średnią z co najmniej dwóch równoległych analiz obejmujących mineralizację i oznaczenie.

5. Omówienie wyników

Porównanie wyników oznaczeń potasu w materiale sekcyjnym w omawianym przypadku zatrucia z najwyższymi wynikami uzyskanymi dla materiału kontrolnego wskazuje na podwyższenie (o 53%) stężenia potasu w nerce, w żołądku (o 187%) oraz w jelicie cienkim (o 59%). Stężenia potasu we krwi, mózgu, wątrobie i żółci nie przekraczały najwyższych wyników uzyskanych dla ma-

teriału kontrolnego i były tylko nieznacznie wyższe od średnich stężeń uzyskanych dla materiału kontrolnego.

Porównanie to pozwala (mimo stosunkowo niewielkiej liczby wyników dotyczących materiału kontrolnego) na wyciągnięcie wniosku, że w przypadku śmiertelnego zatrucia przyjętym doustnie związkami potasu analiza chemiczno-toksykologiczna wycinków nerki, żołądka i jelit może być pomocna przy ustalaniu przyczyny zgonu.

W piśmiennictwie omawiającym przypadki zatrucia potasem nie znaleziono danych na temat stężeń tego pierwiastka w narządach wewnętrznych w podobnych przypadkach. Autorzy publikowanych prac prezentują natomiast stężenia potasu w surowicy, a także stężenia w płynie z gałki ocznej, który jest materiałem stosunkowo stabilnym, mniej podatnym niż inne płyny fizjologiczne na pośmiertne zmiany chemiczne, a jego skład jest zbliżony do składu surowicy. W miarę upływu czasu od chwili śmierci stężenie potasu w płynie z gałki ocznej wzrasta, co może być pomocne przy ustalaniu czasu zgonu [4]. Najważniejsze dane z niektórych opublikowanych na temat zatrucia związkami potasu prac zestawiono w tabeli III i tabeli IV.

Warto zwrócić uwagę, że opisywane przypadki związane z dożylnym podaniem nierozcieńczonego związku (zazwyczaj chlorku) potasu kończyły się zgonem [1, 12, 13], natomiast przypadki doustnego spożycia chlorku potasu, po udzieleniu odpowiedniej pomocy medycznej, często kończyły się wyleczeniem, pomimo początkowo ciężkiego stanu chorych [1, 10, 11].

6. Wnioski

Wyniki dotyczące opisanego w niniejszej pracy przypadku pozwalają przyjąć, że w razie śmiertelnego doustnego zatrucia związkami potasu, oznaczenie tego pierwiastka w wycinkach narządów wewnętrznych, a zwłaszcza nerki, żołądka i jelit, może być pomocne przy ustalaniu przyczyny zgonu.

Autorzy prac omawiających przypadki zatrucia związkami potasu zwracają uwagę, że w przypadkach nagłej śmierci, szczególnie, jeśli dotyczy to osób hospitalizowanych, zawsze należy brać pod uwagę możliwość zatrucia związkami potasu. Istotne znaczenie w takich przypadkach może mieć pobranie, w możliwie krótkim czasie po zgonie, odpowiedniego materiału do badań oraz wnikliwa interpretacja wyników analiz w powiązaniu ze wszystkimi okolicznościami zgonu.