



ROADSIDE INSPECTIONS, TRAFFIC EVENTS AND TRAFFIC ACCIDENTS FROM 2010–2022 IN THE EXPERIENCE OF THE INSTITUTE OF FORENSIC RESEARCH AS A CONSULTING BODY IN LIGHT OF THE PROPOSED THRESHOLDS FOR THE STATES OF ‘AFTER USE’ AND ‘UNDER THE INFLUENCE’ FOR THC

Joanna GIEROŃ 

Institute of Forensic Research, Kraków, Poland

Abstract

Road traffic safety depends largely on the psychophysical fitness of drivers. Apart from ethyl alcohol, this efficiency is influenced by many other factors, including: presence in the blood of the so-called substances that act similarly to alcohol, and cannabinoids constitute one of the most popular groups of these substances. The paper presents statistics on delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) – the main psychoactive ingredient of cannabis detected in the blood of drivers subjected to 7269 road inspections and involved in 4697 road events and accidents in the years 2010–2022 throughout Poland. Based on the results obtained, it was found that THC is present in the blood of 25–61% of roadside inspection cases, and in the case of road incidents and accidents, 5–15% of drivers have THC in a concentration equal to or higher than 1 ng/ml. The data in the charts are given in relation to two THC concentration ranges: 1.0–2.5 ng/ml and above 2.5 ng/ml (the value proposed as the limit of the state “after use” and “under the influence” of THC) and in relation to concentration ranges based on the THC elimination curve in human serum. The study did not distinguish between chronic or acute participants and occasional participants.

It was based on THC and THCCOOH concentrations. The analyzes were performed using the enzyme-linked immunosorbent method (ELISA) and confirmatory methods such as liquid and gas chromatography coupled with mass spectrometry, in which the limit of quantification of 1 ng/ml was in accordance with the applicable requirement contained in the Regulation of the Minister of Health of July 16, 2014 on the list of similarly acting agents to alcohol and the conditions and method of conducting tests for their presence in the body.

Keywords

THC; DRUID; State “under the influence”; State “after use”.

Received 26 January 2024; accepted 14 March, 2024

Introduction

According to a report from the European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA), cannabis products continue to be the most commonly used illegal drugs in Europe. An estimated 1.3% of adults in the EU (3.7 million people) use cannabis

every day or almost every day. As a result, this group is the most likely to experience health problems related to the drug in the future. Research on the use of cannabis in different countries indicates that about 8% of adult Europeans (22.6 million people aged 15–65 years) used cannabis within the last year. Over the last decade, cannabis products have also been the most

popular group of psychoactive substances among drivers in Poland. In the experience of the Institute of Forensic Research (IFR) in Kraków, Poland, as a consulting body, only three substances – THC, amphetamine and methamphetamine – accounted for about 80% of positive test results during roadside inspections performed over the aforementioned period (Gil, 2022).

The use of cannabis has significant consequences for both individuals and society. It leads to the impairment of one's cognitive functions and learning, as well as mental disorders, including anxiety, depression, schizophrenia and psychoses, and is related to an increased likelihood of using other illegal drugs (Marconi, Di Forti, Lewis, Murray, Vasson, 2016; Moore et al., 2007; Agrawal, Neale, Prescott, Kendler, 2004; Fergusson, Boden, 2008). The same phenomenon also affects traffic safety due to the impairment of not only a person's psychomotor functions, but also their learning processes and adaptation to changing conditions. A few recent studies concerned the effect of cannabis on cognitive and psychomotor processes that lead to a loss of control over velocity, psychomotor impulsiveness and impaired performative functions, manual control, visual processing, short-term memory, perception and balance (Busardò et al., 2018), all of which impact a person's driving efficiency and may result in increased risk-taking behaviours (Hartley et al., 2019). This loss of psychomotor functions, memory and focus depends on the dose of cannabis taken in cases of both intense and chronic use of the drug (Busardò et al., 2018).

The importance of research on the effect and frequency of use of cannabis products by drivers and individuals within different occupations continues to grow, due to the appearance of legal cannabis products on the Polish pharmaceutical market (such as Sativex, which has been available since December 2012). Among the studies conducted to date, issues surrounding traffic safety have been the most extensively covered by the DRUID research project (Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines – www.bast.de/druid).

Research under the DRUID project that was conducted between 2006 and 2011 in 18 EU member states (including Poland) concerned, among other topics, the effect of intoxicants on the psychomotor performance of drivers. The research showed that THC was the most frequent psychotropic substance detected in drivers after alcohol, and that driving under the influence of THC was associated with the same risk of serious injury or death in an accident as driving under the influence of alcohol in the concentration range of 0.1–0.5‰. Data concerning the concentration of THC,

as compared to a 0.5‰ concentration of blood alcohol, was obtained based on four types of measurements:

- The risk of causing an accident (with an odds ratio, OR, of causing an event) depending on the different concentrations of a substance was determined primarily through epidemiological assessments (including a case analysis);
- Results of experimental studies (integrated due to differences in the methodologies) with small amounts of data;
- A meta-analysis of symptoms, effect on driving efficiency and pharmacological assessments across the subject literature;
- Assessment of the risk depending on the dose and concentration based on the duration and intensity of symptoms.

The meta-analysis showed that the maximal degree of impairment, assessed based on 317 cases in which symptoms occurred after smoking cannabis products containing 9–18 mg of THC, was 50%, and that this impairment did not exceed the impairment observed with a blood alcohol concentration of 0.8‰ (the threshold value of 'under the influence' in the US and other countries). In the section on cannabis in the DRUID final report, entitled 'Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of medicines and illegal drugs including pharmacokinetics on safe driving', it is stated that the serum THC concentration equivalent to 0.5‰ alcohol in terms of the impairment of one's driving ability amounts to 3.3–4.5 ng/ml (average 3.8 ng/ml), based on an analysis of 78 studies and 888 effects. Taking into account the ratio of complete blood count/serum, which amounts to 0.55, it can be concluded that these concentrations correspond to the 1.8–2.5 ng/ml range (2.1 ng/ml on average) in the blood, i.e. the range of blood samples collected by the police during roadside inspections and sent for analysis.

During the 30th Meeting of Forensic Toxicologists held in 2013 in Augustów, Poland, a group of Polish forensic toxicologists suggested the threshold values for the states of 'after use' and 'under the influence' for THC, based on the results of the DRUID project and their own knowledge and experience. The threshold values were published in a paper entitled 'Forensic and criminological aspects of consultation and adjudication in cases of intoxication with psychoactive substances and substances acting similarly to ethanol' (Ćwiklińska, Teresiński, Buszewicz, 2015) and in the third edition of the book "Forensic expertise. Selected issues" (Kała, Wilk, Wójcikiewicz, 2017). According to the above findings, the effects of psychomotor impairment caused by THC concentrations lower than or

equal to 2.5 ng/ml (but higher than 1.0 ng/ml) were found not to exceed the impairment caused by ethanol in concentrations lower than or equal to 0.5‰ (but higher than 0.2‰); whereas THC concentrations higher than 2.5 ng/ml lead to psychomotor impairment that increased the risk of causing danger in land traffic in a manner comparable to that caused by driving under the influence of ethyl alcohol in concentrations higher than 0.5‰. The threshold value of 2.5 ng/ml used in the DRUID project already accounted for the estimation error of THC content corresponding to 0.5‰ alcohol. This value was suggested by the community of forensic toxicologists, because the Polish legal system does not define the thresholds for substances acting similarly to alcohol that would correspond to the thresholds of ‘under the influence’ and ‘after use’ for alcohol. Currently, comparing this information to the regulations in force and deciding whether a suspect was in a state of ‘under the influence’ or ‘after use’ in order to qualify a criminal act is still the duty of the trial authority.

The aim of this study is to discuss the results of THC tests performed among drivers who underwent roadside inspections, and drivers who were tested following a traffic event or accident. Another aim was to present problems with the interpretation and the provision of an expert opinion related to the states of ‘after use’ and ‘under the influence’ of THC, based on the results of the conducted research.

