

dr KRYSZYNA ZUŻEWICZ  
dr hab. MARIA KONARSKA  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

# Kofeina

– sposób na poprawę sprawności działania i zapobieganie senności

Aktywizujące działanie kofeiny zawartej w wypijanej kawie może być dobrym sposobem na utrzymanie odpowiedniego poziomu sprawności podczas pracy nocnej, zmianowej oraz wymagającej czujności. Na podstawie piśmiennictwa naukowego w artykule omówiono zagadnienia związane z właściwościami kofeiny jako składnika produktów żywnościowych, działanie kofeiny na organizm człowieka z uwzględnieniem tolerancji kofeiny, podatności na bezsenność oraz interakcję z innymi czynnikami środowiska pracy.

## Caffeine – a way of skill improvement and sleepiness prevention

Stimulative action of caffeine in a cup of coffee may be a good way of keeping appropriate skill during night work, shift work and works which require vigilance. On the basis of scientific references, the article discusses the question of properties of caffeine as a food component, influence of caffeine on humans taking account of caffeine tolerance, sleeplessness susceptibility or interaction with other factors of work environment.

## Wstęp

Kierowcy zasypiający za kierownicą rzadko pamiętają moment zaśnięcia, jednak są świadomi poprzedzającej go senności, ponieważ normalny sen nie następuje samoistnie, bez ostrzeżenia. Metody przeciwdziałające senności podczas kierowania pojazdem, np. zimne powietrze czy grające radio okazują się bardzo mało skuteczne. Powszechnie uważa się, że pomocne w utrzymaniu wyższego poziomu czujności i skuteczniejsze jest spożywanie kawy lub innych artykułów spożywczych zawierających kofeinę – związek chemiczny o działaniu pobudzającym [1]. Głównym i szeroko dostępnym źródłem kofeiny jest kawa spożywana w porach, kiedy czujemy, że nasz organizm jest mało pobudzony, czyli po przebudzeniu się, w godzinach wczesnopopołudniowych, czy nocnych.

Wielu badaczy uważa, że kształtowanie świadomości kierowców, czy innych osób wykonujących pracę w porze nocy, w zakresie symptomów zmęczenia i senności jest lepszą metodą ostrzegania przed ryzykiem wypadku z powodu zaśnięcia niż instalowanie automatycznych urządzeń ostrzegających (np. w samochodzie). Każdy z nas powinien wiedzieć, że jedyną bezpieczną metodą oddalającą senność jest sen lub przynajmniej drzemka. Ponieważ nie zawsze jest to możliwe, spróbujemy przedstawić, wykorzystując doniesienia naukowe, jaką rolę w utrzymywaniu poziomu czujności może spełniać kofeina.

## Kofeina jako składnik produktów żywnościowych

Kofeinę, czyli związek chemiczny – trójmetyloksantynę, zawiera wiele produktów spożywczych, np. kawa, herbata, napoje bezalkoholowe (tonik, coca-cola), wyroby cukiernicze. Stanowi ona jeden ze składników wielu leków wydawanych bez recepty, w tym środków przeciw przeziębieniu i przeciwbólowych. Stężenie kofeiny jest różne w różnych produktach, ale biorąc pod uwagę ten sam produkt, zawartość kofeiny też może się znacznie różnić (np. czekolada mleczna i gorzka, kawa rozpuszczalna i mielona). O jego wielkości może decydować wiele czynników, począwszy od jakości surowców (sposób uprawy i jakość roślin), a skończywszy na procesie produkcyjnym. Stąd powstaje trudność związana z określeniem zawartości kofeiny w poszczególnych produktach. Na zachodzie opracowywano ustandaryzowane stężenia kofeiny, typowe dla produktów amerykańskich czy brytyj-

## Kofeina - kawa

Wypijanie 3-4 filiżanek kawy dziennie (zażywanie około 300 mg kofeiny) jest uważane za dolną granicę nałogowego picia kawy.



Wg „Złoty Odrę” 2000

skich [2]. Powszechnie uznaje się, że głównym źródłem spożycia kofeiny jest kawa. Ustalono, że 150 ml kawy filtrowanej zawiera ok. 115 mg kofeiny, kawy rozpuszczalnej – 60 mg, zaś kawy z ekspresu – 250 mg [3].

