

Aleksandra Grześkowiak¹, Krystian Czernikiewicz¹, Ewa Jarmużek¹, Anita Jeleń¹,
Michał Nowak¹, Anna Podolska¹, Piotr Skalski²

¹ Studenci, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Wydział Lekarski

² Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Wydział Lekarski

Stymulanty jako leki nootropowe w społeczności studenckiej

Stimulants as nootropic drugs in the student community

STRESZCZENIE

Współczesna farmakologia znajduje zastosowanie nie tylko w terapii, ale również w wielu codziennych obszarach życia, takich jak sport czy nauka. Podobnie jak środki dopingowe zwiększają wydolność i siłę, tak leki nootropowe wpływają na zdolność koncentracji i zapamiętywania, dzięki czemu cieszą się rosnącym zainteresowaniem w społeczności akademickiej. Do najczęściej stosowanych należą stymulanty, m.in. amfetamina, metylofenidat, modafinil oraz kofeina. Wiele substancji powszechnie uważanych za tzw. *smart drugs* poprawia zdolności kognitywne, lecz ich wartość prozdrowotna jest dyskusyjna. Celem pracy jest analiza różnych aspektów korzystania przez studentów ze środków stymulujących podczas nauki, tj. mechanizmów działania i efektywności, działań niepożądanych oraz świadomości użytkowników co do potencjalnych zagrożeń.

Słowa kluczowe: leki nootropowe, stymulanty, *smart drugs*, studenci, doping akademicki


ABSTRACT

Modern pharmacology is used not only in therapy, but also in many areas of everyday life, such as sports or science. Just as doping agents increase efficiency and strength, nootropic drugs affect the ability to concentrate and memorize, and therefore enjoy growing interest of the academic community. Most commonly used are stimulants, including amphetamine, methylphenidate,


Adres do korespondencji / Address for correspondence: skal.p@ump.edu.pl


ORCID: Aleksandra Grześkowiak  <https://orcid.org/0000-0003-3576-0766>;


Krystian Czernikiewicz  <https://orcid.org/0000-0001-5006-4203>;


Ewa Jarmużek  <https://orcid.org/0000-0001-6271-3979>;

Anita Jeleń  <https://orcid.org/0000-0001-6274-0969>;

Michał Nowak  <https://orcid.org/0000-0002-0087-4387>;

Anna Podolska  <https://orcid.org/0000-0002-1365-341X>;

Piotr Skalski  <https://orcid.org/0000-0001-5729-8424>

Licencja/License: CC BY 4.0 

modafinil, caffeine and nicotine. Many substances commonly considered to be so-called smart drugs improve cognitive abilities, but their pro-health value is questionable. The aim of the study is to analyze various aspects of the phenomenon of using stimulants by students during studying, i.e. mechanisms of action and effectiveness, side effects and users' awareness of the potential threats.

Keywords: smart drugs, brain enhancement drugs, nootropics, students, academic doping

WPROWADZENIE

Studenci stanowią grupę społeczną narażoną na działanie różnych czynników stresogennych, mogących wywołać skutki somatyczne. Wielu młodych ludzi nie potrafi radzić sobie z uporczywymi emocjami i myślami, co jest jedną z głównych przyczyn ich problemów w nauce. Panuje wśród nich przekonanie, że środki farmakologiczne pozwalają zwiększyć wydajność procesów myślowych niezbędnych do intensywnej nauki. Wprawdzie w zdecydowanej większości studenci podczas przygotowywania się do testów i egzaminów spożywają kofeinę w formie kawy, napojów energetycznych i innych wyrobów (Liakoni *et al.*, 2015; Maier *et al.*, 2015), to jednak obserwuje się narastające zainteresowanie wieloma farmaceutykami, przyjmowanymi niezgodnie z ich zaleceniami terapeutycznymi (Wilens *et al.*, 2017). W społeczności studenckiej leki nootropowe jawią się jako klucz do rozwiązywania problemów z nauką. W Stanach Zjednoczonych szacuje się, iż od 5 do 30% studentów zażywa substancje psychostymulujące (Mann, 2021).

Do tak zwanych *smart drugs* (inteligentnych leków) zalicza się substancje wzmagające zdolności koncentracji i pamięci, należące między innymi do grupy neurostymulantów, nutraceutyków oraz racetamów (Fрати *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2016). Znaleźć wśród nich można zarówno leki konwencjonalne, suplementy diety, jak i narkotyki. Ze względu na ich właściwości oraz dostępność studenci najczęściej sięgają po substancje pierwszego i drugiego typu (Cropsey *et al.*, 2017).