Material and methods

Blood samples of drivers who underwent routine roadside inspections by the police were collected in hospital emergency departments by the medical personnel on duty. The study was based on the results of an analysis of 7269 blood samples collected during roadside inspections, as well as 4697 blood samples secured in cases related to traffic events and accidents. Only the concentrations of THC and its metabolite, 11-nor-9-carboxy-delta-9-tetrahydrocannabinol (THCCOOH), were examined in the analysed cases. The measurements were performed using a screening method, i.e. with an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), in which the cut-off for cannabinoids was a 5 ng/ml concentration of THCCOOH, and the confirmatory methods described by Lechowicz et al. (2017), including liquid chromatography and gas chromatography coupled with mass spectrometry (HPLC-MS/MS and GC-MS). With both methods, the limit of detection was 0.3 ng/ml for THC and 2.0 ng/ml for THCCOOH. The limit of quantification in both

methods was 1 ng/ml for blood THC and 5 ng/ml for THCCOOH, which follows the Regulation of the Minister of Health of 16 July 2014 regarding the list of agents acting similarly to alcohol and the conditions and methods of testing for their presence in the body. The 1 ng/ml value assumed in the measurements was substantiated by research. The methods of measuring the cannabinoids developed and used in this study were validated using the Valistat v. 1.0. software. The reliability of the analyses was confirmed with the results of the BTMF Drugs in Serum interlaboratory project, organised by ARVECON. Furthermore, the reference material was tested for the presence of cannabinoids (ACQ Science, Medidrug), alongside the blood sample analyses. The obtained results were consistent. Each blood sample was prepared in duplicate. The number of positive results among all the analysed blood samples and among all cases with non-negative results obtained quantitatively using the ELISA was determined. The analysed cases only concerned the concentration of cannabinoids in the blood.

The truncation error (sum of precision and accuracy) was estimated at 24.8% for 1 ng/ml of THC (LOQ) and 11.5% for 2.5 ng/ml of THC. The estimated uncertainty included errors resulting from the calibration, integration of the analytical signals, matrix effects and the applied pipettes and certified reference solutions, but did not include a component related to the sample collection and transport.

However, it should be noted that the obtained results corresponded to the time the blood samples were collected and the time each suspect was stopped for the inspection. Consequently, the actual THC concentrations may have been either higher or lower than the obtained values, but the precise values were impossible to determine.

Results and discussion

The analysed blood test results related to roadside inspections constituted 66% of all the cases submitted in 2010–2022. THC at a concentration of 1 ng/ml or more was observed in 3482 (48%) out of all 7269 drivers who underwent a roadside inspection, and in 477 (10%) of drivers who participated in a traffic accident or event. Drivers who showed over 2.5 ng/ml of blood THC (1923 cases) constituted as much as 40% of all the drivers tested for THC as part of a roadside inspection (4828 cases), and as much as 26.5% of all roadside inspection cases submitted to the IFR. The corresponding number of drivers who participated in a traffic accident or event was 210 (24% of 972),

which constituted 4.5% of all the related cases. There were 1590 drivers who showed 1.0–2.5 ng/ml of THC, i.e. 33% of all the drivers who underwent a roadside inspection and 246 (28%) of those who participated in a traffic accident or event. The percentage of drivers who showed over 2.5 ng/ml of THC during a roadside inspection was higher than that of the drivers who showed 1.0–2.5 ng/ml of THC across all years, other than in 2020 and 2021 (the years of the SARS-Cov-2 pandemic). In the cases related to traffic accidents and events, the percentage of drivers who showed over 2.5 ng/ml of THC was only higher in the years 2010, 2018 and 2020–2022 (Fig. 3). A high percentage of drivers showed THC concentrations lower than 1.0 ng/ml: 28% of the drivers who underwent a roadside inspection; and 57% of those who participated in traffic accidents and events (Figs. 4 and 5). There is no doubt that collecting a blood sample long after stopping a driver for an inspection (according to research conducted by the IFR, this time amounts to approx. 2 hours on average) or a traffic accident (approx. 3 hours on average) significantly affects the test results. This effect is reflected in the THC test statistics described in this paper. Among all the roadside inspection cases submitted for analysis in 2010–2022 in which the drivers were suspected of driving under the influence of an intoxicant or psychotropic substance, 25–61% showed THC concentrations of 1 ng/ml or higher, whereas among the drivers who participated in traffic accidents and events, only 5–15% of the results were positive for THC (Fig. 1). Notably, THC

concentrations above 2.5 ng/ml predominated among the roadside inspection cases, whereas the number of cases in the 1.0–2.5 ng/ml concentration range predominated among traffic accidents and events (Figs. 2 and 3). However, estimating the original concentration of THC is problematic. According to a publication by Lechowicz et al. (2017), decreases in THC concentration due to the passage of time in the 2–3 ng/ml range amounted to 0.2–0.8 ng/ml, whereas in the 3–5 ng/ml range, the decrease amounted to (–0.12)–1.00 ng/ml, with only one case in which the THC concentration increased by the stated 0.12 ng/ml. For all other cases, the concentration amounted to 0.16–1.00 ng/ml. For a two-hour interval between stopping a suspect and collecting a sample, which is the most realistic scenario, the decrease in five cases amounted to between 0.1 ng/ml for concentrations lower than 2 ng/ml and to 0.48–0.83 ng/ml for concentrations higher than 2 ng/ml.

Figures 4 and 5 present the distribution of concentrations corresponding to the elimination curve of serum THC developed by Huestis, Henningfield and Cone (1992). A 0.55 blood/serum ratio coefficient for the blood was assumed. As the charts in Figs. 4 and 5 indicate, a considerable number of the obtained concentrations ranged from 1.8 to 2.6 ng/ml. This distribution includes the concentrations resulting from the estimation of the equivalent value of 0.5‰ blood alcohol. The number of drivers who participated in traffic accidents and events with these concentrations

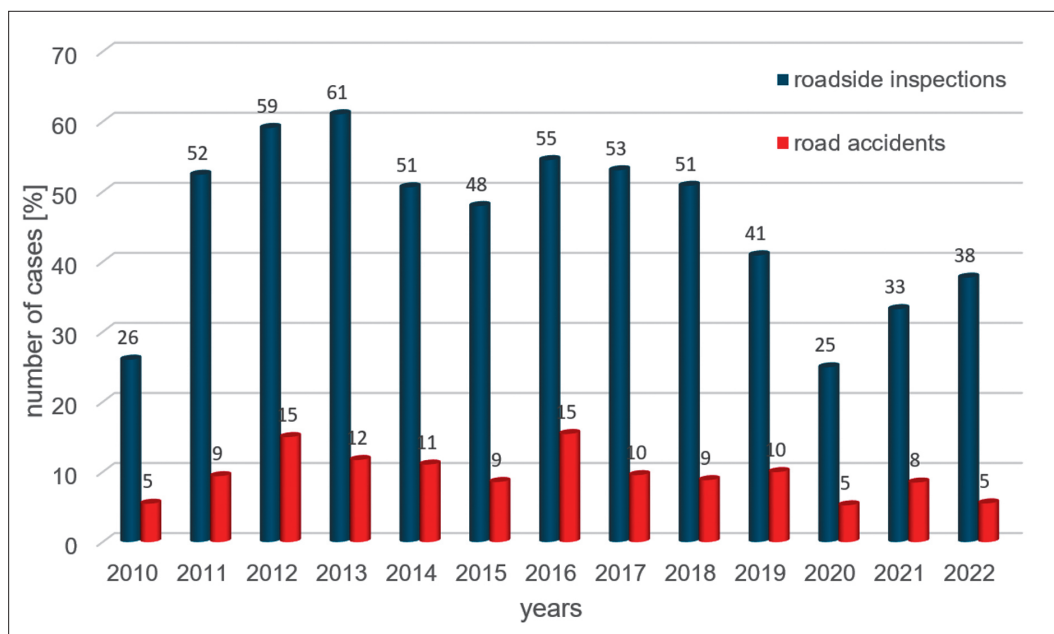


Fig. 1. Percentage of all submitted roadside inspections and accidents in which THC \geq 1 ng/mL.

was comparable to the other groups (ranges) of concentrations.

Regardless of the test results, the THC concentration in a blood sample always corresponds to the time when the sample is collected, which in the case of non-linear THC pharmacokinetics and the assumptions

made about the time and frequency at which the drivers use cannabis products, leads to pharmacokinetic equations that yield extremely different THC concentrations at the time of a traffic accident or event. This, in turn, leads to differences in the assessment of each driver’s condition at the time of the accident or event.