### Działanie kofeiny na organizm człowieka

Spożycie kofeiny rozpoczyna się w godzinach porannych, jest u pracowników dziennych rozłożone w czasie na całą porę aktywności, w zależności od tego, kiedy stymulujące działanie kofeiny jest dla nich najbardziej pożądane. Wiadomo, że produkty zawierające kofeinę spożywane są w większych ilościach w porach stosunkowo niskiego pobudzenia, czyli po przebudzeniu lub wczesnym popołudniem. Stwierdzono, że spożycie kofeiny ma też związek z wiekiem, chronotypem czy paleniem papierosów. O tym, że wiek ma istotny wpływ na spożycie kofeiny świadczą badania Jacobson i Boucher, przeprowadzone w populacji Amerykanów [4]. Wykazano w nich, że osoby w wieku 60-69 lat spożywają dziennie stosunkowo najwięcej kofeiny – 472 mg (odpowiednik 2,5 szklanki napoju z kawy mielonej), natomiast osoby w wieku 20-29 lat spożywają jej stosunkowo najmniej, tj. 285 mg (odpowiednik 1,5 szklanki napoju z kawy mielonej). Chronotyp, czyli cecha osobowości dzieląca ludzi na typy wieczorne czy poranne, ma również związek z ilością i porą spożywanej kofeiny. Osoby z chronotypem wieczornym spożywają zazwyczaj więcej kofeiny niż posiadające chronotyp poranny. Zróżnicowane jest też spożywanie kofeiny przez osoby palące i niepalące. Ustalono, że osoby palące papierosy, w celu utrzymania pożądanego poziomu czujności, potrzebują większej dawki kofeiny niż osoby niepalące. Wynika to z faktu, iż palenie papierosów przyspiesza metabolizm kofeiny. To, że różne osoby, potrzebują różnych ilości kawy, do utrzymania odpowiedniego poziomu czujności, wynika także ze zróżnicowania osobniczej wrażliwości na kofeinę, czy z wrodzonych cech fizjologicznych danej osoby. Porównując ilości spożywanej kawy (kofeiny) należy też uwzględnić to, czy picie kawy jest sporadyczne, czy stanowi element codziennego dodatku do pożywienia.

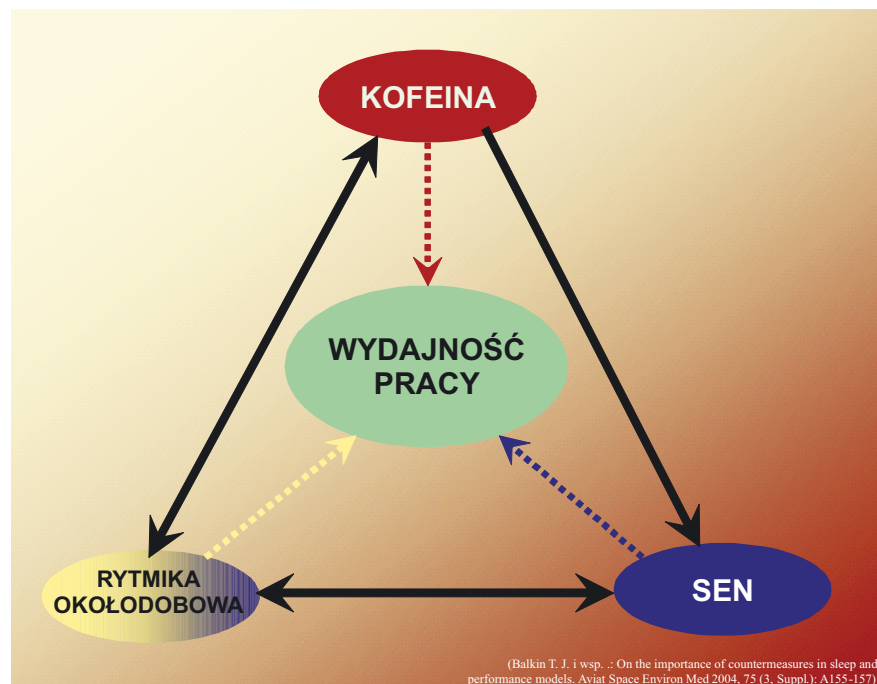
Szybkość odczuwanych skutków spożycia kofeiny zależy od sposobu jej podania. Wykazano, że kofeina podawana w postaci gumy do żucia wchłaniana jest w znacznie

