

SWIATNAUKI

POLSKA EDYCJA

swiatnauki.pl • projektpulsar.pl

# SCIENTIFIC AMERICAN

Kwiecień 2023 nr 4 (380)

Cena 16 zł 99 gr\* (w tym 8% VAT)

Mózg  
a długi COVID

Jak czarne dziury  
pożerają materię

Siostrzeństwo  
gatunków

# Wszechświat jest hologramem?

Zdumiewająca  
hipoteza źródłem  
znaczących odkryć



SWIATNAUKI 4/2023



# Warto studiować interdyscyplinarnie!



## ściśleństw

astronomia  
chemia  
chemia medyczna  
fizyka  
informatyka  
matematyka



## przyrodniczych

biologia  
biotechnologia  
geografia  
geologia poszukiwawcza  
geologia stosowana  
ochrona środowiska



## społecznych

gospodarka przestrzenna  
psychologia  
socjologia



## humanistycznych

bioetyka  
filozofia  
kognitywistyka



Międzywydziałowe  
Indywidualne Studia  
Matematyczno-  
Przyrodnicze



Studia pierwszego  
i drugiego stopnia  
oraz jednolite

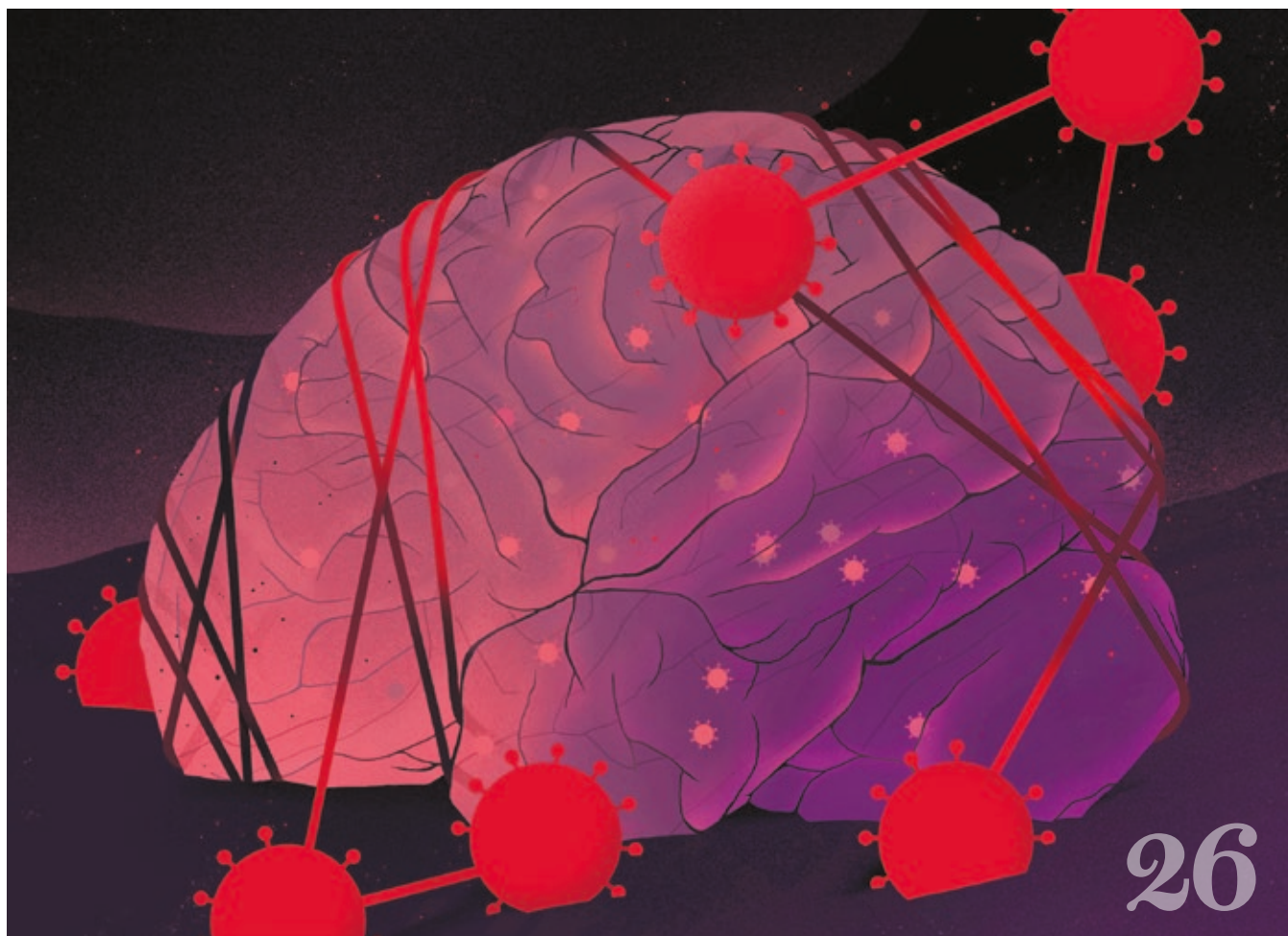


Studia pod opieką  
naukową tutora



Indywidualny  
Program Studiów  
dla każdego studenta

Wybrać  
można  
kierunki  
z nauk:



26

NEURONAUKI

**26 Mózg a długi COVID**

Miliony ludzi cierpią jeszcze długo po infekcji. Naukownicy odnajdują neurologiczne przyczyny tych objawów.

*Stephani Sutherland*

FIZYKA

**34 Holograficzny Wszechświat ma 25 lat**

Koncepcja dualności AdS/CFT, która sugeruje, że nasz Wszechświat jest hologramem, przyczyniła się do wielu znaczących odkryć w fizyce.

*Anil Ananthaswamy*

BIOLOGIA

**64 Siostrzeństwo gatunków**

Badanie powiązań pomiędzy samicami zwierząt z różnych części drzewa życia może wpłynąć na poprawę zdrowia kobiet.

*Barbara Natterson-Horowitz*

RAPORT SPECJALNY

NATURE OUTLOOK