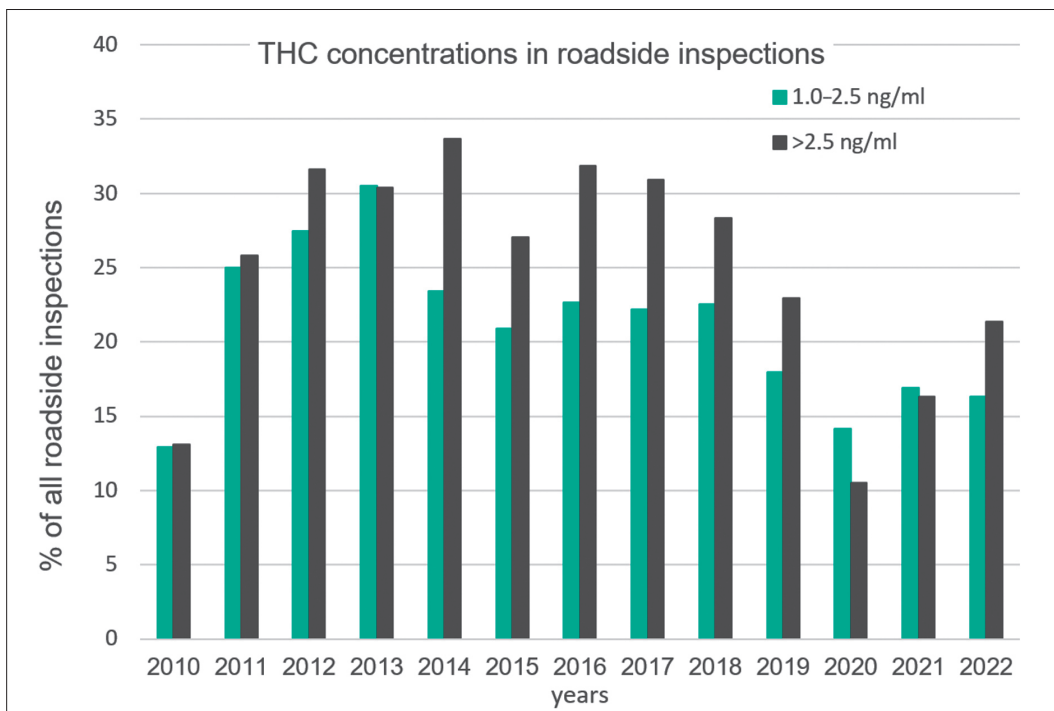


Fig. 2. Percentage of drivers from roadside inspections in which THC was found in their blood at a concentration of 1.0–2.5 ng/mL and >2.5 ng/mL in relation to all submitted roadside inspections.

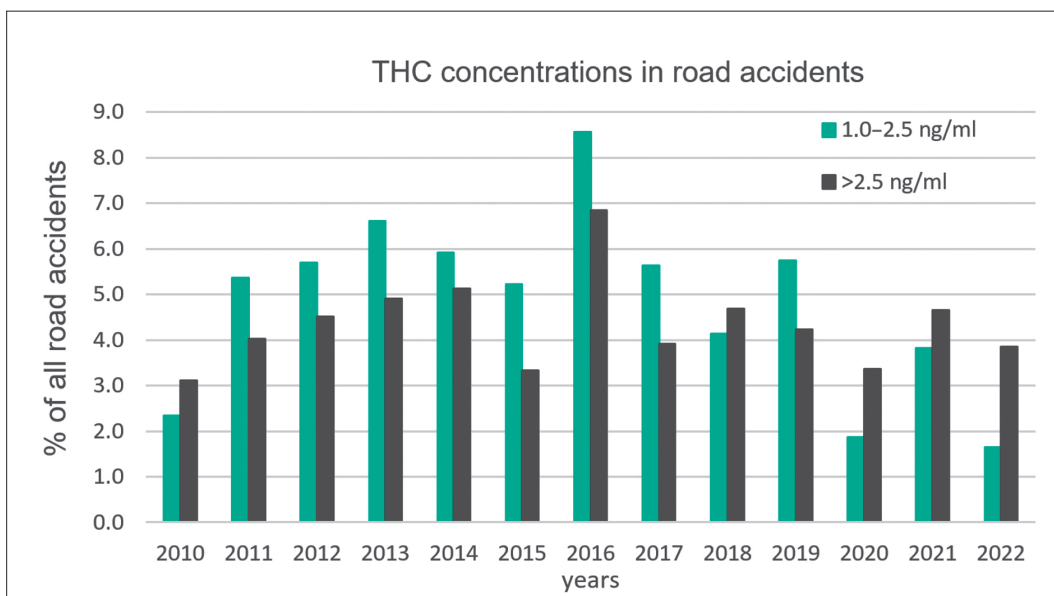


Fig 3. Percentage of drivers from road accidents in which THC was detected in their blood at a concentration of 1.0–2.5 ng/mL and >2.5 ng/mL in relation to all submitted road accidents.

Consequently, due to the uncertainty of the results and the final conclusions, retrospective calculations are not performed. Furthermore, a lack of appropriate tests for psychomotor ability that can be conducted by the police during roadside inspections necessitates an increasingly more frequent participation of experts in court trials. The drivers are usually unaware of the

consequences of driving after the use of cannabis. Some drivers, if they are afraid that cannabis may affect their psychomotor ability and raise suspicion among police patrols and other traffic participants, drive too cautiously and too slowly, as has been demonstrated in various papers. One such paper is a study by Hartman et al. (2016) concerning selected factors associated

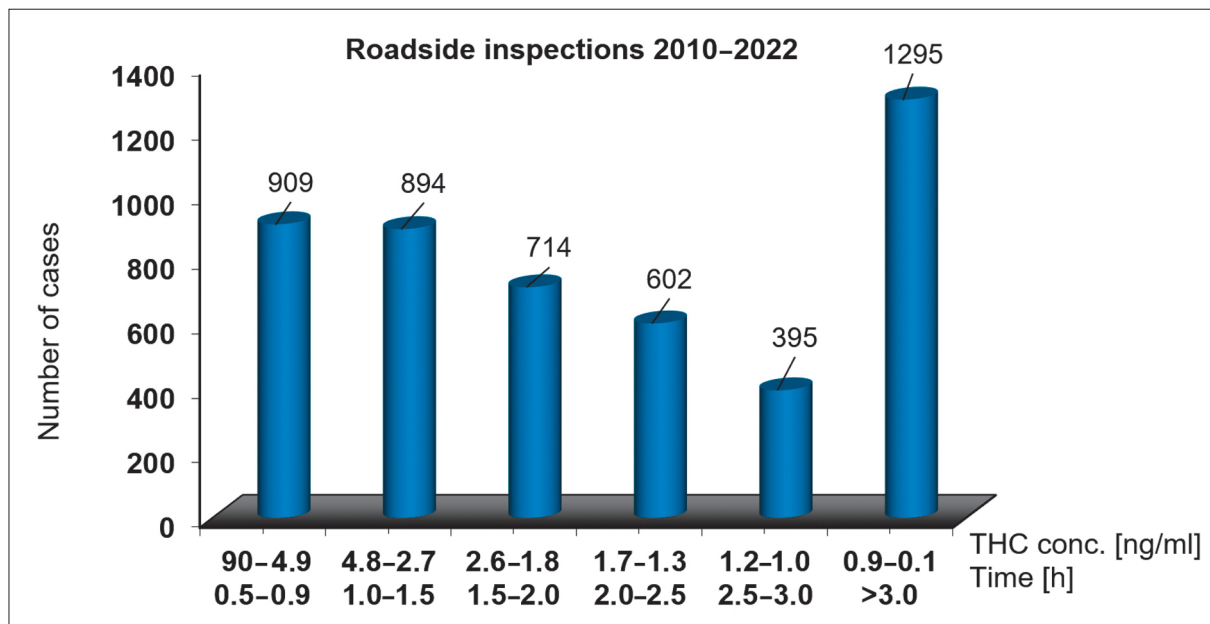


Fig 4. The number of roadside inspection cases in relation to THC concentration ranges resulting from the THC elimination model presented by Huestis, Henningfield, Cone (1992).

