



Zastosowanie chromatografii gazowej do detekcji narkotyków w technice kryminalistycznej

Iwona Krzyżewska¹⁾, Aleksandra Kozarska²⁾

Celem pracy jest wprowadzenie do detekcji narkotyków w technice kryminalistycznej przy zastosowaniu chromatografii gazowej. Praca przedstawia opis technik kryminalistycznych, próbek biologicznych podlegających badaniu na obecność narkotyków, proces przygotowania próbek do oznaczania oraz krótkie scharakteryzowanie i podział najważniejszych środków psychoaktywnych.

Wprowadzenie

Największy wzrost obrotu narkotykami i środkami psychoaktywnymi na świecie (głównie w Europie i USA) był obserwowany w latach 70. minionego stulecia. Jednak, jak wynika z Europejskiego Raportu Narkotykowego, sporządzonego w 2014 roku [1], tendencja zażywania narkotyków wciąż rośnie. W wielu krajach ilość spożywanych narkotyków utrzymuje się na tym samym poziomie lecz w Polsce sprzedaż w ostatnich latach ulega ciągłemu wzrostowi. Niepokojący jest fakt, iż po środki psychoaktywne najczęściej sięga młodzież w wieku szkolnym bądź studenci. Ponadto, coraz częściej spotkać można nowe związki psychoaktywne lub dopalacze, a sposób ich pozyskiwania jest coraz łatwiejszy. Przypadki przedawkowania lub ostrego zatrucia są trudne do identyfikacji, ponieważ najczęściej dochodzi do stosowania kilku związków jednocześnie. Nie jest bo-

wiem możliwe w takiej sytuacji jednoznaczne określenie powodu zgonu lub zatrucia. Do najbardziej popularnych narkotyków wciąż należą: marihuana (49%), haszysz (28%), oraz kokaina i crack (9%). Natomiast w krajach Unii Europejskiej obserwowany jest spadek zażycia heroiny (4%). Środki psychoaktywne mają różnorodne działanie: wywołują stan zrelaksowania, senność, obojętność i brak poczucia stresu, jak również poprawiają humor. Niestety obok tych działań, obserwo-

wane są często niebezpieczne skutki, takie jak: ból głowy, drgawki, poczucie niepokoju, wymioty, bezsenność, depersonalizacja, odrealnienie, ataksja, omamy czy oczopląs. Schemat 1 przedstawia zamknięty cykl zażywania narkotyków, ich działanie i skutki. Po działaniu relaksacyjnym i euforycznym narkotyków, pojawiają się u biorcy niebezpieczne skutki stosowania substancji psychoaktywnych, takie jak agresja, strach czy depresja. Pozornym lekiem na złe samopoczucie jest po-

nowne sięgnięcie po narkotyk w celu przeżycia stanu euforii i relaksu. W ten sposób cykl stosowania i działania narkotyków pozostaje zamknięty, a wyjście z nałogu staje się bardzo trudne. Narkotyki są również przedmiotem wielu przestępstw. Stosowane są w celu ułatwienia dotarcia do ofiary, pozbawienia jej świadomości oraz wprowadzenie w stan narkozy. Istotne znaczenie podczas przestępstwa ma miejsce zbrodni, stanowiące źródło mikrośladów narkotykowych [2].

Badaniem narkotyków w organizmie człowieka zajmuje się kryminalistyka. Jest to nauka łącząca ze sobą wiele dziedzin, takich jak: chemia, biologia, fizyka, czy toksykologia. Techniki kryminalistyczne obejmują bowiem badania daktyloskopowe, balistyczne oraz analizę chemiczną próbek. Jednak najważniejszym działaniem technik kryminalistycznych jest ustalenie toku postępowania sprawcy i poznanie motywu przestępstwa



Schemat 1. Skutki działania narkotyków (opracowanie własne)



[2, 3, 4]. Najnowsze techniki analityczne charakteryzują się wysoką czułością, dzięki czemu jest możliwe wykrycie już niewielkich ilości narkotyków w organizmie człowieka. W tym celu stosuje się badania próbek biologicznych, jednak ze względu na dużą różnorodność związków psychoaktywnych, ich skomplikowaną budowę chemiczną i odmienne właściwości fizykochemiczne, ich oznaczenie w próbkach biologicznych jest również złożone. Najczęściej do badań stosowane są próbki biologiczne, takie jak: mocz, krew, ślina, pot, oraz włosy. Badanie zawartości narkotyków powinno odbywać się jak najszybciej po ich spożyciu, ponieważ w zależności od substancji, różniące się ich odmienne czasy półtrwania [2].