**38 Gospodarka o obiegu zamkniętym**

W tym raporcie specjalnym analizujemy postęp i bariery, które jeszcze trzeba pokonać w dochodzeniu do zrównoważonej gospodarki – w której użyte materiały są wykorzystywane później wielokrotnie. Odpady i zużyte produkty się nie marnują, ale po odpowiednim przetworzeniu powracają do obiegu jako surowce.

DEMOGRAFIA

**72 Przyrost naturalny zwalnia**

W 2022 roku liczba ludności świata przekroczyła 8 mld. Prawdopodobnie jednak już w tym stuleciu nasza populacja przestanie rosnąć.

*Katie Peek*



www.projektpulsar.pl

**Prenumerata**

www.sklep.polityka.pl/sn  
e-mail: prenumerata@swiatnauki.pl  
tel. 22 336 75 60

**Redaktor naczelny**

Elżbieta Wieteska  
e-mail: ewieteska@swiatnauki.pl  
tel. 605 435 405

**Kontakt z redakcją**

redakcja@swiatnauki.pl

**Korekta**

Mariola Będkowska

**Redakcja techniczna, skład i łamanie**

Jolanta Kotas  
e-mail: j.kotas@swiatnauki.pl

**Wydawca**

POLITYKA Sp. z o.o. SKA  
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa  
tel. 22 451 61 33/34; faks 22 451 61 35  
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl

**Prezes zarządu**

Jerzy Baczyński

**Dyrektor wydawniczy**

Piotr Zmelonek  
tel. 22 451 61 33/34

**Dyrektor biura reklamy**

Izabela Kowalczyk-Dudek  
tel. 22 451 61 36  
e-mail: reklama@polityka.pl

**Dział Dystrybucji**

Marcin Paśnicki, kierownik  
e-mail: dystrybucja@polityka.pl

Druk **Quad**

Copyright © **POLITYKA** Sp. z o.o. SKA 2023

Wszelkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniem na języki obce). Żaden fragment niniejszego wydania nie może być wykorzystany w jakiegokolwiek formie – fotokopii, mikrofilmu czy innych reprodukcji – ani przekładany na język mechaniczny bez pisemnej zgody wydawcy. SCIENTIFIC AMERICAN jest zastrzeżoną nazwą handlową należącą do Scientific American, Inc. w Nowym Jorku i używaną przez firmę Polityka Sp. z o.o. SKA na podstawie umowy licencyjnej.

# SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in Chief **Laura Helmuth**

Managing Editor **Curtis Brainard**

Copy Director **Maria-Christina Keller**

Creative Director **Michael Mrak**

Chief Features Editor **Seth Fletcher**

Chief News Editor **Dean Visser**

Chief Opinion Editor **Megha Satyanarayana**

President **Kimberly Lau**

Executive Vice President **Michael Florek**

Vice President, Commercial **Andrew Douglas**

Publisher and Vice President **Jeremy A. Abbate**

Vice President, Content Services **Stephen Pinock**

**Scientific American, 1 New York Plaza, Suite 4600,  
New York, NY 10004-1562**



s. 64

Ilustracja Isabella Milien

Drodzy Czytelnicy,

serdecznie zapraszamy na nasz portal popularnonaukowy **pulsar** ([www.projektpulsar.pl](http://www.projektpulsar.pl)). Znajdą w nim Państwo dużą porcję naukowych aktualności (w tym tłumaczenia tekstów ze strony internetowej „Scientific American”), pogłębionych artykułów, ciekawych rozmów z naukowcami, podcastów, a także bieżące i archiwalne wydania „Świata Nauki” oraz „Wiedzy i Życia”.

Życzymy przyjemnej lektury!



## SCIENTIFIC AMERICAN

na świecie



HISZPANIA



JAPONIA



BELGIA/HOLANDIA



FRANCJA



CHINY



NIEMCY



POLSKA



WŁOCHY

### TŁUMACZE, AUTORZY I KONSULTANCI BIEŻĄCEGO NUMERU

mgr Joanna Burek  
Katedra Matematyki Stosowanej  
Politechnika Lubelska

dr Michał Czerny

dr n. med. Ewa Grabowska

Andrzej Hołdys

mgr Marek Krośniak  
Biblioteka Jagiellońska

Marek Penszko

dr Marcin Ryszkiewicz

Redakcja nie odpowiada za treść zamieszczanych reklam.

Informujemy, że przesłanie listu do redakcji jest równoznaczne z udzieleniem zgody na jego publikację w czasopiśmie wraz z podaniem imienia i nazwiska jego autora, chyba że autor zastrzegł wyraźnie anonimową publikację.

Sprzedż aktualnych i archiwalnych numerów czasopisma po cenie innej niż wydrukowana na okładce jest działaniem na szkodę wydawcy i skutkuje odpowiedzialnością sądową.

# PRENUMERATA



ROCZNA PRENUMERATA  
MIESIĘCZNIKA „ŚWIAT NAUKI”

**17%**  
taniej

**169 zł**

2 numery w prezencie!

PÓŁROCZNA PRENUMERATA  
MIESIĘCZNIKA „ŚWIAT NAUKI”

**12%**  
taniej

**89 zł**

## ZYSKUJESZ



darmowa dostawa  
pod wskazany adres



nawet 17% taniej  
od ceny egzemplarzowej  
+ gwarancja stałej ceny

## ZAMÓW JUŻ DZIŚ



pod adresem [sklep.polityka.pl/sn](https://sklep.polityka.pl/sn)



wpłacając odpowiednią kwotę  
na rachunek

**18 1750 0009 0000 0000 1004 2763**

(w tytule przelewu podaj numer, od którego  
jest zamawiana prenumerata, np. SN 7/2023,  
oraz dane adresowe do wysyłki)

## MASZ PYTANIA?



zadzwoń:  
**+48 22 336 75 60**  
(pon.–pt. w godz. 8:00–18:00)



napisz:  
[prenumerata@swiatnauki.pl](mailto:prenumerata@swiatnauki.pl)

**SWIATNAUKI** SCIENTIFIC  
AMERICAN

jest dostępny również w prenumeracie cyfrowej.

Szczegóły na stronie:

[projektpulsar.pl/pelnewydanie/stronasprzedazowa](https://projektpulsar.pl/pelnewydanie/stronasprzedazowa)

Kup ksi k



www.projektpulsar.pl

**Prenumerata**

www.sklep.polityka.pl/sn  
e-mail: prenumerata@swiatnauki.pl  
tel. 22 336 75 60

**Redaktor naczelny**

Elżbieta Wieteska  
e-mail: ewieteska@swiatnauki.pl  
tel. 605 435 405

**Kontakt z redakcją**

redakcja@swiatnauki.pl

**Korekta**

Mariola Będkowska

**Redakcja techniczna, skład i łamanie**

Jolanta Kotas  
e-mail: j.kotas@swiatnauki.pl

**Wydawca**

POLITYKA Sp. z o.o. SKA  
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa  
tel. 22 451 61 33/34; faks 22 451 61 35  
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl

**Prezes zarządu**

Jerzy Baczyński

**Dyrektor wydawniczy**

Piotr Zmelonek  
tel. 22 451 61 33/34

**Dyrektor biura reklamy**

Izabela Kowalczyk-Dudek  
tel. 22 451 61 36  
e-mail: reklama@polityka.pl

**Dział Dystrybucji**

Marcin Paśnicki, kierownik  
e-mail: dystrybucja@polityka.pl

**Druk**

Quad/Graphics Europe Sp. z o.o.