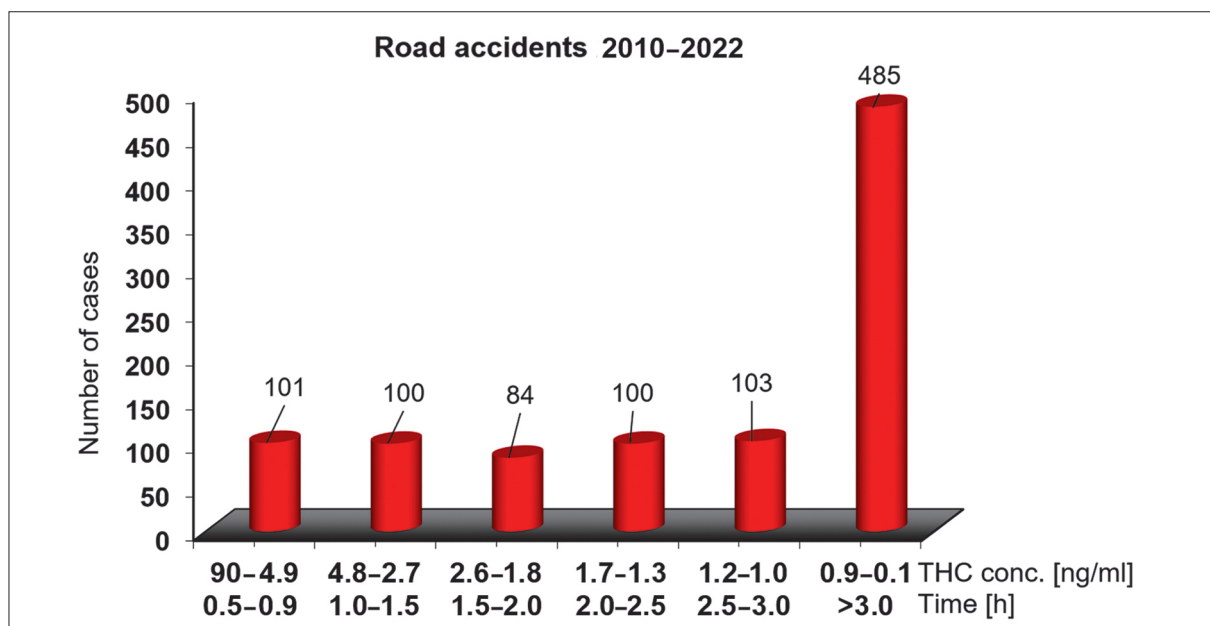


Fig 5. The number of road accident cases in relation to THC concentration ranges resulting from the THC elimination model presented by Huestis, Henningfield, Cone (1992).

with driving (speed, acceleration and ability to maintain distance from the preceding vehicle). According to their results, the presence of THC in the blood was associated with a decrease in the average speed and an increase in average distance from the preceding car. However, the study had several limitations (mentioned by the authors themselves), including a small number of psychomotor tests and the experiments being conducted in a laboratory (patients are usually more careful in a laboratory setting than in a real setting). According to the EMCDDA report, a maximum of 26.7–37.0% of all drivers across different countries who participated in traffic accidents had used cannabis. Testing for THC in the blood samples collected from injured drivers has highlighted various issues. Some studies found an association between long-term cannabis use and the occurrence of accidents (McLaren, Mattick, 2007). In other studies, it was observed that the relationship between cannabis use and accidents changed when risky driving behaviours and gender were incorporated (McLaren, Mattick, 2007; Blows, Ivers, Connor, Ameratunga, Woodward, Norton, 2005; Fergusson, Horwood, 2001). Furthermore, a relationship was found between the declared use of marijuana and participation in traffic accidents (Mann et al., 2007; Ramaekers, Berghaus, van Laar, Drummer, 2004). The differentiation between heavily addicted drivers who use marijuana chronically and sporadic users is irrelevant to the judicial bodies in the context of the proposed thresholds. Furthermore, the individual effect of alcohol and alcohol tolerance on each person, and the individual effects of substances acting similarly to alcohol are not taken into account. The basic factor taken into consideration is the concentration of a psychoactive substance in the blood. A study by Ramaekers et al. showed that whereas the risk of an accident is insignificant at low THC concentrations, it becomes significant as the concentration increases. This risk rose by over 6.6 times with a major increase in the THC concentration, i.e. over 5 ng/ml. Moreover, in a study conducted among a group of young drivers from New Zealand who drove a car under the influence of marijuana more than 20 times over the preceding four years, it was observed that the risk of causing a traffic accident was over 4 times as high (Ramaekers et al., 2004; Preuss, Huestis, Schneider, Hermann, Lutz, 2021). These findings match the results of many experimental studies, which have demonstrated that THC impairs cognitive and psychomotor functions and driving ability depending on the dose (Ramaekers, Mason, Kloft, Theunissen, 2021), which also indicates a correlation between impaired psychomotor ability and the blood THC. This correlation was demonstrated

by Ramaekers et al. (2006), who reported that blood THC concentrations of 1.0–2.5 ng/ml were associated with a significant impairment of vehicle traction control and tracking ability (the Perceptual-motor control – Critical tracking task test), whereas serum concentrations of 5–10 ng/ml (2.5–5.0 ng/ml in whole blood, respectively) corresponded to a major, as high as 75–90%, impairment of a person's psychomotor ability in tests (Perceptual-motor control – Critical tracking task, Motor impulsivity – Stop signal task, cognitive function – Tower of London). Considerably higher concentrations, i.e. over 30 ng/ml in the serum, corresponded to a complete (100%) impairment of psychomotor ability across all the tests. Individuals who were under the influence of THC also showed an increase in the number of collisions with obstacles on the road, increased variation in velocity when cornering, increased standard deviation from the axis of the road, increased variation in the distance from other vehicles, prolonged reaction time when performing an additional task, and a prolonged decision-making time in dangerous situations. Consequently, concentrations lower than 1 ng/ml may be assumed to not produce effects that will impede safe driving. This data is also consistent with the most recent and most comprehensive data obtained through the aforementioned DRUID project. The symptoms reported in the material collection protocols were rare and mostly non-specific, and as a result, they cannot be used to assess a driver's state, and especially not to distinguish between the states of 'after use' and 'under the influence' (Lechowicz, Gieroń, 2022). However, these symptoms can be considered as additional proof of the use of a psychoactive substance.

Summary

Alcohol and THC are commonly known to have different actions. As a result, the effects produced by these compounds may differ.

Drivers believe that the effects of THC are less dangerous than those of ethyl alcohol, which may additionally contribute to the risk of driving after the use of THC and increase the occurrence of traffic events. Extensive knowledge and clear legal regulations are necessary in order to improve road safety. However, for unknown reasons, there are no standardised tests in Poland that can be used by the police during roadside inspections. Police patrols should also focus on collecting blood for tests as soon as possible, and noting down any symptoms observed in the drivers (entries in police reports and audio and video footage).

Furthermore, a lack of trained personnel prevents the obtaining of enough evidence and makes it difficult to reliably assess a driver's psychomotor ability at the time of an inspection or accident. Summarising the current knowledge and conclusions from consultation practice may provide a basis for establishing thresholds for the states of 'after use' and 'under the influence' for THC, which would reduce both the length and the costs of investigations.