szybszym tempie i osiąga maksymalne stężenie we krwi znacznie szybciej niż kofeina podawana w płynach czy w pigułce [5]. Zwiększone tempo wchłaniania kofeiny podanej w postaci gumy do żucia, przypisuje się jej wchłanianiu głównie poprzez błonę śluzową jamy ustnej, podczas gdy wypijana z kawą wchłaniana jest z przewodu pokarmowego, przede wszystkim w jelicie cienkim. W tym drugim przypadku na odczuwalne efekty działania kofeiny wpływa to, czy spożywana była po samym posiłku, czy „na pusty” żołądek. Forma spożycia kofeiny ma decydujący wpływ na czas wystąpienia odczuwalnych skutków jej działania. Od momentu spożycia do momentu widocznej poprawy sprawności musi upłynąć trochę czasu, którego długość jest zróżnicowana indywidualnie. W tym przedziale czasu nie należy oczekiwać jeszcze poprawy sprawności działania, a zbyt niski poziom pobudzenia utrzymuje zwiększone ryzyko popełnienia błędów, a więc także spowodowania wypadku. W przypadku kofeiny przyjmowanej w napojach, szczyt jej działania następuje nie wcześniej niż w godzinę po dostaniu się do krwiobiegu. Czas osiągnięcia maksymalnego stężenia we krwi zależy od obecności w przewodzie pokarmowym treści pokarmowej oraz od dawki kofeiny. Zwiększone stężenie kofeiny we krwi utrzymuje się przez ok. 4 godziny.

### Wpływ kofeiny na czujność i sprawność działania

W przypadku kierowców, kontrolerów ruchu lotniczego, pilotów samolotów, wpływ nawet krótkich momentów osłabienia uwagi może prowadzić do fatalnych skutków. W tych i wielu innych zawodach, im szybciej człowiek jest zdolny do osiągnięcia odpowiednio wysokiego poziomu stanu czuwania, tym mniejsze będzie prawdopodobieństwo pomyłki lub wypadku. W przypadku osób pracujących w różnych porach doby, w tym w porze nocy, ważny jest aspekt poprawy lub utrzymywania odpowiedniego poziomu czuwania przy narastającym zmęczeniu i senności. Ponadto, w każdej porze doby obniżenie poziomu czuwania może być przejawem efektu zmęczenia i senności, pogłębianego monotonią środowiska pracy, kiedy to bodźce pozostają niezmiennie, albo stymulacja organizmu jest stała, przewidywalna i często się powtarza.

Poziom czujności człowieka wykazuje endogenną rytmikę okołodobową, osiągającą maksimum w godzinach popołudniowych i minimum w godzinach nocnych, stąd należy oczekiwać, że taka sama porcja kofeiny spożywana w różnych porach doby będzie powodowała różne efekty, niezależnie od tego, czy była spożyta w kawie, czy w innej dostępnej formie (rys. 1.).



(Balkin T. J. i wsp. : On the importance of countermeasures in sleep and performance models. Aviat Space Environ Med 2004, 75 (3, Suppl.): A155-157)

Rys. 1. Wzajemne relacje między wydajnością pracy a snem, rytmią okołodobową i spożyciem kofeiny  
Fig. 1. Relationship between productivity and sleeping, circadian rhythm and caffeine intake

Naukowcy, badając obniżenie wydajności pracy wskutek narastania zmęczenia u osób wykonujących pracę przy wymuszonej bezsenności w porze nocy, stwierdzili, że jest ono największe, gdy okołodobowe rytmy fizjologiczne osiągają swoje minima (godziny wczesnoranne) i że kofeina znacząco osłabiała efekty zmęczenia w okołodobowym nadirze wydajności [6].

Wpływ kofeiny na nastrój i sprawność działania jest powszechnie akceptowany. Wyniki wielu badań wykazały, że osoby przyjmujące kofeinę przejawiają większą czujność, a także ich wydajność poprawia się podczas wykonywania różnych zadań oceniających sprawność umysłową. Zostało to potwierdzone w badaniach, podczas których wykonywane były testy na czas reakcji z wyborem, czy zadania polegające na zapamiętywaniu [7]. W tych i innych badaniach wykazano, że stosunkowo niewielka dawka kofeiny, np. 60 mg, odpowiadająca ilości kofeiny zawartej w filiżance kawy rozpuszczalnej, czy dawka 32 mg zawarta w wielu standardowych napojach, może poprawić czujność oraz wydajność. Zauważono jednak, że efekt małej dawki – 60 mg kofeiny (zawartość kofeiny w filiżance kawy rozpuszczalnej), jest widoczny w zależności od rodzaju wykonywanego zadania, przy czym największą poprawę wyników obserwowano w zadaniach sprawdzających poziom uwagi. W innych badaniach wykazano, że mała – 40 mg dawka kofeiny – wpływa na potrawę nastroju, przyspieszenie czasu reakcji, lecz nie stwierdzono, by wpływała na dokładność wykonywania zadań [7].