Copyright © **POLITYKA** Sp. z o.o. SKA 2023

Wszelkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniem na języki obce). Żaden fragment niniejszego wydania nie może być wykorzystany w jakiegokolwiek formie – fotokopii, mikrofilmu czy innych reprodukcji – ani przekładany na język mechaniczny bez pisemnej zgody wydawcy. SCIENTIFIC AMERICAN jest zastrzeżoną nazwą handlową należącą do Scientific American, Inc. w Nowym Jorku i używaną przez firmę Polityka Sp. z o.o. SKA na podstawie umowy licencyjnej.

# SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in Chief **Laura Helmuth**

Managing Editor **Curtis Brainard**

Copy Director **Maria-Christina Keller**

Creative Director **Michael Mrak**

Chief Features Editor **Seth Fletcher**

Chief News Editor **Dean Visser**

Chief Opinion Editor **Megha Satyanarayana**

President **Kimberly Lau**

Executive Vice President **Michael Florek**

Vice President, Commercial **Andrew Douglas**

Publisher and Vice President **Jeremy A. Abbate**

Vice President, Content Services **Stephen Pinock**

**Scientific American, 1 New York Plaza, Suite 4600,  
New York, NY 10004-1562**



s. 64

Ilustracja Isabella Milien

Drodzy Czytelnicy,

serdecznie zapraszamy na nasz portal popularnonaukowy **pulsar** ([www.projektpulsar.pl](http://www.projektpulsar.pl)). Znajdą w nim Państwo dużą porcję naukowych aktualności (w tym tłumaczenia tekstów ze strony internetowej „Scientific American”), pogłębionych artykułów, ciekawych rozmów z naukowcami, podcastów, a także bieżące i archiwalne wydania „Świata Nauki” oraz „Wiedzy i Życia”.

Życzymy przyjemnej lektury!



## SCIENTIFIC AMERICAN

na świecie



HISZPANIA



JAPONIA



BELGIA/HOLANDIA



FRANCJA



CHINY



NIEMCY



POLSKA



WŁOCHY

### TŁUMACZE, AUTORZY I KONSULTANCI BIEŻĄCEGO NUMERU

mgr Joanna Burek  
Katedra Matematyki Stosowanej  
Politechnika Lubelska

dr Michał Czerny

dr n. med. Ewa Grabowska

Andrzej Hołdys

mgr Marek Krośniak  
Biblioteka Jagiellońska

Marek Penszko

dr Marcin Ryszkiewicz

Redakcja nie odpowiada za treść zamieszczanych reklam.

Informujemy, że przesłanie listu do redakcji jest równoznaczne z udzieleniem zgody na jego publikację w czasopiśmie wraz z podaniem imienia i nazwiska jego autora, chyba że autor zastrzegł wyraźnie anonimową publikację.

Sprzedż aktualnych i archiwalnych numerów czasopisma po cenie innej niż wydrukowana na okładce jest działaniem na szkodę wydawcy i skutkuje odpowiedzialnością sądową.

# Inteligentne formy życia, łączcie się!



portal popularnonaukowy

PROJEKTPULSAR.PL

[Kup książkę](#)

# Przestańmy podawać zdrowym zwierzętom antybiotyki

Rządy muszą ograniczyć nadużywanie leków u zwierząt hodowlanych, prowadzące do oporności na leki przeciwdrobnoustrojowe

**Pandemia COVID nauczyła nas**, że nie powinniśmy ignorować ostrzeżeń o zagrożeniach dla zdrowia. Tymczasem naukowcy od dziesięcioleci ostrzegają przed niebezpieczeństwami związanymi z opornością na leki przeciwdrobnoustrojowe (antimicrobial resistance, AMR). W 2019 roku Światowa Organizacja Zdrowia uznała AMR za jedno z 10 największych globalnych zagrożeń dla zdrowia publicznego ludzkości, zaś Organizacja Narodów Zjednoczonych szacuje, że do roku 2050 może ona zabijać rocznie aż 10 mln ludzi. Już teraz obserwujemy dużo takich zgonów: w roku 2019 infekcje odporne na leki doprowadziły do śmierci niemal 5 mln osób. AMR oznacza, że leki stosowane w celu zwalczania bakterii, wirusów, grzybów i innych patogenów przestają działać. Oporność rozwija się z czasem naturalnie, jednak nadużywanie i nieprawidłowe stosowanie leków przeciwdrobnoustrojowych przyspiesza ten proces.