References

1. Agrawal, A., Neale, M., Prescott, C., Kendler, K. (2004). A twin study of early cannabis use and subsequent use and abuse/dependence of other illicit drugs. *Psychological Medicine*, 34, 1227–1237. <https://doi.org/10.1017/S0033291704002545>
2. Blows, S., Ivers, R. Q., Connor, J., Ameratunga, S., Woodward, M., Norton, R. (2005). Marijuana use and car crash injury. *Addiction*, 100, 605–611. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.2005.01100.x>
3. Bondallaz, P., Chtioui, H., Favrat, B., Fornari, E., Giroud, C., Maeder, P. (2017). Assessment of cannabis acute effects on driving skills: laboratory, simulator, and on-road studies. *Handbook of Cannabis and Related Pathologies*, 379–390. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800756-3.00045-4>
4. Bondallaz, P., Favrat, B., Chtioui, H., Fornari, E., Maeder, P., Giroud, C. (2016). Cannabis and its effects on driving skills. *Forensic Science International*, 268, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.forciint.2016.09.007>
5. Broyd, S. J., Greenwood, L. M., Croft, R. J., Dalecki, A., Todd, J., Michie, P. T. Johnstone, S. J., Solowij, N. (2013). Chronic effects of cannabis on sensory gating. *International Journal of Psychophysiology*, 89, 381–389. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.04.015>
6. Busardó, F. P., Pichini, S., Pellegrini, M., Montana, A., Lo Faro, A. F., Zaami, S., Graziano, S. (2018). Correlation between blood and oral fluid psychoactive drug concentrations and cognitive impairment in driving under the influence of drugs. *Current Neuropharmacology*, 16, 84–96. <https://doi.org/10.2174/1570159X15666170828162057>
7. Ćwiklińska, M., Teresiński, G., Buszewicz, G. (2015). Medyczno-sądowe oraz prawno-karne aspekty opinowania i orzekania w przypadkach intoksykacji środkami odurzającymi i działającymi podobnie do etanolu. *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii*, 65(2), 77–89. <https://doi.org/10.5114/amsik.2015.53224>
8. DRUID (2022). Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of medicines and illegal drugs including pharmacokinetics on safe driving. Project No. TREN-05-FP6TR-S07.61320-518404-DRUID. Retrieved December 10, 2023 from: <https://www.bast.de/Druid/EN/deliverales-list/deliverables-list-node.html>
9. Fergusson, D., Boden, J. (2008). Cannabis use and later life outcomes. *Addiction*, 103, 969–976. doi: 10.1111/j.1360-0443.2008.02221.x
10. Fergusson, D. M., Horwood, L. J. (2001). Cannabis use and traffic accidents in a birth cohort of young adults. *Accident Analysis & Prevention*, 33, 703–711. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(00\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(00)00082-8)
11. Gieroń, J., Adamowicz, P., Gil, D., Tokarczyk, B., Skulska, A., Lechowicz, W. (2013). Interpretacja wyników oznaczania THC oraz THCCOOH we krwi kierowców – dane z praktyki IES z lat 2010–2013 i projektu DRIUD. (In) M. Kała, D. Zuba (Eds.), *XXX Konferencja Toksykologów Sądowych. Materiały konferencyjne* (pp. 19–20). Kraków: Wydawnictwo IES.
12. Gil, D. (2022). Factors affecting the psychomotor ability of drivers and road safety with respect to legal regulations and NGO guidelines. *Problems of Forensic Sciences*, 132, 259–269. DOI 10.4467/12307483PFS.22.014.17687
13. Hartley, S., Simon, N., Larabi, A., Vaugier, I., Barbot, F., Quera-Salva, M. A., Alvarez, J. C. (2019). Effect of smoked cannabis on vigilance and accident risk using simulated driving in occasional and chronic users and the pharmacokinetic-pharmacodynamic relationship. *Clinical Chemistry*, 65, 684–693. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2018.299727>
14. Hartman, R. L., Brown, T. L., Milavetz, G., Spurgin, A., Pierce, R. S., Gorelick, D. A., Gaffney, G., Huestis M. A. (2015). Cannabis effects on driving lateral control with and without alcohol. *Drug and Alcohol Dependence*, 154, 25–37. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2015.06.015
15. Huestis, M. A., Henningfield, J. E., Cone, E. J. (1992). Blood cannabinoids. I. Absorption of THC and formation of 11-OH-THC and THCCOOH during and after smoking marijuana. *Journal of Analytical Toxicology*, 16(5), 276–282. doi: 10.1093/jat/16.5.276
16. Kała, M., Wilk, D., Wójcikiewicz, J. (Eds.) (2017). *Ekspertyza sądowa. Zagadnienia wybrane*, wydanie 3. Warszawa: Wolters Kluwer.
17. Lechowicz, W., Adamowicz, P., Bakalarz, D., Gil, D., Gieroń, J., Skulska, A., Tokarczyk, B. (2017). Estimating the change in concentration of THC in the blood of drivers over the time between stopping and collection of blood for testing. *Problems of Forensic Sciences*, 110, 97–109.
18. Lechowicz, W., Gieroń, J. (2022). Correlation of symptoms registered during blood collection from drivers who tested positive for Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC). *Problems of Forensic Sciences*, 130/131, 157–168. DOI 10.4467/12307483PFS.22.009.16818
19. Mann, R. E., Adlaf, E., Zhao, J., Stoduto, G., Ialomiteanu, A., Smart, R. G., Asbridge, M. (2007). Cannabis use and self-reported collisions in a representative sample of adult drivers. *Journal of Safety Research*, 38, 669–674. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2007.09.004>

20. Marconi, A., Di Forti, M., Lewis, C. M., Murray, R. M., Vassos, E. (2016). Meta-analysis of the association between the level of cannabis use and risk of psychosis. *Schizophrenia Bulletin*, 42(5), 1262–1269. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbw003>
21. McLaren, J., Mattick, R. P. (2007). *Cannabis use in Australia. Use, supply, harms, and responses. Monograph No. 57*. Sydney: National Drug and Alcohol Research Centre.
22. Moore, T., Zammit, S., Lingford-Hughes, A., Barnes, T., Jones, P., Burke, M., Lewis, G. (2007). Cannabis use and risk of psychotic or affective mental health outcomes: a systematic review. *Lancet*, 370, 319–328. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)61162-3
23. Olla, P., Rykalski, N., Hurtubise, J. L., Bartol, S., Foote, R., Cutler, L., Erdodi, L. A. (2021). Short-term effects of cannabis consumption on cognitive performance in medical cannabis patients. *Applied Neuropsychology: Adult*, 28(6), 647–657.
24. Preuss, U. W., Huestis, M. A., Schneider, M., Hermann, D., Lutz, B., Hasan, A., Kambeitz, J., Wong, J. W. M., Hoch, E. (2021). Cannabis use and car crashes: a review. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 643315. DOI: 10.1080/23279095.2019.1681424
25. Ramaekers, J. G., Berghaus, G., van Laar, M., Drummer, O. (2004). Dose related risk of motor vehicle crashes after cannabis use. *Drug and Alcohol Dependence*, 73, 109–119. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2003.10.008
26. Ramaekers, J. G., Mason, N. L., Kloft, L., Theunissen, E. L. (2021). The why behind the high: determinants of neurocognition during acute cannabis exposure. *Nature Review Neuroscience*, 22(7), 439–454. DOI: 10.1038/s41583-021-00466-4
27. Ramaekers, J. G., Kauert, G., Theunissen, E. L., Toennes, S. W., Moeller, M. R. (2009). Neurocognitive performance during acute THC intoxication in heavy and occasional cannabis users. *Journal of Psychopharmacology*, 23, 266–277. DOI: 10.1177/0269881108092393
28. Ramaekers, J. G., Moeller, M. R., van Ruitenbeck, P., Theunissen, E. L., Schneider, E., Kauert, G. (2006). Cognition and motor control as a function of Delta⁹-THC concentration in serum and oral fluid: limits of impairment. *Drug and Alcohol Dependence*, 85(2), 114–122. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2006.03.015
29. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 lipca 2014 r. w sprawie wykazu środków działających podobnie do alkoholu oraz warunków i sposobu przeprowadzania badań na ich obecność w organizmie (2014). *Dziennik Ustaw*, 948.
30. Spindle, T. R., Martin, E. L., Grabenauer, M., Woodward, T., Milburn, M. A., Vandrey, R. (2021). Assessment of cognitive and psychomotor impairment, subjective effects, and blood THC concentrations following acute administration of oral and vaporized cannabis. *Journal of Psychopharmacology*, 35(7), 786–803. doi:10.1177/02698811211021583

ORCIDJoanna Gieron  0009-0005-1021-9991**Corresponding author**

Dr. Joanna Gieron
Instytut Ekspertyz Sądowych
ul. Westerplatte 9
PL 31-033 Kraków
e-mail: jgieron@ies.gov.pl

KONTROLE, ZDARZENIA I WYPADKI DROGOWE Z LAT 2010–2022 W PRAKTYCE OPINIODAWCZEJ INSTYTUTU EKSPERTYZ SĄDOWYCH W ŚWIETLE PROPOZYCJI PROGÓW „PO UŻYCIU” I „POD WPLYWEM” THC

Wstęp

Według raportu Europejskiego Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii (*The European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction*, EMCDDA) przetwory konopi indyjskich pozostają najczęściej zażywany nielegalnym narkotykiem w Europie. Szacuje się, że około 1,3% dorosłych w Unii Europejskiej (3,7 mln osób) przyjmuje konopie indyjskie codziennie lub prawie codziennie, i jest to grupa, która najprawdopodobniej doświadczy problemów związanych z tym narkotykiem. Badania dotyczące używania konopi indyjskich w różnych krajach wskazują, że około 8% dorosłych Europejczyków (22,6 mln w wieku od 15 do 64 lat) zażywało konopie indyjskie w ciągu ostatniego roku. W ciągu ostatniej dekady produkty konopi stanowiły najpopularniejszą grupę substancji psychoaktywnych wśród kierowców również w Polsce. Jak pokazują dane z praktyki Instytutu Ekspertyz Sądowych, tylko trzy substancje: THC, amfetamina i metamfetamina odpowiadały za około 80% pozytywnych wyników kontroli drogowych w tych latach (Gil, 2022).