Stymulanty wpływające na działanie ośrodkowego układu nerwowego wykorzystywane są w terapii chorób neurologicznych, takich jak zespół nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD) czy narkolepsja. Lekami stosowanymi w tych zaburzeniach są metylofenidat i modafinil (Adere *et al.*, 2017). Do substancji o działaniu psychoaktywnym należą także

produkty ogólnodostępne, takie jak kofeina, oraz nielegalne środki odurzające, w tym najczęściej zażywana amfetamina (Franke *et al.*, 2011). Artykuł skupia się na środkach o działaniu bezpośrednim na układ nerwowy, takich jak amfetamina, metylofenidat, modafinil oraz kofeina. Wymienione związki są często zażywane przez studentów ze względu na ich potencjalne właściwości poprawiające zdolność do zapamiętywania i koncentracji (Brand *et al.*, 2016; Wiciński *et al.*, 2015). Jednak wpływ opisywanego zjawiska na ogólny dobrostan psychiczny studentów jest bagatelizowany. Wobec tego celem badawczym artykułu jest analiza mechanizmów działania, efektywności i skutków niepożądanych wybranych substancji stymulujących oraz świadomości młodzieży akademickiej na temat potencjalnych zagrożeń wynikających z ich stosowania. Podczas przygotowywania pracy wykorzystywano słowa kluczowe: *smart drugs, brain enhancement drugs, nootropics, students, academic doping* i internetowe bazy danych recenzowanych publikacji naukowych, takich jak PubMed i ScienceDirect. Brano pod uwagę przede wszystkim aktualne (opublikowane nie wcześniej niż w 2014 r.) badania na grupie liczącej ponad dwadzieścia osób, jednak w zdecydowanej większości przypadków liczba uczestników przekraczała dwieście. Wobec braku niektórych informacji okazjonalnie odwoływano się do źródeł sprzed 2014 roku.

MECHANIZMY DZIAŁANIA I EFEKTYWNOŚĆ

Efekty działania psychostymulantów wynikają z mechanizmów wpływających na aktywność neuroprzekaźników oraz ich receptorów zlokalizowanych w ośrodkowym układzie nerwowym (Sharif *et al.*, 2021). Najważniejszymi neurotransmiterami uczestniczącymi w pobudzeniu zdolności poznawczych są: acetylocholina, serotonina, dopamina, adrenalina i noradrenalina (Fond *et al.*, 2015B). Wychwytywane są przez

receptory, z którymi po połączeniu mogą regulować pracę konkretnych części mózgowia. Dopamina odgrywa kluczową rolę w procesie zapamiętywania, stanowi jednocześnie prekursor w syntezie adrenaliny i noradrenaliny. Z kolei acetylocholina reguluje pamięć oraz koncentrację poprzez stymulację dwóch typów receptorów – nikotynowego i muskarynowego (Fond *et al.*, 2015A). Poszczególne funkcje mediatorów pokrywają się ze sobą, co uniemożliwia jednoznaczne przypisanie wpływu danego neuroprzekaźnika na zdolności poznawcze (Husain *et al.*, 2011).

Amfetamina oraz jej pochodne (np. lek Adderall) stymuluje uwalnianie neuroprzekaźników katecholaminowych, takich jak noradrenalina i dopamina, blokuje transporter dla dopaminy VMAT2 oraz hamuje aktywność monoamino-oksydazy. Pod wpływem jej działania poziom noradrenaliny w szczeliny synaptycznej wzrasta czterokrotnie, a dopaminy nawet piętnastokrotnie. Adderall wywiera pozytywny wpływ na przyswajanie wiedzy, czuwanie, pamięć werbalną oraz w większym stopniu na pamięć długotrwałą niż krótkotrwałą.

Metylofenidat jest preparatem wykorzystywanym w leczeniu ADHD, o potwierdzonej wartości terapeutycznej (Rozenek *et al.*, 2019; Silveira *et al.*, 2014). Wpływa na funkcje układu nerwowego poprzez zablokowanie transportera dla dopaminy i noradrenaliny zlokalizowanego na błonie presynaptycznej i odpowiedzialnego za wychwytywanie zwrotny tych neuroprzekaźników. W konsekwencji jego działania dochodzi do podwyższenia stężenia dopaminy i noradrenaliny w szczeliny synaptycznej, a tym samym wydłużenia czasu ich działania polegającego na stymulacji błony postsynaptycznej (Urban *et al.*, 2014). Działanie psychostymulujące leku wynika w głównej mierze z jego wpływu na korę przedczołową, która uczestniczy w procesie zapamiętywania. Przy stosowaniu mniejszych dawek leku dochodzi do pobudzenia receptorów D1 dopaminy oraz alfa-2-adrenergicznych, co poprawia komunikację w układzie nerwowym, powodując wzrost stosunku sygnału do szumu (SNR). Badanie wpływu metylofenidatu na zdolności poznawcze zdrowych studentów nie wykazało żadnego oddziaływania tego leku na pamięć i skupienie uwagi – wyniki testów

sprawdzających te zdolności grupy badawczej nie różniły się od grupy, której podano placebo. Jediną różnicę stanowiło subiektywnie lepsze samopoczucie osób w grupie badawczej (Battistella *et al.*, 2016).