Skorygowanie tego problemu będzie wymagało skupienia się na zdrowiu ludzi, zwierząt i środowiska. Hodowcy zwierząt na potrzeby konsumpcji są jednym z największych odbiorców antybiotyków i w dużej mierze przyczyniają się do rozwoju oporności na leki przeciwdrobnoustrojowe. Rządy muszą bardziej kontrolować wykorzystanie tych leków przez rolników hodujących żywy inwentarz, zaś restauracje, supermarkety i konsumenci muszą domagać się od sprzedawców mięsa wolnego od antybiotyków.

Okolo 70% antybiotyków ważnych z medycznego punktu widzenia, sprzedawanych w USA, jest przeznaczonych dla zwierząt. Czasami są one konieczne do leczenia, ale przez lata hodowcy podawali antybiotyki zdrowym zwierzętom w celu pobudzenia ich wzrostu. Chociaż podawanie antybiotyków w tym celu nie



jest już legalne, rolnicy nadal je stosują, aby „zapobiegać” infekcjom, mimo słabych dowodów na takie działanie.

Nowoczesne farmy przemysłowe to idealne wylęgarnie dla mikroorganizmów opornych na antybiotyki: wiele zwierząt wzrasta w zatłoczonych, niehigienicznych pomieszczeniach. Jeśli dodamy do tego fakt, że antybiotyki są podawane w niskich dawkach, które mogą zabijać słabe patogeny, jednocześnie nieumyślnie doprowadzając do selekcji tych najmocniejszych, uzyskujemy idealne warunki do rozwoju oporności bakterii, mówi Gail Hansen, konsultant w dziedzinie polityki zdrowotnej i oporności na antybiotyki.

Według Hansena w hodowli kurcząt dokonał się pewien postęp w redukcji użycia antybiotyków na przestrzeni ostatnich 10–15 lat – i stało się tak dzięki naciskom konsumentów. Rolnicy przestali nastrzykiwać jaja kurze antybiotykami, aby zapobiegać infekcjom młodych kurcząt, wywoływanym przez mikroorganizmy znajdujące się na powierzchni jaj. Teraz myją jajka.

Są to korzystne zmiany, jednak kurczęta otrzymują jedynie niewielką część antybiotyków stosowanych u zwierząt przeznaczonych do konsumpcji. Za około 80% odpowiada łącznie hodowla bydła i świń. W ich przypadku ograniczenie stosowania antybiotyków będzie wymagało istotniejszych zmian w diecie i warunkach życia. Jednak jeśli wziąć pod uwagę znaczenie tych leków, słuszne jest wymuszanie tych zmian.

Odpowiedzialność powinna spoczywać nie tylko na hodowcach. Równie ważni są sprzedawcy detaliczni. W roku 2018 sieć McDonald's zobowiązała się do określenia w wykorzystywanej przez siebie wołowinie docelowej redukcji ilości antybiotyków ważnych z medycznego punktu widzenia do końca 2020 roku, jednak zrealizowała to dopiero pod koniec 2022. Ostatnie dochodzenie, przeprowadzone przez Bureau of Investigative Journalism i „Guardiana”, wykazało że firmy dostarczające wołowinę do sieci McDonald's, Taco Bell i Walmart nadal pozyskują mięso z ferm wykorzystujących antybiotyki zaklasyfikowane jako „kluczowo ważne i o najwyższym priorytecie” dla zdrowia człowieka.

Placówki medyczne, takie jak szpitale, tworzą komisje oceniające, czy określone wykorzystywanie leków przeciwdrobnoustrojowych jest właściwe. Podobne programy powinny powstać w USA dla przemysłu hodowli zwierząt do celów konsumpcyjnych. Byłoby idealnie, gdyby określono w nich także limity stosowania leków przeciwdrobnoustrojowych, tak jak to zrobiły kraje europejskie. Na przykład w Holandii wprowadzono przepisy, które w ciągu trzech lat zmniejszyły wykorzystanie antybiotyków u zwierząt o 50%. Rząd USA powinien zrobić coś podobnego, ale nie może. Żadna z agencji federalnych – ani FDA, ani amerykański Departament Rolnictwa – nie ma takiej mocy, aby określić limity stosowania antybiotyków ani zaproponować system zachęt do redukcji ich użycia. Wszelkie starania podejmowane przez Kongres w celu udzielenia agencjom takich pełnomocnictw będą zapewne wściekle zwalczane przez lobbystów związanych z rolnictwem, warto jednak próbować.