Używanie konopi indyjskich ma istotne konsekwencje zarówno dla jednostki, jak i społeczeństwa. Skutkuje ono zaburzeniami funkcji poznawczych, procesów uczenia się i zaburzeniami psychicznymi, takimi jak stany lękowe, depresja, schizofrenia i zaburzenia psychotyczne oraz wiąże się ze zwiększonym prawdopodobieństwem zażywania innych nielegalnych narkotyków (Marconi, Di Forti, Lewis, Murray, Vasson, 2016; Moore i in., 2007; Agrawal, Neale, Prescott, Kendler, 2004; Fergusson, Boden, 2008). Zjawisko to odbija się również na kwestii bezpieczeństwa w ruchu drogowym, nie tylko z powodu upośledzenia samych funkcji psychomotorycznych, ale i upośledzenia procesów uczenia się i adaptacji do zmieniających się warunków. Jedne z ostatnich badań dotyczyły wpływu na procesy poznawcze i psychomotoryczne przejawiającego się utratą kontroli nad prędkością i impulsywnością psychomotoryczną, wpływem na funkcje wykonawcze, utratą kontroli nad sprawnością manualną i przetwarzaniem wzrokowym, zaburzeniami pamięci krótkotrwałej, percepcji i równowagi (Busardò i in., 2018), które są istotne dla wydajności prowadzenia pojazdu i prowadzą do zwiększonego podejmowania ryzyka (Hartley i in., 2019). To upośledzenie funkcji psychomotorycznych, pamięci i koncentracji uwagi następuje w sposób zależny od dawki zarówno wskutek

intensywnego, jak i przewlekłego przyjmowania konopi indyjskich (Busardò i in., 2018).

Pojawienie się na polskim rynku farmaceutycznym legalnych produktów na bazie konopi (takich jak dostępny od grudnia 2012 r. Sativex) spowodowało, że badanie skutków i częstości używania przetworów konopi przez kierowców oraz osoby na różnych stanowiskach pracy ma coraz większe znaczenie. Spośród prowadzonych dotychczas badań kwestie bezpieczeństwa w ruchu drogowym najszerzej poruszał projekt badawczy DRUID (*Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines* – www.bast.de/druid).

Badania przeprowadzone w ramach tego projektu, realizowanego w latach 2006–2011 w 18 krajach Unii Europejskiej (w tym także w Polsce) i dotyczącego m.in. wpływu środków odurzających na sprawność psychomotoryczną kierowców, wykazały, że THC jest – po alkoholu – najczęściej wykrywaną substancją psychotropową w ślinie pobranej od kierowców oraz że prowadzenie pojazdów pod wpływem THC związane jest z takim samym ryzykiem doznania ciężkich obrażeń ciała lub poniesienia śmierci w wypadku jak prowadzenie pojazdu pod wpływem alkoholu w zakresie stężeń 0,1–0,5‰. Odnoszenie wyników badań dotyczących zawartości THC do 0,5‰ alkoholu we krwi pochodziło z trzech rodzajów badań:

- wyznaczenia ryzyka spowodowania wypadku (z ilorazem wiarygodności spowodowania zdarzenia – OR) zależnego od różnych stężeń pojedynczego środka pochodziło głównie z badań epidemiologicznych (w tym analizy przypadków);
- wyników badań eksperymentalnych (zintegrowanych ze względu na różnice w metodologii) przy małej liczbie danych;
- metaanalizy danych literaturowych – objawów, wpływu na sprawność kierowania, badań farmakokinetycznych;
- szacowania ryzyka w zależności od dawki oraz stężenia z uwzględnieniem czasu trwania i nasilenia objawów działania.

Jak wynika z metaanalizy, maksymalny stopień zaburzeń oszacowany na podstawie 317 przypadków, w których zaobserwowano efekty po wypaleniu przetworów konopi zawierających dawkę THC 9–18 mg, wyniósł 50% i zaburzenia te nie przekraczały tych występujących przy obecności alkoholu etylowego we krwi w stężeniu 0,8‰ (wartości progowej uznawanej za granicę stanu

„pod wpływem” m.in. w Stanach Zjednoczonych). We wnioskach zawartych w raporcie końcowym programu DRUID „Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of medicines and illegal drugs including pharmacokinetics on safe driving” w części odnoszącej się do przetworów konopi stwierdza się – w oparciu o analizę wyników 78 badań i 888 efektów – że stężenia THC w surowicy równoważne 0,5‰ alkoholu pod względem zaburzenia zdolności kierowania wynoszą 3,3–4,5 ng/ml (średnio 3,8 ng/ml). Uwzględniając współczynnik podziału krew pełna/surowica wynoszący 0,55, można stwierdzić, że stężenia te odpowiadają przedziałowi 1,8–2,5 ng/ml (średnio 2,1 ng/ml) we krwi, a więc takiemu, z jakim nadsyłane są przez jednostki policji próbki krwi w sprawach dotyczących kontroli drogowych.

W oparciu o wyniki ww. projektu DRUID, a także wiedzę i praktykę własną grona polskich toksykologów sądowych, w odniesieniu do środków działających podobnie do alkoholu podczas XXX Zjazdu Toksykologów Sądowych w Augustowie w 2013 r. zaproponowano wartości progów stężeniowych dla stanów „po użyciu” i „pod wpływem”. Wartości tych progów opublikowano w pracy „Medyczo-sądowe oraz prawno-karne aspekty opiniowania i orzekania w przypadkach intoksykacji środkami odurzającymi i działającymi podobnie do etanolu” (Ćwiklińska, Teresiński, Buszewicz, 2015), a także w trzecim wydaniu książki „Ekspertyza sądowa. Zagadnienia wybrane” (Kała, Wilk, Wójcikiewicz, 2017). W myśl powyższych ustaleń uznano, że skutki zaburzeń psychomotorycznych dla stężeń THC niższych lub równych 2,5 ng/ml (ale wyższych niż 1,0 ng/ml) nie przekraczają tych występujących przy obecności alkoholu etylowego w stężeniu niższym lub równym 0,5‰ (ale wyższym niż 0,2‰), natomiast stężenia THC wyższe niż 2,5 ng/ml wywołują zaburzenia psychomotoryczne skutkujące wzrostem ryzyka wystąpienia zagrożenia w ruchu lądowym porównywalnego do występującego podczas prowadzenia pojazdu pod wpływem alkoholu etylowego w stężeniu wyższym niż 0,5‰. Wartość graniczna 2,5 ng/ml w projekcie DRUID zawiera już błąd szacowania zawartości THC równoważnej 0,5‰ alkoholu. Jest to granica proponowana przez gremium toksykologów sądowych, ponieważ w polskim systemie prawnym dla środków podobnie działających do alkoholu nie ma – jak w przypadku alkoholu – zdefiniowanych progów, powyżej których można by podjąć decyzję o użyciu określić „pod wpływem” lub „po użyciu”. Odniesienie powyższych informacji do aktualnego stanu prawnego i orzeczenie, czy osoba podejrzana znajdowała się w stanie „po użyciu” czy też „pod wpływem”, a co za tym idzie – ocena kwalifikacji czynu – wciąż należy do organu procesowego.

Celem pracy jest omówienie wyników oznaczania THC u kierowców zatrzymanych do kontroli drogowych

i tych, których zatrzymano do badania po zdarzeniu/wypadku drogowym, a także zaprezentowanie problemów interpretacyjnych odnoszących się do opiniowania dotyczącego stanów „po użyciu” i „pod wpływem” THC na podstawie zestawienia wyników przeprowadzonych badań.