Grupy narkotyków i ich oddziaływanie na organizm ludzki

W Polsce zgodnie z ustawą z dnia 29 lipca 2005 r. o przeciwdziałaniu narkomanii [5], substancją psychotropową (psychoaktywną) jest każda substancja pochodzenia naturalnego lub syntetycznego działająca na ośrodkowy układ nerwowy, określona w wykazie substancji psychotropowych stanowiącym załącznik do tej ustawy. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) substancje te dzielą się na [6, 7]:

- 1) alkohole,
- 2) tytoń i nikotyna,
- 3) opiaty (heroína, morfina),
- 4) marihuana i haszysz,
- 5) halucynogeny,
- 6) kokaina,

- 7) psychostymulanty (np. amfetaminy),
- 8) lotne środki psychoaktywne (np. kleje),
- 9) leki uspokajające i nasenne.

Schemat 2 przedstawia podział ważniejszych (najczęściej stosowanych i najbardziej uzależniających) narkotyków.

Do negatywnych skutków zażywania opiatów zaliczane są między innymi: senność i obojętność, a także zaburzenia świadomości. Użycie opiatów często wiąże się z odczuwaniem nadmiernej euforii, oraz zaburzeniami ze strony układu ruchu (spowolnione ruchy, zaburzenia motoryki). Morfina jest substancją najbardziej uzależniającą ze względu na silne właściwości przeciwbólowe oraz działanie na receptory centralnego układu nerwowego. Jest głównym składnikiem opium. Niewielka jej dawka, bo już 120-250 mg jest śmiertelna. Morfina w formie pierwotnej, niezmetabolizowanej jest obecna w 10% w moczu. Resztę stanowią jej metabolity (3-glukuronid, 6-glukuronid, 3-eterosiarzan oraz 3,6-diglukuronid) obecne zarówno w moczu jak i we krwi oraz w osoczu [8, 9, 10, 11, 12, 13]. Heroína natomiast również charakteryzuje się działaniem przeciwbólowym i powoduje euforię, lecz jest ono niemal dwukrotnie silniejsze niż działanie morfiny. Spowodowane jest to lepszą rozpuszczalnością w lipidach niż rozpuszczalność morfiny oraz co za tym idzie, łatwiejsze przekraczanie bariery krew-mózg. Istotnym aspektem jest fakt, iż metabolizm heroíny roz-



Schemat 2. Podział ważniejszych narkotyków (opracowanie własne na podstawie [3, 7])

poczyna się w organizmie już po kilku minutach. Głównymi jej metabolitami, obecnymi w moczu są: 3-O-glukuronid morfiny, 6-O-monoacetylmorfina, morfina jak również heroína w postaci pierwotnej formy. Dawka śmiertelna heroíny to zaledwie 70 mg przy dożylnym podaniu [8, 14].

Marihuana i haszysz zaliczane są do kannabinoidów, czyli substancji psychoaktywnych pozyskiwanych z konopii (*Cannabis saliva*). Mają one działanie stymulujące i uspokajające oraz znieczulające, dzięki obecności związku Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (określanym w skrócie jako Δ^9 -THC). Marihuana najczęściej występuje w postaci papierosa, w którym zawartość Δ^9 -THC waha się od 10 do 30 mg. Palenie jej powoduje uczucie euforii, zrelaksowania oraz ogólne polepszenie samopoczucia. Haszysz natomiast zawiera kilkukrot-

nie większą dawkę Δ^9 -THC niż w przypadku marihuany a jego działania mają charakter halucynogeny, wywoływać mogą panikę i niepokój [8]. Kannabinoidy należą bowiem do grupy narkotyków zwanych halucynogenami bądź psychodelikami. Ich głównym działaniem są halucynacje i omamy. Do halucynogenów należy również popularne LSD [15, 16].

Kokaina należy do estrów ekgoniny, metanolu i kwasu benzoowego. Charakteryzuje się szybkim tempem metabolizmu w organizmie. W handlu jest dostępna jako chlorowodorek kokainy lub jako czysta kokaina – potocznie nazywana crackiem. Niska temperatura topnienia pozwala na inhalacyjną drogę użycia tego środka, aczkolwiek może być ona stosowana również dożylnie. Jej działanie jest silnie uzależniające a szybkość reakcji odczuwalna jest



w organizmie już po 20 minutach. Głównymi metabolitami obecnymi w moczu są: benzoilekgonina, ester metylowy ekgoniny oraz forma pierwotna kokainy. 50-60% uzależnionych od kokainy łączy ją razem z alkoholem etylowym. Powstaje wówczas tzw. etylokokaina – ester etylowy benzoilekgoniny, którego okres półtrwania jest dłuższy od samej kokainy. Stosowanie jej w dużych dawkach może powodować stany depresyjne i lękowe [8, 17, 18, 19, 20].