Wykorzystanie antybiotyków w rolnictwie to tylko jeden z czynników przyczyniających się do wzrostu oporności na leki przeciwdrobnoustrojowe. Systemy opieki zdrowotnej, lekarze, ale też farmaceuci, którzy odpowiadają za dystrybucję leków, mogą przestrzegać najlepszych praktyk, pozwalających antybiotynom dłużej zachować skuteczność. Jeśli nie potrafimy powstrzymać rozwoju oporności, możemy go przynajmniej spowolnić do czasu, kiedy powstaną nowe leki zwalczające zakażenia. Od tego przecież zależy nasze życie. ■



# Padaczka – odkrywanie tajemnic

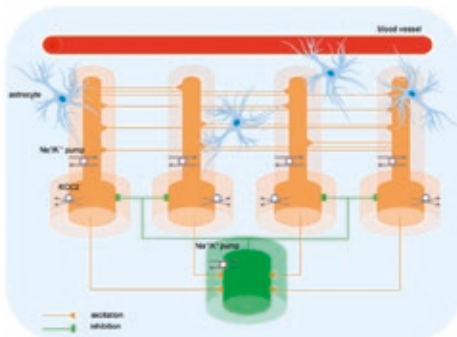
Od tysięcy lat ludzkość stara się poznać przyczyny padaczki. Ostatnio, dzięki naukowcom z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, nastąpił przełom w badaniach nad tym schorzeniem.

## Historia choroby

Padaczka od dawna uznawana była za chorobę tajemniczą. Łączono ją m.in. z aktywnością bogów lub demonów. Jednym z pierwszych świadectw o padaczce jest licząca ponad 4000 lat akadyjska tabliczka znaleziona w Mezopotamii. Przedstawiono na niej opis osoby „pozbawionej świadomości, z szyją zwróconą w lewo, z napiętymi rękami i stopami, z szeroko otwartymi oczami i pianą płynącą z ust”. 1000 lat później, w Babilonie, powstał pierwszy podręcznik służący do diagnozy tej choroby, *Sakikku*. Kolejne świadectwa znajdowano m.in. w egipskich papirusach (1700 p.n.e.) i w dokumentach pochodzących z Chin (771-221 p.n.e.). Nad padaczką zastanawiał się też np. Hipokrates, dowodząc, że tajemnicza „święta choroba” nie jest bardziej święta od pozostałych chorobowych przypadłości. Ludzkość od tysiącleci (z różnym skutkiem) zgłębiała więc istotę epilepsji. Ten wysiłek trwa do dziś.

## Przełom

Obecnie na padaczkę cierpi kilkadziesiąt milionów osób – w tym około pół miliona Polaków. Leki pozwalają na kontrolowanie napadów, jednak nie zawsze. 38% nowo rozpoznanych dorosłych pacjentów jest lekoopornych. Liczba ta nie zmienia się od czasu odkrycia pierwszego nowoczesnego środka przeciwpadaczkowego. Czyli od stu lat. Przełom w rozpoznaniu przyczyn choroby nastąpił ostatnio dzięki naukowcom z Wydziału Fizyki UW współpracujących z Istituto Neurologico Carlo Besta w Mediolanie. Badacze w opublikowanym w „eLife” artykule wykazali, że napady padaczki rozpoczynają się od wyładowań neuronów hamujących w mózgu i zmian stężeń jonów wokół neuronów. Ustalenia potwierdzono w modelu komputerowym komórek nerwowych stworzonym przez naukowców Wydziału Fizyki UW. „Używając



Model obliczeniowy składa się z pięciu potoczonych synaptycznie komórek – czterech pobudzających (pomarańczowy) i jednej hamującej (zielony). Jaśniejsze odcienie oznaczają przedziały przestrzeni wokół neuronów, zanurzone w zewnątrzkomórkowym otoczeniu (błękitny). Model zawiera komórki glialne (astrocyty) oraz mechanizmy regulacji stężeń i dyfuzję jonów potasu, sodu i chloru.