Materiały i metody

Próbki krwi kierowców zatrzymanych przez policję w ramach rutynowych kontroli pobierane były w szpitalnych oddziałach ratunkowych przez dyżurujący personel medyczny. W badaniach wykorzystano wyniki analiz 7269 próbek krwi pochodzących z kontroli drogowych oraz 4697 próbek krwi zabezpieczonych w sprawach dotyczących zdarzeń i wypadków drogowych. W badanych przypadkach znane było jedynie stężenie THC i jego metabolitu (THCCOOH). Badania zostały wykonane metodą przesiewową, tj. metodą immunoenzymosorpcyjną (ELISA), w której próg odcięcia dla kannabinoli stanowiło stężenie 11-nor-9-karboksy-delta-9-tetrahydrokannabinolu (THCCOOH) wynoszące 5 ng/ml, oraz metodami potwierdzającymi opisanymi przez Lechowicza i współpracowników (2017), takimi jak chromatografia cieczowa lub gazowa sprzężone ze spektrometrią mas (HPLC-MS/MS lub GC-MS). Granica wykrywalności w obu metodach wynosiła 0,3 ng/ml dla THC i 2,0 ng/ml dla THCCOOH. Granica oznaczalności w obu metodach wynosiła 1 ng/ml dla THC we krwi oraz 5 ng/ml dla THCCOOH, co jest zgodne z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 16 lipca 2014 r. w sprawie wykazu środków działających podobnie do alkoholu oraz warunków i sposobu przeprowadzania badań na ich obecność w organizmie. Przyjęcie wartości 1 ng/ml ma swoje uzasadnienie w badaniach naukowych. Opracowane i wykorzystywane metody oznaczania kannabinoli zostały zwalidowane za pomocą programu Valistat v. 1.0. Potwierdzeniem wiarygodności wykonywanych analiz były wyniki badań międzylaboratoryjnych BTMF Drugs in Serum organizowanych przez firmę ARVECON. Ponadto równoległe z badaniami próbek krwi wykonywano analizy materiału referencyjnego na obecność kannabinoli (ACQ Science, Medidrug), uzyskując wyniki zgodne. Każdą próbkę krwi przygotowywano w dwóch powtórzeniach. Wyznaczano liczbę wyników pozytywnych w skali wszystkich analizowanych prób krwi nadesłanych w analizowanych sprawach oraz w skali tych spraw, dla których uzyskano wynik nienegatywny w badaniu metodą ELISA (poddanych badaniom metodą ilościową). Analizowane przypadki dotyczyły wyłącznie zawartości kannabinoli we krwi.

Błąd metody (suma precyzji i dokładności) dla THC dla poziomu 1 ng/ml (LOQ; granica oznaczalności) oszacowany został na 24,8%, natomiast dla poziomu

2,5 ng/ml – na 11,5%. Oszacowana niepewność zawiera m.in. takie składowe jak błędy wynikające z kalibracji, integracji sygnałów analitycznych, efektów matrycowych oraz stosowanych pipet i certyfikowanych roztworów wzorcowych, ale nie zawiera składowej związanej z pobieraniem i transportem próbek.

Należy jednak podkreślić, że uzyskane wyniki odnoszą się do momentu pobrania krwi do badań i w momencie zatrzymania podejrzanego do kontroli/wypadku stężenie THC mogło być zarówno wyższe, jak i niższe, jednak nie można określić jego wartości.

Wyniki i ich dyskusja

Analizowane wyniki badań krwi dotyczących spraw kontroli drogowych stanowiły 66% wszystkich nadesłanych spraw w latach 2010–2022. THC w stężeniu równym lub wyższym niż 1 ng/ml stwierdzono u 3482 kierowców (48%) spośród wszystkich 7269 poddanych kontroli drogowej i u 477 (10%) spośród 4697 kierowców, którzy brali udział w wypadku czy też zdarzeniu drogowym. Kierowcy zatrzymani do kontroli drogowej, u których wykazano THC we krwi w stężeniu powyżej 2,5 ng/ml (1923 przypadki), stanowili aż 40% wszystkich kierowców z kontroli drogowych poddanych badaniu na zawartość THC (4828 przypadków) i aż 26,5% spośród wszystkich spraw z kontroli drogowej nadesłanych do Instytutu. Wśród osób z wypadków i zdarzeń drogowych liczba ta wynosiła 210 (24% spośród 972), co stanowi 4,5% wszystkich kierowców badanych w tego rodzaju sprawach. Kierowców z wynikami zawartości THC w zakresie 1,0–2,5 ng/ml odnotowano 1590, tj. 33% spośród tych, którzy zostali poddani kontroli drogowej, oraz 246 (28%) spośród biorących udział w wypadkach/zdarzeniach drogowych. W przypadku kontroli drogowych we wszystkich latach poza rokiem 2020 i 2021 (lata pandemii SARS-Cov-2) odsetek liczby kierowców o stężeniach powyżej 2,5 ng/ml był wyższy niż liczba przypadków stężeń z zakresu 1,0–2,5 ng/ml (Ryc. 2). W sprawach dotyczących zdarzeń i wypadków drogowych odsetek kierowców, u których stężenia THC wynosiły powyżej 2,5 ng/ml, był wyższy jedynie w latach 2010, 2018 oraz 2020–2022 (Ryc. 3). Duży odsetek kierowców stanowią ci, u których stężenia THC znajdowały się poniżej granicy 1,0 ng/ml: 28% kierowców z kontroli drogowych i 57% kierowców z wypadków i zdarzeń drogowych (Ryc. 4 i 5). Pobranie krwi w odległym czasie po zatrzymaniu do kontroli (jak wynika z badań przeprowadzonych w Instytucie, czas ten wynosi średnio około 2 godziny) czy też po wypadku drogowym (średnio około 3 godzin) z pewnością znacząco wpływa na uzyskane wyniki oznaczenia. Zjawisko to odzwierciedla się w omówionej statystyce oznaczeń THC. Spośród wszystkich nadesłanych do analizy przypadków kontroli

drogowych z lat 2010–2022, w których kierujący budzili podejrzenia prowadzenia pod działaniem środka odurzającego lub substancji psychotropowej, 25–61% przypadków stanowili ci, u których wykazano THC w stężeniu równym lub wyższym niż 1 ng/ml, a w przypadku zdarzeń i wypadków drogowych zaledwie 5–15% wyników to wyniki pozytywne na THC (Ryc. 1), przy czym wśród kontroli drogowych dominowały stężenia THC powyżej 2,5 ng/ml, natomiast wśród wypadków i zdarzeń drogowych dominująca jest liczba przypadków z zakresu stężeń 1,0–2,5 ng/ml (Ryc. 2 i 3). Problematyczną do ustalenia kwestią staje się szacowanie wstecznego stężenia THC. Jak wynika z publikacji Lechowicza i wsp. (2017), spadki stężenia THC wskutek upływu czasu w zakresie 2–3 ng/ml mieściły się w przedziale 0,2–0,8 ng/ml, natomiast w zakresie 3–5 ng/ml w przedziale (-0,12)–1,00 ng/ml, przy czym w jednym tylko przypadku stężenie THC wzrosło o podane 0,12 ng/ml, dla pozostałych mieściło się w przedziale 0,16–1,00 ng/ml. Dla dwugodzinnego przedziału czasu pomiędzy zatrzymaniem a pobraniem, czyli najbardziej realnego „scenariusza”, spadek stężenia dla pięciu przypadków wynosił od 0,1 dla stężeń poniżej 2 ng/ml do 0,48–0,83 ng/ml dla stężeń powyżej 2 ng/ml.

Na rycinach 4 i 5 przedstawiono rozkład stężeń odpowiadający krzywej eliminacji THC w surowicy, opracowanej przez Huestis, Henningfielda i Cone'a (1992). Dla krwi założono, że współczynnik podziału krew/osocze wynosi 0,55. Jak wynika z wykresów zamieszczonych na ryc. 4 i 5, znaczna liczba uzyskanych stężeń mieściła się w przedziale 1,8–2,6 ng/ml. Przedział ten obejmuje stężenia wynikające z szacowania wartości równoważnej 0,5% alkoholu etylowego we krwi. W przypadku zdarzeń i wypadków drogowych liczba kierowców posiadających takie stężenia we krwi jest porównywalna w stosunku do pozostałych grup (przedziałów) stężeń.