Amfetamina i jej pochodne powodują pobudliwość, wrażliwość i nadmierną nerwowość ale również euforię i poczucie strachu. Podobnie jak w przypadku kokainy, działanie amfetaminy jest obserwowane już po 20 minutach od zażycia, dzięki szybkiemu wchłanianiu do tkanek organizmu. Metabolity są obecne w moczu, osoczu krwi oraz w samej krwi jako: fenyloaceton, kwas hipurowy, kwas benzoesowy, 4-hydroksyamfetamina oraz sama amfetamina. Z punktu widzenia chemicznego amfetamina jest mieszaniną racemiczną D- oraz L-amfetaminy [8, 21, 22]. Pochodną amfetaminy jest metamfetamina – występująca w postaci białego proszku do użycia doustnego, donosowego lub dożylnego a także do palenia – w postaci kryształków. Działanie i szybkość działania metamfetaminy zależy od drogi przyjmowania tego środka. Najszybsze efekty działania tego związku jest przyjęcie doustne, natomiast po zapaleniu metamfetaminy, działanie jest obserwowane po kilku minutach. Podobnie

jak w przypadku amfetaminy, działanie metamfetaminy polega na ogólnym pobudzeniu, euforii ale również agresji i stanów depresyjnych. Produktami metabolizmu są: amfetamina oraz 4-hydroksyamfetamina a także forma pierwotna metamfetaminy w sporej ilości (44%) [8, 23].

Działanie środków psychoaktywnych, ich metabolizm, obecność w płynach ustrojowych i próbkach biologicznych zależy od rodzaju przyjmowanej substancji, jej dawki i drogi podania. Metabolity związków psychoaktywnych są obecne bowiem zarówno w moczu, jak i we krwi, osoczu krwi oraz włosach.

Rodzaje próbek biologicznych badanych w kryminalistyce

W celu zbadania zawartości narkotyków (lub ich metabolitów) w organizmie ludzkim, w technikach kryminalistycznych stosuje się próbki biologiczne, takie jak: krew, ślina, mocz, czy włosy. Jednak istotną informacją w takim badaniu jest czas jaki minął od zażycia narkotyku.

Mocz

W moczu znajdują się zarówno pierwotne formy narkotyków oraz ich metabolity. Obecność tych środków utrzymuje się w moczu nawet do kilku dni: opiaty, amfetamina, morfina, kodeina, kokaina i benzodiazepiny są obecne w moczu do 3 dni. Natomiast tetrahydrokannabinole aż do 5 dni (Tabela 1) [3, 24]. Ze względu na bezinwazyjność pobierania próbek, mocz jest najbardziej

dogodnym źródłem informacji, jednakże sposób w jaki odbywa się operacja pobierania moczu, ciągle budzi wiele kontrowersji ze względu na pogwałcenie prywatności. W moczu zawartość substancji może jednak zostać zaburzona z powodu zmiennej ilości wypijanych płynów przez badanego. Stężenie poszczególnych substancji psychoaktywnych może być obciążone błędem w momencie różnej wartości pH moczu, przy niskim pH szybkość wydalania amfetamin wzrasta a przy zasadowym pH moczu – maleje [3, 4, 8].

Krew

Najbardziej popularne i najczęściej stosowane jest nadal badanie próbek krwi na obecność narkotyków lub leków w organizmie człowieka. Stężenie substancji psychoaktywnych we krwi jest zróżnicowane i zależne od przyjętej dawki, masy ciała jak również stanu zdrowia badanego. Badanie krwi charakteryzuje się różnorodnością technik analitycznych. Obecność narkotyków we krwi jest krótsza niż w przypadku moczu i włosów, wynosi ona od kilku godzin (amfetamina i kannabinole do 5 godzin, opiaty i kokaina do 10 godzin, a etanol do 12 godzin) do kilku dni (benzodiazepiny do 2 dni) [3, 25, 26]. Inwazyjność metody naraża w niektórych przypadkach na zagrożenia związane ze skałeczeniem się osoby wykonującej to badanie, brakiem możliwości pobrania próbki (występująca agresja u badanego) oraz występowaniem ran i obrzęków w miejscu pobierania krwi.