Modafinil stosuje się w leczeniu nadmiernej senności u osób chorych na narkolepsję. Mechanizm działania leku, prowadzący do poprawy zdolności poznawczych, jest złożony i nadal nie w pełni poznany, choć zakłada się, że polega na stymulacji szlaków w różnych obszarach mózgowia (Schmidt *et al.*, 2017). Modafinil hamuje wychwytywanie zwrotny adrenaliny i noradrenaliny, co skutkuje wzrostem stężenia tych neuroprzekaźników w ośrodkowym układzie nerwowym (Esposito *et al.*, 2021). Lek powoduje podwyższenie poziomu dopaminy, jednak w porównaniu do innych neurostymulantów jego powinowactwo do tego transportera jest znacznie mniejsze. Modafinil stymuluje uwalnianie serotoniny w kilku częściach mózgowia, wzmaga sygnalizację glutaminergiczną poprzez wywieranie hamującego wpływu na kwas gamma-aminomasłowy (GABA), a także wpływa na przekazywanie histaminergiczne. Możliwe, iż działanie pobudzające związane jest z aktywacją neuronów podwzgórza produkujących oreksynę – neuropeptyd pośredniczący w regulacji stanu snu i czuwania (Wood *et al.*, 2014). Efektem działania leku jest zwiększone czuwanie oraz poprawa funkcji wykonawczych u osób z deficytem snu, a także u zdrowych chcących zniwelować jego niedobór, na przykład podczas nocnej nauki. Badania wpływu modafinilu na wyższe procesy poznawcze udowadniają pozytywny efekt na skupienie i wybiórczość uwagi oraz skrócenie czasu reakcji, jednak nie zaobserwowano poprawy pamięci krótkotrwałej i zdolności osądu (Fernández *et al.*, 2015).

Kofeina, mimo iż należy do substancji ogólnodostępnych, także wywiera wpływ na zdolności poznawcze (Kusturica *et al.*, 2019). Pełni funkcję antagonisty receptorów A_1 i A_{2A} dla adenozyliny, co skutkuje zmniejszonym hamowaniem przewodnictwa nerwowego w wyniku zwiększonego dostępu noradrenaliny w obrębie mózgowia (Cappelletti *et al.*, 2015). Efektem jej działania jest również podniesienie stężenia dopaminy, podobnie jak u innych substancji

psychostymulujących, jednak jedynie w korze przedczołowej, co nie wpływa na jej poziom w obrębie prążkowania, jak dzieje się w przypadku amfetaminy. Napoje kofeinowe mają pozytywny wpływ na skupienie, czujność i koncentrację w dawkach małych do średnich (~40-300 mg), jednak brak jednoznacznych dowodów wskazujących na ich właściwości poprawiające pamięć oraz niektóre wyższe funkcje kognitywne, takie jak osąd lub podejmowanie decyzji (McLellan *et al.*, 2016).

DZIAŁANIA NIEPOŻĄDANE

Do najczęściej zgłaszanych efektów niepożądanych, będących skutkami stosowania neurostymulantów, należą: nerwowość, zaburzenia snu oraz bóle głowy. Użytkownicy opisywanych substancji pobudzających doświadczają również stanów depresyjnych, zaburzeń rytmu serca i braku apetytu.

Przez stymulację układu współczulnego amfetamina powoduje między innymi przyspieszenie akcji serca oraz wzrost ciśnienia krwi, wynikający ze zwężenia naczyń krwionośnych. Jej zażywanie może skutkować brakiem apetytu. Ponadto oddziałuje na układ immunologiczny, zmniejszając odporność organizmu (Zajączkowski *et al.*, 2011). Nadużywanie amfetaminy może działać wysoce uzależniająco przez zwiększając się tolerancję organizmu dla podawanej dawki oraz mechanizmy prowadzące do zwiększenia poziomu dopaminy (Kim, 2012).

Do efektów ubocznych metylofenidatu należą: zwiększona pobudliwość, bezsenność, agresja oraz ogólne osłabienie. Lek ten indukuje nadciśnienie tętnicze i palpacje serca (Jain *et al.*, 2017). Poza zbyt wysokiej dawki u osób zdrowych może skutkować odwrotnym od zamierzonego efektem działania, czyli nadmierną aktywnością ruchową oraz problemami z koncentracją. Wynika to z faktu, iż przy zbyt wysokim stężeniu dopaminy i noradrenaliny dochodzi do wiązania się neuroprzekazników z innymi receptorami – receptorem D2 oraz alfa-1-adrenergicznym, co nie daje już efektu pobudzającego układ nerwowy (Esposito *et al.*, 2021). Metylofenidat dociera do układu nerwowego w niewielkim stopniu, dlatego ryzyko uzależnienia jest niskie (Silveira *et al.*, 2014).