#### Wpływ kofeiny na wydajność – a podatność organizmu na bezsenność i tolerancję kofeiny

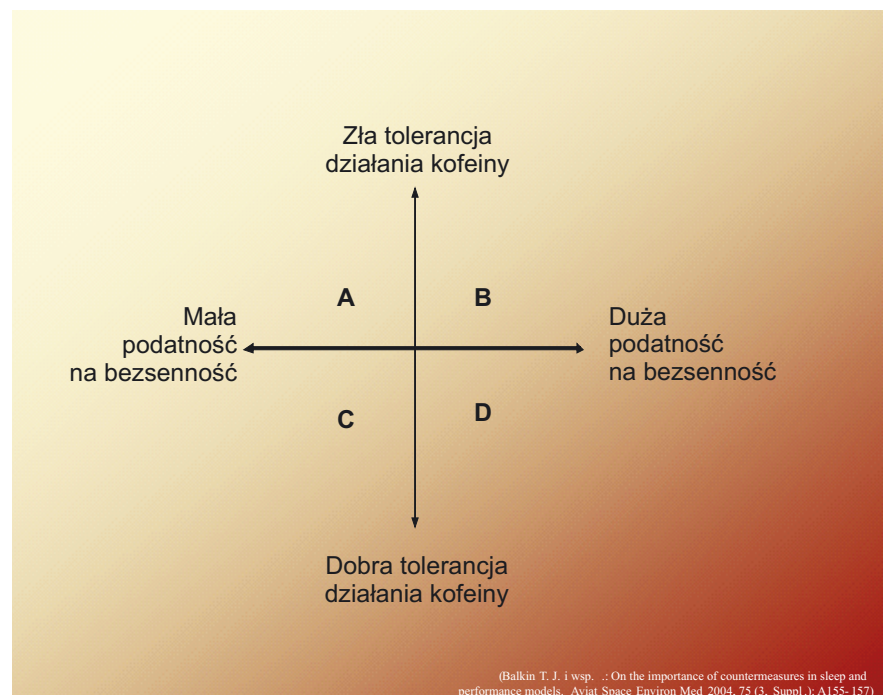
Ponieważ kofeina jest substancją ogólnie dostępną, podejmowane są próby powiązania skutków jej działania z dobowym modelem zmęczenia i wydajności. Korzyści wzbogacające każdy taki model, przez przewidywanie skutecznego działania kofeiny, są oczywiste. Taki model uwzględniałby nie tylko działanie kofeiny w zakresie poprawy czujności i wydajności, ale dawałby możliwość określania dawek kofeiny (ilość i rozkład w czasie), które mogłyby zapewnić optymalną czujność i wydajność w przypadku jakiegokolwiek operacji związanej z bezsennością i/lub desynchronizacją okołodobową, np. pozwalaliby operatorowi na świadome spożywanie kofeiny w celu optymalizacji bezpieczeństwa i produktywności.

Pomimo wyraźnych korzyści, włączenie „modułu zapobiegawczego działania kofeiny” do modelu przewidywania wydajności, nie jest proste. Wśród trudności do pokonania wymienia się indywidualne różnice dotyczące podatności na efekt braku snu i/lub desynchronizację okołodobową, a także brak skuteczności działania tej samej dawki kofeiny [6]. Przykładowy model, zakładający, że efekt poprawy sprawności działania po spożyciu kofeiny zależy od dwóch zmiennych, tj. od tolerancji działania kofeiny i od podatności na bezsenność, przedstawia rys. 2. Na jego podstawie jest możliwe określenie grupy osób, u których można oczekiwać korzystnego skutku działania kofeiny.

U osób z niską podatnością na efekty bezsenności, odpowiadających obszarom A i C, w modelu tym można – po spożyciu kofeiny – oczekiwać istotnej poprawy wydajności i czujności. Jednakże w skrajnych przypadkach u osób mieszczących się w obszarze C zalecana dawka mogłaby okazać się zbyt mała, by poprawę wydajności uznać za optymalną. U osób plasujących się w obszarach A i B, z bardzo złą tolerancją kofeiny, można przewidywać wystąpienie skutków negatywnych wynikających ze zbyt dużej dawki kofeiny. W przypadku osób z obszaru D, które cechuje dobra tolerancja kofeiny i wysoka podatność na bezsenność można spodziewać się najkorzystniejszych efektów

poprawy czujności i wydajności pracy po spożyciu kofeiny, w przeciwieństwie do osób kwalifikujących się do obszaru A, gdzie nie można oczekiwać pozytywnego działania kofeiny z powodu ryzyka przekroczenia optymalnej dawki i niskiej podatności na bezsenność. Dodatkowe komplikacje wynikają z tego, że pozycja poszczególnych osób w każdym z ciągów nie musi być zawsze taka sama. Dla przykładu, podatność na bezsenność może zmieniać się wraz z wiekiem oraz czasem ekspozycji na ograniczony czas trwania snu. Odpowiedź na stymulujące działanie kofeiny czy minimalna efektywna dawka, mogą być różne w zależności od ilości kofeiny spożywanej dziennie.