Niezależnie od uzyskanego wyniku wartość stężenia THC w próbce krwi zawsze odnosi się do momentu pobrania materiału do badań, co w przypadku nieliniowej farmakokinetyki THC i poczynionych wstępnych założeń dotyczących czasu wypalenia produktów konopi przez kierowcę oraz częstotliwości ich stosowania prowadzi w równaniach farmakokinetycznych do uzyskania skrajnie różnych wyników stężenia THC w chwili zdarzenia/wypadku, a tym samym – różnic w ocenie stanu kierującego w chwili zdarzenia. Stąd też z uwagi na niepewność dotyczącą wyników i ostatecznych wniosków rachunki retrospektywne nie są prowadzone. Dodatkowo brak odpowiednich testów sprawdzających sprawność psychomotoryczną w momencie kontroli przeprowadzanych przez patrol policyjny wiedzie do coraz częstszych udziałów biegłych w rozprawach. Zazwyczaj kierowcy nie są świadomi i nie dostrzegają negatywnych skutków/konsekwencji prowadzenia pojazdów po przyjęciu konopi indyjskich. Niekiedy obawiając się, że środek ten

może wpływać na sprawność psychomotoryczną i budzić podejrzenie wśród innych uczestników ruchu drogowego i patrolu policyjnego, kierowcy zachowują nadmierną ostrożność i prowadzą ze zbyt małą prędkością. Tak m.in. pokazują badania przedstawione w pracy autorstwa Hartman i wsp. (2016). Dotyczyły one wpływu m.in. THC (przetworów konopi) na niektóre czynniki mające związek z prowadzeniem pojazdów (prędkość, przyśpieszenie i zdolność do utrzymywania odległości względem poprzedzającego pojazdu). Uzyskane wyniki dowiodły, że obecność THC we krwi związana była ze zmniejszeniem średniej prędkości i zwiększeniem średniego dystansu do poprzedzającego samochodu. Opisane badania miały jednak kilka ograniczeń (o których wspominają sami autorzy), do których należała niewielka liczba testów psychofizycznych oraz laboratoryjne warunki prowadzenia eksperymentu (podczas których osoby badane są z reguły bardziej ostrożne niż w warunkach rzeczywistych). Jak wynika z raportu EMCDDA, spośród badań przeprowadzonych wśród kierowców, którzy uczestniczyli w wypadkach drogowych, odsetek tych, którzy przyjmowali konopie, wynosił maksymalnie 26,7–37% w różnych krajach. Z badania na obecność THC w próbkach krwi pobranych od kierowców, którzy odnieśli obrażenia, wynikają różne kwestie: w niektórych badaniach wykazano związek między długotrwałym używaniem konopi a zaistnieniem wypadku (McLaren, Mattick, 2007), natomiast w innych zauważono, że zależność pomiędzy używaniem konopi a wypadkiem zmieniała się, gdy pod uwagę brano ryzykowne zachowania na drodze oraz płęć (McLaren, Mattick, 2007; Blows, Ivers, Connor, Ameratunga, Woodward, Norton, 2005; Fergusson, Horwood, 2001). W niektórych badaniach wykazano związek pomiędzy zgłaszaniem/przyznawaniem się do używania marihuany a udziałem w wypadkach drogowych (Mann i wsp., 2007; Ramaekers, Berghaus, van Laar, Drummer, 2004). Rozróżnienie na podstawie stężenia kwasu THCCOOH kierowców silnie uzależnionych, przewlekłe przyjmujących marihuanę od użytkowników sporadycznie stosujących konopie nie ma znaczenia dla organu procesowego w kontekście proponowanych progów. Tak jak nie rozpatruje się indywidualnie wpływu alkoholu i tolerancji na alkohol etylowy u poszczególnych osób, tak nie robi się tego dla tzw. środków działających podobnie do alkoholu. Podstawowe znaczenie ma wynik zawartości substancji psychoaktywnej we krwi. Badania Ramaekersa i wsp. wykazały, że mimo iż w niskich stężeniach THC ryzyko wypadku nie jest znaczące, to staje się ono istotne wraz ze wzrostem stężenia THC. Znacznie zwiększa się ono (powyżej 6,6 razy), gdy stężenie THC wzrastało znacznie, tj. powyżej 5 ng/ml. Ponadto badania przeprowadzone na grupie młodych kierowców z Nowej Zelandii, którzy w ciągu ostatnich 4 lat prowadzili ponad 20 razy samochód pod wpływem marihuany, wykazały, że ryzyko spowodowania wypadku drogowego jest

ponad 4 razy większe (Ramaekers i in., 2004; Preuss, Huestis, Schneider, Hermann, Lutz, 2021). Wyniki te potwierdzają badania eksperymentalne, które wielokrotnie wykazały, że THC upośledza funkcje poznawcze, funkcje psychomotoryczne i zdolność prowadzenia pojazdów w sposób zależny od dawki (Ramaekers, Mason, Kloft, Theunissen, 2021). W związku z powyższym upośledzenie sprawności psychomotorycznej jest również w pewien sposób skorelowane ze stężeniem THC we krwi. Wykazali to m.in. Ramaekers i in. (2006), podając, że stężenia THC w zakresie 1,0–2,5 ng/ml we krwi wiązały się z istotnym upośledzeniem kontroli trakcji/zdolności śledzenia ruchu pojazdów (test Perceptual-motor control – Critical tracking task), natomiast stężeniom 5–10 ng/ml w surowicy (odpowiednio 2,5–5,0 ng/ml we krwi pełnej) odpowiadało wysokie, bo aż 75–90% upośledzenie sprawności w testach (Perceptual-motor control – Critical tracking task, Motor impulsivity – Stop signal task, Cognitive function – Tower of London). Stężeniom znacznie wyższym, tj. powyżej 30 ng/ml w surowicy (powyżej 15 ng/ml we krwi), odpowiadało natomiast całkowite (stuprocentowe) upośledzenie sprawności psychomotorycznej w każdym teście. U osób będących pod działaniem THC odnotowywano: wzrost liczby kolizji z przeszkodami pojawiającymi się na drodze, większą zmienność prędkości podczas pokonywania zakrętów, wzrost standardowego odchylenia od osi jezdni, większą zmienność w zachowaniu odstępu od innych pojazdów, wydłużenie czasu reakcji podczas wykonywania dodatkowego zadania, a także wydłużenie czasu podejmowania decyzji w sytuacji niebezpieczeństwa. Można więc założyć, że przy stężeniach niższych niż 1 ng/ml nie są obserwowane efekty niesprzyjające bezpiecznemu prowadzeniu pojazdu. Dane te są także zgodne z najbardziej aktualnymi i najszerszymi danymi, które są wynikiem wcześniej omawianego projektu badawczego DRUID. Odnotowywane w protokołach pobrania materiału objawy są rzadkie i mało specyficzne. Na ich podstawie nie ma możliwości dokonania oceny stanu kierującego, a tym bardziej wypowiedzenia się o stanie „po użyciu”/”pod wpływem” (Lechowicz, Gieroń, 2022). Stanowią one jednak dodatkowe potwierdzenie przyjęcia środka.

Podsumowanie

THC i alkohol etylowy są, jak powszechnie wiadomo, związkami o przede wszystkim odmiennym działaniu, w związku z czym wywoływane przez te związki efekty mogą się różnić.

Kierowcy uważają, że skutki przyjęcia THC są mniej niebezpieczne niż te wywołane spożyciem alkoholu etylowego, co może dodatkowo zwiększać ryzyko prowadzenia pojazdu po ich przyjęciu i skutkować wzrostem częstości zdarzeń drogowych pod działaniem THC.

Aby poprawić bezpieczeństwo drogowe, potrzebna jest dobrze ugruntowana wiedza i jasne ustalenia prawne. Z niezrozumiałych powodów w Polsce brakuje również znormalizowanych testów, które mogłyby być stosowane przez policję podczas kontroli drogowej. W zakresie czynności patrolu policyjnego działania powinny skupić się również na jak najszybszym pobraniu krwi do badań, a także rejestrowaniu objawów zaobserwowanych u kierującego (zapis w notatce policyjnej, rejestracja kamerą obrazu i dźwięku). Ponadto brak odpowiednio przeszkolonego personelu uniemożliwia pozyskiwanie wystarczających dowodów oraz utrudnia rzetelną ocenę sprawności psychomotorycznej w chwili zatrzymania/zdarzenia. Podsumowanie aktualnego stanu wiedzy i wniosków z dotychczasowej praktyki opiniodawczej może stanowić początek ustanowienia progów dla stanu „po użyciu” i „pod wpływem” THC, które skróciłyby czas, a tym samym i koszty postępowania.