W przypadku modafinilu – w porównaniu z amfetaminą czy metylofenidatem – działania niepożądane występują rzadziej bądź nie obserwuje się ich wcale. Skutkami ubocznymi mogą być bóle głowy, reakcje alergiczne i zaburzenia układu pokarmowego. Pojedyncza dawka podwyższa poziom białka C-reaktywnego (CRP), który jest wskaźnikiem stanu zapalnego w organizmie. Stwierdzono jednoznacznie, iż nadmierne stosowanie, skutkujące ograniczeniem snu, wpływa negatywnie na układ immunologiczny oraz podwyższa poziom stresu. Modafinil wykazuje jednak niskie powinowactwo do transportera dopaminy, stąd ryzyko uzależnienia jest stosunkowo niewielkie (Roberts *et al.*, 2020).

Wbrew powszechnej opinii również kofeina wywołuje działania niepożądane. Przyjmowanie ponad 300 mg na dobę często skutkuje zatruciem przewlekłym (m.in. nudności, bóle głowy, drżenia rąk). Znacznie większe dawki mogą spowodować bardziej niebezpieczne efekty, takie jak częstomocz, wymioty czy owrzodzenie żołądka. Nadmierne spożywanie kofeiny w połączeniu z obniżoną podażą wapnia łączy się z ryzykiem utraty masy kostnej. Obserwuje się też spadek energii i apatię po fazie aktywności tej substancji w organizmie (Wanat *et al.*, 2011). Stres związany z egzaminami w połączeniu z kofeiną może powodować wzrost ciśnienia tętniczego (Lee *et al.*, 2009). Związek ten wykazuje działanie uzależniające, jednak skutek odmiennego mechanizmu działania jest ono mniej prawdopodobne niż w przypadku amfetaminy.

MOTYWACJE ORAZ ŚWIADOMOŚĆ STUDENTÓW KORZYSTAJĄCYCH ZE ŚRODKÓW NOOTROPOWYCH

Studenci sięgają po leki nootropowe zarówno podczas przygotowywania się do kolokwium oraz egzaminów, jak tuż przed ich rozpoczęciem. Wśród użytkowników tych środków można wyróżnić dwie grupy, w zależności od ich motywacji. Pierwszą, licniejszą, stanowią ci, którzy szukają wyciszenia, uspokojenia, zniwelowania wahań nastroju, zmniejszenia poziomu stresu oraz jego wpływu na efektywność nauki (Deline *et al.*, 2014). W grupie tej często uwidaczniają się cechy neurotyzmu, takie jak skłonności do napadów

lękowych, a nawet paniki, mniejsza odporność na stres oraz zmiany nastroju. Osoby te niejednokrotnie borykają się z brakiem wiary w siebie oraz w swoje zdolności kognitywne i umiejętności kojarzenia. Uważają, że bez wspomagania nie dorównają innym. Do tej grupy zaliczane są też młode osoby cierpiące na depresję, ADHD, zaburzenia snu oraz narkolepsję (Vargo *et al.*, 2016).

Drugą grupę reprezentują studenci oczekujący pobudzenia, zwiększenia produktywności, wydłużenia czasu koncentracji oraz zwiększenia szeroko rozumianej czujności, co pomaga szczególnie osobom łatwo dekoncentrującym się. Bardzo często są to studenci wspomagający się bezpośrednio przed danym sprawdzianem wiedzy, którzy w ten sposób chcą zniwelować skutki przemęczenia spowodowanego intensywną nauką.

Należy dodać, że odnotowano również przypadki badanych korzystających ze *smart drugs* w celu pozyskania motywacji. Osoby te nie potrzebują wspomagania w skupieniu, w zapamiętywaniu czy zmniejszeniu stresu, ale sięgały po stymulanty, gdy natrafiły na okres niechęci do nauki.