Źródło: <https://elifesciences.org/articles/68541>, licencja CC-BY.

tego modelu, jako pierwsi pokazaliśmy potencjalny mechanizm inicjacji napadu przez neurony hamujące poprzez początkowe gromadzenie się pozakomórkowego potasu”, wyjaśniał dr hab. Piotr Suffczyński, prof. UW. Model opracowany przez badaczy z Wydziału Fizyki UW jest pierwszym kompletnym modelem typowego ludzkiego napadu padaczki.

## Perspektywy

Długo uważano, że napady padaczkowe powstają w wyniku nadmiernych wyładowań neuronów pobudzających, które pobudzają się przez połączenia synaptyczne, czyli w miejscach, w których zachodzi

komunikacja między komórkami nerwowymi. Jak wykazują badania, przyczyny mogą być jednak inne – nie synaptyczne, lecz jonowe. Hipoteza ta została wysunięta w latach 70. i potem niesłusznie odrzucona. To podwyższony pozakomórkowy potas zwiększa potencjał błonowy neuronów, prowadząc do zwiększenia ich pobudliwości. Co z kolei przyczynia się do wzrostu aktywności i dalszego gromadzenia się potasu. W taki sposób następuje wzbudzenie napadu padaczki. „Nasze wyniki pokazują, że napad padaczkowy jest procesem fizjologicznym wywołanym destabilizacją poziomu potasu w mózgu. Wskazuje to cele dla nowych strategii terapeutycznych” – dodaje badacz z Wydziału Fizyki UW.

Te ustalenia pozwolą w przyszłości na skuteczniejsze kontrolowanie ataków. „Korzystając z modelu, zbadaliśmy, czy wprowadzenie sztucznego pozakomórkowego mechanizmu regulacji potasu może skutecznie kontrolować pobudliwość neuronów. (...) Taki mechanizm mógłby być prawdopodobnie realizowany w praktyce przez system nanocząstek, ponieważ wciąż pojawiają się innowacyjne zastosowania nanomateriałów w medycynie”, można przeczytać w jednym z artykułów badaczy. To jednak temat na osobną opowieść.



dr hab. Piotr Suffczyński,  
prof. UW

Źródła: Christian M Kaculini, Amelia J. Tate-Looney, Ali Seifi, The History of Epilepsy: From Ancient Mystery to Modern Misconception, Cureus. 2021 Mar; 13(3): e13953. Piotr Suffczyński, Damiano Gentiletti, Vadym Gnatkovsky and Marco de Curtis (2017), Extracellular Potassium and Focal Seizures—Insight from In Silico Study. Damiano Gentiletti, Marco de Curtis, Vadym Gnatkovsky, Piotr Suffczyński (2022) Focal seizures are organized by feedback between neural activity and ion concentration changes eLife 11:e68541 <https://www.uw.edu.pl/fizycy-zbadali-przyczyny-wywojujace-padaczke/>

# SKANER

---



Nowe badanie wskazuje na sekret połączeń, kryjących się za słynną koordynacją ramion ośmiornicy.