Włosy

Najbardziej nieinwazyjnym badaniem jest badanie włosów na obecność narkotyków. Na miejscu przestępstwa mają one wyższość nad innymi próbkami biologicznymi z kilku względów: są odporne na warunki atmosferyczne takie jak temperatura czy wilgotność powietrza, są odporne na działanie mikroorganizmów oraz procesy niszczenia mechanicznego. Włos składa się z cebulki, która znajduje się pod powierzchnią skóry oraz trzonu, znajdującego się na jej powierzchni. Keratyna – białko znajdujące się wewnątrz włosa, ma zdolność łączenia się z jonami metali oraz substancjami organicznymi. Badanie włosa pozwala wówczas na szczegółowe informacje na temat uzależnionego od narkotyków. Substancje psychoaktywne jak i trucizny odkładają się we włosie na konkretnych odcinkach. Długość włosa jest proporcjonalna do czasu zażywania narkotyków i dzięki temu jest możliwe stwierdzenie przyjmowania tych substancji nawet do 10 miesięcy wstecz. Ta właściwość włosów jest nazywana w kryminalistyce «szerokim oknem detekcji» (szerokim przedziałem czasu analizy) [4, 9, 25, 26, 27, 28, 29]. Jak każda metoda, analiza włosa ma również swoje wady: jest pracochłonna, kosztowna i długotrwała w porównaniu do analizy innych próbek biologicznych. Nie można zbadać zawartości narkotyków we włosach bezpośrednio po ich zażyciu, ponieważ dystrybucja substancji psychoaktywnych po tkankach i narządach



a także włosach, jest stosunkowo długa. Nie uda się również oznaczenie narkotyków we włosach osoby, która zażyła narkotyki tylko jednokrotnie [4].

Inne – ślina, pot

Do pozostałych próbek biologicznych należą między innymi ślina i pot. Charakteryzują się również prostotą i szybkością analizy a także jej bezinwazyjnością. W ślinie stężenie substancji psychoaktywnych utrzymuje się od kilku godzin (5 godzin dla amfetaminy i kannabinoli, 10 godzin dla opiatów i kokainy) aż do kilku dni (2 dni dla benzodiazepiny). W przypadku potu wartości obecnych narkotyków są zmienne i zależne od temperatury ciała, wagi, płci, wieku a także przebytych chorób [25].

Tabela 1. Czas detekcji substancji psychoaktywnych w próbkach biologicznych [3, 24]

Substancja	Czas wykrycia badanej substancji w próbce biologicznej [h]			Literatura
	krew	mocz	włosy	
Amfetamina i Metamfetamina	5 b.d.	72 72	Kilka miesięcy b.d.	[3] [24]
Kokaina	10 b.d.	72 72	Kilka miesięcy b.d.	[3] [24]
Opiaty	10 b.d.	72 72	Kilka miesięcy b.d.	[3] [24]
Kannabinole	5 b.d.	120 120	Kilka miesięcy b.d.	[3] [24]
Benzodiazepiny	24 b.d.	72 72	Kilka miesięcy b.d.	[3] [24]

W badaniu próbek biologicznych, za pomocą metod chromatografii gazowej, istotne jest również odpowiednie przygotowanie danej próbki. Metody przygotowania próbek biologicznych są różne i zależne od stężenia narkotyków w tych próbkach, rodzaju

próbki biologicznej a także od rodzaju substancji psychoaktywnej. Jednak dzięki różnorodności opracowanej metody oraz wysokiej czułości aparatury, możliwe jest oznaczanie substancji psychoaktywnych na bardzo niskim poziomie detekcji.

Charakterystyka metod chromatograficznych stosowanych w technikach kryminalistycznych

Różne techniki analityczne, w tym testy immunologiczne (IA), chromatografia cieczowa (LC) oraz gazowa (GC), są stosowane do oznaczania narkotyków. Najbardziej rozpowszechnione są metody IA, lecz wykazują znacznie mniejszą czułość w porównaniu z technikami chromatograficznymi. LC wykorzystywana jest z powodzeniem w ilościowym oznaczaniu metamfetaminy (MA) oraz ketaminy (KT) i ich metabolitów w próbkach biologicznych, natomiast jej zastosowanie jest ograniczone przez wysokie zużycie rozpuszczalnika oraz czasochłonne procedury izolacji.

www.labkonsulting.pl

info@labkonsulting.pl

tel.: (+48) 693-415-887

Labkonsulting

- Szkolenia specjalistyczne, e-learning
- Doradztwo i wdrożenia systemów jakości: GLP/GMP, GMP kosmetyczne, ISO17025, HACCP, ISO 9001
- Projektowanie i budowa pomieszczeń czystych
- Koordynacja projektów badawczo-rozwojowych
- Audyty



Budynek DELTA, Wrocławski Park Technologiczny, ul. Duńska 9, 54-427 Wrocław