W ankiecie przeprowadzonej wśród 1503 studentów z Królestwa Niderlandów, 67,7% zdecydowanie nie zgadza się ze stwierdzeniem, że ich wiedza jest wystarczająca, aby bezpiecznie korzystać z dopingu akademickiego (Schelle *et al.*, 2015). Spośród dwudziestu dwóch użytkowników psychostymulantów, uczestniczących w badaniu przeprowadzonym na Uniwersytecie w Mainz, zaledwie dziesięcioro stwierdziło, iż silnie działające neurostymulanty (m.in. metylofenidat) dają bardziej narkotyczny efekt niż kofeina (Franke *et al.*, 2012). Wiedza ta jest jednak niewystarczająca, gdyż w społeczności studenckiej widoczny jest brak świadomości, dotyczący omawianych substancji i ich potencjału uzależniającego, co wydaje się niebezpieczne (Człapińska *et al.*, 2019).

Panuje przekonanie, że produkty na bazie kofeiny, w tym napoje energetyczne, nie mogą nieść za sobą negatywnych konsekwencji, skoro można kupić je niemal w każdym sklepie spożywczym. Badanie przeprowadzone na grupie 274 konsumentów ujawniło, że stosunkowo niewielka liczba studentów przyznaje, iż zdaje sobie sprawę z ich szkodliwego wpływu na zdrowie (31%).

Niemal połowa (49,5%) stwierdza, że nie ma na tyle obszernej wiedzy, aby ustosunkować się do oddziaływania napojów energetycznych na organizm. Spośród wszystkich ankietowanych 59,5% nie poleca ich innym (Rahamathulla, 2017).

Studenci kierunku lekarskiego teoretycznie powinni wykazywać się większą świadomością. Podczas sprawdzania zasobu wiedzy na temat kofeiny w grupie 360 studentów trzech pierwszych lat medycyny ponad połowa została oceniona jako posiadająca zerową wiedzę (*no knowledge*) na temat korzystnego działania tego związku. Świadomość skutków ubocznych była nieco wyższa, jednak tylko niewiele ponad 3% respondentów wykazało się znajomością zagadnienia sklasyfikowaną jako dobra. Niepokojący wydaje się również fakt, iż prawie 27% ankietowanych uznało tę substancję za substytut snu, co u osób kierujących się takim przekonaniem może mieć groźne konsekwencje zdrowotne (Lee *et al.*, 2009).

Interesującym zagadnieniem jest również wpływ własnych doświadczeń i przekonań na postępowanie w pracy zawodowej. W badaniu przeprowadzonym w Chicago grupę 198 studentów medycyny, którzy stosowali psychostymulanty podczas nauki, zapytano, czy biorąc pod uwagę własne przeżycia, przepisaliby podobne preparaty swoim pacjentom. Tylko 16% (33 osoby) stwierdziło, że własne doświadczenia skłoniłyby ich do wypisania takiej recepty. Natomiast ponad połowa studentów nie potrafiła się ustosunkować, co ukazuje złożoność problemu (Emanuel *et al.*, 2013).

PODSUMOWANIE

Większość środków stosowanych w celu poprawy funkcji poznawczych prowadzi do zwiększenia stężenia neuroprzekazników, jednakże na drodze różnych mechanizmów – mogą być inhibitorami wychwytu zwrotnego, stymulować wydzielanie neuroprzekazników, działać jako antagonisty receptora lub też pobudzać go bez wzrostu stężenia przekaznika. *Smart drugs* różnią się między sobą miejscem działania, rodzajem receptorów, które stymulują, oraz potencjałem uzależniającego. Efekt zażywania stymulantów przez zdrowych studentów w stanie spadku motywacji, zmęczenia i niechęci jest

często odwrotny od zamierzonego, np. po ustaniu działania amfetaminy pojawiają się stany lękowe i zaburzenia depresyjne, przy zastosowaniu zbyt dużej dawki metylofenidatu pojawia się nadmierna aktywność ruchowa i problemy z koncentracją, a przedawkowanie nawet kofeiny wiąże się z poważnymi konsekwencjami.

Pytanie „dlaczego by nie spróbować?” zadaje sobie coraz więcej studentów na całym świecie (Marraccini *et al.*, 2016). W szerokim spektrum zażywających leki nootropowe możemy znaleźć osoby nadmiernie zestresowane, przytłoczone ilością obowiązków, przeżywające stany lękowe, potrzebujące wyciszenia, mające problem ze skupieniem uwagi czy też z zaniżoną samooceną. Studenci wybierają środki farmakologiczne, chcąc zmaksymalizować szanse na zdobycie satysfakcjonującego wyniku poprzez zwiększenie wydajności nauki, zmniejszenie czasu na nią przeznaczonego oraz obniżenie odczuwanego stresu związanego z egzaminami. Wśród studentów świadomość efektów niepożądanych *smart drugs* jest niewielka, a z pewnością niewystarczająca. Szczególnie niebezpieczne wydaje się traktowanie stymulantów jako swoistego rezerwuaru energetycznego czy też substytutu snu.