## MIĘDZY INNYMI

- Falszywe żądło
- Gwiezdny żłobek
- Uniwersalny silniczek
- Zakazana wielkość

## BIOLOGIA

# Nerwy ośmiornicy

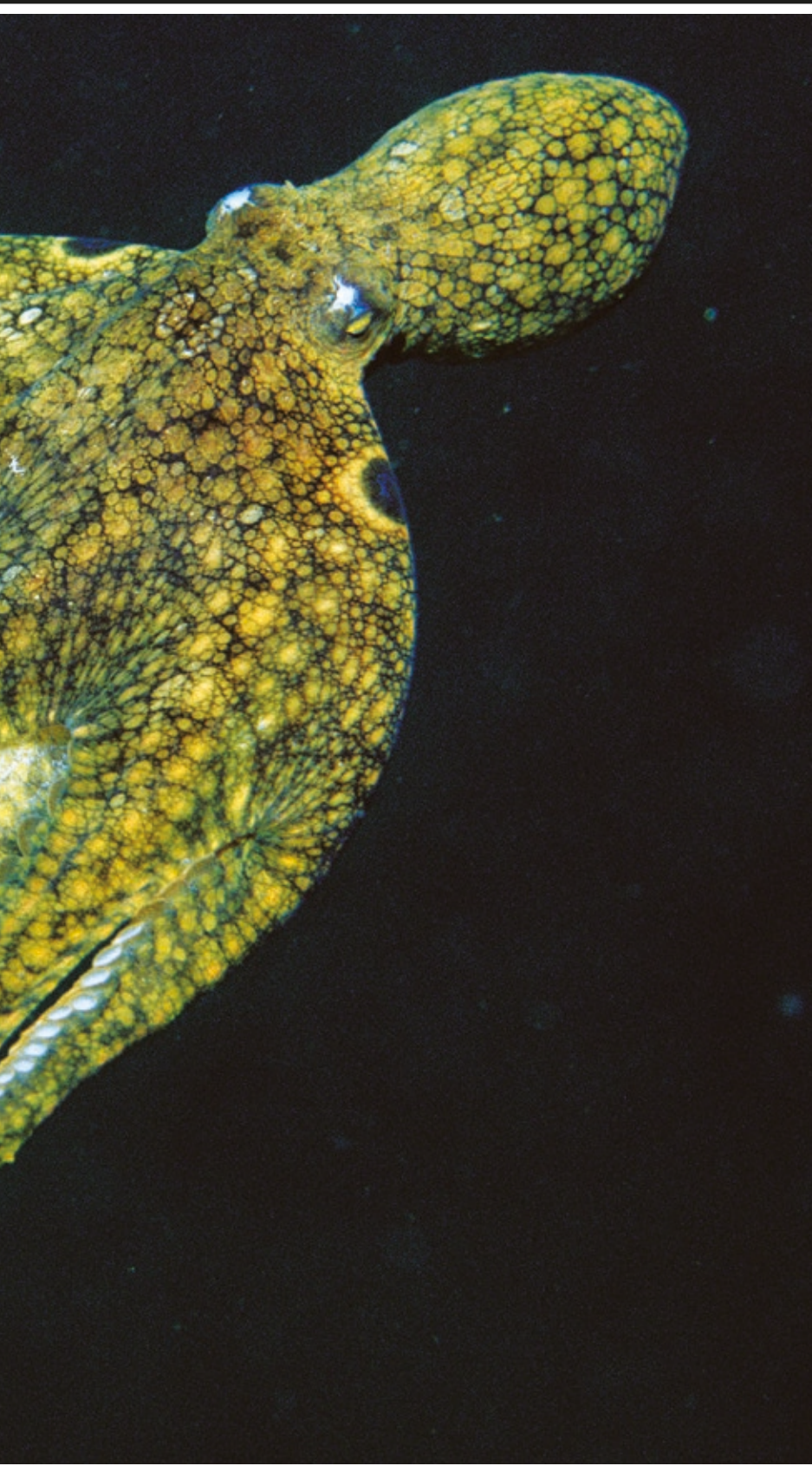
Osiem współpracujących ze sobą kończyn łączy ukryty schemat

**Pokryte przyssawkami ramiona** ośmiornicy mogą działać tak, jakby każde z nich zawierało częściowo niezależny minimózg. Każde ramię zbiera informacje sensoryczne, które kierują jego poruszaniem się – a także poruszaniem innymi ramionami – bez konsultowania się z obszarami zasadniczego mózgu.

„Ich ramiona są tak ruchliwe; są miękkie, mogą się zginać, skręcać i robić mnóstwo innych rzeczy” – mówi Melina Hale, biologka z University of Chicago. W badaniu opisanym w „Current Biology” wraz ze współpracownikami odkryła dziwne połączenia, które mogą ułatwiać tym giętkim kończynom zdecentralizowaną koordynację.

Zespół badał anatomię młodych ośmiornic z gatunku *Octopus bimaculoides*, które są wielkości „dużego ticia”, mówi główny autor badania Adam Kuuspalu, również z Chicago. Wraz ze współpracownikami analizował on śródmięśniowe pnie nerwowe ośmiornicy: kluczowe elementy anatomii bezkręgowców, które zawierają nerwy różnych rodzajów i przyczyniają się do ruchów całego ramienia. „Inne części układu nerwowego ramion były naprawdę dobrze opisane, jednak te pozostawiano bez wyjaśnienia” w większości wcześniejszych badań, mówi Hale.

Naukowcy śledzili pnie nerwowe za pomocą potężnego mikroskopu i stwierdzili, że jeden z ich rodzajów – pnie położone najbliżej przyssawek – nie tylko biegł na całej długości każdego z ramion, ale zagłębiał się także w inne, oddalone o dwa ramiona. Ten schemat powtarzał się we wszystkich ośmiu ramionach. To było „coś zupełnie innego niż cokolwiek, co widzieliśmy wcześniej”, mówi Hale, która spodziewała się, że pnie nerwowe będą miały podobną strukturę, jak centralny



NORBERT WU/Minden Pictures