Stworzenie modelu optymalizującego dawki kofeiny, który miałby być zalecany dla zwiększenia aktywności działań, jest w praktyce trudne do zrealizowania ze względu na zbyt wiele okoliczności, w których nie jest możliwe dokładne przewidywanie optymalnej czujności i wydajności u danej osoby. Idealny model musiałby spełnić kryterium dostosowywania się do poszczególnych osób, czyli modyfikowania np. takich parametrów, jak indywidualna wrażliwość na brak snu i różne dawki kofeiny. Praktycznie, należałoby też w nim uwzględnić zarówno ilość kofeiny, jak i zwyczajowe pory jej spożycia w ciągu dnia, czasową synchronizację spożycia z porą snu, wiek i stan psychofi-



(Balkin T. J. i wsp. ... On the importance of countermeasures in sleep and performance models. *Aviat Space Environ Med* 2004, 75 (3, Suppl.): A155-157)

Rys. 2. Model służący do przewidywania efektywności działania kofeiny w aspekcie poprawy wydajności pracy, w zależności od indywidualnej tolerancji kofeiny oraz podatności na efekty bezsenności [6]

Fig. 2. Model of predicting the effectiveness of caffeine intake with regard to productivity improvement in relation to individual caffeine tolerance and sensitivity to sleepiness [6]

zyczny danej osoby oraz fazę okołodobowych rytmów czujności, czas trwania snu czy deficyt snu przy wielogodzinnym okresie bezsenności [6].

#### Wpływ kofeiny na czujność i sprawność podczas pracy w nocy

Noc jest naturalną porą snu, zatem kiedy człowiek zmuszony jest nocą do czuwania, musi liczyć się z problemem osłabionej sprawności psychomotorycznej i poznawczej. Sprawność ta wykazuje znaczny spadek w nocy, największy zazwyczaj przed świtem. Wśród pracowników nocnych jednym z powszechnych sposobów radzenia sobie z tym problemem, a także z towarzyszącą sennością, jest stosowanie środków pobudzających, z których najszerzej stosowanym, o udowodnionej skuteczności jest kofeina. Z tego też powodu prowadzone są badania naukowe nad oceną skuteczności możliwie niskich i z medycznego punktu widzenia bezpiecznych dawek kofeiny umożliwiających utrzymanie odpowiednio wysokiego poziomu sprawności poznawczej podczas przedłużonego czuwania. Uczestnikami badań są między innymi piloci i kierowcy transportu drogowego, czyli osoby wykonujące odpowiedzialne i niebezpieczne zawody w ciągu całej doby. W wielu badaniach potwierdzono

skuteczność około 200 mg kofeiny (tyle ile wypijamy w szklance kawy mielonej) w pokonywaniu nocnego spadku sprawności poznawczej [8].

Przedłużone czuwanie, praca w nocy, bez stosowania jakichkolwiek środków pobudzających powoduje wzrost subiektywnej senności oraz spadek czujności. Istnieje wiele dowodów na to, że senność, monotonia oraz zmęczenie mogą mieć poważny wpływ na wykonywanie takich kompleksowych zadań, jak prowadzenie samochodu czy pilotowanie samolotu. W grupach osób, które wykonują prace ograniczające lub skracające czas snu, jak policja, strażacy czy żołnierze, często spożycie kofeiny w celu podtrzymania sprawności funkcji poznawczych mogłoby teoretycznie okazać się skutecznym środkiem zapobiegawczym.