Wprawdzie stymulanty przyjmowane w odpowiednich dawkach i właściwych warunkach wpływają pozytywnie na funkcje poznawcze i afektywne, to nie usuwają głównej przyczyny trudności w efektywnej nauce, jaką jest stres, a wręcz te problemy potęgują. Wobec zagrożeń wiążących się ze stosowaniem stymulantów, zadbanie o własny dobrostan psychiczny, właściwa higiena snu, wdrożenie odpowiednich technik relaksacyjnych czy chociażby poszukiwanie metod efektywnej nauki wydają się znacznie lepszą alternatywą dla zdrowych studentów przygotowujących się do testów i egzaminów niż zażywanie leków nootropowych.

BIBLIOGRAFIA

Adere A., Yimer N.B., Kumsa H., Liben M.L. (2017). Determinants of psychoactive substances use among Woldia University students in Northeastern Ethiopia. *BMC Research Notes*, 10(1), 441, <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2763-x> (dostęp: 1.06.2022).

- Batistela S., Bueno O., Vaz L.J., Galduróz J. (2016). Methylphenidate as a cognitive enhancer in healthy young people. *Dementia & Neuropsychologia*, 10(2), 134–142, <https://doi.org/10.1590/S1980-5764-2016DN1002009> (dostęp: 1.06.2022).
- Brand R., Koch H. (2016). Using caffeine pills for performance enhancement. An experimental study on university students' willingness and their intention to try neuroenhancements. *Frontiers in Psychology*, 7, 101, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00101> (dostęp: 1.06.2022).
- Cappelletti S., Piacentino D., Sani G., Aromatario M. (2015). Caffeine: cognitive and physical performance enhancer or psychoactive drug? *Current neuropharmacology*, 13(1), 71–88, <https://doi.org/10.2174/1570159X1366614121021565529> (dostęp: 1.06.2022).
- Cropsey K.L., Schiavon S., Hendricks P.S., Froelich M., Lentowicz I., Fargason R. (2017). Mixed-amphetamine salts expectancies among college students: Is stimulant induced cognitive enhancement a placebo effect? *Drug and Alcohol Dependence*, 178, 302–309, <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2017.05.024> (dostęp: 1.06.2022).
- Człapińska M., Zalewska-Kaszubska J. (2019). Rozpowszechnienie przyjmowania substancji poprawiających wydolność umysłową, fizyczną oraz wygląd zewnętrzny wśród studentów Wydziału Farmaceutycznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 100(2), 110–114.
- Deline S., Baggio S., Studer J., N'Goran A.A., Dupuis M., Henchoz Y., Mohler-Kuo M., Daepfen J.B., Gmel G. (2014). Use of neuroenhancement drugs: prevalence, frequency and use expectations in Switzerland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(3), 3032–3045, <https://doi.org/10.3390/ijerph110303032> (dostęp: 1.06.2022).
- Emanuel R.M., Frellsen S.L., Kashima K.J., Sangiuno S.M., Sierles F.S., Lazarus, C.J. (2013). Cognitive enhancement drug use among future physicians: findings from a multi-institutional census of medical students. *Journal of General Internal Medicine*, 28(8), 1028–1034, <https://doi.org/10.1007/s11606-012-2249-4> (dostęp: 1.06.2022).
- Esposito M., Cocimano G., Ministrieri F., Rosi G.L., Nunno N.D., Messina G., Sessa F., Salerno M. (2021). Smart drugs and neuroenhancement: what do we know? *Frontiers in Bioscience (Landmark*