Zaobserwowano, że pomimo braku snu, poziom sprawności funkcji poznawczych po stopniowym spadku w ciągu nocy, zaczyna wzrastać w późnych godzinach porannych. Ta tendencja, w kształcie litery U, wynika z rytmiki okołodobowej funkcji poznawczych, temperatury ciała, ciśnienia tętniczego krwi i innych parametrów określających sprawność psychofizyczną (por. rys. 3.) [9]. Wykazano, że przyjmowanie relatywnie niewielkich dawek (200 mg) kofeiny około godziny 23:00 pomaga, chociaż na krótko, w utrzymaniu sprawności podczas prze-

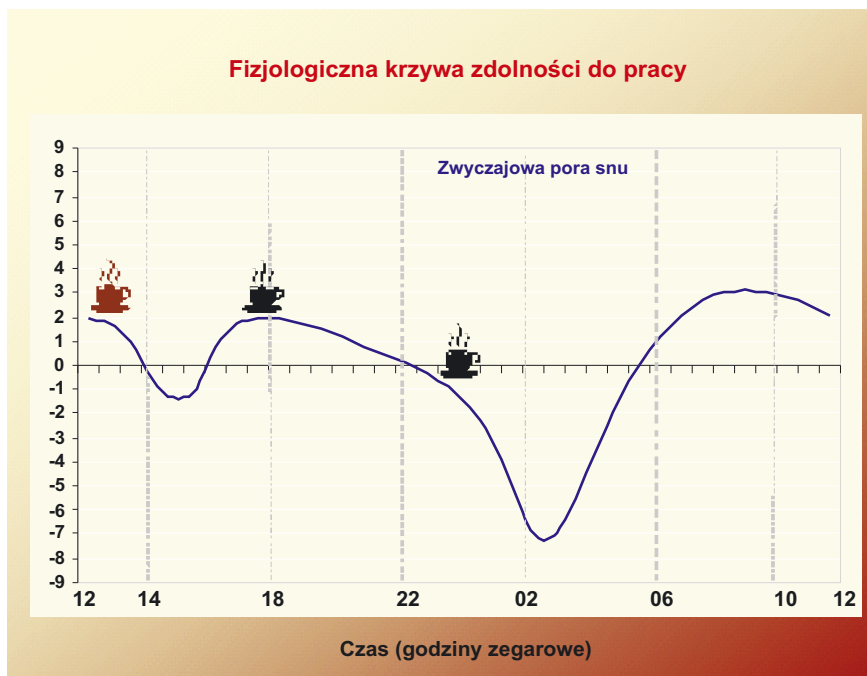
dłużonego czuwania, poprawia niską w ciągu nocy sprawność funkcji poznawczych, podnosi temperaturę ciała oraz poziom ciśnienia krwi [8]. Ten pozytywny efekt działania kofeiny nie znajduje potwierdzenia w odniesieniu do wszystkich zadań, jakie są wykonywane w nocy przy wydłużonym okresie czuwania. Wyniki badania przeprowadzonego wśród żołnierzy wykazały, że choć spożycie większej dawki – 600 mg kofeiny jest skuteczną strategią przedłużania okresu sprawności podczas całonocnego wykonywania zadań w warunkach polowych, przy przedłużonym okresie czuwania, to nie wpływa na dokładność strzelania. Zaobserwowano natomiast poprawę sprawności żołnierzy podczas 6-kilometrowego biegu [10].

To ostatnie stwierdzenie potwierdza fakt, że kofeina jest środkiem pobudzającym energetycznie. W licznych badaniach potwierdzono, że im dłuższy jest czas wysiłku wytrzymałościowego (np. bieg czy pływanie na dystansie 1500 m, jazda na rowerze przez 1 godz., przełajowy bieg narciarski na dystansie 21 km), tym większe działanie wspomagające kofeiny. Nie potwierdzono tego działania w przypadku wysiłków bardzo krótkich i intensywnych [3].

Zaobserwowano, że pracownicy zmiany nocnej, aby pokonać senność przyjmują, stosunkowo większe, dawki kofeiny (5 – 6 filiżanek kawy = ok. 500 mg kofeiny) i częściej niż pracownicy dzienni. Stąd zaistniała potrzeba oceny, względnej skuteczności działania niewielkich dawek kofeiny. Stwierdzono, że w celu podtrzymania odpowiednio wysokiego poziomu wydajności pracy wykonywanej podczas pojedynczej bezsennej nocy, wystarczy dawka około 200 mg kofeiny podana w odstępach 2-godzinnych. Dawka ta okazała się najsukcesywniejsza w utrzymaniu sprawności przez cały 6-godzinny okres czuwania przypadającego między godziną 03:00 a 09:00 [5].

W innych badaniach oceniano wpływ czterech 65-mg dawek kofeiny podawanych co godzinę (odpowiednik jednorazowej około 200-mg dawki kofeiny) uznając, że odzwierciedla to najpowszechniejszy sposób przyjmowania kofeiny w formie kawy. Potwierdziły to uzyskane wyniki. W ciągu 5-godzinnego okresu aktywności dziennej, liczonego od spożycia pierwszej dawki, stwierdzono poprawę czuwania i czasu reakcji w odniesieniu do grupy osób, które nie spożywały kofeiny [2].