- edition), 26(8), 347–359, <https://doi.org/10.52586/4948> (dostęp: 1.06.2022).
- Fernández A., Mascayano F., Lips W., Painel A., Norambuena J., Madrid E. (2015). Effects of modafinil on attention performance, short-term memory and executive function in university students: a randomized trial. *Medwave*, 15(5), e6166, <https://doi.org/10.5867/medwave.2015.05.6166> (dostęp: 1.06.2022).
- Fond G., Micoulaud-Franchi J.A., Brunel L., Macgregor A., Miot S., Lopez R., Richieri R., Abbar M., Lancon C., Repantis D. (2015a). Innovative mechanisms of action for pharmaceutical cognitive enhancement: A systematic review. *Psychiatry Research*, 229(1–2), 12–20, <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.07.006> (dostęp: 1.06.2022).
- Fond G., Micoulaud-Franchi J.A., Macgregor A., Richieri R., Miot S., Lopez R., Abbar M., Lancon C., Repantis D. (2015b). Neuroenhancement in healthy adults, Part I: Pharmaceutical cognitive enhancement: a systematic review. *Journal of Clinical Research & Bioethics*, 6(2), <https://doi.org/10.4172/2155-9627.1000213> (dostęp: 1.06.2022).
- Franke A.G., Bonertz C., Christmann M., Huss M., Fellgiebel A., Hildt E., Lieb K. (2011). Non-medical use of prescription stimulants and illicit use of stimulants for cognitive enhancement in pupils and students in Germany. *Pharmacopsychiatry*, 44(2), 60–66, <https://doi.org/10.1055/s-0030-1268417> (dostęp: 1.06.2022).
- Franke A.G., Lieb K., Hildt E. (2012). What users think about the differences between caffeine and illicit/prescription stimulants for cognitive enhancement. *PLoS One*, 7(6), e40047, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040047> (dostęp: 1.06.2022).
- Frati P., Kyriakou C., Del Rio A., Marinelli E., Vergallo G.M., Zaami S., Busardò F.P. (2015). Smart drugs and synthetic androgens for cognitive and physical enhancement: revolving doors of cosmetic neurology. *Current Neuropharmacology*, 13(1), 5–11, <https://doi.org/10.2174/1570159X13666141210221750> (dostęp: 1.06.2022).
- Husain M., Mehta M.A. (2011). Cognitive enhancement by drugs in health and disease. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 28–36, <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.11.002> (dostęp: 1.06.2022).
- Jain R., Chang C.C., Koto M., Geldenhuys A., Nichol R., Joubert G. (2017). Non-medical use of methylphenidate among medical students of the University of the Free State. *The South African Journal of Psychiatry: the Journal of the Society of Psychiatrists of South Africa*, 23, 1006, <https://doi.org/10.4102/sajpsychiatry.v23.1006> (dostęp: 1.06.2022).
- Kim D. (2012). Practical use and risk of modafinil, a novel waking drug. *Environmental Analysis Health and Toxicology*, 27, e2012007, <https://doi.org/10.5620/eht.2012.27.e2012007> (dostęp: 1.06.2022).
- Kumar K., Srijia M., Sandeep D., Davarika R., Sai Mounica G. (2016). Nootropics-memory boosters. *Journal of Pharmaceutical Biology*, 6(1), 14–19, file:///C:/Users/ISS/Downloads/MTE2a2FsY-WkxNDc4NTIzNjk.pdf (dostęp: 1.06.2022).
- Kusturica J., Hajdarević A., Nikšić H., Skopljak A., Tafi Z., Kulo1A. (2019). Neuroenhancing substances use, exam anxiety and academic performance in bosnian-herzegovinian firstyear university students. *Acta Medica Academica*, 48(3), 286–293, <https://doi.org/10.5644/ama2006-124.269> (dostęp: 1.06.2022).
- Lee K.H., Human G., Fourie J., Louw W., Larson C., Joubert G. (2009). Medical students' use of caffeine for 'academic purposes' and their knowledge of its benefits, side-effects and withdrawal symptoms. *South African Family Practice*, 51(4), 322–327, <https://doi.org/10.1080/20786204.2009.10873872> (dostęp: 1.06.2022).
- Liakoni E., Schaub, M.P., Maier L.J., Glauser G.V., Liechti M.E. (2015). The use of Prescription Drugs, Recreational Drugs, and "Soft Enhancers" for Cognitive enhancement among Swiss secondary school students. *PLoS One*, 10(10), e0141289, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0141289> (dostęp: 1.06.2022).
- Maier L.J., Liakoni E., Schildmann J., Schaub M.P., Liechti M.E. (2015). Swiss university students' attitudes toward pharmacological cognitive enhancement. *PLoS One*, 10(12), e0144402, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144402> (dostęp: 1.06.2022).
- Mann J. (2021). Cognitive enhancing drug use by students in the context of neoliberalism: cheating? Or, a legitimate expression of competitive entrepreneurialism? *The International Journal of*

- Drug Policy*, 95, 102907, <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2020.102907> (dostęp: 1.06.2022).
- Marraccini M.E., Weyandt L.L., Rossi J.S., Gudmundsdottir B.G. (2016). Neurocognitive enhancement or impairment? A systematic meta-analysis of prescription stimulant effects on processing speed, decision-making, planning, and cognitive perseveration. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 24(4), 269–284, <https://doi.org/10.1037/pha0000079> (dostęp: 1.06.2022).
- McLellan T.M., Caldwell J.A., Lieberman H.R. (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 71, 294–312, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763416300690?via%3Dihub> (dostęp: 1.06.2022)..
- Rahamathulla M.P. (2017). Prevalence, side effects and awareness about energy drinks among the female university students in Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 33(2), 347–352, <https://doi.org/10.12669/pjms.332.12084> (dostęp: 1.06.2022).
- Roberts C.A., Jones A., Sumnall H., Gage S.H., Montgomery C. (2020). How effective are pharmaceuticals for cognitive enhancement in healthy adults? A series of meta-analyses of cognitive performance during acute administration of modafinil, methylphenidate and D-amphetamine. *European Neuropsychopharmacology: the Journal of the European College of Neuropsychopharmacology*, 38(4), 40–62, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924977X20302145?via%3Dihub> (dostęp: 1.06.2022).
- Rozenek E.B., Górska M., Wilczyńska K., Waszkiewicz N. (2019). In search of optimal psychoactivation: stimulants as cognitive performance enhancers. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 70(3), 150–159, <https://doi.org/10.2478/aiht-2019-70-3298> (dostęp: 1.06.2022).
- Schelle K.J., Olthof B.M., Reintjes W., Bundt C., Gusman-Vermeer J., van Mil A.C. (2015). A survey of substance use for cognitive enhancement by university students in the Netherlands. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9, 10, <https://doi.org/10.3389/fnsys.2015.00010> (dostęp: 1.06.2022).
- Schmidt A., Müller F., Dolder P.C., Schmid Y., Zanchi D., Liechti M.E., Borgwardt S. (2017). Comparative effects of methylphenidate, modafinil and MDMA on response inhibition neural networks in healthy subjects. *The International Journal of Neuropsychopharmacology*, 20(9), 712–720, <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyx037> (dostęp: 1.06.2022).
- Sharif S., Guirguis A., Fergus S., Schifano F. (2021). The use and impact of cognitive enhancers among university students: a systematic review. *Brain Sciences*, 11(3), 355, <https://doi.org/10.3390/brainsci11030355> (dostęp: 1.06.2022).
- Silveira da Rosa R., Lejderman B., Santana Ferreira P.E.M., Possapp da Rocha G.M. (2014). Patterns of non-medical use of methylphenidate among 5th and 6th year students in a medical school in southern Brazil. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, 36(2), 101–106, <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2013-0065> (dostęp: 1.06.2022).
- Urban K.R., Gao W.J. (2014). Performance enhancement at the cost of potential brain plasticity: neural ramifications of nootropic drugs in the healthy developing brain. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8(38), <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00038> (dostęp: 1.06.2022).
- Vargo E.J., Petróczy A. (2016). “It was me on a good day”: exploring the smart drug use phenomenon in England. *Frontiers in Psychology*, 7, 779, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00779> (dostęp: 1.06.2022).
- Wanat G., Woźniak-Holecka J. (2011). Ocena konsumpcji produktów zawierających kofeinę wśród młodzieży akademickiej i licealnej. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 92(3), 695–699, <http://www.phie.pl/pdf/phe-2011/phe-2011-3-695.pdf> (dostęp: 1.06.2022).
- Wiciński M., Węclawicz M., Miętkiewicz M., Stanisławski J., Malinowski B., Grześk E., Stolarek W., Grześk G. (2015). Neurostymulanty – farmakologia przyszłości czy już narkotyki? Stosowanie metylofenidatu i modafinilu w celu polepszenia wyników w nauce. W: A. Wolska-Adamczyk (red.), *Współczesne kierunki działań prozdrowotnych*. Warszawa: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Infrastruktury i Zarządzania w Warszawie, 195–209.
- Wilens T.E., Carrellas N.W., Martelon M., Yule A.M., Fried R., Anselmo R., McCabe S.E. (2017).

- Neuropsychological functioning in college students who misuse prescription stimulants. *The American Journal on Addictions*, 26(4), 379–387, <https://doi.org/10.1111/ajad.12551> (dostęp: 1.06.2022).
- Wood S., Sage J.R., Shuman T., Anagnostaras S.G. (2014). Psychostimulants and cognition: a continuum of behavioral and cognitive activation. *Pharmacological Reviews*, 66(1), 193–221, <https://doi.org/10.1124/pr.112.007054> (dostęp: 1.06.2022).
- Zajączkowski M., Grzybiak M., Zajączkowski S. (2011). Amfetamina – lek czy narkotyk? Amphetamine – cure or drug? *Annales Academiae Medicae Gedanensis*, 41, 109–114, file:///C:/Users/ISS/Downloads/P_03-Zajaczkowski.pdf (dostęp: 1.06.2022).

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego & Autorzy / Jagiellonian University Press & Authors

Źródła finansowania / Funding sources: brak źródeł finansowania / no sources of financing

Wkład Autorów / Authors' contributions: Aleksandra Grześkowiak 16%, Krystian Czernikiewicz 14%, Ewa Jarmużek 14%, Anita Jeleń 14%, Michał Nowak 14%, Anna Podolska 14%, Piotr Skalski 14%

Konflikt interesów / Conflict of interest: brak konfliktu / no conflict of interest

Otrzymano/Received: 25.08.2022

Zaakceptowano/Accepted: 22.03.2023