Inny zespół naukowców, prowadząc badania tylko w dzień, zainteresowany był ustaleniem na ile spożywana kofeina może zapobiegać spadkowi czujności i spowolnie-



Rys. 3. U człowieka pracującego w ciągu dnia i śpijącego nocą zdolność do pracy określa tzw. krzywa Lehmana. Tłumaczy ona między innymi, kiedy w ciągu doby ma miejsce zwiększona wrażliwość człowieka na zmęczenie, większa jest możliwość popełniania błędów, a w związku z tym większe ryzyko wypadków w pracy [9]

Fig. 3. Lehman's curve of the work ability – on which the increase of fatigue sensitivity, possibilities of making errors and risk multiplication are indicated [9]

niu czasu reakcji w porze wczesnopopuludniowej. Stwierdzono, że trzy dawki kofeiny (1,2 mg/kg) podane w napoju owocowym, o godz. 10:15, 11:30 i 13:00 przyczyniły się do istotnej poprawy znacznego spowolnienia czasu reakcji obserwowanego w zwyczajowej porze obiadowej [5]. Na rys. 4. przedstawiono wpływ kofeiny zawartej w szklance kawy rozpuszczalnej na czas reakcji na światło czerwone kierowców zawodowych, w dobie z 24-godzinną aktywnością.

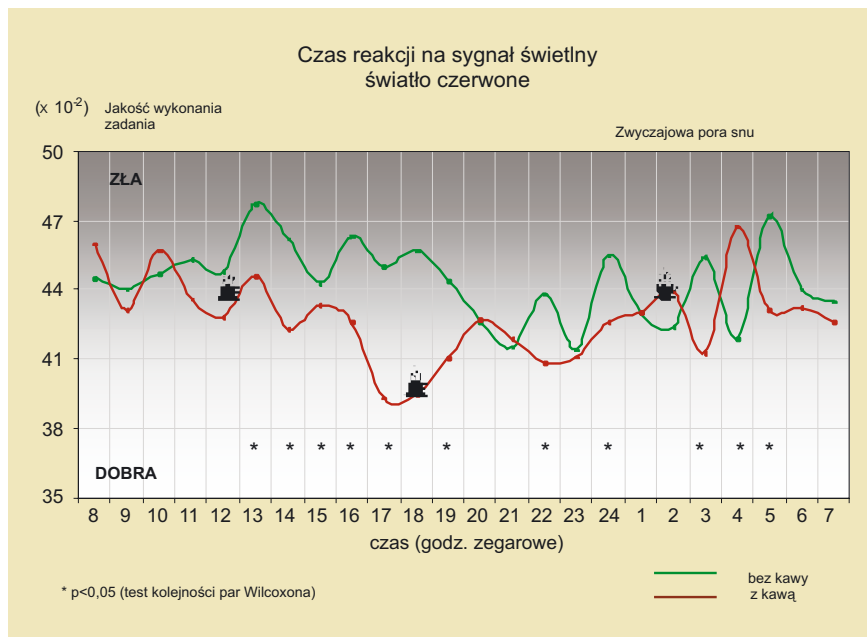
### Hałas i kofeina a sprawność kierowcy

W warunkach rzeczywistego kierowania pojazdem hałas jest jednym z elementów ryzyka zawodowego kierowcy. Przeprowadzono badania równoczesnego wpływu kofeiny oraz hałasu na nastrój, sprawność umysłową oraz funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego kierowcy. Stwierdzono, że osoby ekspozowane na działanie hałasu (75 dB) odczuwały większy niepokój i miały znacznie wyższe ciśnienie rozkurczowe krwi pod koniec sesji testowej w porównaniu z osobami wykonującymi te same zadania w ciszy. Hałas nie wpływał na pogorszenie wyników większości wykonywanych zadań, jednak pod koniec badania, stwierdzono jego negatywny wpływ na wykonanie zadania sprawdzającego zachowanie czujności. Podanie kofeiny w połączeniu z hałasem nie zmodyfikowało uzyskanych wyników testów. Można stąd wnosić, iż pojedyncza dawka kofeiny, odpowiadająca spożywanej zwyczajowo, nie zwiększa ani nie zmniejsza skutków hałasu. Odmienna sytuacja ma miejsce w warunkach niskiego pobudzenia, tj. w ciszy. Zauważono, wówczas pozytywne działanie kofeiny, uznając ją za właściwy sposób na utrzymanie odpowiedniego poziomu sprawności operacyjnej i bezpieczeństwa [7].

### Kawa, ale nie dla wszystkich

Kofeina powoduje działania uboczne tylko w przypadku spożywania zbyt dużych dawek. Stwierdzono, że przekroczenie dawki 250 mg (odpowiednik 5 łyżeczek standardowej kawy rozpuszczalnej) może powodować tachykardię (przyspieszenie częstości oddechu), przejściowe nadciśnienie, podenerwowanie, nadmierne pobudzenie, niepokój oraz bezsenność [8].

Głównymi zaletami kofeiny w porównaniu z innymi środkami pobudzającymi jest to, że nie jest lekiem, jest produktem niedrogim i powszechnie dostępnym. Dla tych, którzy



Rys. 4. Wpływ kofeiny zawartej w szklance kawy rozpuszczalnej, na czas reakcji na światło czerwone kierowców zawodowych, w dobie z 24-godzinną aktywnością. Badania własne (projekt wieloletni CIOP-PIB)

Fig. 4. The influence of caffeine in a cup of an instant coffee on response to red light in professional drivers, in day and night activity. The authors' own results

z jakiegoś powodu nie mogą spożywać kofeiny, naukowcy proponują żucie gumy w celu poprawy sprawności działania w ciągu dnia oraz czujności i koncentracji przy wykonywaniu zadań podczas przedłużającej się bezsenności w nocy. Wykazano, że żucie gumy bez smaku i zapachu, przez 15 minut w godzinnych odstępach, pozwala utrzymać czujność oraz poprawia sprawność w zakresie funkcji poznawczych na tym samym poziomie, co wypicie napoju zawierającego 200 mg kofeiny [11].

### PIŚMIENNICTWO

[1] J.A. Horne, L.A. Reyner *Sleepiness of drivers*. "J. Sleep Res.", 1995, 4, Suppl. 2: 23-29  
 [2] C.F. Brice, A.P. Smith *Factors associated with caffeine consumption*. "International Journal of Food Sciences and Nutrition", 2002, 53, 55-64  
 [3] T. Graham *Kofeina i kawa: użyteczny dodatek diety?* "Medicina Sportiva", 2000, 4(2): 125-138  
 [4] B.H. Jacobson, B.J. Bouher *Caffeine consumption by selected demographic variables. Health values*. "J. Health Behav. Educ. Prom.", 1991, 15: 49-55  
 [5] G. H. Kamimori, D. Johnson, D. Thorne, G. Belenky *Multiple caffeine doses maintain vigilance during early morning operations*. "Aviation Space Environ. Med.", 2005, 76: 1046-1050  
 [6] T. J. Balkin, G. H. Kamimori, D.P. Redmond, R. M. Vigneulle, D. R. Thorne, G. Belenky, N. J. Wessenden *On the importance of countermeasures in sleep and performance models*. "Aviation Space Environ. Med.", 2004, 75 (3, Suppl.): A155-157  
 [7] A. P. Smith, W. Sturgess, J. Gallagher *Effects of a low dose of caffeine given in different drinks on mood and performance*. "Hum. Psychopharmacol. Clin. Exp.", 1999, 14: 473-482  
 [8] Y. Dagan, J.T. Doliasky *Cognitive performance during sustained wakefulness: a low dose of caffeine is equally effective as Modafinil in alleviating the nocturnal decline*. "Chronobiology International", 2006, 23(5): 973-983  
 [9] G. Lehmann *Praktyczna fizjologia pracy*. PZWL, Warszawa 1966  
 [10] T.M. McLellan, G.H. Kamimori, D.M. Voss, D.G. Bell, K.G. Cole, D. Johnson *Caffeine maintains vigilance and improves run times during night operations for special forces*. "Aviation Space Environ. Med.", 2005, 76 (7): 647-654  
 [11] M. Kohler, A. Pavy, C. Van Den Heuvel *The effects of chewing versus caffeine on alertness, cognitive performance and cardiac autonomic activity during sleep deprivation*. "J. Sleep Res." 2006, 15: 358-368

**Kofeina**

Inne produkty zawierające kofeiny:

• czekolada mleczna – batonik 170 g	25 mg
• kawa espresso – filiżanka 35 ml	40 mg
• herbata – kubek 280 ml	50 mg
• Saridon (lek) – 1 tab.	50 mg
• coca-cola – but. 0,7 l	57 mg
• kawa parzona – kubek 355 ml	200 mg

Ziarna kawy robusta (tańsze) zawierają prawie dwa razy tyle kofeiny co ziarna kawy arabika.

Wg T.R. Reed, National Geographic, 2005, 94(1), 11-38

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”, dofinansowywanego w latach 2005-2007 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy