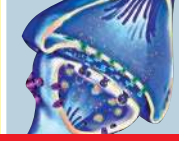
Koszmar rodziców? ADHD



Mózg – łakomczuch... Nie oszczędza energii

Minimózgi z probówki

21. WIEK EXTRA

MAGAZYN O NAUCE, TECHNICE, LUDZIACH I ODKRYCIACH

4/JESIEŃ/2026 16,99 zł (w tym 8% VAT)

Czym mózgi i ciała sportowców różnią się od mózgów i ciał zwykłych ludzi?

88 fascynujących ZAGADEK MÓZGU

Małe słabości wielkich geniuszy

Największa tajemnica wszechświata kryje się w nas samych

Jak powstaje myśl? I co oznacza „ja”?

MÓZG KOBIETY W CIĄŻY: ROŚNIE CZY SIĘ KURCZY?

EPOKA CZIPÓW: CZY POWSTANIE NOWY GATUNEK LUDZI?

PAMIĘĆ: CUD, KTÓRY NIE JEST OCZYWISTOŚCIĄ

ISSN 1689-9237

9 771689 923607 04

W NUMERZE:

JEDEN Z CUDÓW NATURY: PIERWSZY ROK ROZWOJU DZIECKA ● NIE SMAKUJE? TO PEWNIE GENY ● ZAGADKOWA SYNESTEZJA: GDY DŹWIĘKI MAJĄ KSZTAŁT ● JAK ROZPOZNAĆ KŁAMCĘ? ● 13. KOMNATA NASZYCH EROTYCZNYCH SNÓW

eprasa.pl 05a7bc66e6

MAGAZYN O NAUCE, TECHNICE, LUDZIACH I ODKRYCIACH

21. WIEK

MAGAZYN DLA MIŁOŚNIKÓW NAUKI

TEMAT NUMERU:

MIGRACJE LUDZI I ZWIERZĄT:

jaki wpływ wywarły na cywilizację?

W SPRZEDAŻY OD 4 WRZEŚNIA 2026 ROKU

eprasa.pl 05a7bc66e6

21. WIEK EXTRA

88 FASCYNUJĄCYCH ZAGADEK MÓZGU – wydanie specjalne 21.WIEKU o nauce, technice, ludziach i odkryciach

» Wydawca: AMCONEX Sp. z o.o.
Poznańska 16/4
00-680 Warszawa
tel.: 22 820 71 71
e-mail: biuro@amconex.pl

» Dyrektor generalny:
Krzysztof Samborski
e-mail: krzysztof.samborski@amconex.pl

» Redaktor naczelna:
Agnieszka Solecka

» Zespół redakcyjny:
Jan Bauer, Helena Bielińska,
Lena Szymańska
e-mail: redakcja.extra@21wiek.com.pl

» Korekta:
Paulina Kowalczyk

» Art. Director:
Miroslav Soldán

» Reklama:
Krzysztof Samborski
e-mail: krzysztof.samborski@amconex.pl

» Skład DTP:
Miroslav Soldán

» Druk:
TRIANGL a.s.
Beranových 65, 190 02 Praha 9

» Prenumerata, zamówienia i reklamacje:
EUROPRESS POLSKA Sp. z o.o.
Telefon: 48 22 519 39 80
e-mail: prenumerata@europress.pl
info@europress.pl
Kontakt:
poniedziałek – piątek
w godzinach 8:00 – 16:00

Poczta Polska:
prenumerata.poczta-polska.pl

E-wydania:
www.egazety.pl, www.e-kiosk.pl,
www.publio.pl, www.nexto.pl

» Rejestracja:
INDEX: 252492
ISSN: 1689-9237
kod kreskowy: 9771689923409
Cena: 14,99 zł (w tym 8% VAT)

» AMCONEX sp. z o.o. wydaje tytuły:
21.WIEK, 21.WIEK EXTRA, ENIGMA: KLUCZ DO TAJEMNIC, ŚWIAT NA DŁONI

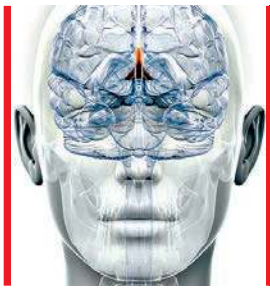
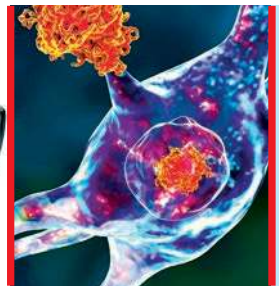
» Foto na okładce:
NASA, SHUTTERSTOCK IMAGES LLC, WIKIMEDIA.ORG, BRITANNICA, GOOGLE ART PROJECT, ESA i FLICKR

Redakcja nie zwraca niezamówionych tekstów i fotografii oraz zastrzega sobie prawo skracania i redagowania nadesłanych materiałów. Redakcja odpowiada tylko na wybrane listy. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń i reklam. Sprzedaż aktualnych i archiwalnych egzemplarzy pisma po cenie innej niż detaliczna, ustalona przez wydawcę jest nielegalna i grozi odpowiedzialnością karną i cywilną. Kopiowanie i rozpowszechnianie materiałów redakcyjnych bez zgody wydawcy jest zabronione.

Drodzy Czytelnicy, Drogie Czytelniczki,

mówi się, że używamy tylko 10% mózgu. To nieprawda. Używamy go całego – a on używa nas.
Ten organ ważący około 1,5 kg pobiera z naszego ciała 1/5 energii i nie zamierza oszczędzać. **To ewolucyjny pożeracz energii.** Nie potrafi się wyłączyć ani zrobić sobie przerwy. Nawet gdy śpimy, pracuje na pełnych obrotach. A gdy nie dostanie energii, sam ją sobie weźmie.
Ten superkomputer bez części zamiennych ma jednak pewne ograniczenia. Wystarczy guz, wada genetyczna, długotrwały stres, a „niepokonany geniusz" zaczyna się zacinać. Mózg żyje w ciągłym napięciu między genialnością a podatnością na uszkodzenia. **(Nie)kończące się granice mózgu: Co może mu zagrażać?**

Dochodzi jeszcze kwestia zdrowia psychicznego, gdzie granica między „normą" a „zaburzeniem" zmienia się wraz z czasem. **Szokujące błędy psychiatrii. A wy jesteście normalni…?**

Czy możemy pamiętać własne narodziny? Nie. Mimo to tysiące ludzi twierdzi, że jest to możliwe. Mózg jest nie tylko archiwistą, ale też narratorem. Potrafi tworzyć historie tak przekonujące, że w nie wierzymy.

A skoro o historiach mowa… **Jak rozpoznać kłamcę? Mózg i ciało na ławie oskarżonych…** Kłamstwo jest dla mózgu znacznie trudniejsze niż prawda. Aktywuje ośrodki planowania i alarmowy system emocji. Choć zostawia mierzalny ślad, nie istnieje niezawodny skaner prawdy – każdy mózg kłamie trochę inaczej.

To wydanie poświęcone jest najbardziej złożonemu obiektowi we wszechświecie, który decyduje o tym, kim jesteśmy. Organowi, który pozwala nam czytać te słowa, a zarazem w nie wątpić. Mózg to pożeracz energii, geniusz, iluzjonista, a czasem także sabotażysta.

Życzymy inspirującej lektury i dużo energii – Wasz mózg i tak ją zużyje

Agnieszka Solecka

Gen DMTF1: Klucz do odmłodzenia mózgu?

Naukowcy odkryli gen DMTF1, który może odgrywać ważną rolę w spowalnianiu starzenia mózgu. Według nowego badania wspiera pracę mózgowych komórek macierzystych odpowiedzialnych za regenerację tkanki nerwowej. Z wiekiem ich aktywność słabnie, co wiąże się z pogorszeniem pamięci i większym ryzykiem chorób neurodegeneracyjnych. Eksperymenty wskazują, że „ponowne uruchomienie" DMTF1 mogłoby częściowo odmłodzić komórki. Badania są wciąż na wczesnym etapie, ale być może dadzą odpowiedź na pytanie, czy uda się spowolnić starzenie mózgu! «

FOTO: NUS

eprasa.pl 05a7bc66e6

SPIS TREŚCI

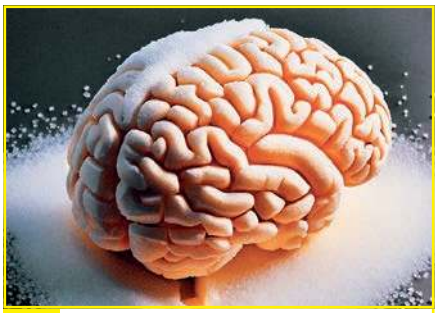
FIZJOLOGIA / ROZWÓJ

5 | Mózg: Najbardziej zaawansowana technologia ludzkiego ciała

12 | Wciąż nierozwiązana zagadka: Mózg kobiety w ciąży rośnie czy maleje?

16 | Jeden z cudów natury: Pierwszy rok rozwoju ludzkiego mózgu

18 | Mózg nastolatka: Czym różni się od mózgu dorosłego i jak zagraża mu uzależnienie od internetu?

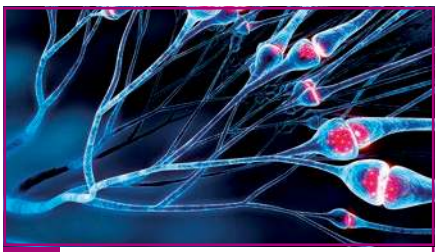


21 | Mózg – łakomczuch... Nie zamierza oszczędzać energii

28 | Starcie półkul: Lewa kontra prawa

ZABURZENIA / CHOROBY

33 | (Nie)skończone możliwości mózgu: Co może mu zagrażać?



42 | Epilepsja: Podstępna choroba, która może przyjść, kiedy chce

44 | Udar: Gdy mózg potrzebuje więcej krwi

46 | Pułapka uzależnień: Narkotyki „pożerają" mózg jak robaki!

PSYCHIKA / PRZECHOWYWANIE INFORMACJI

53 | Pamięć: Cud, którego nie wolno brać za pewnik

60 | Czy możemy pamiętać własne narodziny?

62 | 13. komnata snów erotycznych

63 | Pikantny związek: Bogatsze życie seksualne = lepiej rozwinięta część mózgu

64 | Szokujące pomyłki psychiatrii: A wy jesteście normalni...?

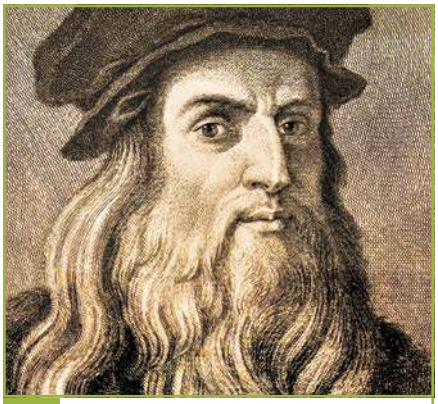
68 | Jak rozpoznać kłamcę? Mózg i ciało na ławie oskarżonych

TEMAT SPECJALNY

73 | Czym mózgi i ciała sportowców różnią się od mózgów i ciał zwykłych ludzi?

76 | Małe słabości wielkich geniuszy

79 | Matematycy i fizycy: Geniusze w niewoli wewnętrznych demonów



82 | Kod przyszłości da Vinci? Jego mózg...

CIEKAWOSTKI

85 | Szybsze niż myśli: Po co natura dała nam odruchy?

88 | Synestezja: Jaki kolor ma trójka?

90 | Muzyka jak woda życia dla mózgu: Pomaga nie tylko przy chorobie Alzheimera

96 | Nie smakuje? To pewnie geny... Dlaczego boimy się goryczy?

100 | Kiedy sztuczna inteligencja zastąpi ludzki mózg?

106 | Epoka czipów: Człowiek z elektrycznym mózgiem?

110 | Minimózgi z probówek: Myślą, więc są?

eprasa.pl 05a7bc66e6

Mózg – ten ogromny orzech włoski o konsystencji gąbki i objętości silnika samochodu klasy średniej (1,4 l) – jest najbardziej zagadkowym organem ciała. Na początku przypomina niezapisaną księgę, pod koniec staje się kroniką całego życia. Każdy dzień, doświadczenie i bodziec kształtują go, zmieniają i definiują. Choć wiemy o nim coraz więcej, nadal kryje wiele tajemnic.

Mózg: Najbardziej zaawansowana technologia ludzkiego ciała

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ta 1,4-litrowa „jednostka sterująca" organizmu pracuje bez przerwy. Zużywa 1/5 całego tlenu, a mimo to nie odczuwa bólu i wciąż fascynuje swoimi tajemnicami

Wygląda na miękki, ale w rzeczywistości jest dość twardy i sprężysty. Neurobiolodzy chętnie porównują go do japońskiego tofu – bardzo dobrze odżywionego tofu, ponieważ mózg zużywa ogromne ilości energii, by utrzymać złożoną sieć nerwową. O jego kondycję dbają przede wszystkim komórki glejowe, które odżywiają neurony, oczyszczają je i utrzymują w dobrej formie. Neurony spaja wytrzymały wewnętrzny szkielet, a w ich bezpośrednim sąsiedztwie znajdują się niezliczone dendryty i aksony, którymi płyną impulsy elektryczne. Pojedynczy neuron ma wiele dendrytów, lecz zwykle tylko jeden akson, który u człowieka może osiągać długość ponad 1 m. Łączna długość wszystkich aksonów w ludzkim mózgu sięga setek tysięcy kilometrów.

Mózg odpowiada za wszystkie funkcje organizmu – zarówno te nieświadome (pracę serca, trawienie, ruchy jelit itp.), jak i świadome (ruch, mowa, podejmowanie decyzji, emocje, bodźce zmysłowe i odczuwanie bólu).

Kiedy daje o sobie znać po raz pierwszy?

Układ nerwowy, a dokładniej jego zawiązek, zaczyna powstawać już w 3. tygodniu ciąży. Między 5. a 6. tygodniem szybko rozwija się ośrodkowy układ nerwowy wraz z pierwszymi strukturami mózgu. W chwili narodzin organ musi być na tyle rozwinięty, by dziecko mogło przeżyć, a jednocześnie

15 FAKTÓW O MÓZGU

- Ludzki mózg składa się w około 73–80% z wody.
- Waży przeciętnie 1,3–1,4 kg i stanowi zaledwie około 2% masy ciała.
- Zużywa 20% energii i 20% tlenu całego organizmu.
- Zawiera średnio około 86 mld neuronów.
- Każdy neuron może tworzyć od tysięcy do dziesiątek tysięcy synaps.
- Mózg nie odczuwa bólu, ponieważ nie ma receptorów bólowych.
- W około 60% składa się z lipidów (tłuszczów), głównie dzięki mielinie.
- Największy wzrost objętości mózgu (około 80%) następuje po urodzeniu.
- W okresie prenatalnym może powstawać nawet 200–500 tys. neuronów na minutę.
- W pierwszych latach życia powstają miliony synaps na sekundę.
- Mózg stopniowo zmniejsza się z wiekiem, szczególnie po 50 roku życia.
- Większość aktywności mózgu zachodzi poza naszą świadomością.
- Wzrok dostarcza do mózgu większość informacji zmysłowych (około 70–90%).
- Mózg wykorzystuje impulsy elektryczne, a jego moc odpowiada żarówce 20 W, nie jest jednak źródłem użytecznej energii elektrycznej.
- Neurogeneza, czyli powstawanie nowych neuronów, zachodzi u człowieka głównie w hipokampie i obszarach związanych z węchem.

FOTO: JENS FLORIAN

eprasa.pl 05a7bc66e6

na tyle mały, by poród odbył się bezpiecznie. Dlatego największy rozwój mózgu następuje dopiero po urodzeniu – około 80% jego objętości powstaje w pierwszych latach życia człowieka. W okresie prenatalnym przybywa nawet pół miliona neuronów na minutę. Po narodzinach zaczynają one intensywnie tworzyć połączenia. W pierwszych dwóch latach nowe synapsy powstają w zawrotnym tempie – nawet 1–2 mln na sekundę. Dwulatek ma około 15 tys. synaps na neuron, czyli dwa razy więcej niż dorosły. Potem wzrost zwalnia i rozpoczyna się „przycinanie" połączeń – mózg usuwa te, które okazują się zbędne. Gdy dziecko uczy się np. czytać, sieć połączeń zostaje udoskonalona, by działała jak najsprawniej.

Wszystko ma swoje miejsce i funkcję

Rozwój ludzkiego mózgu pod względem budowy ustabilizował się około 40–50 tys. lat temu, na co wskazują znaleziska paleontologiczne. Nie wiadomo jednak, czy jego ewolucja dobiegła końca. Środowisko, technologie i styl życia stale się zmieniają, a wraz z nimi może zmieniać się również nasz mózg.

Mózg składa się z czterech głównych części: kresomózgowia (*telencephalon*) utworzonego przez dwie półkule mózgowe (*hemisphaeria cerebri*), międzymózgowia (*diencephalon*), móżdżku (*cerebellum*) oraz pnia mózgu (*truncus encephali*).

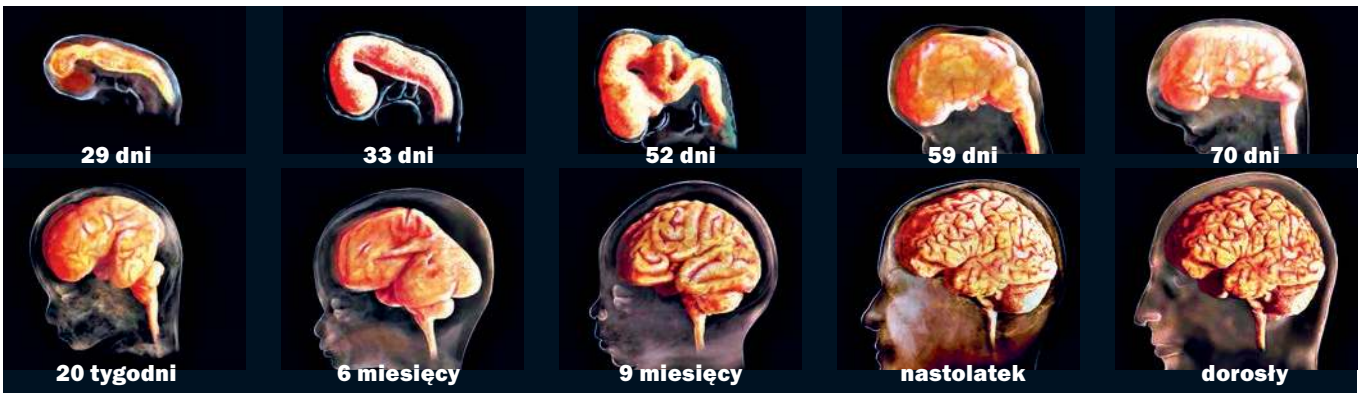
Kresomózgowie

Największą częścią mózgu i całego ośrodkowego układu nerwowego jest kresomózgowie, czyli mózg właściwy. Odpowiada za odbiór bodźców, myślenie i ruch. Stanowi około 83% masy mózgu i składa się z dwóch półkul. Jest najmłodszą ewolucyjnie częścią ośrodkowego układu nerwowego. Jego powierzchnię tworzy silnie pofałdowana kora mózgowa, dzięki czemu na niewielkiej przestrzeni mieści się ogromna liczba neuronów i ich połączeń. Zawiera obszary odpowiedzialne za przetwarzanie bodźców zmysłowych, pamięć, emocje i język oraz pełni funkcję centrum sterowania układem nerwowym. Kora mózgowa zbudowana jest z istoty szarej. Stanowi około 40% masy mózgu i uznawana jest za ośrodek złożonego myślenia.

Lewa i prawa półkula

Obie półkule – lewa i prawa – ściśle ze sobą współpracują [więcej o półkulach na stronach 28–30, przyp. red.]. Każda z nich składa się z czterech płatów: czołowego (kontrola zachowania, podejmowanie decyzji, ruch), ciemieniowego (przetwarzanie bodźców dotykowych, orientacja przestrzenna, funkcje językowe), skroniowego (słuch, język, pamięć, rozpoznawanie obiektów) i potylicznego (wzrok).

Lewa półkula (logiczna, analityczna) dominuje w mowie, matematyce, analizie i czytaniu.



ILUSTRACJA: THEVISUALMD/SCIENCE SOURC

Mózg człowieka zaczyna formować się już w 3 tygodniu życia płodowego. Po narodzinach w ciągu kilku lat zwiększa swoją objętość ponad czterokrotnie i zyskuje miliardy nowych połączeń

NIE TYLKO LUDZIE MAJĄ MÓZG

● PTAKI

U ptaków, podobnie jak u spokrewnionych z nimi krokodyli, najlepiej rozwinięte są półkule kresomózgowia zawierające ośrodki wzroku i słuchu. Ciekawostką jest, że ośrodek węchu wprawdzie występuje, ale jest silnie zredukowany. Duże rozmiary osiąga móżdżek, co wiąże się z koordynacją lotu. U nielotów jest on znacznie mniejszy.

● RYBY I RYBY CHRZĘSTNOSZKIELETOWE

U wodnych szczękowców kresomózgowie składa się głównie z ośrodka węchu, a półkule mózgowe są słabo rozwinięte. Większość ryb ma szyszynkę, a u niektórych gatunków występują nawet pozostałości oka ciemieniowego. Za równowagę i postawę odpowiada dobrze rozwinięty móżdżek, który niekiedy przykrywa śródmózgowie i rdzeń przedłużony. Mózg ryb otacza tylko jedna cienka błona zewnętrzna.

● PŁAZY I GADY

U płazów najbardziej widoczne są płaty węchowe, choć obecne są również półkule mózgowe. Móżdżek jest niewielki, a płaty wzrokowe znajdują się w śródmózgowiu. U gadów natomiast silnie rozwijają się półkule mózgowe i móżdżek. Półkule powiększają się i częściowo przykrywają inne obszary mózgu. Wyraźnemu rozwojowi ulegają także podwzgórze i wzgórze, które odpowiadają głównie za koordynację procesów metabolicznych.

● KRĘGOUSTE

Śluzice i minogi mają niewielki, prosty mózg, który zachowuje jednak wszystkie podstawowe cechy anatomiczne.

● SSAKI

U ssaków stosunek wielkości mózgu do masy ciała należy do największych, co pokazuje, jak ważną rolę odgrywa ten narząd u kręgowców. Istnieje kilka hipotez próbujących to wyjaśnić, jednak żadna nie została dotąd powszechnie uznana za wiodącą. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

KORA MÓZGOWA

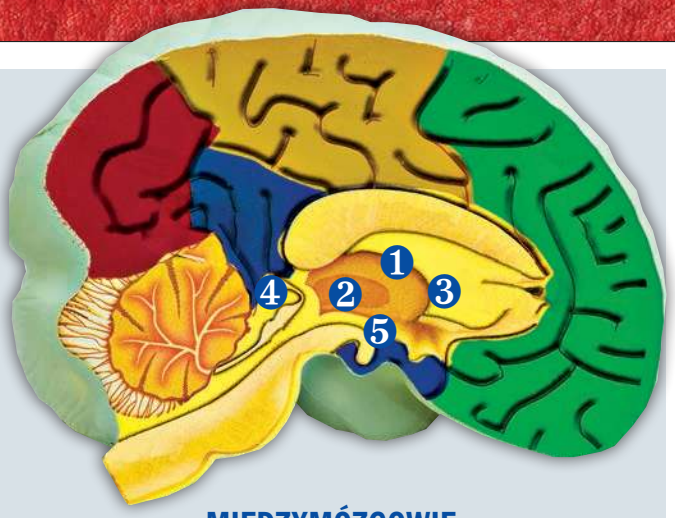
Kora mózgowa składa się z czterech płatów.

❶ PŁAT POTYLICZNY – odpowiada za przetwarzanie bodźców wzrokowych i znajduje się w tylnej części czaszki.

❷ PŁAT SKRONIOWY – przetwarza dźwięki i język, a także uczestniczy w procesach pamięci i emocji.

❸ PŁAT CIEMIENIOWY – integruje informacje z różnych zmysłów oraz odgrywa ważną rolę w orientacji przestrzennej.

❹ PŁAT CZOŁOWY – zajmuje największą część kory mózgowej i odpowiada za kontrolę zachowania. Znajdują się w nim ośrodki rozumowania, myślenia i woli. Obejmuje około $^{2}/_{3}$ powierzchni całej kory mózgowej i znajduje się tuż za kością czołową.



MIĘDZYMÓZGOWIE

Międzymózgowie łączy pień mózgu i kresomózgowie. Znajduje się między półkulami mózgowymi i składa się z pięciu części.

❶ WZGÓRZE (*thalamus*) – przekazuje sygnały czuciowe i ruchowe do kory mózgowej oraz uczestniczy w regulacji świadomości, snu i czuwania.

❷ PODWZGÓRZE (*hypothalamus*) – łączy układ nerwowy z hormonalnym. Za pośrednictwem przysadki wpływa na produkcję hormonów.

❸ ZAWZGÓRZE (*metathalamus*) – część drogi wzrokowej i słuchowej.

❹ NADWZGÓRZE (*epithalamus*) – obejmuje szyszynkę, gruczoł dokrewny produkujący melatoninę.

❺ NISKOWZGÓRZE (*subthalamus*) – zespół jąder mózgowych związanych z planowaniem ruchów.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Komunikacja neuronów odbywa się za pomocą impulsów elektrycznych i substancji chemicznych. Każdy neuron może tworzyć nawet dziesiątki tysięcy połączeń, co daje łącznie miliardy szlaków myślowych

Prawa półkula (kreatywna, emocjonalna) odpowiada za przetwarzanie obrazów, orientację przestrzenną, muzykę i całościowe postrzeganie oraz daje przestrzeń do rozwoju intuicji.

Międzymózgowie i móżdżek

Otoczone półkulami mózgowymi międzymózgowie składa się z kilku parzystych struktur, z których najważniejsze są wzgórze (*thalamus*) – przekazujące informacje ruchowe i czuciowe do kory mózgowej oraz regulujące sen i czuwanie, a także podwzgórze (*hypothalamus*) – kontrolujące wiele funkcji autonomicznego układu nerwowego i odgrywające ważną rolę w układzie hormonalnym.

Móżdżek natomiast odpowiada za koordynację ruchów, równowagę i precyzję ruchową.

Pień mózgu

Pień mózgu łączy mózg z rdzeniem kręgowym i kontroluje podstawowe funkcje życiowe, takie jak oddychanie czy praca serca. Leży pod kresomózgowiem i obejmuje rdzeń przedłużony, most oraz śródmózgowie. Odpowiada za przekazywanie informacji między mózgiem a rdzeniem kręgowym oraz kontroluje podstawowe odruchy i czynności, m.in. oddychanie, ciśnienie krwi, połykanie czy wydalanie.

Kieruje również odruchami bezwarunkowymi, takimi jak kichanie, kaszel czy cofnięcie ręki po dotknięciu gorącego przedmiotu, a w sytuacji zagrożenia pozostaje w stałej gotowości. Informacje przetwarzane w tej części mózgu nie trafiają do pamięci długotrwałej. Dlatego często nie pamiętamy samego momentu wypadku. W chwili zagrożenia życia to właśnie pień mózgu przejmuje kontrolę.

Nieustannie się „rozładowuje”

Ludzki mózg potrzebuje stałego dopływu energii i składników odżywczych. Gdy ich brakuje, np. wskutek głodu, niedoboru snu czy innych czynników, po prostu „się wyłącza” [więcej o „nienasyconym” mózgu na stronach 21–26, przyp. red.]. Objawia się to zmęczeniem, gorszą koncentracją i problemami z pamięcią. Człowiek zaczyna funkcjonować na granicy snu i czuwania. – *Wyobraźcie sobie, że siedzicie w pokoju, oglądacie film i macie zapalone światło. W wypoczętym mózgu światło świeci cały czas. W sennym nagle gaśnie* – tłumaczy **David Dinges** z Uniwersytetu Pensylwanii. Dinges wraz z zespołem badał za pomocą rezonansu magnetycznego mózgi 24 dorosłych wykonujących proste zadania wymagające uwagi wzrokowej. W pierwszej części eksperymentu uczestnicy byli wypoczęci, w drugiej nie spali całą noc. Właśnie wtedy w kilku obszarach mózgu pojawiły się krótkotrwałe wyłączenia aktywności. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

To nasz własny komputer, który z niezwykłą precyzją steruje wszystkimi codziennymi czynnościami – gdy myjemy zęby, prowadzimy samochód, piszemy wiadomości czy po prostu odpoczywamy. Mózg jest jak uniwersalny system operacyjny człowieka, choć czasem potrafi działać nieprzewidywalnie.

60% tłuszczu

Mózg jest jednym z najbardziej „tłustych" narządów organizmu – większość jego masy stanowią lipidy, zwłaszcza w osłonkach włókien nerwowych. Jednocześnie składa się w około 75% z wody. Już niewielkie odwodnienie może pogorszyć pamięć i koncentrację. Przez mózg przepływa także 15–20% krwi pompowanej przez serce.

~18 lat

W okolicach dorosłości wzrost mózgu zwalnia, ale nie ustaje. Płaty czołowe, odpowiadające za samokontrolę i podejmowanie decyzji, dojrzewają do około 25. roku życia, a czasem nawet dłużej.

Niech żyje mózg...

Nieprzewidywalny wszechświat w naszej głowie

Gdyby nie nieustanny rozwój mózgu, nadal zdobywalibyśmy pożywienie kijami, jedlibyśmy gołymi rękami, a nowoczesne technologie pozostawałyby jedynie marzeniem. To jedyny narząd, który potrafi nazwać sam siebie, a jednocześnie nie odczuwa bólu. Oto kilka faktów, które nie mają sobie równych. «

200 razy wokół Ziemi

Gdyby połączyć wszystkie aksony z ludzkiego mózgu w jedną linię, mogłaby ona opleść Ziemię około 200 razy.

2%

Mózg stanowi zaledwie 2% masy ciała, a mimo to zużywa 1/5 energii całego organizmu.

1350 g

Tyle wynosi średnia masa ludzkiego mózgu. Różnice między mózgami kobiet i mężczyzn istnieją, ale nie mają związku z inteligencją. Zresztą geniusz Albert Einstein miał mózg przeciętnej wielkości, a mimo to wzbudzał takie zainteresowanie, że badano go jeszcze przez dziesięciolecia po śmierci naukowca.

~60 000

Tyle myśli może pojawić się w naszej głowie w ciągu jednego dnia. Informacje przemieszczają się z prędkością od 0,5 do 120 m/s, zależnie od tego, czy przewodzą je włókna bezmielinowe, czy mielinowe.

~20 W

Gdy jesteśmy aktywni, myślimy lub czytamy, moc generowana przez mózg wynosi około 20 W. Wystarczyłoby to do zasilenia kilku żarówek LED.

eprasa.pl 05a7bc66e6

8–10 sek.

Po odcięciu dopływu krwi mózg zaczyna tracić przytomność już po kilku sekundach. Bez tlenu komórki nerwowe obumierają po 4–6 min, co grozi trwałym uszkodzeniem mózgu.

86 mld

Mniej więcej tyle neuronów nieustannie pracuje w naszym mózgu. Dla porównania – to liczba zbliżona do liczby gwiazd w Drodze Mlecznej.

0

Mózg można operować nawet bez znieczulenia, ponieważ sam nie odczuwa bólu. Przetwarza jedynie sygnały bólowe napływające z innych części ciała.

20 lat

Nawet po osiągnięciu dorosłości mózg nadal zmienia swoją strukturę. Gdy uczymy się czegoś nowego, powstają nowe połączenia. Jednocześnie pamięć podlega naturalnemu procesowi zapominania.

50%

Wspomnienia bywają zawodne – w zeznaniach świadków szansa na dokładne odtworzenie szczegółów bywa często tylko fragmentaryczna. Dodatkowo stres może jeszcze bardziej zniekształcać pamięć.

14 dni

Po kilku nieprzespanych nocach mózg potrzebuje około dwóch tygodni, by neurony w pełni się zregenerowały. Do tego czasu mogą utrzymywać się problemy z koncentracją, pamięcią i koordynacją ruchową.

0,5 sek.

Mózg potrzebuje około pół sekundy, by w pełni przetworzyć bodziec zmysłowy. W pewnym sensie żyjemy więc chwilę w przeszłości, a obraz rzeczywistości jest stale uzupełniany przez mózg.

~3500 TB

Pojemność mózgu można oszacować jedynie orientacyjnie i często podaje się wartości rzędu tysięcy terabajtów. Nawet najwydajniejsze superkomputery potrafią naśladować mózg tylko w wybranych aspektach, a nie całkowicie.

3D

Filmy 3D mogą powodować zmęczenie oczu i dyskomfort, ponieważ mózg sam tworzy obraz przestrzenny na podstawie sygnałów z obu oczu. Dodatkowe „wspomaganie" nie zawsze mu służy.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

eprasa.pl 05a7bc66e6

Żmudna praca i 10 lat badań doprowadziły naukowców z Harvardu i Google do przełomu w neurobiologii – stworzenia szczegółowej trójwymiarowej mapy ludzkiego mózgu. Oczywiście nie całego. Jednak nawet jeden milimetr sześcienny może wiele powiedzieć o naturze jednej z najbardziej złożonych struktur we wszechświecie.

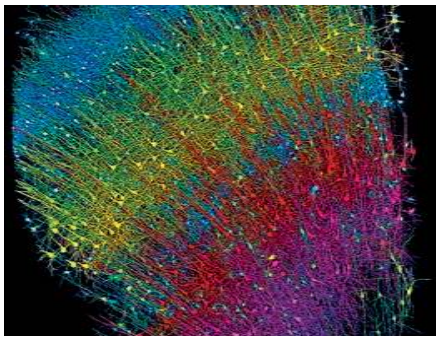
Potężny milimetr: Najdokładniejsza mapa ludzkiego mózgu

Mimo wielu lat badań neurobiolodzy nadal mają jedynie częściowe wyobrażenie o tym, jak działa ludzki mózg. Nie są jednak bezradni. Ponieważ w biologii struktura determinuje funkcję, drogą do lepszego poznania tego narządu może być konektomika – dziedzina zajmująca się szczegółowym mapowaniem elementów mózgu i połączeń między nimi.

Mikroskopijna praca

Cały projekt rozpoczął się 10 lat temu, gdy profesor biologii molekularnej i komórkowej z Harvardu **Jeff Lichtman** otrzymał do badania niewielką próbkę kory mózgowej. Podczas operacji u 45-letniej pacjentki z ciężką epilepsją lekarze pobrali fragment zdrowej tkanki mniejszy od ziarenka ryżu – 1 mm³ płata skroniowego, który jest odpowiedzialny za pamięć, emocje i odczucia. Próbkę zakonserwowano, utwardzono żywicą, a następnie pocięto na 5019 cienkich skrawków. – *Miały około 30 nanometrów grubości, czyli mniej więcej tysięczną część grubości ludzkiego włosa.*

FOTO: NICOLETTA LANESE



Milimetr sześcienny tkanki mózgowej zawiera więcej połączeń niż całe ma miasto linii telefonicznych

Były praktycznie niewidoczne, dopóki nie zabarwiliśmy ich metalami ciężkimi, co umożliwiło obserwację pod mikroskopem elektronowym – wyjaśnił Lichtman. Po zeskanowaniu każdego skrawka mikroskopem elektronowym, rejestrującym szczegóły komórkowe w nanoskali, przyszła kolej na specjalistów z Google. Ich zadaniem było stworzenie trójwymiarowej rekonstrukcji z obrazów 2D. Jeszcze kilka lat temu wymagałoby to żmudnej pracy ręcznej. Zespół kierowany przez neurobiologa **Virena Jaina** opracował jednak algorytm sztucznej inteligencji, który zautomatyzował cały proces.

Wielkość nie ma znaczenia

Powstała interaktywna mapa 3D jest najdokładniejszym obrazem ludzkiego mózgu, jaki udało się dotąd uzyskać. Obejmuje ponad 57 tys. komórek nerwowych, 230 mm naczyń krwionośnych oraz 150 mln synaps odpowiedzialnych za przekazywanie impulsów. Ten milimetrowy fragment zawiera aż 1,4 PB danych, czyli około miliona GB. Taka pojemność odpowiada tysiącu zaawansowanych laptopów lub ponad miliardowi e-booków. Zbiór jest tak ogromny, że naukowcy nie przeanalizowali go jeszcze w całości. Zamiast tego udostępnili go bezpłatnie w internecie wraz z narzędziami do analizy i weryfikacji danych.

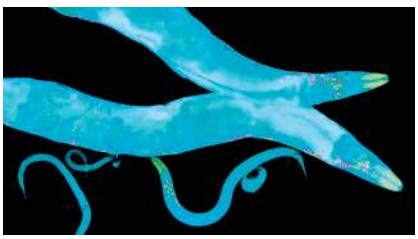
Supersynapsy

Nie zabrakło też zaskakujących odkryć. W normalnych warunkach zakończenie synapsy łączy się jedynie z sąsiednim neuronem. Analiza ujawniła jednak rzadkie połączenia wielosynaptyczne, które mogą łączyć się nawet z 50 punktami jednocześnie. – *To tak, jakby dwa domy w jednej ulicy łączyło 50 niezależnych linii telefonicznych* – wyjaśnił Jain. Przyczyna istnienia tych wyjątkowo silnych synaps pozostaje przedmiotem badań. Naukowcy muszą również sprawdzić, czy odkrycie ma związek z epilepsją dawczyni tkanki, choć autorzy sugerują także inne wyjaśnienia. – *Połączenia te mogą tłumaczyć, w jaki sposób kodowane są bardzo szybkie reakcje lub wyjątkowo ważne wspomnienia* – dodał badacz. «

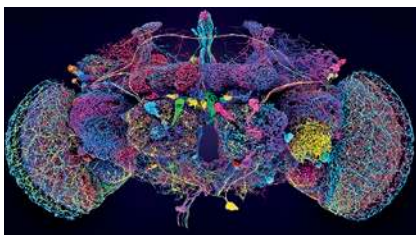
OD NICIENIA DO MYSZY

Pierwszy przełom w konektomice nastąpił w 1980 roku, gdy naukowcy szczegółowo zmapowali wszystkie 302 neurony układu nerwowego nicienia *Caenorhabditis elegans*. W 2019 roku, po 16 latach badań, powstał model 3D mózgu muszki owocowej zawierający 25 tys. neuronów i 20 mln synaps. W pracach uczestniczył również zespół ekspertów z Google. Sukces współpracy Harvardu i Google zaowocował kolejnym ambitnym projektem – pierwszym pełnym konektomem mózgu ssaka, a konkretnie myszy. To ogromne wyzwanie. Wynik może obejmować nawet 1 eksabajt danych, czyli 1000 PB. Dla porównania: pełne zmapowanie ludzkiego mózgu wygenerowałoby około 1 zettabajta danych – tyle, ile wynosił cały ruch internetowy na świecie w 2016 roku.

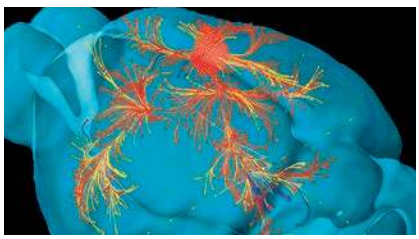
FOTO: MIT, BRAIN INITIATIVE I AMY STERLING, PRINCETON UNIVERSITY



Nicień



Muszka owocowa



Mysz

eprasa.pl 05a7bc66e6

Tak jak mątwy uczą się rozpoznawać zdobycz jeszcze przed przyjściem na świat, a pisklęta rozpoznają sygnały głosowe rodziców, tak również ludzkie dzieci rozpoczynają naukę na długo przed pójściem do szkoły – już w łonie matki.

Wrodzona wiedza:
Smaki i dźwięki ze świata zewnętrznego

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Aromaty pokarmów mieszają się z płynem owodniowym, co przygotowuje noworodka na smak mleka matki

Na pewno znacie tę radę: Kiedy karmisz piersią, nie jedz ostrych potraw ani czosnku! Wrażliwe podniebienia europejskich dzieci często reagują na takie smaki. Gdzie indziej jest jednak inaczej. Dlaczego? W kulturach takich jak indyjska pikantne potrawy i czosnek są stałymi elementami codziennej diety milionów ludzi. Mimo to niemowlęta spokojnie ssą pierś i nie protestują przeciw takim smakom. Przyzwyczajają się do nich już w życiu płodowym. **Peter Hepper**, profesor psychologii z Uniwersytetu w Belfaście, postanowił sprawdzić hipotezę prenatalnego uczenia się smaków. Przebadał 33 dzieci, których matki regularnie jadły czosnek. Wyniki potwierdziły przypuszczenia i wykazały, że upodobanie do tego aromatycznego warzywa utrzymywało się także później.

Woda o smaku potraw

Zdaniem Heppera smak pokarmów spożywanych przez matkę miesza się z płynem owodniowym i gdy około 10 tygodnia rozwoju płód zaczyna go połykać, styka się także z tymi smakami. Informacje o nich mogą być też przekazywane bezpośrednio przez wspólny krwiobieg. – *Kiedy dziecko po narodzinach zaczyna ssać pierś, poznaje smak, z którym miało kontakt przez poprzednie 30 tygodni życia płodowego, więc mleko naturalnie mu smakuje* – wyjaśniał Hepper. – *Noworodki są niejako zaprogramowane na własne matki i potrafią rozpoznać ich mleko. Gdy smak jest inny, pojawia się problem.* Taka gotowość nie jest w przyrodzie niczym wyjątkowym, a w przypadku niektórych zwierząt prenatalna nauka idzie nawet krok dalej.

Ja, piosenka

Tak jak dzieci słuchają języka swoich rodziców i po narodzinach reagują na niego pozytywniej niż na obcą mowę, tak również zarodki niektórych gatunków ptaków uczą się określonych melodii jeszcze przed wykluciem. W przypadku chwostki szafirowej (*Malurus cyaneus*) jest to umiejętność na wagę złota, ponieważ dzięki takim „wcześniej uzgodnionym" sygnałom potrafi bronić się przed atakami kukułek. Doktor **Diane Colombelli-Négrel** z Uniwersytetu Flindersa w Adelajdzie odkryła ten sposób obrony właściwie przypadkiem. Nagrywając śpiew tych ptaków, zauważyła niezwykłe melodie wydawane przez samice wysiadujące jaja. Gdy porównała je później z wołaniem o jedzenie wyklutych piskląt, odkryła zaskakujące podobieństwo. Ptasia matka przekazuje swoim młodym sposób proszenia o pokarm, przy czym „kody" poszczególnych opiekunek różnią się między sobą. Jeśli więc w gnieździe pojawi się obce jajo, na przykład kukułki, chwostka wprawdzie je wysiedzi, ale pasożytnicze pisklę czeka przykra niespodzianka. – *To działa jak hasło, które pozwala przeżyć* – komentuje badacz ptaków pasożytniczych **Mark Hauber** z Hunter College w Nowym Jorku. – *Jeśli go nie znasz, rodzice karmią cię mniej albo całkowicie porzucają gniazdo i zakładają nowe w innym miejscu.*

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ludzki płód odbiera smaki i dźwięki otaczającego świata już w łonie matki. Tak kształtują się nasze pierwsze preferencje

Oczy i chemia

Choć zdolność uczenia się dźwięków i smaków jest imponująca, nie znajduje się na szczycie ewolucyjnej drabiny. U młodych mątw wzrok rozwija się około trzech tygodni przed wykluciem z przezroczystych jaj pełniących funkcję swoistej „macicy z widokiem". Odgrywa ważną rolę w rozpoznawaniu zarówno przyszłej zdobyczy, jak i drapieżników. Jeszcze doskonalszy mechanizm wykorzystują niektóre gatunki żab i salamander (np. *Ambystoma annulatum*). Na podstawie śladów chemicznych potrafią rozpoznać, jakie drapieżniki występują w ich środowisku (np. w stawie) i odpowiednio dostosować swoje zachowanie. «

FOTO: CHRISSY MCCLARREN AND ANDY REAGO

Zarodki salamander uczą się jeszcze przed wykluciem. Na podstawie śladów chemicznych potrafią rozpoznawać drapieżniki w przyszłym środowisku i dostosować do nich swoje zachowanie zaraz po narodzinach

eprasa.pl 05a7bc66e6

Wciąż nierozwiązana zagadka: Mózg kobiety w ciąży rośnie czy maleje?

To nie tylko opuchnięte kończyny i ucisk na pęcherz. Do pojawienia się dziecka przystosowują się niemal wszystkie elementy organizmu matki, a do niedawna twierdzono, że także mózg. Dotychczasowe badania nie potrafiły jednoznacznie wyjaśnić dokładnie, jak przebiega ten proces. Nowe badanie rzuciło na tę kwestię więcej światła.

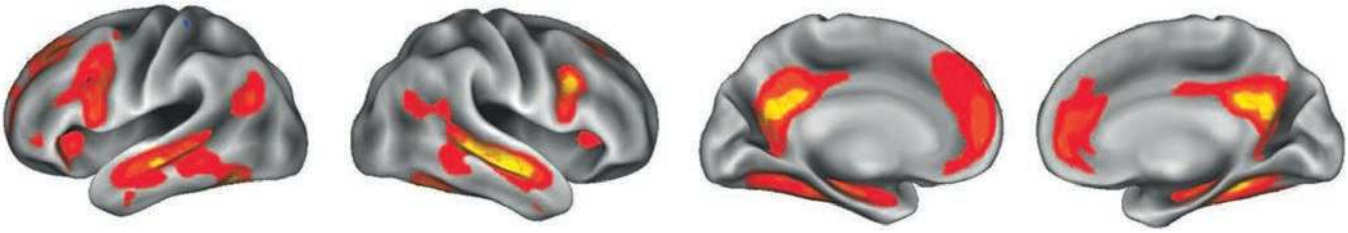
Przyszli rodzice zwykle postrzegają okres ciąży jako czas pełen oczekiwania, radości i obaw. Neurobiolog nazwałby go jednak wyjątkowym okresem neuroplastyczności w dorosłym życiu. Badania na zwierzętach wykazały, że ciąża wiąże się z długotrwałymi zmianami anatomicznymi i adaptacyjnymi w mózgu – ciężarne samice gryzoni lepiej radziły sobie na przykład z poszukiwaniem pożywienia. Zmianom zachodzącym w ludzkim mózgu podczas ciąży poświęcono dotąd znacznie mniej uwagi. Najnowsza praca, opublikowana w czasopiśmie „Nature Neuroscience", analizowała zmiany w korze mózgowej za pomocą technik neuroobrazowania na największej jak dotąd grupie badanych kobiet.

Pożyteczny ubytek

Zainteresowanie procesami neurobiologicznymi związanymi z macierzyństwem przeżywa prawdziwy rozkwit. Neurobiologia ciąży i okresu poporodowego jest jednak młodą dziedziną, a większość publikacji naukowych ma mniej niż 10 lat. Jak zauważyła hiszpańska neurobiolożka **Camila Servin**: *Zaskakujące, że badanie jednego z najbardziej powszechnych i najważniejszych ludzkich doświadczeń nigdy nie znalazło się w centrum uwagi.* Neurobiologia ciąży i okresu poporodowego wciąż pełna jest niewiadomych. Nadal dyskutuje się, czy macierzyństwo prowadzi do zmniejszenia, czy zwiększenia objętości kory mózgowej. Badanie z 2016 roku wykazało ubytek istoty szarej, natomiast nowsze prace opisywały wzrost objętości kory w wielu obszarach mózgu w pierwszych tygodniach po porodzie.

Magnesy i fale

Niespójności w badaniach jest więcej. Dwa dobrze kontrolowane badania podłużne porównywały mózgi kobiet przed pierwszą ciążą i dopiero 2–3 miesiące po porodzie. Brakowało natomiast skanów wykonanych w trakcie ciąży. Wcześniejsze badania skupiały się głównie na zmianach w tzw. sieci stanu spoczynkowego *(default mode network)* odpowiadającej za autorefleksję i aktywnej, gdy nie koncentrujemy się na konkretnym zadaniu. Uważa się, że zmiany w tej sieci pomagają rodzicom lepiej odczytywać potrzeby



ILUSTRACJA: NATURE NEUROSCIENCE

Obraz mózgu kobiety w ciąży uzyskany za pomocą rezonansu magnetycznego ujawnia zmiany w istocie szarej, przygotowujące organizm i psychikę na pojawienie się dziecka

MNIEJ ZNACZY WIĘCEJ?

Na problemy z pamięcią i koncentracją skarży się wiele kobiet w ciąży i krótko po porodzie. Łatwo uznać, że odpowiada za to ubytek w niektórych obszarach mózgu, ale niekoniecznie tak jest.

Jak napisała francuska neurolożka Jodi Pawluski: *Przekonanie, że mózg matki działa gorzej, utrzymuje się od dawna. Czas zacząć doceniać go za to, na co zasługuje.*

Zmniejszenie objętości niektórych obszarów mózgu nie musi oznaczać niczego negatywnego. W okresie przejścia do macierzyństwa mózg reorganizuje swoje połączenia – wzmacnia przydatne i eliminuje zbędne. Dzięki temu lepiej przygotowuje się do opieki nad dzieckiem.

Badania nie wykazały dużych różnic w pamięci między młodymi matkami a kobietami bezdzietnymi. Jednym z wyjaśnień może być obciążenie psychiczne związane z rodzicielstwem, nadmiarem obowiązków i ciągłym rozproszeniem.

Adaptacje nie dotyczą wyłącznie matek. O ile w czasie ciąży zmiany wywołują hormony, o tyle po narodzinach dziecka mózg zmienia się również pod wpływem doświadczeń związanych z opieką nad noworodkiem. Hiszpańskie badanie z 2022 roku wykazało spadek objętości istoty szarej także u świeżo upieczonych ojców (w porównaniu z mężczyznami bezdzietnymi).

ILUSTRACJA: HASHEM AL GHAILI

eprasa.pl 05a7bc66e6

niemowląt i odzwierciedlają głęboką zmianę postrzegania samych siebie. Pozostawało więc pytanie, czy obserwowane zmniejszenie objętości kory wywołuje sam poród, czynniki poporodowe czy ciąża oraz których obszarów mózgu ono dotyczy. Odpowiedzi próbowało dostarczyć nowe badanie z udziałem neurobiologów z Hiszpanii, USA i Szwajcarii. Za pomocą rezonansu magnetycznego badali oni 110 kobiet spodziewających się pierwszego dziecka oraz 34 kobiety niebędące w ciąży, stanowiące grupę kontrolną. Szczególnie cenne okazały się skany wykonane pod koniec ciąży i krótko po porodzie, pozwalające zbadać okres dotąd słabo poznany przez neurobiologię.

Wielka ciążowa przebudowa

Wnioski płynące z badania są pod wieloma względami nowatorskie. Wyniki wskazują, że także inne rozległe sieci funkcjonalne mózgu ulegają w czasie ciąży wyraźnej redukcji. Zmiany te były jednak przeważnie przejściowe i wkrótce po porodzie zaczynały ustępować. Wyjątek stanowią niektóre obszary, m.in. sieć stanu spoczynkowego, gdzie zmiany utrzymują się nawet sześć lat po porodzie.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Rezonans magnetyczny pozwala śledzić subtelne zmiany strukturalne mózgu podczas ciąży. To okno na jedną z najbardziej niezwykłych przemian ludzkiego organizmu

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Macierzyństwo zmienia nie tylko ciało, ale także obwody mózgowe. Wzmacnia empatię, skłonność do opieki i zdolność reagowania na potrzeby dziecka

Wyniki sugerują, że spadki obserwowane w większości sieci, zwłaszcza związanych z uwagą, prawdopodobnie ulegają odwróceniu lub odbudowie we wczesnym okresie poporodowym. Natomiast zmiany dotyczące sieci poznawczych wyższego rzędu, w tym sieci stanu spoczynkowego, mogą być widoczne także później – napisali autorzy.

Droga na świat

Jak się okazuje, znaczenie ma nie tylko sam moment narodzin, ale także sposób porodu. Badanie wykazało, że kobiety rodzące naturalnie lub te, które rozpoczęły poród, lecz ostatecznie przeszły nagłe cesarskie cięcie, dłużej „odzyskiwały" utraconą istotę szarą niż kobiety po planowanym cesarskim cięciu. Na jednoznaczne wnioski jest jednak jeszcze za wcześnie. Choć było to największe dotąd badanie neuroobrazowe matek, kobiety rodzące przez planowane cesarskie cięcie stanowiły jedynie 10% badanej grupy.

Badanie dostarczyło wielu odpowiedzi, ale pozostawiło również sporo pytań. Czy podobne zmiany neurologiczne zachodzą także u rodziców adopcyjnych? Jak sposób porodu wpływa na więź między rodzicem a dzieckiem? Odpowiedzi na te pytania mogłyby wzmocnić dowody, że zmiany neuroplastyczne wynikają wyłącznie z fizycznego faktu ciąży, a nie np. ze stresu i niedoboru snu, których doświadczają rodzice na początku życia dziecka. «

NARZĘDZIE DO WYKRYWANIA DEPRESJI POPORODOWEJ

To badanie oraz kolejne prace poświęcone zmianom zachodzącym w mózgu kobiet w ciąży są niezbędne do lepszego zrozumienia zaburzeń psychicznych pojawiających się w okresie ciąży i po porodzie – mówi **Susana Carmona**, neurobiolożka z Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón w Madrycie, która nie brała udziału w badaniu.

FOTO: IISGM

Nawet 80% kobiet doświadcza po porodzie tzw. *baby blues*, objawiającego się wahaniami nastroju, płaczliwością, rozdrażnieniem i łagodnym lękiem. Objawy te zwykle ustępują samoistnie w ciągu dwóch tygodni. U 10–15% młodych matek może jednak rozwinąć się poważniejsza depresja poporodowa, której mogą towarzyszyć ataki paniki.

Z kolei psychoza poporodowa dotyka od jednej do dwóch kobiet na 1000. Nieleczona może prowadzić nawet do samobójstwa matki lub śmierci dziecka. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

Ciąża prawdopodobnie trwale zmienia mózg

Kolejne badanie przeprowadzili naukowcy z University of Pennsylvania i University of California w Santa Barbara. Zmiany zachodzące w mózgu obserwowali niemal na żywo, ponieważ wykonywali skany również w trakcie ciąży. Wszystko wskazuje na to, że część tych zmian może mieć trwały charakter.

Hormony płciowe, takie jak estrogen i testosteron, odgrywają w mózgu niezwykle ważną rolę. Wpływają m.in. na nastrój i pamięć. Neurobiolożka **Emily Jacobs** z University of California w Santa Barbara kilka lat wcześniej rozpoczęła projekt dokumentujący zmiany zachodzące w kobiecym mózgu podczas cyklu menstruacyjnego. Gdy jej koleżanka, neurobiolożka **Liz Chrastil** z University of California w Irvine, zaszła w ciążę, zaproponowała rozszerzenie badań także na okres ciąży.

Ciąża zmienia ciało i mózg

Wiadomo, że podczas ciąży w organizmie kobiety zachodzi szereg zmian dotyczących objętości krwi, poziomu hormonów czy gospodarki energetycznej.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

FOTO: MOM LIFE

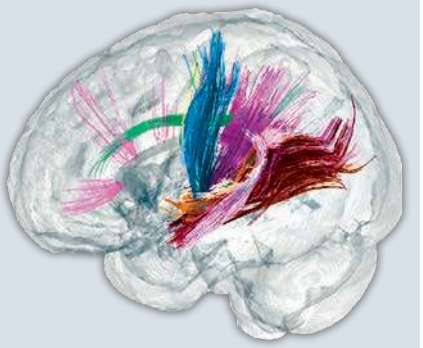
■ **Pierwszy kontakt z noworodkiem to nie tylko chwila pełna emocji. Aktywuje całe sieci mózgowe wzmacniające instynkt rodzicielski**

Zmieniają się także procesy psychiczne – problemy z pamięcią i koncentracją częściej występują zarówno w ciąży, jak i podczas opieki nad noworodkiem. U zwierząt naukowcy obserwowali już fizjologiczne zmiany w mózgu podczas ciąży, u kobiet zaczęto badać je dopiero niedawno.

Wszystkie dotychczasowe badania wskazujące, że mózg kobiety zmienia się w ciągu dziewięciu miesięcy ciąży, opierały się wyłącznie na obrazach rezonansu magnetycznego wykonanych przed zajściem w ciążę i po porodzie. Tak było również w badaniu z 2016 roku przeprowadzonym na 25 ciężarnych kobietach przez neurobiolożkę **Elseline Hoekzemę** z holenderskiego Amsterdam University Medical Center. Wykazało ono, że największy ubytek istoty szarej występuje w obszarach mózgu związanych z funkcjonowaniem społecznym, np. oceną pragnień i zamiarów innych osób na podstawie mimiki oraz zachowania.

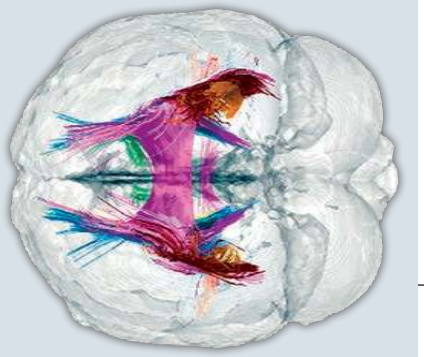
U mężczyzn narodziny dziecka nie zmieniły mózgu

Zmniejszeniu uległa także objętość hipokampu, obszaru odpowiedzialnego za pamięć i wspomnienia. Dwa lata po porodzie wykonano kolejne badania mózgu, tym razem jedynie u 11 kobiet, ponieważ pozostałe uczestniczki ponownie zaszły w ciążę. Wyniki pokazały, że utrata istoty szarej nie została od-



ILUSTRACJA: UNIVERSITY OF PENSYLVANNIA

■ **Badanie z University of Pennsylvania wykazało, że ciąża przejściowo zwiększa objętość istoty białej, usprawniającej komunikację między obszarami mózgu**



NASTOLATKI I MATKI: NA JEDNEJ ŁODZI

Ciąża wiąże się ze zmniejszeniem objętości istoty szarej. Nie ma jednak powodów do obaw – w tym przypadku może to oznaczać korzyść adaptacyjną. Podobny proces zachodzi również u nastolatków. W trakcie przechodzenia do dorosłości wiele połączeń nerwowych, czyli synaps, zanika w procesie zwanym „przycinaniem synaptycznym". Dzięki temu sieci nerwowe dostrajają się do bardziej wyspecjalizowanych funkcji.

Niektórzy porównują ten proces do jazdy samochodem. Jeśli na drodze do celu znajduje się zbyt wiele zjazdów i skrzyżowań, łatwiej się zgubić. Mózg eliminuje część takich „dróg", aby usprawnić przetwarzanie informacji. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

W czasie ciąży i po porodzie mózg matki dosłownie dostraja się do rozpoznawania płaczu, zapachu i twarzy własnego dziecka

wrócona, z wyjątkiem hipokampu, który odzyskał pierwotną objętość.
Ponieważ u ojców nie zaobserwowano podobnych zmian, naukowcy uznali, że zmiany nie są skutkiem stresu ani niedoboru snu związanych z opieką nad noworodkiem, lecz wynikiem samej ciąży.

Odważna neurobiolożka udostępniła własny mózg

Do podobnych wniosków doprowadziło również najnowsze badanie, którym kierowała **Laura Pritschet** z University of Pennsylvania, a uczestniczyła w nim także Emily Jacobs. Badanie mózgu w czasie ciąży bywa trudne, a czasem wręcz niemożliwe ze względu na rygorystyczne procedury bezpieczeństwa. Liz Chrastil zgodziła się jednak na wykonywanie badań rezonansem magnetycznym również podczas ciąży.
Po analizie wyników badaczki stwierdziły, że objętość istoty szarej zmniejszyła się w czasie ciąży o ponad 4%, a spadek ten utrzymywał się jeszcze przez dwa lata po porodzie. Dzięki regularnym badaniom mogły zaobserwować, że proces rozpoczął się już w pierwszych tygodniach ciąży. Następnie objętość istoty szarej ustabilizowała się w okresie porodu i pozostała na podobnym poziomie do końca badania.
Zmiany korelowały ze wzrostem stężenia dwóch żeńskich hormonów płciowych – estradiolu i progesteronu. Zmniejszeniu uległo nawet 80% badanych obszarów mózgu, przy czym niektóre zmieniały się szybciej niż inne.

Mózg zmienia się także w dorosłości

– *Zmniejszenie objętości istoty szarej nie musi oznaczać niczego negatywnego* – wyjaśnia Jacobs. – *Może świadczyć o dostrajaniu obwodów mózgowych i przygotowaniu do opieki nad dzieckiem* – dodaje.
Proces ten przypomina zmniejszanie się objętości istoty szarej w okresie dojrzewania, kiedy mózg usuwa nadmiar połączeń między komórkami nerwowymi, by działać sprawniej. Mimo powszechnego przekonania, że rozwój mózgu kończy się około 25. roku życia, wszystko wskazuje na to, że hormony mogą wywoływać długotrwałe zmiany w jego strukturze również w wieku dorosłym.

Wzrost objętości istoty białej

– *To badanie dostarczyło nowych informacji o ludzkim mózgu i jego niezwykłej zdolności do plastyczności także w dorosłości* – komentuje Jacobs.
Mniej oczekiwanym, ale równie ważnym odkryciem był wyraźny wzrost objętości istoty białej, położonej głębiej w mózgu i odpowiedzialnej za usprawnianie komunikacji między jego obszarami. O ile jednak spadek objętości istoty szarej miał charakter trwały, o tyle wzrost istoty białej okazał się jedynie przejściowy. Szczyt osiągnął w drugim trymestrze ciąży, a w chwili narodzin dziecka objętość istoty białej wróciła niemal do normy.
U nastolatków podobne zmiany wiązały się z poprawą zdolności poznawczych.

Łatwiejsza identyfikacja nieprawidłowości

– *Takie przejściowe zmiany można zaobserwować jedynie w badaniach obejmujących liczne skany wykonywane podczas ciąży* – mówi Elseline Hoekzema, autorka wcześniejszego badania dotyczącego zmian w mózgu kobiet ciężarnych.
Wyniki sugerują, że mózg dorosłego człowieka jest zdolny do długotrwałej neuroplastyczności, czyli zmian mogących wspierać zachowania związane z rodzicielstwem. Zespół Laury Pritschet ma nadzieję, że to oraz kolejne badania pozwolą lepiej poznać typowe tempo zmian istot szarej i białej w czasie ciąży.
Dzięki temu naukowcy mogliby łatwiej identyfikować nieprawidłowości, które mogą być objawem depresji okołoporodowej. «

PŁODNOŚĆ A SZYBSZE STARZENIE

Kobieta, która zajdzie w ciążę około 20. roku życia, może być biologicznie starsza niż rówieśniczki, które nigdy nie były w ciąży. Według badań epigenetycznych przeprowadzonych przez Columbia University na Filipinach im więcej ciąż przejdzie kobieta, tym szybciej może się starzeć. Wyniki te nawiązują do wcześniejszych ustaleń sugerujących, że wysoka płodność może niekorzystnie wpływać na zdrowie i długość życia kobiet.

W przeciwieństwie do wieku chronologicznego wiek biologiczny odzwierciedla stan fizjologiczny organizmu oraz ryzyko chorób związanych ze starzeniem. U mężczyzn nie potwierdzono podobnej zależności. Innymi słowy, liczba ciąż, w których byli ojcami, nie wydaje się wpływać na tempo działania ich zegara epigenetycznego.

FOTO: USAID

Pozostaje sprawdzić, czy podobną tendencję można zaobserwować także w innych grupach i w dłuższej perspektywie. Niedawne badanie przeprowadzone na Yale University wykazało, że podczas ciąży zegar epigenetyczny przyspiesza, lecz po narodzinach dziecka w znacznej mierze efekt zanika, zwłaszcza jeśli matka karmi piersią.

eprasa.pl 05a7bc66e6

Przyjście dziecka na świat to mały cud dla rodziców, ale wielkie wyzwanie dla noworodka. Wraz z narodzinami rozpoczyna się okres, który niejeden maratończyk nazwałby intensywnym treningiem. Mózg dziecka – ważący zaledwie 400 g cud złożony z miliardów komórek – w pierwszym roku życia przejdzie niezwykłą przemianę. W rekordowym tempie nauczy się odbierać świat, rozumieć podstawowe zależności, panować nad ciałem, a w końcu zacznie się komunikować.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

W pierwszym miesiącu życia w mózgu dziecka co sekundę powstają miliony nowych połączeń

Jeden z cudów natury: Pierwszy rok rozwoju ludzkiego mózgu

Pierwsze miesiące i lata życia kształtują człowieka bardziej, niż zwykle sobie uświadamiamy. W tym okresie mózg dosłownie chłonie informacje i doświadczenia, które wpływają na naszą osobowość, pamięć i zdolność uczenia się. Część predyspozycji otrzymujemy w genach, jednak to, jak mózg je wykorzysta, zależy od wczesnych doświadczeń – bodźców, dotyku, zabawy i uwagi poświęcanej dziecku.

Pierwszy miesiąc

Mózg noworodka z pewnością nie może narzekać na brak materiału. Jest wyposażony w 80 mld komórek nerwowych oraz taką samą liczbę komórek glejowych. Komórki glejowe pełnią wobec neuronów funkcję opiekuńczą – odżywiają je, chronią i dbają o ich prawidłowe funkcjonowanie.

Pod koniec pierwszego miesiąca życia mózg zdrowego dziecka osiąga masę około 400 g. Niemowlę potrafi odróżniać bodźce przyjemne od nieprzyjemnych, a także światło od ciemności. Działają również odruchy bezwarunkowe, przede wszystkim niezbędny do życia odruch ssania. Już w pierwszych minutach po narodzinach funkcjonuje zmysł węchu. Gdy dziecko wyczuje zapach, odwraca w jego stronę głowę, a po kilku dniach rozpoznaje go ponownie. Dzięki temu odróżnia zapach matki, co pomaga mu odnaleźć pierś.

Podstawy myślenia

Potem wszystko przebiega tak szybko, że nawet kierowcom Formuły 1 zakręciłoby się w głowach. Na pierwszy rzut oka tego nie widać – trzymiesięczne dziecko nie potrafi jeszcze

ZMIANY W MÓZGU? TAKŻE U RODZICÓW!

Narodziny dziecka powinny być radosnym wydarzeniem dla obojga rodziców, choć niemowlę potrafi wywrócić ich życie do góry nogami. Mózg zmienia się u dziecka, ale zmiany zachodzą także w mózgach obojga rodziców. Przez kilka miesięcy zarówno u matki, jak i ojca zachodzi intensywna przebudowa wielu obszarów mózgu. Jednym z jej przejawów jest „mowa do dziecka" dostosowana do jego sposobu odbioru.

Czym właściwie jest? To prosta, powolna mowa, w której dominują wysokie tony. Jest zjawiskiem powszechnym, spotykanym we wszystkich kulturach – zarówno w świecie zachodnim, jak i u Inuitów czy plemion indiańskich Amazonii. Ma ogromne znaczenie dla rozwoju mowy i języka dziecka. Trzeba do niego mówić, ale nie zawsze – najlepiej wtedy, gdy nie przeszkadza mu to w skupionej zabawie lub poznawaniu otoczenia.

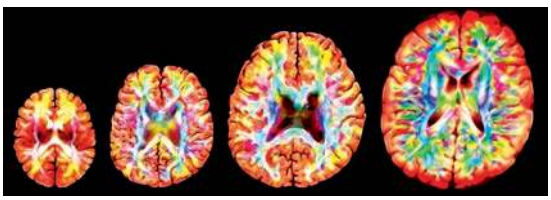


FOTO: STORY MD

eprasa.pl 05a7bc66e6

JAK ZMIENIA SIĘ OBWÓD GŁOWY CZŁOWIEKA?

Wiek	Obwód głowy
przy urodzeniu	34 cm
6 miesięcy	43 cm
1 rok	47 cm
3 lata	50 cm
10 lat	53 cm
18 lat	56 cm

opowiadać o swoich przeżyciach. Badania wykazały jednak, że już w tym wieku niemowlęta potrafią grupować przedmioty w kategorie. Rozpoznają na przykład sylwetki psów i kotów. Łagodny i cierpliwy pies jest przy tym

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Bliskość, dotyk i wspólnie spędzany czas tworzą fundament, na którym mózg niemowlęcia buduje pierwsze doświadczenia związane ze światem

NADMIAR TROSKI SZKODZI

Rodzicielska miłość jest dla dzieci bardzo ważna, jednak jej nadmiar może szkodzić. Dotyczy to również opieki. Jeśli rodzice zbyt mocno chronią swoje dziecko, może ono w dorosłości ponosić podobne konsekwencje jak osoba, która cierpiała z powodu niedostatku rodzicielskiego ciepła.

Japońscy badacze przyjrzeli się temu zjawisku i ustalili, że dzieci wychowywane przez nadmiernie troskliwych i opiekuńczych rodziców mogą być równie podatne na problemy jak te, którym brakowało odpowiedniej opieki. U takich osób częściej występują zaburzenia psychiczne, których podłoże wiąże się z funkcjonowaniem mózgu.

Naukowcy przebadali 50 osób w wieku około 20 lat. Oprócz skanowania mózgu wykorzystali kwestionariusze służące do oceny relacji między dziećmi a rodzicami. Uczestnicy odpowiadali m.in., czy zgadzają się ze stwierdzeniami: „Moi rodzice nie chcieli, żebym dorósł", „Próbowali kontrolować wszystko, co robiłem" czy „Chcieli, żebym był od nich zależny".

Analiza wykazała, że osoby wychowywane przez nadopiekuńczych rodziców, którzy nie pozwalali dziecku się usamodzielnić, miały w niektórych obszarach mózgu mniej istoty szarej niż rówieśnicy wychowani w zdrowszych relacjach rodzinnych.

Podobne skutki przynosiło także zaniedbanie ze strony ojca, lecz nie matki. Prawdopodobnie wiąże się to ze stresem wywoływanym u dzieci zarówno przez brak opieki, jak i jej nadmiar.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Mózg rocznego dziecka jest już niemal dwukrotnie większy niż po urodzeniu i przygotowuje się do kluczowego zadania – opanowania mowy

dla małego dziecka cennym bodźcem i może wspierać rozwój jego mózgu.

Poszukiwanie sprawnych połączeń

W mózgu dziecka wciąż trwa wielkie porządkowanie. W miarę powstawania połączeń między neuronami, czyli synaps, ośrodkowy układ nerwowy ocenia, które z nich są potrzebne, a które nie spełniają swojej funkcji.

Powstanie jednej synapsy zajmuje zaledwie kilkadziesiąt sekund. Wiele z nich nie przechodzi jednak przez swoiste sito i podobnie jak przestarzałe linie kolejowe, po których sporadycznie kursują już tylko pociągi towarowe, stopniowo zanika.

Dla dzieci podobnie jak dla młodych innych ssaków niezwykle ważna jest zabawa, ponieważ silnie stymuluje rozwój mózgu. Badacze z Baylor College of Medicine wykazali, że u dzieci bawiących się zbyt mało lub mających ograniczony kontakt dotykowy rozwój mózgu może być o 20–30% słabszy już w okresie niemowlęcym.

Najtrudniejsze zadanie

W tym okresie rozwija się również motoryka dziecka. W czwartym miesiącu powinno ono umieć obrócić się na brzuch i z powrotem. Dziecko potrafi też na chwilę chwycić zabawkę. Rozwój postępuje bardzo szybko. Dwa miesiące później niemowlę wypowiada już proste sylaby. Mózg czeka najtrudniejsze zadanie jego życia – opanowanie mowy. Trudniejszego już nigdy nie dostanie. W ósmym miesiącu mózg jest na tyle rozwinięty, że jego mały właściciel potrafi samodzielnie stanąć. Pierwsze urodziny dziecko zwykle świętuje stylowo – pierwszym krokiem i pierwszym słowem. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Z prawnego punktu widzenia człowiek staje się dorosły w wieku 18 lat. Zdaniem neurobiologów jest inaczej. Choć mózg przestaje rosnąć pod koniec dojrzewania, to zmienia się jeszcze do 25 roku życia. Nierówny rozwój jego części odpowiada za typowe zachowania nastolatków, od których rodzicom nieraz włosy stają dęba. Zdaniem specjalistów ma to jednak swoje uzasadnienie.

W okresie dojrzewania mózg przechodzi przebudowę – ośrodki emocjonalne wzmacniają się, a obszary odpowiedzialne za logikę dojrzewają dopiero około 25 roku życia

Mózg nastolatka:

Czym różni się od mózgu dorosłego i jak zagraża mu uzależnienie od internetu?

Najintensywniej mózg rozwija się we wczesnym dzieciństwie, gdy powstają połączenia między neuronami. Zdolność tę nazywa się neuroplastycznością. U dzieci do trzeciego roku życia na jeden neuron przypada nawet 15 tys. synaps, podczas gdy u przeciętnego dorosłego jest ich około dwa razy mniej. Powód jest prosty. Wraz z rozwojem i zdobywaniem doświadczeń mózg wzmacnia używane połączenia, a nieużywane stopniowo usuwa.

Neuroplastyczność mózgu

Proces ten nazywa się przycinaniem synaptycznym. Dobrym przykładem jest nauka (i zapominanie) języka obcego. Jeśli człowiek go nie używa, stopniowo go zapomina. W chwili narodzin mózg stanowi zbiór neuronów, które nie są jeszcze ze sobą w pełni połączone. Połączenia te tworzą się stopniowo w miarę zdobywania nowych doświadczeń i uczenia się. Dzięki neuroplastyczności małe dzieci uczą się bardzo szybko – zwłaszcza umiejętności związanych z odbiorem bodźców zmysłowych.

Rozwój mózgu kończy się dopiero około 25 roku życia

Choć mózg nastolatka traci część plastyczności charakterystycznej dla wczesnego dzieciństwa, jego rozwój kończy się dopiero około 25 roku życia. Neuroplastyczność nie ustaje jednak nawet wtedy – za każdym razem, gdy człowiek uczy się czegoś nowego, jego mózg się zmienia. Dopiero u progu dorosłości kończy się długi proces rozwoju strukturalnego mózgu. Typowe zachowania okresu dojrzewania wynikają głównie z faktu, że poszczególne obszary mózgu rozwijają się w różnym tempie.

Nierównomierny rozwój mózgu nastolatka

– U nastolatków dochodzi przede wszystkim do silniejszej aktywacji ośrodków emocjonalnych, położonych głęboko w mózgu, a także trwa rozwój kory przedczołowej, znajdującej się tuż nad oczami – wyjaśnia **Adriana Galván**, psycholożka z University of California w Los Angeles i dyrektorka Laboratorium Neurobiologii Rozwojowej.

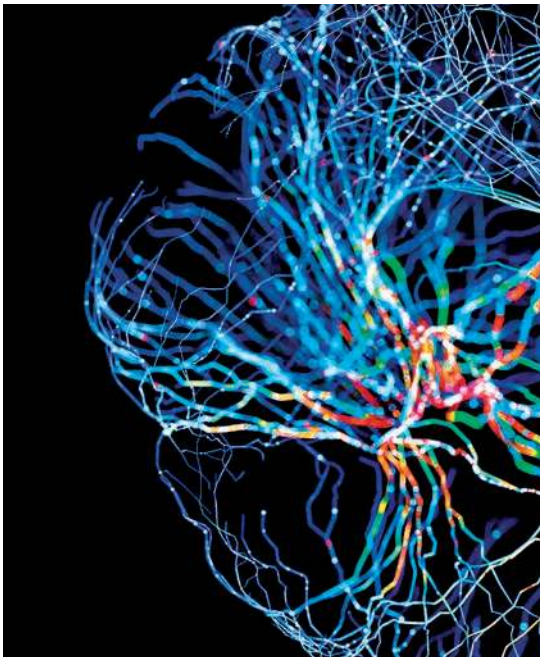


FOTO: NEWPORT ACADEMY

Kora przedczołowa odpowiada za podejmowanie decyzji, myślenie o przyszłości i dostrzeganie zależności. Pomaga człowiekowi podejmować bardziej przemyślane i rozsądne decyzje.

Pojedynek rozsądku z emocjami

Mózg rozwija się od tyłu ku przodowi, dlatego kora przedczołowa dojrzewa jako ostatnia. Z kolei układ limbiczny, odpowiedzialny za emocje, rozwija się w okresie dojrzewania bardzo szybko. Brak równowagi między tymi dwoma układami sprawia, że nastolatki są impulsywne, nie odczuwają większych obaw, chętnie ryzykują i nie zawsze potrafią przewidzieć skutki swoich działań. To jednak nie wszystko. U młodych

eprasa.pl 05a7bc66e6

ludzi bardzo aktywne jest również tzw. *striatum*, skupisko neuronów położone w jądrach podstawy.

Nagroda za pożądane zachowanie

Jego część, *nucleus accumbens*, uznawana za ośrodek przyjemności w mózgu, uwalnia neuroprzekaźnik dopaminę, nagradzając nas za czynności ważne dla przetrwania, takie jak jedzenie, rozmnażanie czy aktywność fizyczna. Dopamina jest hormonem dobrego samopoczucia. Jej wydzielanie wywołuje przyjemne odczucia zachęcające do częstego powtarzania czynności, które je wywołały. U nastolatków obszar ten jest bardziej aktywny niż u dorosłych i małych dzieci.

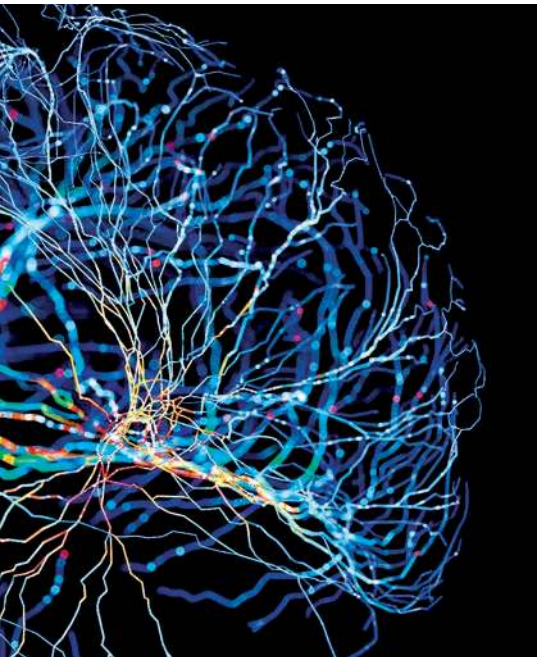


FOTO: WIKISKRIPTA

Neuroplastyczność pozwala nastolatkom szybko tworzyć nowe połączenia. Używane szlaki wzmacniają się, a zbędne stopniowo zanikają

Zwiększone pragnienie nagrody

Galván skanowała mózgi nastolatków, podczas gdy odpowiadali na pytania z prostego testu. Za każdym razem, gdy udzielali poprawnej odpowiedzi, dochodziło u nich do aktywacji w obrębie *striatum*, i to w większym stopniu niż u dorosłych. Oznacza to, że są oni znacznie bardziej wrażliwi na nagrody. Pytanie tylko, czemu ma to służyć. Galván odpowiada: *Bardziej aktywne centrum nagrody podczas uczenia się nowych zadań pomaga nastolatkom uczyć się z otoczenia w sposób bardziej adaptacyjny i skuteczniejszy niż dorośli.*

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Relacje społeczne są dla nastolatków niezwykle ważne. Ich mózg reaguje na przyjaźń i odrzucenie znacznie silniej niż mózg osoby dorosłej

Usprawnianie połączeń między neuronami

Pomaga im w tym również fakt, że w płacie czołowym i ciemieniowym (części półkul mózgowych) podczas dojrzewania dochodzi do wzmacniania najważniejszych synaps poprzez odkładanie osłonki tłuszczowej zwanej mieliną. Usprawnia ona przekazywanie sygnałów między neuronami. W badaniach obrazowych mózgów nastolatków przejawia się to wyraźnym wzrostem ilości istoty białej. Obszary te odgrywają ważną rolę w regulacji emocji, utrzymywaniu uwagi, rozwiązywaniu problemów oraz myśleniu abstrakcyjnym.

Typowe zachowanie nastolatka

Zmiany zachodzące w mózgu nastolatka, a także ich nierównomierne tempo, sprawiają, że młodzi ludzie chętnie ryzykują, łamią zasady i buntują się przeciw autorytetom. Szybko rozwijający się układ limbiczny oraz większa wrażliwość na nagrody budzą w nich potrzebę poszukiwania nowych doświadczeń i sprzyjają impulsywnym, ryzykownym zachowaniom. Z drugiej strony przynosi to również korzyści – dzięki ciekawości i odwadze mogą próbować wielu nowych rzeczy oraz zdobywać doświadczenia, z których później korzystają w dorosłym życiu.

FOTO: NATACHA PISARENKO

Eksperymenty pokazują, że także młode szczury częściej podejmują ryzyko i eksplorują nowe sytuacje – dojrzewanie jest ewolucyjnym treningiem odwagi

Szczurze nastolatki zachowują się podobnie

Większa skłonność do ryzyka i odkrywania nieznanego nie dotyczy wyłącznie ludzkich nastolatków. **Georgia Hodes**, doktorantka Rutgers University, wraz ze swoją promotorką **Tracey J. Shors** przeprowadziły eksperyment na szczurach. Przygotowały labirynt z bezpiecznymi strefami oraz otwartymi, odsłoniętymi obszarami wywołującymi lęk. Następnie na 10 minut wpuszczały do niego dorosłe szczury i młode osobniki. To właśnie te drugie częściej wchodziły do „niebezpiecznych" stref i spędzały w nich więcej czasu.

Pragnienie odkrywania nieznanego

– *Okres dojrzewania wydaje się szczególnym etapem rozwoju człowieka, w którym nastolatki częściej eksplorują nowe środowiska* – komentuje Hodes. – *Prawdopodobnie jest to strategia adaptacyjna związana z poszukiwaniem pożywienia. Może jednak przynosić także korzyści reprodukcyjne, ułatwiać kontakt z nieznanymi wcześniej osobnikami płci przeciwnej.*

Ludzcy nastolatkowie mogą tę energię ukierunkować na wartościowe cele, takie jak zainteresowanie rozwiązywaniem problemów globalnych, na przykład zmian klimatu, czy sprzeciw wobec dyktatur.

eprasa.pl 05a7bc66e6

Nastrój jak na huśtawce

Wahania nastroju są również skutkiem procesów fizjologicznych i psychologicznych związanych z dojrzewaniem. Odpowiadają za nie przede wszystkim zmiany poziomu neuroprzekaźników

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Wahania hormonalne i bardziej wrażliwe ośrodki emocjonalne sprawiają, że nastolatki przeżywają emocje intensywniej, a czasem także bardziej dramatycznie

i hormonów, takich jak serotonina, kortyzol czy GABA. Brytyjski psycholog kliniczny **John Coleman**, przez wiele lat związany z University of Oxford i od dekad zajmujący się psychologią nastolatków, mówi: *Serotonina jest nazywana hormonem dobrego nastroju, a gdy jej poziom u nastolatków nagle spada, może to prowadzić do bardzo złego samopoczucia.*

Przewrażliwieni nastolatkowie

Rozwój kory przedczołowej u nastolatków, zwłaszcza obszarów związanych z samooceną, osiągający szczyt około połowy okresu dojrzewania, poprawia zdolność rozumienia relacji i interakcji społecznych. Jest to bardzo ważne dla budowania przyjaźni. Jednocześnie sprawia, że młodzi ludzie stają się szczególnie wrażliwi na zniewagi i oznaki wrogości, co zwiększa ich podatność na lęk społeczny i depresję.

Nie pójdą wcześnie spać

Nastolatki spędzają dużo czasu na zastanawianiu się nad własnymi uczuciami, ponieważ dopiero uczą się je właściwie rozumieć. Dorosłym mogą wydawać się „przesadnie dramatyczne", ale w rzeczywistości uczą się w ten sposób radzić sobie z emocjami, co przyda im się w późniejszym życiu. Inną „umiejętnością" doprowadzającą rodziców do szału jest ospałość. Uparcie odmawiają kładzenia się spać o rozsądnej porze, rano długo śpią lub nie potrafią wstać na czas do szkoły. Wbrew pozorom nie wynika to z niechęci do nauki.

Późne uwalnianie melatoniny

Winę ponosi poziom melatoniny – hormonu odpowiedzialnego za wywoływanie uczucia senności. Wieczorem i w nocy jego stężenie wzrasta, powodując u dorosłych zmęczenie i senność. Rano natomiast naturalnie spada, co sprzyja przebudzeniu i odzyskaniu energii. U nastolatków wzrost poziomu melatoniny następuje znacznie później niż u dorosłych, dlatego długo nie chce im się spać. Są aktywni jeszcze wtedy, gdy rodzice już dawno śpią. Z kolei rano bywają zmęczeni i mają trudności ze wstaniem z łóżka.

Później do szkoły i szybciej po ocenę

– *Praktycznie u żadnej osoby dorosłej nie można wykryć melatoniny o dziewiątej rano* – wyjaśnia Coleman. – *U około połowy nastolatków jest to jednak możliwe*. Wpływa to negatywnie również na ich wyniki w nauce. Psycholog uważa, że wiedzę o funkcjonowaniu mózgu nastolatka powinny wykorzystywać nie tylko rodziny, ale także szkoły. Na tej podstawie można byłoby na przykład przesunąć początek lekcji na późniejszą godzinę. Coleman zaleca również, aby uczniowie otrzymywali ocenę jak najszybciej po napisaniu sprawdzianu lub oddaniu pracy, co ma związek z działaniem ich ośrodka nagrody.

Muszą odczuć konsekwencje swoich czynów

– *Samo skrócenie procesu oceniania i częstsze chwalenie uczniów za ich wysiłek może przynieść nauczycielom wiele korzyści* – mówi Coleman. Rodzice powinni natomiast, mimo frustracji wywołanej buntem nastolatków, unikać krzyku. Nadwrażliwość młodych ludzi na emocjonalny ton wypowiedzi sprawia, że przestają zwracać uwagę na jej treść. Lepiej pozwolić im ponosić konsekwencje własnych działań i wymagać, by próbowali naprawiać swoje błędy. Równie ważne jest zainteresowanie rodziców uczuciami dorastających dzieci.

Większe ryzyko uzależnień

Ze względu na bardziej aktywne centrum nagrody nastolatki są bardziej podatne na rozwój różnego rodzaju uzależnień. Dotyczy to nie tylko alkoholu, papierosów czy narkotyków, ale także internetu i nowoczesnych technologii. Najnowsze badanie, którego głównym autorem jest **Max Chang** z University College London, wykazało, że uzależnienie od internetu zmienia chemię mózgu nastolatków. Może to negatywnie wpływać na rozwój ich osobowości i zwiększać ryzyko wystąpienia kolejnych uzależnień.

Mniejsza aktywność ośrodków myślenia

W swoim badaniu Chang przeanalizował 12 prac opublikowanych w latach 2013–2023, obejmujących 237 osób w wieku od 10 do 19 lat, u których rozpoznano uzależnienie od internetu. W badaniach wykorzystano funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI) do oceny łączności funkcjonalnej, czyli wzajemnego oddziaływania obszarów mózgu, zarówno podczas odpoczynku, jak i wykonywania zadań. Zaobserwowano osłabienie tej łączności w częściach mózgu odpowiedzialnych za aktywne myślenie oraz naprzemienne zwiększanie i zmniejszanie aktywności obszarów uruchamianych podczas spoczynku. «

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

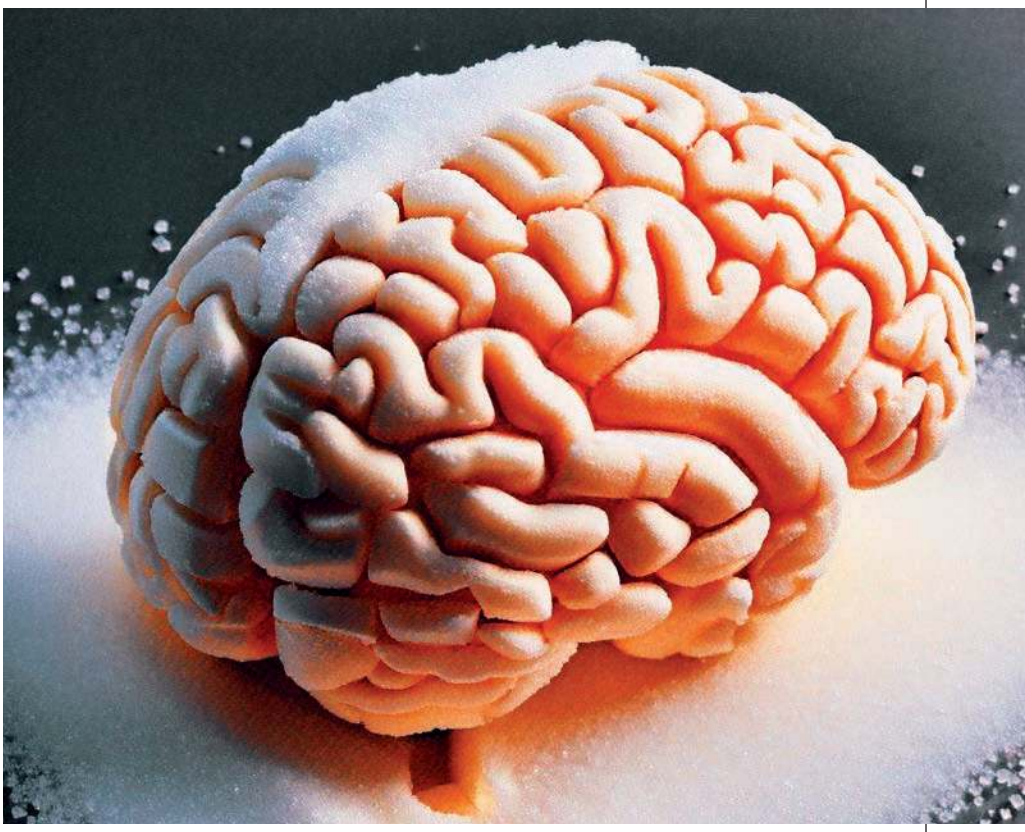
Mózg nastolatka silniej reaguje na cyfrowe nagrody, co zwiększa ryzyko uzależnienia od internetu i mediów społecznościowych

eprasa.pl 05a7bc66e6

W każdym krótkim opisie mózgu znajdziemy informację, że stanowi on 2% masy ciała, a zużywa aż 1/2 energii organizmu. Rzadziej pada fakt, że nie da się zmusić go do oszczędniejszej pracy. I lepiej nie próbować, bo może się to na nas zemścić.

Mózg – łakomczuch...
Nie zamierza oszczędzać energii

Jest mały i niemal się nie porusza. Jednak nawet 100 mld neuronów i 1000 bln synaps potrafi go mocno rozpędzić. Nie umie się wyłączyć, więc jego głód energii jest ogromny. Działa bez przerwy, nawet gdy reszta ciała ucina sobie drzemkę – zresztą podczas snu fale mózgowe bywają jeszcze aktywniejsze. Mózg noworodka jest bardziej aktywny niż mózg dorosłego – „pożera" połowę glukozy dostarczanej do ciała. Krótko mówiąc: mózg niczego sobie nie odmawia, a gdy brakuje mu źródła energii, potrafi zacząć „zjadać sam siebie".



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Choć stanowi tylko około 2% masy ciała, zużywa aż 1/5 całej energii i nie oszczędza jej nawet podczas snu

Stale w gotowości

Dniem i nocą, na jawie i we śnie… Mózg jest gotów zareagować w ułamku sekundy. Działa niezwykle sprawnie. Między neuronami istnieje coś w rodzaju chemicznego głuchego telefonu. Gdy pojawia się sygnał elektryczny, neuron przekłada go na język chemii i wysyła wiadomość do sąsiedniego neuronu. Aby odbywało się to błyskawicznie, neuron wysyłający musi mieć zapas nośników tej wiadomości, czyli neuroprzekaźników. Dlatego gromadzi je w licznych pęcherzykach na samym końcu wypustki wysyłającej (w synapsie). W odpowiedniej chwili uwalnia je na receptory wypustki odbierającej sąsiedniego neuronu. Gdy wiadomość zostanie wysłana, pęcherzyk synaptyczny musi być szybko uzupełniony, by mózg pozostał w trybie „stand by".

Wysokie zużycie także w spoczynku

Właśnie w tej gotowości do działania naukowcy upatrywali jednej z przyczyn ogromnego zużycia energii przez mózg. Zespół prof. **Timothy'ego Ryana** z Weill Cornell Medical College w Nowym Jorku, od lat badający metabolizm mózgu, zastanawiał fakt, że podczas bezczynności zużycie energii nie spada do minimum, jak można by oczekiwać, lecz mniej więcej o połowę. Część przypada na aktywność elektryczną mózgu, ale to nie wyjaśnia wszystkiego, bo nawet przy silnym wyciszeniu aktywności, np. u osoby w śpiączce, nieaktywne komórki mózgowe wymagają nieproporcjonalnie dużej dawki energii. Ale do czego właściwie jej potrzebują?

Ucieczka energii

Nowojorski zespół skupił się na synapsach, dzięki którym komórki nerwowe przekazują sygnały. Badacze użyli hodowanych w laboratorium komórek mózgu szczura i toksyną wyłączyli ich aktywność. Następnie zmierzyli spoczynkowe zużycie energii w synapsach. Było zaskakująco wysokie, choć neurony nie przekazywały impulsów, a pęcherzyki synaptyczne były już wypełnione neuroprzekaźnikami, więc nie wymagały energochłonnego uzupełniania. Dokąd więc uciekała energia? Dokładniejsze badania wykazały, że problem tkwi w pęcherzykach synaptycznych. Gotowe do działania powinny być nieaktywne, a mimo to stale uciekały z nich protony, czyli kationy wodoru. Powinny opuszczać pęcherzyk tylko wtedy, gdy do środka trafia neuroprzekaźnik. Dlaczego więc wyciekają również, gdy pęcherzyk jest pełny?

›

eprasa.pl 05a7bc66e6

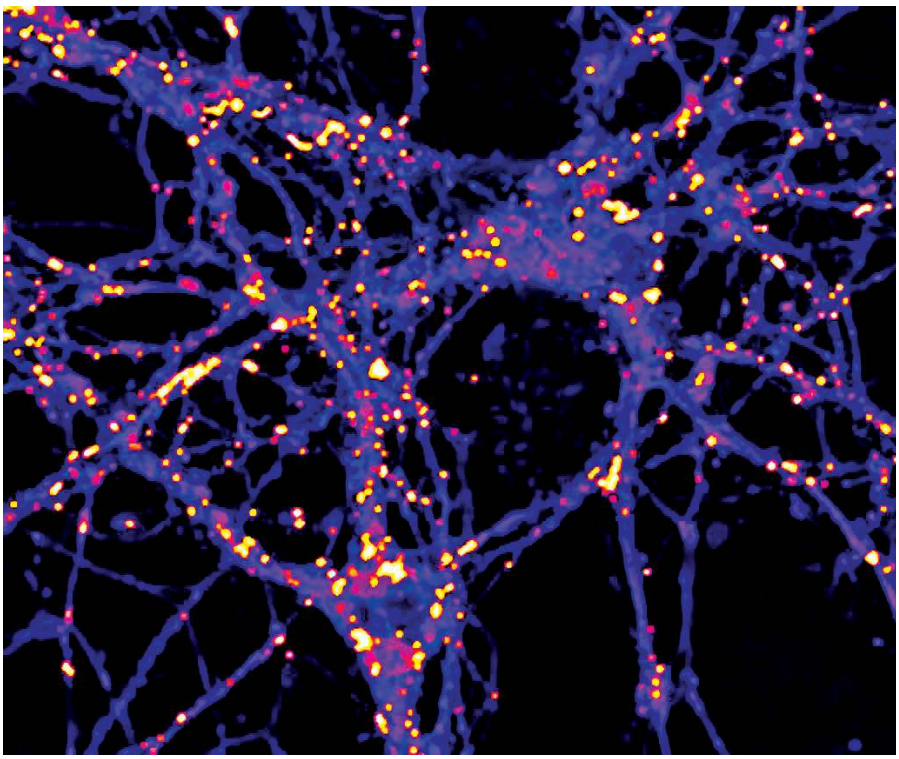


FOTO: WEILL CORNELL

Profesor Timothy Ryan badał, dlaczego mózg „marnuje" energię także w trybie spoczynku i dlaczego mu się to opłaca

Pęcherzyki „przeciekają"

Zespół prof. Ryana uznał, że stały wyciek protonów może być ceną za szybkie uzupełnianie neuroprzekaźników. Za ich transport do pęcherzyka odpowiadają proste, ale genialne, mechanizmy – białka transportowe. Tkwią w błonie pęcherzyka, wystając na zewnątrz i do środka, i „wciągają" neuroprzekaźnik tam, gdzie trzeba. Aby to ułatwić, zmieniają kształt. Do środka trafia neuroprzekaźnik, co wymaga wyjścia protonu na zewnątrz. Dawniej sądzono, że potem białko transportowe ponownie zamyka przejście. Nowojorskie badanie wskazuje jednak, że niższy próg dostępności utrzymuje się także po napełnieniu pęcherzyka. Według prof. Ryana to dlatego protony nadal uciekają. Wraz z nimi ucieka energia, trzeba je więc stale pompować z powrotem, co pochłania energię. W jednej synapsie strata wydaje się mała, lecz wycieki zachodzą bez przerwy w miliardach pęcherzyków. Skoro mózg toleruje takie marnotrawstwo, musi mieć ważny powód. Zdaniem prof. Ryana szybkie uzupełnianie neuroprzekaźników i gotowość do działania są dla mózgu ważniejsze niż straty energii.

Badania pomogą także chorym

Badanie wykazało, że mózg nie ma czasu, by czekać na uzupełnienie energii, i wymaga jej stałych dostaw. Dlatego wyjątkowo silnie reaguje na wszelkie zaburzenia ukrwienia najczęściej występujące podczas problemów z sercem lub udaru mózgu. Nowojorskie badanie jest ważne właśnie w przypadku takich ciężkich stanów. Zespół prof. Ryana sprawdził również, co się stanie, gdy białka transportowe zostaną niejako „uszczelnione", tak by energia nie mogła uciekać. Okazało się, że po odcięciu dopływu energii synapsy działają o połowę dłużej niż neurony z nieuszczelnionymi pęcherzykami synaptycznymi. Może to oznaczać cenny dodatkowy czas. Nowe odkrycia mogą być przydatne także w leczeniu przewlekłych chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Parkinsona czy Alzheimera, w których mózgowi również może brakować energii. «

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Na styku neuronów zachodzi chemiczno-elektryczne przekazywanie sygnału pochłaniające największą część energii mózgu

JAK POZNAWALIŚMY MÓZG

V w. p.n.e.

Pierwszym, który uznał mózg za centrum myślenia, był **Alkmeon z Krotonu** (VI–V w. p.n.e.).

III w. p.n.e.

Herofilos (335–280 p.n.e.) i **Erasistratos** (304–250 p.n.e.) opisali budowę serca i odkryli układ nerwowy.

1543

Andreas Vesalius (1514–1564) wydał jeden z pierwszych podręczników neurobiologii, zawierający informacje o działaniu nerwów i mózgu.

1664

Thomas Willis (1621–1675) stwierdził, że półkule mózgowe odpowiadają za myślenie i są oddzielone od części sterującej funkcjami ruchowymi. Wprowadził też słowo „neurologia".

1791

Luigi Galvani (1737–1798) przeprowadził słynny eksperyment ze skurczami mięśni żaby. Choć jego teoria została obalona, był to pierwszy krok ku nowoczesnemu rozumieniu roli elektryczności w pracy nerwów.

ILUSTRACJA: WIKIPEDIA A WELLCOME LIBRARY

eprasa.pl 05a7bc66e6

Demencja – mózg nie poddaje się bez walki

Wyobraźcie sobie pełną miseczkę zawierającą około 130 g cukru, czyli glukozy. Mózg zużywa ją przy zwykłej pracy nie w miesiąc ani tydzień, lecz każdego dnia. Jednym z powodów tej energochłonności może być obrona przed rozwijającą się demencją.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

W pierwszych fazach demencji mózg próbuje walczyć, zwiększając pobór energii w obszarach jeszcze nieuszkodzonych

Glukoza jest ważnym paliwem dla komórek mózgu, więc dokładne śledzenie, którędy płynie w dużych ilościach i gdzie się gromadzi, pokazuje szczególnie aktywne obszary. Neurony, które z powodu chorób degeneracyjnych przestają działać i obumierają, nie potrzebują już paliwa. W danym rejonie zużycie glukozy spada. Możliwość obserwowania, dokąd w mózgu trafiają duże dostawy energii, a dokąd już nie, daje pozytonowa tomografia emisyjna. Można ją wykorzystać także w diagnostyce choroby Alzheimera. Zasada jest prosta – pacjent otrzymuje glukozę znakowaną radioaktywnie (w dawce bezpiecznej), a urządzenie rejestruje promieniowanie jako ruch cukru w mózgu.

Paradoksalne wyniki

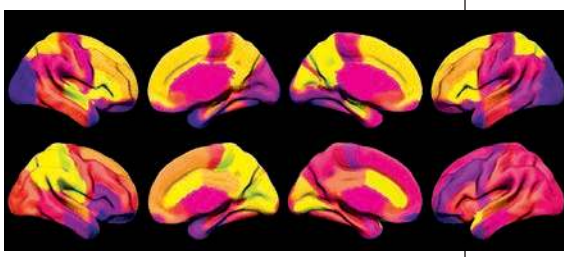
Co jednak zrobić, gdy skaner pokazuje zwiększone zużycie glukozy w mózgu pacjentów cierpiących właśnie na chorobę Alzheimera? Z takim nieoczekiwanym wynikiem zetknął się zespół z Niemieckiego Centrum Chorób Neurodegeneracyjnych przy Uniwersytecie Ludwika i Maksymiliana w Monachium. Byli to pacjenci z pierwszymi objawami demencji, których mózg spalał energię tak intensywnie, jak podczas wzmożonej aktywności umysłowej. Zużycie glukozy nie spadło, lecz wzrosło. Naukowcy chcieli poznać przyczynę tej anomalii, jednak przy rozdzielczości uzyskiwanej w tomografii, jak wyjaśnia docent **Matthias Brendel**, nie można było ustalić, czy tak łakomymi konsumentami energii są rzeczywiście neurony, czy też inne komórki mózgu. Chociaż neurony uważa się za głównych odbiorców cukru w mózgu, zespół postanowił dokładnie sprawdzić to przypuszczenie.

Na tropie

Badanie, prowadzone przez doktoranta **Xianyuana Xianga**, kontynuowano więc na myszach laboratoryjnych. W ich mózgach odkładały się wadliwe białka, przez co przypominały mózgi pacjentów z chorobą Alzheimera. Skan potwierdził to, co u ludzi pokazała pozytonowa tomografia emisyjna – zużycie glukozy było znacznie wyższe niż u zdrowych myszy. Aby ustalić, skąd dokładnie pochodzi zapotrzebowanie na energię, naukowcy zniszczyli w mózgach chorych myszy mikroglej, drobne komórki wspierające neurony i zarazem działające jak komórki odpornościowe.

Wtedy zrobiło się ciekawie. Gdy mikroglej przestał działać, ustał też zwiększony dopływ glukozy. Spadł nawet poniżej poziomu typowego dla zdrowych myszy. Badanie powtórzono na pobranych komórkach mózgowych, które posortowano według typu i zmierzono pobór glukozy. Potwierdziło się – największym konsumentem radioaktywnie znakowanego cukru był mikroglej.

ILUSTRACJA: LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT



W chorobie Alzheimera glukozę pochłaniają głównie nie neurony, lecz mikroglej – komórki odpornościowe mózgu

1811
Szkocki lekarz **Charles Bell** (1774–1842) jako pierwszy założył istnienie dwóch rodzajów nerwów: ruchowych i czuciowych.

1848
Wypadek robotnika **Phineasa Gage'a** i późniejsze zmiany jego zachowania przekonały naukowców, że kluczowe elementy osobowości mieszczą się w płacie czołowym. Wydarzenie stało się przełomem w badaniach mózgu i pośrednio doprowadziło do opracowania zabiegu znanego jako lobotomia.

1862
Paul Broca (1824–1880) ustalił, że lewy płat czołowy ma kluczowe znaczenie dla mowy.

1906
Santiago Ramón y Cajal (1852–1934) otrzymał Nagrodę Nobla za prace nad neuronami oraz działaniem układu nerwowego i komórek nerwowych.

1929
Hans Berger (1873–1941) przedstawił światu badanie EEG mierzące aktywność elektryczną mózgu.

1949

Walter Rudolf Hess (1881–1973) otrzymał Nagrodę Nobla za badania nad międzymózgowiem. Jego prace pokazały, że odpowiada ono za koordynację pracy narządów wewnętrznych.

ILUSTRACJA I FOTO: WIKISKRIPTA I WELLCOME COLLECTION

eprasa.pl 05a7bc66e6

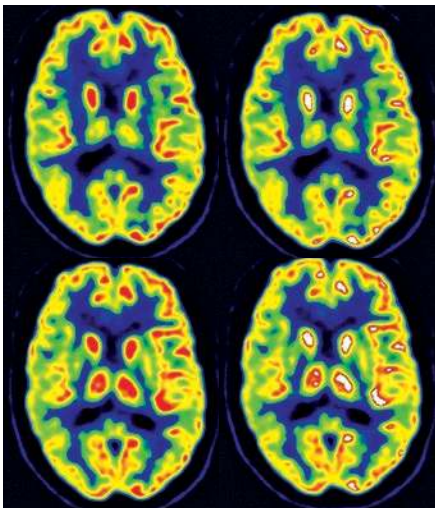
FOTO: EUREKA

DLACZEGO WŁAŚNIE CUKIER?

Zastanawiacie się, co mózg robi z całym tym cukrem? Mitochondria, czyli komórkowe elektrownie, wytwarzają z glukozy ATP (adenozynotrifosforan) – podstawową jednostkę energii w organizmie. Z udziałem tlenu z jednej cząsteczki glukozy powstaje nieco ponad 30 cząsteczek ATP. Do ilu transferów między neuronami to wystarczy? Okazuje się, że nie wystarczy do żadnego przekazu. Profesor **Simon B. Laughlin** z Uniwersytetu Cambridge obliczył przed laty, że do przesłania informacji o objętości 1 bitu synapsa

potrzebuje 24 tys. cząsteczek ATP. A 1 bit to znikoma ilość danych, skoro przez pojedynczą synapsę przepływa średnio 55 bitów informacji na sekundę. Z wyliczeń Laughlina wynika, że jeden neuron zużywa ok. 3,3 mld cząsteczek glukozy na minutę, czyli cały mózg potrzebuje około 130 g glukozy dziennie.

Czy dla dobra mózgu powinniśmy jeść więcej cukru? Zdecydowanie nie. Znacznie lepszym źródłem węglowodanów są produkty zbożowe, najlepiej pełnoziarniste, a także rośliny strączkowe, owoce i warzywa. ■



ILUSTRACJA: LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

■ **Pozytonowa tomografia emisyjna pokazuje, gdzie mózg intensywnie „spala cukier", a gdzie jego aktywność słabnie**

Mózg broni się przed chorobą

Na tej podstawie naukowcy poszli dalej i tomograficznie przebadali 30 pacjentów ze zdiagnozowaną chorobą Alzheimera. Okazało się, że zwiększone zużycie glukozy dotyczy głównie obszarów najmniej dotąd dotkniętych chorobą. Oznaczałoby to, że mikroglej domaga się większych dostaw cukru na początku choroby, gdy uszkodzenia neuronów nie są jeszcze zaawansowane, by podołać energochłonnej reakcji obronnej.

Jeśli kolejne badania to potwierdzą, stanie się jasne, że mózg nie poddaje się degeneracji bez walki. Ustalenie, w jakim stopniu ta obrona jest skuteczna i czy potrafi zatrzymać lub opóźnić chorobę, pozostaje zadaniem dla przyszłych badaczy.

Wyniki monachijskiego badania już teraz mogą pomóc pacjentom z demencją. Tomografia mózgu z użyciem radioaktywnej glukozy może być łagodną metodą, dzięki której lekarze będą mogli śledzić skuteczność leczenia. «

Dieta low-carb? Ani trochę!

I znów mózg oraz cukier... Nieoczekiwana pułapka może pojawić się przy dietach ograniczających produkty skrobiowe i pieczywo. Rzeczywiście uruchamiają odchudzanie, ale uwaga – mózg może odpowiedzieć na to rozwojem cukrzycy.

FOTO: FLICKR

Niezależnie od tego, czy mowa o diecie low-carb, Atkinsa czy keto, zasada jest taka sama – chodzi o drastyczne ograniczenie węglowodanów. Głodu nie tłumi się pieczywem, ziemniakami czy

1950

Karl Lashley (1890–1958) uznał, że pamięć nie ma jednego określonego miejsca, lecz jest złożonym procesem tworzonym przez sieć połączeń nerwowych.

1953

Odkryto fazę snu REM.

1967

Ragnar Granit (1900–1991), **George Wald** (1906–1997) i **Haldan Hartline** (1903–1983) otrzymali Nagrodę Nobla za badania nad przekazywaniem obrazu z oka do mózgu.

1991

Erwin Neher (*1942) i **Bert Sakmann** (*1942) wyjaśnili działanie kanałów jonowych, co pomogło zrozumieć komunikację między komórkami.

2000

Arvid Carlsson (1923–2018), **Paul Greengard** (1925–2019) i **Eric Kandel** (*1929) wspólnie otrzymali Nagrodę Nobla za odkrycia dotyczące przekazywania sygnałów w układzie nerwowym.

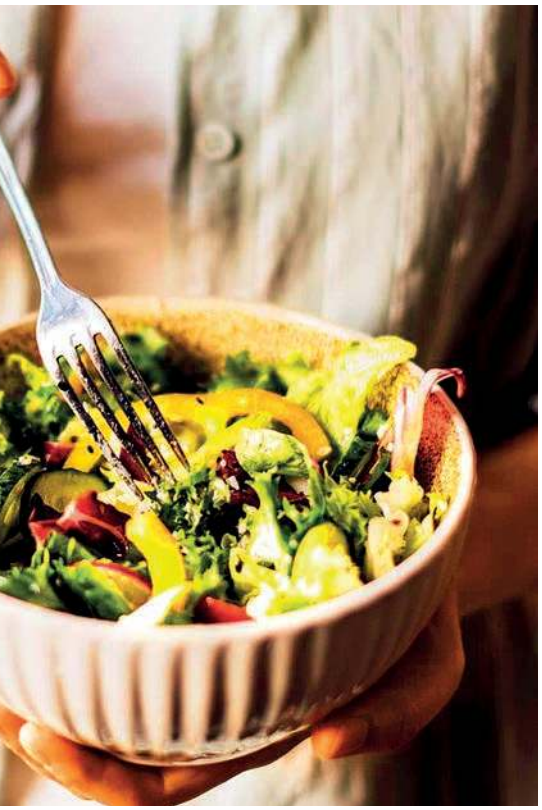
FOTO: GROUND PICTURE I MAX PLANCK INSTITUTE

eprasa.pl 05a7bc66e6

makaronem, lecz dużą ilością tłuszczu, głównie zwierzęcego. Zaleca się tłuste mięso, jajka, boczek i sery. To, że nadmiar tłuszczu zwierzęcego jest bardzo ryzykowny, nie jest nowością. Wspiera procesy zapalne w organizmie, zaczynające się już w naczyniach, a ich najczęstszym skutkiem jest miażdżyca. Dla mózgu tworzy jednak inny, pilniejszy problem – nie dostaje on swojej porcji glukozy, więc głoduje bardziej niż ciało. Jak wpływa to na jego funkcje, badali naukowcy zajmujący się metabolizmem w Instytucie Maxa Plancka w Kolonii.

Głodny mózg

Badanie na myszach wykazało, że już po trzech dniach tłustej, kalorycznej diety wyraźnie spada pobór glukozy



Ograniczenie cukrów pomaga chudnąć, ale mózg może głodować i uruchamiać mechanizmy obronne

w mózgu. Niski udział węglowodanów nie był jednak jedyną przyczyną. Według autora badania, **Alexandra Jaisego**, myszom zaczęło brakować białka GLUT1, które pomaga transportować glukozę do mózgu. Naukowcy uznali, że może mieć ono problem z przejściem przez barierę krew – mózg. Normalnie GLUT1 przez nią przenika, a bariera chroni jedynie przed szkodliwymi substancjami. Przy tłustej diecie wolne nasycone kwasy tłuszczowe mogą jednak gromadzić się przy barierze i blokować przejście, pogarszając i tak słabe zaopatrzenie mózgu w glukozę.

FOTO: LANE MEDICAL CENTER

Aby zapewnić sobie odpowiednią ilość glukozy, mózg może wywołać insulinooporność i zapoczątkować cukrzycę

Skutki były poważne

Niedobór glukozy w mózgu myszy odbił się nie tylko na regulacji metabolizmu, ale także na wyższych funkcjach mózgowych, takich jak uczenie się i pamięć. Obserwacja ta obala przy okazji rozpowszechniony pogląd, że post i głodówki wyostrzają myślenie. Dalsze badania przyniosły jednak ciekawy wynik. Mózg nie pogodził się z niedoborem glukozy i zaczął aktywnie z nim walczyć. Do działania wkroczyły komórki odpornościowe – makrofagi, które z pomocą czynnika wzrostu VEGF zwiększyły produkcję białka GLUT1. Następnie umieszczały je bezpośrednio w naczyniach tworzących barierę krew – mózg. Po czterech tygodniach mózgowi udało się przywrócić dopływ glukozy do poziomu sprzed stosowania tłustej diety.

Ryzyko cukrzycy

Wyciąganie glukozy z całego ciała na potrzeby mózgu nie odbywa się bez skutków. Przede wszystkim rośnie ochota na słodycze, czy to przy diecie low-carb, czy innej. Znacznie poważniejszy jest jednak drugi skutek – aby mózg zdobył dość glukozy, musi blokować jej magazynowanie w mięśniach. Tak powstaje insulinooporność komórek mięśniowych, czyli duży krok ku cukrzycy. Badanie pokazało więc, że zapewnienie energii jest dla mózgu tak ważne, że odbywa się nawet kosztem zdrowia całego organizmu. «

Pilnuję, co masz na talerzu

Jeśli człowiek myśli, że je po to, by żyć, mózg działa tak, jakby żył po to, by jeść... Jedzenie i jeszcze raz jedzenie – tak można krótko podsumować, czym właściwie zajmuje się nasz mózg. Wykształcił wiele narzędzi do śledzenia, co i ile jemy.

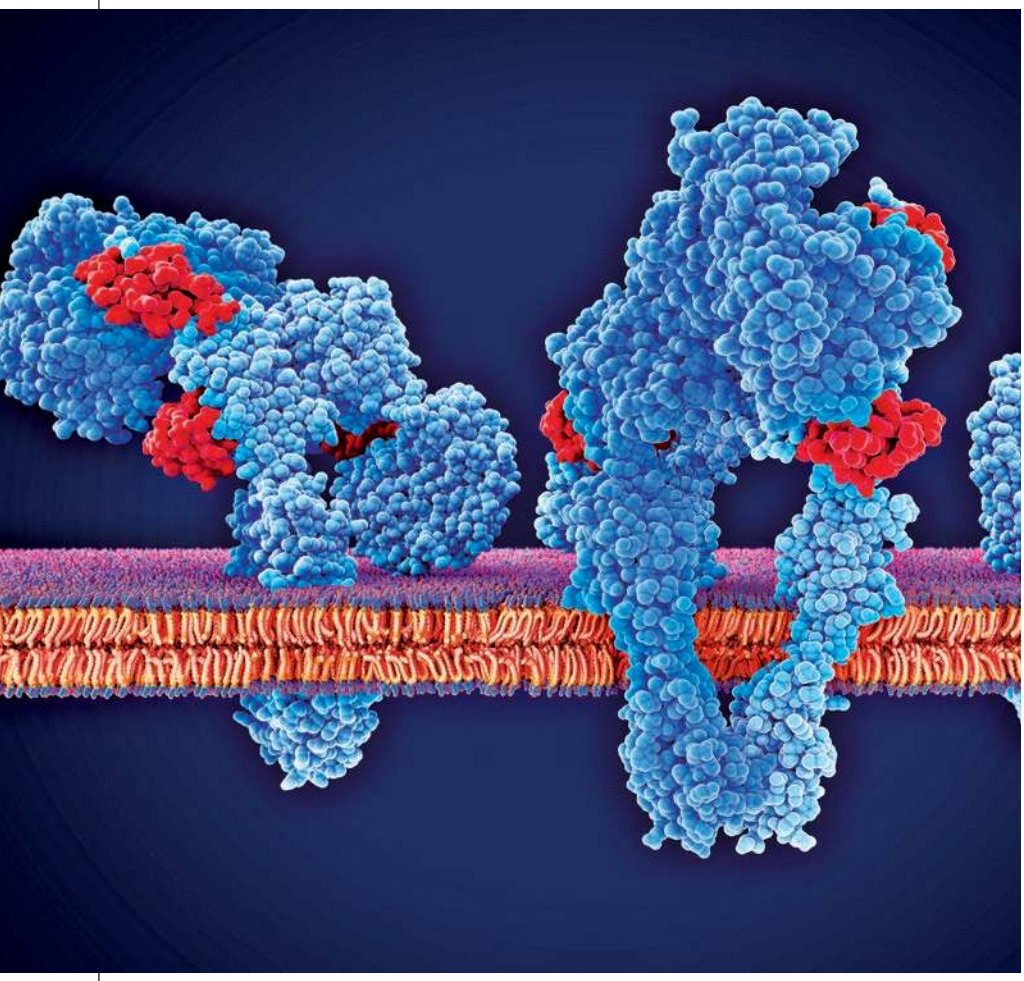
ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Sygnały o wypełnieniu żołądka trafiają prosto do mózgu, który dzięki nim steruje poczuciami głodu i sytości

Bezpośrednią sondą kontrolującą zawartość żołądka jest nerw błędny, który sprytnie przesyła informacje z narządów jamy brzusznej prosto do mózgu. Tam znajdują się wyspecjalizowane neurony: jedne sterują żołądkiem, inne jelitami, a kolejne śledzą poziom cukru we

eprasa.pl 05a7bc66e6

krwi. Na podstawie oceny tych sygnałów mózg reguluje uczucie głodu i sytości. Część neuronów reaguje na zmiany mechaniczne, jak rozciąganie żołądka, inne na skład chemiczny pokarmu. Zespoły ekspertów z Uniwersytetu w Kolonii i Instytutu Maxa Plancka badały, jak dokładnie wygląda podział tych zadań. Celem było ustalenie, czy oddziałując na mózg, można wpływać na cukrzycę lub otyłość.



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Insulina nie tylko reguluje poziom cukru we krwi, lecz także apetyt, odbiór jedzenia i zdolność do przerwania posiłku

Obiecujące wyniki

Wnioski rzeczywiście sugerują taką możliwość. Gdy naukowcy aktywowali komórki przetwarzające sygnały o rozciąganiu żołądka, myszy jadły mniej. Mózg odczytał informację o pełnym żołądku i zdecydował o obniżeniu poziomu insuliny we krwi. Spadła też ochota na dalsze jedzenie. Odwrotny efekt dało pobudzanie neuronów śledzących skład chemiczny pokarmu w jelicie. Nie hamują one bezpośrednio apetytu, za to podnoszą poziom insuliny. Gdy dostają sygnał, że w przewodzie pokarmowym jest solidna porcja, uruchamiają uwalnianie glukozy zgromadzonej w ciele. Kiedy poziom cukru we krwi rośnie, trzustka reaguje produkcją insuliny. Dlatego po ciastku głód może jeszcze wzrosnąć.

Insulina w mózgu

Insulina jest kolejnym narzędziem, którego mózg używa do śledzenia i wpływania na to, co jemy. Komórki mózgowe różnią się od mięśniowych – nie potrzebują insuliny, by zwiększyć pobór cukru. Mimo to mają jej receptory. Naukowcy chcieli więc sprawdzić, do czego służą, i wyłączyli je u zwierząt doświadczalnych. Okazało się, że zjadały one znacznie więcej pokarmu niż grupa kontrolna, szybko przybierały na wadze, a jednocześnie rozwijała się u nich insulinooporność całego organizmu.

Mniejsze zainteresowanie jedzeniem

Insulina w mózgu dokładnie steruje naszym podejściem do jedzenia i robi to na wiele sposobów. Wpływa nie tylko na metabolizm i poczucie sytości, ale też na wyższe funkcje mózgu, więc odbija się np. na (nie)chęci do ruchu. W płacie skroniowym działa na obszary odpowiedzialne m.in. za wzrokowe rozpoznawanie obiektów, a więc i za postrzeganie jedzenia jako atrakcyjnego wizualnie. W płacie czołowym z kolei wzmacnia zdolność do przerwania posiłku. Pokazała to obserwacja badanych za pomocą tomografii komputerowej. Uczestnikom podano do nosa spray z insuliną, która trafiła prosto do mózgu bez zwiększania jej stężenia w organizmie. Po jej podaniu zmieniła się reakcja na pokazywane obrazy jedzenia. Aktywność mózgu była niższa, a jedzenie straciło na atrakcyjności. Reakcja na obrazy, które nie przedstawiały jedzenia, się nie zmieniła.

Eksperyment powtórzył prof. **Manfred Hallschmid** z kliniki uniwersyteckiej w Tybindze ze swoimi studentami. Przez osiem tygodni używali sprayu z insuliną cztery razy dziennie, co sprawiło, że stracili ochotę na słodycze i schudli średnio o 1,3 kg.

Szansa dla diabetyków

Badania nad wpływem insuliny na mózg otwierają nowe możliwości leczenia i zapobiegania cukrzycy typu 2 oraz otyłości. Zaburzone działanie receptorów insulinowych w mózgu stwierdzono także u diabetyków z insulinoopornością całego ciała. Przypominało to stan zwierząt, którym w laboratorium wyłączono mózgowe receptory insuliny. Kolejnym celem badań będzie więc znalezienie sposobu na przywrócenie ich wrażliwości. Badanie zespołu dr. **Martina Heniego** z Niemieckiego Centrum Badań nad Cukrzycą przy Uniwersytecie w Tybindze pokazało już, że może się za tym kryć lepsza reakcja całego organizmu na insulinę.

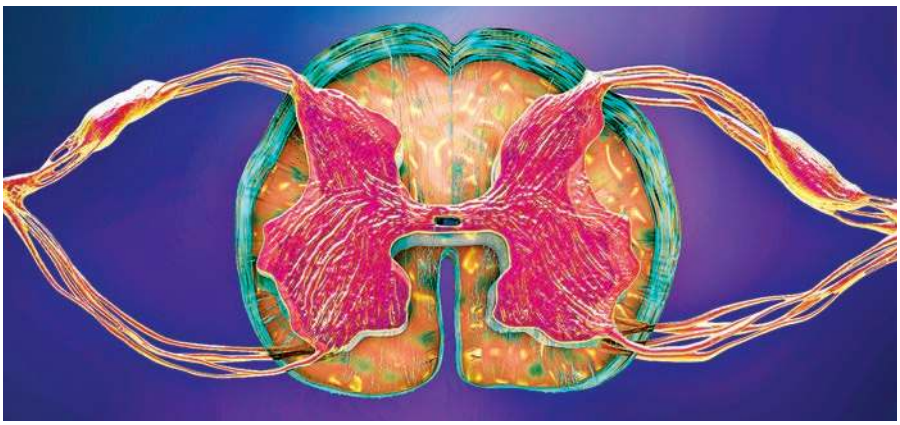
Optymizm budzą też badania na osobach z odwrotnym zaburzeniem, czyli zwiększoną wrażliwością mózgu na insulinę. Łatwiej utrzymują prawidłową wagę, szybciej chudną i efektywniej pozbywają się kłopotliwego tłuszczu z brzucha. Jeśli udałoby się przywrócić wrażliwość na insulinę w mózgu osób z cukrzycą typu 2 i otyłością, byłby to ogromny krok w leczeniu tych powszechnych chorób. Badanie energochłonności mózgu nie jest więc tylko sprawą akademicką. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Rdzeń kręgowy w serwisie:
Czy komórki nerwowe można odbudować?

W Polsce każdego roku urazu rdzenia kręgowego doznają setki osób. Skutki uszkodzenia tego delikatnego splotu włókien nerwowych są zwykle nieodwracalne. A może jednak nie? Badacze intensywnie sprawdzają możliwości regeneracji aksonów po urazach rdzenia kręgowego.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Istota szara rdzenia kształtem przypomina motyla

Potrzebuję podrapać się po nosie – ocenia mózg i wysyła drogą ruchową rdzenia sygnał do mięśni ręki, która szybko wykonuje zadanie. Tymczasem w przeciwnym kierunku, drogą czuciową, z palców stóp płynie do mózgu informacja, że zaczynają marznąć. Nasz narząd sterujący natychmiast wysyła kolejne polecenia szlakami rdzeniowymi, aby pozbyć się uczucia chłodu.

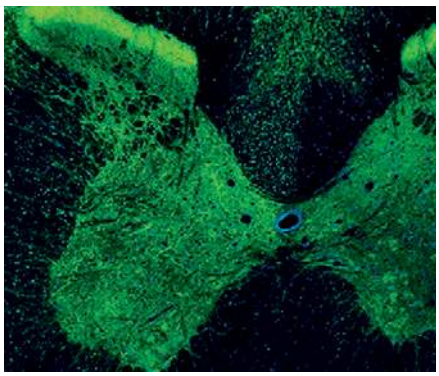
Miliony neuronów w jednej „rurce”

W rdzeniu kręgowym panuje nieustanny ruch. Za przekazywanie informacji w tej liczącej niespełna pół metra strukturze nerwowej, grubej mniej więcej jak kciuk, odpowiada około 13,5 mln neuronów. – *Neuron przypomina trochę dłoń. Dłoń to ciało komórki, palce to dendryty, czyli krótkie wypustki odbierające impulsy. Przedramię przypomina długą wypustkę zwaną aksonem, który przez synapsy łączy się z kolejnymi neuronami i przekazuje informacje* – wyjaśnia neurobiolożka **Kristýna Kárová** z działu regeneracji tkanki nerwowej Instytutu Medycyny Doświadczalnej Akademii Nauk Republiki Czeskiej. Podczas gdy komórka nerwowa może mieć tysiące dendrytów, akson jest zawsze tylko jeden, za to imponujący – miewa nawet do metra długości. Sygnały między neuronami rozchodzą się dzięki zjawiskom elektrycznym i chemicznym, a w rdzeniu osiągają prędkość do 120 m/s. Jednak, gdy mimo ochrony kręgosłupa rdzeń kręgowy ulegnie uszkodzeniu, nawet na tej świetnie zorganizowanej autostradzie może dojść do „paraliżu ruchu”.

Ślepa droga

Urazy, różne choroby czy guzy to najczęstsze powody uszkodzenia rdzenia kręgowego, czyli lezji rdzeniowej. W miejscu urazu przerywa się przepływ informacji między mózgiem a resztą ciała, co zwykle powoduje zaburzenia motoryki i czucia, a nawet układu autonomicznego, który steruje pracą narządów wewnętrznych. Im wyżej znajduje się lezja, tym rozleglejsze ma skutki. – *W rdzeniu powstaje wyraźnie odgraniczona jama, przez którą sygnał nie przechodzi. Wokół lezji tworzy się tak zwana blizna glejowa, izolująca uszkodzenie od reszty tkanki i blokująca próby przerastania aksonów przez to miejsce* – wyjaśnia Kristýna Kárová.

FOTO: ÚEM AV ČR



Przekrój rdzenia nad lezją, czyli urazem

Zwykle aksony objęte urazem biernie czekają, a ich końce się degenerują. Te aktywniejsze czasem próbują jednak ratować sytuację i usiłują ominąć lezję. Jednak ich spontaniczne starania nie wystarczą do wskrzeszenia naruszonych połączeń – przynajmniej u człowieka.

Światowi badacze od lat głowią się więc, jak zainicjować regenerację tych bezradnych wypustek neuronów. Także Kristýna Kárová wraz z zespołem próbuje uruchomić ich odnowę w drogach ruchowych rdzenia i przywrócić ciału dawną ruchomość. Pomóc ma terapia genowa.

Zapomniany przepis

PI3K-delta. Tak nazywa się wspierające wzrost białko z grupy kinaz – swoisty motor rozwoju ośrodkowego układu nerwowego. Gdy powstają neurony, w całym ciele jest pełno tego enzymu. Kiedy jednak komórki nerwowe utworzą synapsy i zadomowią się w sieci nerwowej, produkcja kinazy naturalnie spada. Neurony przechodzą z trybu akcji do bardziej osiadłego życia. Jak nastolatek, który dorósł.

„A gdyby tak w dojrzałych neuronach ożywić wspomnienia młodości i przypomnieć im, jak wytwarza się naturalna wersja kinazy?” – pomyśleli w 2007 roku niemieccy neuronaukowcy.

W komórkach pobudzonych enzymem zaczęły dziać się ciekawe rzeczy. Eksperci z Cambridge zabrali się potem za badania kinaz na kulturach komórkowych i przez lata doświadczeń dowiedli, że białko to pobudza regenerację neuronów korowych.

Wyniki prób potwierdziły przypuszczenia o sile kinazy – zespołowi młodej badaczki z pomocą PI3K-delta udało się aktywować u rannych gryzoni szlak sygnałowy wspierający regenerację i modulować transport cząsteczek do aksonów. Innymi słowy – naukowcy zmusili „okaleczone” aksony do wzrostu i aktywizacji. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Starcie półkul: lewa kontra prawa

Gdyby obie połowy mózgu postanowiły nie współpracować, skończyłoby się to źle – ciało straciłoby energię, głowa szybko by się zmęczyła, a świat rozpłynąłby się we mgle nieuwagi.

Mózg jest mistrzowskim dyrygentem ciała, ale i w jego zespole czasem toczy się cichy spór. Kto ma przewagę – lewa czy prawa półkula? Pierwsza ceni porządek, liczby i logikę. Druga maluje barwami intuicji, wyobrażeń i emocji. Teoria o „lewym" i „prawym" mózgu mówi, że u każdego z nas jedna strona jest dominująca – że jesteśmy albo racjonalnymi analitykami, albo twórczymi marzycielami. Jak jednak naprawdę wygląda to starcie?

Półkule, które kształtem przypominają części orzecha włoskiego, na pierwszy rzut oka mogą wyglądać bardzo podobnie, ale w rzeczywistości są lustrzanie odwróconymi częściami z drobnymi różnicami anatomicznymi. Skoro ich budowa jest różna, odmienna będzie też ich funkcja. Właściwie nie są to dwie połowy mózgu, lecz dwie połowy tzw. kresomózgowia, które ma charakterystyczne szarawe zabarwienie i składa się z zakrętów oddzielonych od siebie tzw. bruzdami.

„Przesunięcie ku jednej stronie"

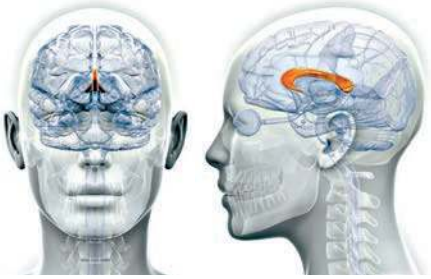
Na przykład „mózgowi leworęczni" mają być ogólnie logiczni, analityczni i obiektywni, podczas gdy „mózgowi praworęczni" są intuicyjni, syntetyczni i subiektywni. Z psychologicznego punktu widzenia teoria ta opiera się na tzw. lateralizacji funkcji mózgu, czyli „przesunięciu ku stronie".

Mają inne funkcje

Amerykański neurofizjolog **Roger Wolcott Sperry** (1913–1994) w 1981 roku dostał Nagrodę Nobla za odkrycie zasadniczo zmieniające pogląd na ludzki mózg. Udowodnił, że półkule mózgu są centrami sterowania o różnych zadaniach.

Badając padaczkę, ustalił, że przecięcie tzw. ciała modzelowatego (*corpus callosum*) – wiązki włókien nerwowych łączących obie połowy mózgu – może wyraźnie ograniczyć napady. Ta „operacja mózgu" miała jednak dziwne skutki uboczne. U badanych pacjentów po przecięciu połączenia półkul rozpadła się wewnętrzna jedność osobowości. Zaczęli doświadczać osobliwych zjawisk, które utrudniały zwykłe życie.

Na przykład ludzie z zawiązanymi oczami umieli nazwać przedmiot tylko wtedy, gdy trzymali go w prawej ręce. Gdy dotykali go lewą ręką, wiedzieli, co trzymają – ale nie umieli tego powiedzieć. Z ich reakcji wynikło, że zdolności językowe mieszczą się w lewej półkuli, która steruje prawą połową ciała. Dlatego naukowcom łatwiej i lepiej badać półkulę lewą niż prawą. Z tych obserwacji zrodził się popularny skrót myślowy: lewa połowa jest racjonalna i logiczna, a prawa intuicyjna i twórcza.



ILUSTRACJA: NEUROLOGY ADVISOR

Most między półkulami – *corpus callosum* – przenosi informacje i jest jak autostrada dla danych. Bez niego połówki by się nie dogadały

ZA CO ODPOWIADAJĄ?

LEWA PÓŁKULA

Steruje prawą połową ciała

- myślenie analityczne
- logika
- język
- nauka
- fakty
- liczby
- wola
- matematyka

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

PRAWA PÓŁKULA

Steruje lewą połową ciała

- myślenie holistyczne
- twórczość
- intuicja
- sztuka
- muzyka
- emocje
- humor
- fantazja

GDY DWÓCH ROBI TO SAMO, TO NIE TO SAMO

Czy skuteczność reklam spada przez epidemię „myślenia lewopółkulowego"? Tak twierdzi brytyjski badacz **Orlando Wood** z System1 Group. Nawiązał do pracy psychiatry **Iaina McGilchrista**, który latami badał osoby z uszkodzeniem mózgu, i doszedł do wniosku, że obie półkule robią podobne rzeczy, lecz każda pracuje po swojemu.

Lewa półkula lubi precyzję, schematy i dane – patrzy na świat jak księgowy: wszystko musi mieć etykietę i liczbę. Prawa jest poetką – dostrzega relacje, kontekst, historie i emocje.

Według McGilchrista lewa potrafi silniej uciszać prawą, a jeśli stanie się to masowe, może zmienić myślenie społeczeństwa. Wood twierdzi, że właśnie to dzieje się dziś – także w reklamie. – *Nie robimy innych rzeczy niż dawniej, tylko robimy je inaczej* – mówi.

W praktyce reklama chce się spodobać lewej półkuli. Muzyka z list przebojów jest regularniejsza i przewidywalna, spoty telewizyjne częściej używają

eprasa.pl 05a7bc66e6

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Dwie półkule, jeden dyrygent. Mózg prowadzi orkiestrę ciała precyzyjnie, ale improwizując – zależy, która połówka trzyma batutę. Lewa kocha logikę, prawa – fantazję. Razem tworzą doskonały tandem, w którym liczby spotykają emocje

Rzeczywistość jednak, jak zawsze w mózgu, bywa nieco bardziej złożona.

Nie da się przenosić informacji między półkulami

Zanim Sperry zaczął badać ludzi, testował zasadę rozdzielonych półkul na kotach. Wraz z **Ronaldem Myersem** przecięli w ich mózgach nie tylko ciało modzelowate, ale i skrzyżowanie wzrokowe – każde oko wysyłało obraz tylko do jednej półkuli. Koty nauczyły się prostych zadań, lecz zawsze z jednym otwartym okiem. Gdy użyły drugiego, jakby wszystko zapomniały. Z prób wynikło, że informacja zdobyta przez prawą półkulę zostaje uwięziona po prawej – i na lewą stronę po prostu się „nie dostanie". Po raz pierwszy udowodniono, że połówki mózgu potrafią pracować niezależnie i że między nimi biegnie cienki most, po którym zwykle przechodzimy bezwiednie.

Dwoista natura

Kiedyś popularne było założenie, że jedna półkula mózgu jest dominująca. Naukowcy obalają tę hipotezę. To prawda, że półkule skupiają się na innych obszarach i każda z nich ma inne funkcje, ale nieprawdą jest, że jedna dominuje. Lewa półkula odpowiada wprawdzie za formułowanie określonych słów i ich poprawne łączenie, prawa jest jednak równie ważna, bo nadaje im intonację i tempo. Formalnie mowa jest „umieszczona" w lewej półkuli, ale bez prawej ludzka wypowiedź brzmiałaby jak przekaz bardzo prymitywnego robota. Najlepszy efekt daje ścisła współpraca obu półkul. W każdej tkwi pewien potencjał, a w razie potrzeby ich role są do pewnego stopnia zastępowalne.

Różnice między mózgiem męskim i kobiecym

Specjaliści wykorzystali metody MRI, dzięki którym ustalili, że mężczyźni mają mózg bardziej asymetryczny niż kobiety (na korzyść prawej półkuli). We wczesnym dzieciństwie nie ma żadnej różnicy między zdolnościami liczbowymi dziewcząt i chłopców, ale później, w wieku szkolnym, chłopcy mają raczej przewagę w arytmetyce i geometrii; od 11. roku życia przewaga ta staje się już stała. U dziewcząt lewa półkula mózgu rozwija się szybciej niż u chłopców, co przejawia się tym, że szybciej uczą się mówić, a ich wymowa jest lepsza. Dziewczęta mają też bogatsze słownictwo, a w wieku szkolnym zwykle wyróżniają się w czytaniu i pisaniu.

„Białko mowy"

Podobno kobiety mówią więcej niż mężczyźni. Według naukowców to nie tylko stereotyp, lecz fakt biologiczny. Przeciętna kobieta ma dziennie wypowiadać około 20 tys. słów, zwykły mężczyzna – zaledwie $^{1}/_{3}$ tego. Co za tym stoi? Hormony, geny i osobliwe białko. Główną rolę odgrywa gen FOXP2 sterujący tworzeniem tzw. białka mowy. Dba ono o zdolność porozumiewania się i wygląda na to, że kobiety mają tu naturalną przewagę. Badanie wykazało, że w mózgach dziewczynek w wieku 3–5 lat tego białka jest o około $^{1}/_{3}$ więcej niż u chłopców. Dzięki temu zwykle mówią wcześniej, szybciej i łatwiej. Ta sama różnica istnieje też u dorosłych – kobiecy mózg po prostu chętniej mówi.

Im więcej, tym lepiej

Rezonans magnetyczny pokazał, że chłopcy przy czytaniu używają głównie prawej półkuli, a dziewczęta obu półkul – jakby te elementy lepiej się dogadywały. To poniekąd prawda, bo w kobiecym mózgu między półkulami biegnie gęstsza sieć połączeń, zwana *corpus callosum*. Estrogen – główny hormon żeński – wspiera wzrost tych połączeń, więc kobiece półkule żywo się komunikują.
Efekt? Płynniejsza mowa, lepsze odczytywanie gestów, tonu głosu i nastrojów innych. Kobiety bywają mistrzyniami w rozpoznawaniu relacji i ukrytych

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

monologów i apeli wprost. Slogany też są coraz bardziej dosłowne. Tam, gdzie dawniej działały historie i humor, dziś pojawiają się krótkie hasła typu *Find Your Fast* (pol. znajdź swoją szybkość; hasło reklamowe Nike z 2015 roku).

Wood wskazuje, że dominacja lewej półkuli nie jest zła, tylko nudna. Świat pod rządami lewej połowy mózgu jest precyzyjny, lecz uboższy o czar i zaskoczenie. Dotyczy to też reklamy – jeśli rządzi nią tylko logika, przestaje działać na uczucia.

Może więc czas, by znów przemówiła prawa półkula – i przypomniała, że czasem bardziej przekonuje piosenka niż pouczenie.

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: WILLIAM H. CALVIN/ A SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

LATERALIZACJA U ZWIERZĄT

Nie tylko człowieka można klasyfikować według lateralizacji, czyli preferowania jednej strony ciała lub jednego z parzystych narządów ruchu czy zmysłów. Zjawisko to występuje także u zwierząt. Ze statystyk wynika, że aż 90% ludzkiej populacji jest praworęczna, a u delfinów, zdaniem naukowców, można mówić o jeszcze wyższych liczbach. Ciekawy jest fakt, że goryle i szympansy są raczej praworęczne, natomiast u orangutanów

i kangurów przeważa lewa strona. Według ekspertów na 709 ujęciach z delfinami widać 99% dominację prawej strony ciała. Zespół naukowców skupił się na delfinach na Bahamach. Impulsem do badań był fakt, że delfiny zawsze obracają się w tę samą stronę. Z ujęć z lat 2012 i 2018 wynikało, że zanim delfiny

rzucały się na pokarm ukryty w piasku dna morskiego, robiły obrót w lewo, co dowodzi preferencji prawej strony. Wyjaśnienie jest proste: obracając się w lewo, zwierzę ma prawe oko i prawą część ciała blisko dna, gdzie szuka pokarmu. Narząd pomagający delfinom lokalizować pokarm (tzw. wargi foniczne) znajduje się właśnie po prawej. Według naukowców wszystko to może wiązać się z funkcją mózgu. ■

znaczeń tam, gdzie mężczyzna widzi tylko „fakty". – *Domysł kobiety bywa trafniejszy niż pewność mężczyzny* – skomentował zdolności mówienia obu płci pisarz **Rudyard Kipling**.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Mężczyzna ma mózg jak droga naprzód, kobieta – jak most między brzegami. To dwa sposoby osiągnięcia tego samego celu. Kobiecy mózg stawia na istotę białą – połączenia, a męski na szarą – wydajność. Inna strategia, ta sama inteligencja**

Co pokazał rezonans magnetyczny

Neurolodzy Uniwersytetu Pensylwanii postanowili sprawdzić, czy mózgi męski i kobiecy różnią się też tym, jak „prowadzą kable". Wyniki badania opartego na skanach mózgów 1000 ochotników w wieku 8–22 lat pokazały ciekawy wzór.

– *Mówiąc prosto: męski mózg ma silniejsze połączenia między przodem i tyłem, kobiecy zaś między lewą i prawą stroną* – podsumowała dr **Ragini Verma**. Innymi słowy – mężczyźni mają autostrady biegnące naprzód, a kobiety mosty łączące brzegi.

Męski mózg jest więc lepiej przystosowany do ruchu i koordynacji postrzegania z działaniem, kobiecy zaś celuje w myślenie analityczne i intuicyjne. Naukowcy ustalili też, że różnice te najbardziej pogłębiają się podczas dojrzewania, między 13 a 17 rokiem życia. Ciekawe jest też zaangażowanie móżdżku *(cerebellum)*, który kieruje ruchem. U mężczyzn jego półkule współpracują nieco lepiej, co odpowiada ich lepszemu widzeniu przestrzeni. Kobiecy mózg ma silniejsze połączenia między głównymi półkulami, co pomaga szybciej przełączać się między logiką a intuicją.

I jeszcze jeden szczegół: badanie Uniwersytetu Kalifornijskiego pokazało, że u kobiet ze zdolnościami intelektualnymi związana jest głównie istota biała mózgu, a u mężczyzn – szara. Można więc powiedzieć, że kobiecy mózg jest ekspertem od połączeń, a męski od wydajności.

Jak to wszystko wiąże się z dysleksją?

Dysleksja to jedno z najczęściej występujących zaburzeń uczenia się. Zwykle pojawia się wraz z zaburzeniem umiejętności pisania (dysgrafia) i trudnościami w zapamiętywaniu i stosowaniu zasad ortograficznych (dysortografia). W pewnym stopniu dotyczy około 8–10% populacji. Według ustaleń dysleksję wywołuje prawdopodobnie wadliwa komunikacja prawej i lewej półkuli między przednią i tylną częścią mózgu. Do dobrego czytania i pisania konieczna jest współpraca obu półkul. Prawa odpowiada za rozpoznawanie kształtów i identyfikację liter. Lewa pracuje z sylabami, słowami i ich znaczeniami. Dyslektykom tej współpracy brakuje. Podręcznikowo dysleksja to zaburzenie układu nerwowego, dokładniej osłabiona funkcja pewnej części lewej półkuli. W praktyce przy czynnościach, które zwykle należą do lewej półkuli, musi „pomagać" półkula prawa, bardziej aktywna. Ważne też, że u przeważającej części populacji większa jest lewa półkula, natomiast u dyslektyków – prawa albo obie części mają tę samą wielkość. «

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Dziewczynki uczą się mówić wcześniej i łatwiej niż chłopcy. Może dlatego, że w ich głowach działa o 1/3 więcej „białka mowy"**

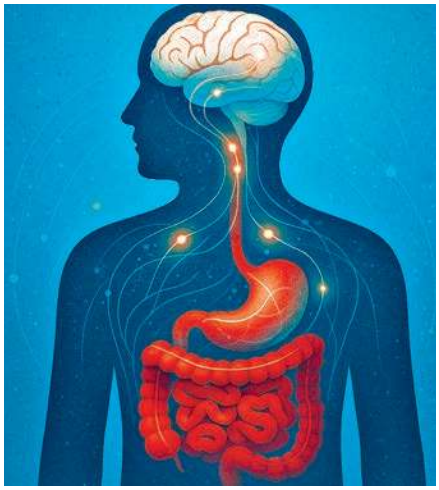
eprasa.pl 05a7bc66e6

Jelita: mózg, który nie myśli, ale decyduje

Kiedy przed ważnym spotkaniem rozboli cię brzuch, ciało z tobą rozmawia. W ścianach jelit jest aż 100 mln neuronów – mniej więcej tyle, co w rdzeniu. Ewolucja nie pozwoliłaby sobie na taką inwestycję tylko po to, by przetransportować i zutylizować obiad... Jelita to samodzielny układ nerwowy, który radzi sobie bez poleceń wysyłanych z głowy. Nie zajmuje się matematyką ani moralnością, ale decyduje, czy czujemy spokój, napięcie czy szczęście. To drugi mózg ciała, który nie myśli, ale ocenia przeżycie. «

FOTO: PENN STATE HEALTH LANCASTER MEDICAL CENTER

Kto z kim rozmawia? Zaskoczenie: jelita z mózgiem



ILUSTRACJA: ZEAM

Człowiek sądzi, że mózg wydaje rozkazy, a ciało posłusznie je spełnia. W rzeczywistości często jest odwrotnie. Aż 90% sygnałów w nerwie błędnym płynie z jelit do mózgu, nie na odwrót. Mózg w czaszce jest więc raczej wieżą obserwacyjną niż centralą dowodzenia. Jelita meldują: Bezpiecznie. Niebezpiecznie. Głód. Stres... Mózg tylko reaguje. Dlatego złe trawienie tak mocno psuje nastrój – a dobre, przeciwnie, poprawia go. «

Pierwsi osadnicy decydują o przyszłości

Jelita płodu to niezamieszkany ląd. Pierwsi koloniści przychodzą przy porodzie i od tego, kto osiedli się pierwszy, zależy przyszły ekosystem. Mijają nawet trzy lata, nim mikrobiom jelit się ustabilizuje. Właśnie wtedy kształtuje się nie tylko nasza odporność, lecz także reakcja na stres czy ryzyko chorób. Dorosłe jelito już „wie", jak żyjemy, co jemy, ile jesteśmy w stanie znieść, i potrafi się odpowiednio zachować. «

ILUSTRACJA: UNIVERSITY COLLEGE CORK

Bakterie mają zachcianki – i potrafią się o nie upomnieć

Masz ochotę na coś słodkiego? Możliwe, że to nie ty, ale bakterie jelitowe, które reagują na to, czym je karmisz, i wymuszają przekąskę. Gdy polubią cukier i tłuszcz, przez nerwy i sygnały hormonalne naciskają na mózg: Jeszcze! W zamian uwalniają substancje, z których mózg zrobi dopaminę i serotoninę. Poczucie nagrody jest wtedy prawdziwe. To nie słaba wola, lecz biologiczna taktyka negocjacji. «

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Mikrobiom: 2 kg współlokatorów

W jelitach nosimy nie tylko pozostałości przekąsek, lecz cały ekosystem. Z uwagi na obecność około 100 bilionów mikrobów, ważących blisko 2 kg, jesteśmy raczej chodzącą kolonią niż osobnym bytem. Nasi mikroskopijni lokatorzy wytwarzają większość serotoniny i dużą część dopaminy – substancji decydujących o nastroju, motywacji i poczuciu szczęścia. Gdy mikrobiom się ze sobą pokłóci, cierpi głowa. Depresja, lęki i zaburzenia odporności często zaczynają się właśnie pod przeponą. «

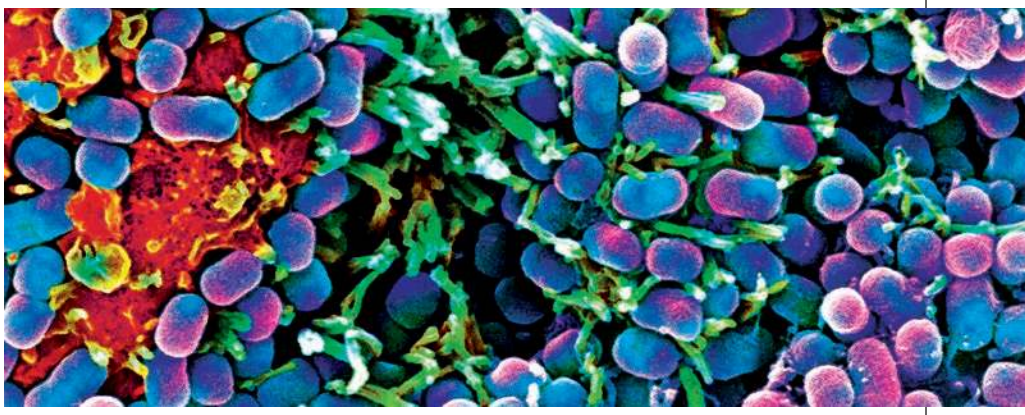


FOTO: FLICKR

eprasa.pl 05a7bc66e6

PRENUMERATA GAZET WYDAWNICTWA AMCONEX
W PAKIETACH TANIEJ!

KUP W PRENUMERACIE PAPIEROWE WYDANIA NASZYCH GAZET W SUPERCENACH!

WIĘCEJ INFORMACJI NA STRONACH 100-101

eprasa.pl 05a7bc66e6

Mózg uchodzi za niezwyciężonego geniusza – kieruje myślami, emocjami, ruchem i pamięcią, choć waży ledwie 1,5 kg. Stale się uczy, przepisuje własny „software" i przez całe życie go ulepsza. Ten superkomputer nie ma jednak zapasowych części i ma pewną słabość – gdy w jego delikatnej sieci coś się zepsuje, skutki odczuwa całe ciało: od bólu głowy przez zmiany osobowości po dziwne wrażenie, że mózg działa „na pół gwizdka".

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

(Nie)skończone możliwości mózgu:

Co może mu zagrażać?

Mózg może znaleźć się pod presją. Nawet niepozorne zmiany w jego sieci komórkowej mogą wywołać lawinę problemów

Wygląda jak orzech włoski ukryty w kostnej osłonie, a od reszty ciała izoluje go bariera ochronna. W istocie funkcjonuje jednak w stałym napięciu. Zagrozić mu mogą rosnące guzy, genetyczna „literówka w kodzie", cichy stan zapalny po infekcji, ale też długi stres czy nieleczona depresja. Nie zawsze jednak problemy objawiają się dramatycznym załamaniem, czasem ich istnienie zdradza cicha mgła mózgowa – myśli się wloką, a pamięć strajkuje.
Co się dzieje, gdy sztab dowodzenia ciałem naprawdę choruje? «

Zagadka mgły mózgowej: wielu podejrzanych, mało rozwiązań

Brain fog, czyli mgła mózgowa, jest jednym z objawów long COVID, ale w rzeczywistości zjawisko to istniało wcześniej i może być znacznie starsze, niż sądzimy. Dopiero teraz medycyna, która dotąd sobie z nim nie radziła, zaczyna poznawać jego przyczyny.

Wyobraź sobie, że rano otwierasz oczy i stwierdzasz, że mózg nie do końca się obudził. Jakby wciąż półspał. Wstajesz, bo musisz, ale masz wrażenie, że głowę owinięto ci kilkoma warstwami waty. Słowa docierają z oddali jak echo, a mózg ma trudności, by je zrozumieć i odpowiedzieć. Próbujesz się skupić, ale myśli wciąż rozlatują się jak stado wróbli, a pamięć zawodzi. Pijesz kawę albo idziesz na spacer z nadzieją, że wróci jasność myślenia i wydajność znów ruszy, ale nic takiego się nie dzieje, a otępienie jeszcze pogarsza się od wysiłku. Pozostaje nadzieja, że po straconym dniu przyjdzie lepsze

›

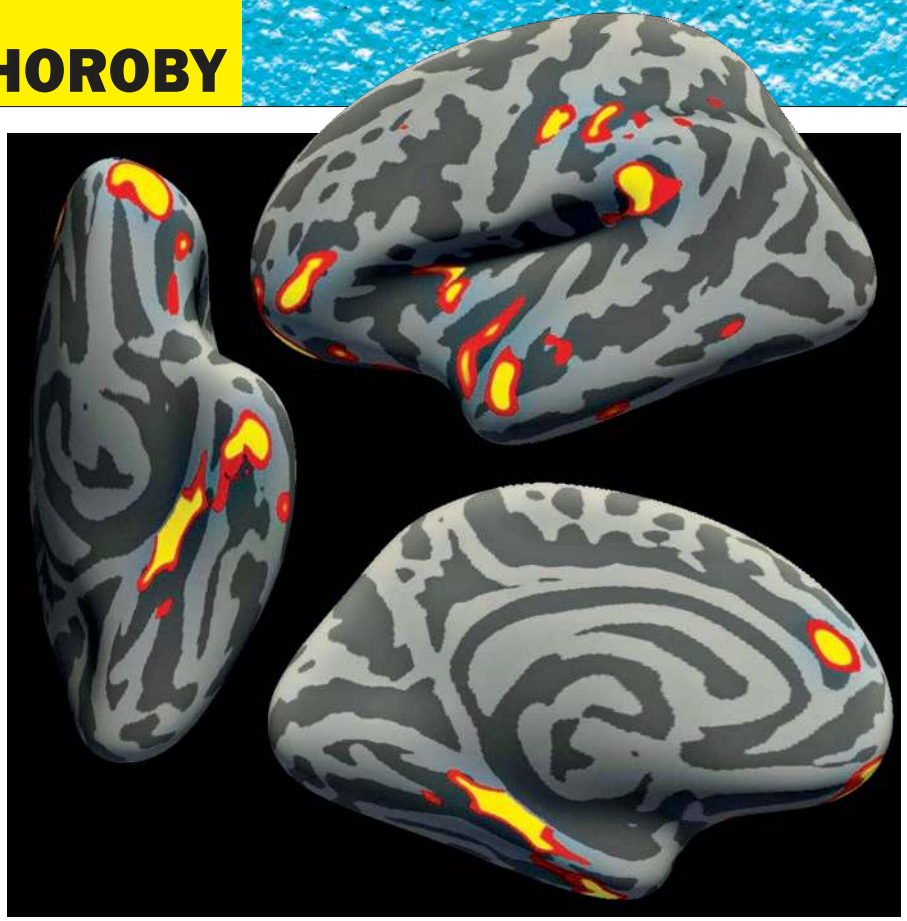
eprasa.pl 05a7bc66e6

jutro. Następny poranek pokazuje jednak, że były to płonne nadzieje – mgła mózgowa nie ustępuje. Taki stan może trwać miesiącami, a nawet latami, bo medycyna wciąż rozkłada ręce wobec brain fog.

Co czwarty zakażony

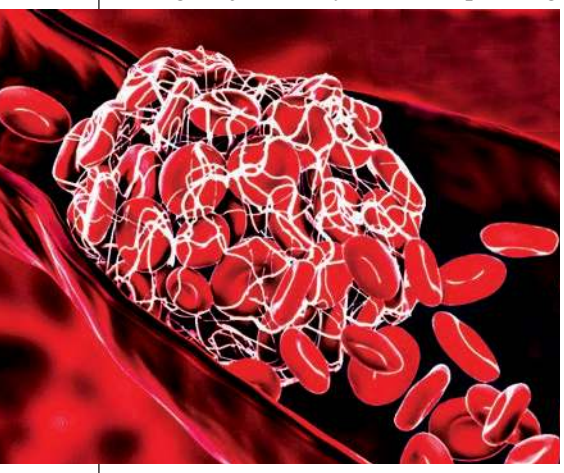
Emma Ladds, lekarka, absolwentka Uniwersytetu Oksfordzkiego, nie bagatelizuje mgły mózgowej ani nie uznaje jej za problem psychiatryczny. Jako członkini interdyscyplinarnego zespołu, który zajmował się społecznym i środowiskowym wsparciem opieki zdrowotnej, wysłuchała wielu historii osób z tzw. long COVID. Relacje w dużej mierze się powtarzały, co utwierdziło badaczkę w przekonaniu, że: *mgła mózgowa może być najbardziej ograniczającym i wyniszczającym przejawem long COVID-u*. Paradoksalnie przez długi czas tego objawu w ogóle nie było na oficjalnej liście.

Tymczasem wyraźnie rysowały się pewne znamienne zależności. Mgła mózgowa dotykała ludzi w każdym wieku, zarówno dwudziesto, jak i sześćdziesięciolatków. Nie miała znaczenia także kondycja sprzed covidu, wśród pacjentów byli sportowcy, studenci i pracownicy umysłowi. Najdziwniejsze było to, że o wystąpieniu mgły mózgowej nie decydował też przebieg zakażenia wirusem. Niektórzy w szpitalu spędzili długi czas, inni przebywali w nim krócej, a jeszcze inni mieli zaledwie katar. Mimo to wszyscy dotknięci long covidem przez długie miesiące, a czasem ponad rok, nie mogli dojść do siebie po chorobie, a ich zdolność radzenia sobie z codziennymi czynnościami, nauką czy pracą dramatycznie spadła. Trudnościom często towarzyszyła właśnie „mgła w głowie", co potwierdzały już pierwsze badania.



ILUSTRACJA: MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL

Ślady zapalenia w mózgu po covidzie to barwnie zaznaczone obszary zmian



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK

D-dimer – wskaźnik drobnych skrzepów krwi, które mogą spowolnić dopływ krwi do mózgu

Z danych zebranych przez naukowców z Uniwersytetu Stanforda w pierwszym roku pandemii COVID-19 wynikało, że problemy poznawcze, trwające co najmniej dwa miesiące, miał co czwarty zakażony (także ci po infekcji o łagodnym przebiegu).

Oblali testy

W lekarskich gabinetach ludzie uskarżający się na mgłę mózgową trafiali jednak na mur. Ich dolegliwości nie pasowały do znanych objawów chorobowych. Nie chodziło ani o spowolnione myślenie, jakie przychodzi ze zmęczeniem lub stresem, ani o zaburzenia nastroju (np. depresję). W przypadku tych pacjentów zawodziły również testy wykrywające demencję – luki w pamięci i słaba koncentracja są typowym przejawem mgły mózgowej. Badani bez trudu przechodzili montrealski test poznawczy będący nowoczesną metodą wykrywania demencji.

Neurolog **Joanna Hellmuth** z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Francisco ma proste wyjaśnienie – test ten do nich nie pasował, nie powstał ani nie został zatwierdzony dla osób poniżej 55 lat. Psychiatrzy mogli użyć innych testów, ale tu pojawiała się kolejna przeszkoda. Choć są trudniejsze, porównują sprawność umysłową ze średnią w populacji, nie z wcześniejszą sprawnością konkretnego pacjenta. Tymczasem mgła mózgowa najbardziej utrudniła życie osobom pracującym umysłowo przywykłym do wysokiej wydajności. – *Osobie wysoko funkcjonującej, której zdolności spadły tak, że mieszczą się w średniej, mówi się, że nie ma problemu* – wyjaśnia Joanna Hellmuth. Według niej badania te pomijają sedno sprawy, którym jest zaburzenie wykonawczych funkcji psychiki. To typ zdolności mentalnej obejmujący koncentrację, pamięć i blokowanie zakłóceń. Umiejętności te są tak ważne, że gdy znikają, rozpada się duża część ludzkiej psychiki. Wszystko, co wiąże się z koncentracją, wielozadaniowością i planowaniem, staje się skrajnie trudne. Do tego stopnia, że ktoś, kto przed chorobą wykładał na uczelni, może nie być w stanie wypełnić zwykłego formularza.

Skanowanie mózgu

Gdy psychiatria zawiodła, nadzieje zwróciły się ku biologii. Nie było jednak jasne, czego szukać. Gdy naukowcy badali teren, zaczęli odkrywać zmiany w strukturze i chemii mózgu. W Oksfordzie zespół neurolog **Gwenaëlle Douaud** przełożył „niewidzialność" mgły mózgowej na kontrastowe czarno-białe obrazy rezonansu magnetycznego. Materiału do porównań było dużo, skany przez lata gromadzono we wspólnej bazie brytyjskich biobanków. Zespół

eprasa.pl 05a7bc66e6

prof. Douaud wyciągnął z nich i przeanalizował dane setek ochotników, którzy udostępnili skany mózgu przed pandemią i po niej. Różnice były wyraźne i znajdowano je też u osób z łagodnym przebiegiem infekcji – ubyło istoty mózgowej, głównie w obszarach ważnych dla pamięci i podejmowania decyzji. W najcięższych przypadkach zmiana była porównywalna z nagłym postarzeniem o 10 lat.

Stan zapalny jako sprawca

Co kurczy mózg? Zapewne stan zapalny wywołany przez odporność. Badania wskazują, że nawet jeśli wirus nie dotrze do mózgu, z krwią przenikają tam czynniki zapalne i przeciwciała, których produkcję wywołała infekcja. To wystarczy, by wyrządzić duże szkody. Zespół **Avindry Natha** z jednego z amerykańskich Narodowych Instytutów Zdrowia zbadał mózgi dziewięciu zmarłych, chorych na COVID, w wieku 24–73 lat. U wszystkich w naczyniach mózgu znaleziono przeciwciała wirusowe. Wyniki połączono z wcześniejszymi ustaleniami o uszkodzeniu i zapaleniu naczyń krwionośnych podczas sekcji i zrozumiano, co mogło się dziać – przeciwciała, które wnikną do mózgu, aktywują komórki odpornościowe. Te spieszą naprawiać szkody, lecz zamiast tego wywołują stan zapalny atakujący tkankę mózgową.

Badanie na myszach

Do podobnego wniosku doszedł zespół **Anthony'ego Fernándeza-Castañedy** ze Stanfordu. Wpływ COVID badano na myszach – najpierw zmodyfikowanych genetycznie, by były podatne na wirusa. Nawet wtedy infekcja przebiegała bardzo łagodnie. Zwierzęta nie schudły, nie zachowywały się jak chore. Co ciekawe, mimo że wirus nie wniknął do mózgów, mózgi myszy zareagowały.

FOTO: SCITECH DAILY

Mysie modele pokazują, jak nawet łagodna infekcja potrafi rozchwiać delikatną chemię mózgu

Zapalne składniki odporności zaatakowały komórki zwane mikroglejem, łączące funkcję nerwową z odpornościową, wspierające neurony i stale kontrolujące zdrowie mózgu. Według badania napływ substancji zapalnych, które dostały się tam z krwią, przeciążył je i nadmiernie pobudził. Nie zwiększyło to ich sprawności, lecz pogorszyło przekaz sygnałów. Szczególnie podrażniony był mikroglej w centrum ważnym dla uczenia się i pamięci. Podwyższona aktywność mikrogleju nie była krótkotrwała, wykryto ją jeszcze siedem tygodni po infekcji. To mogłoby wyjaśniać

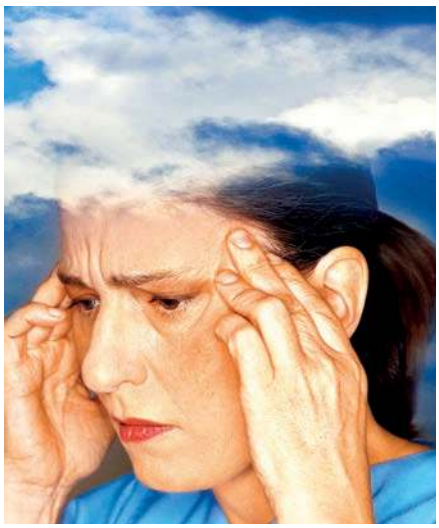


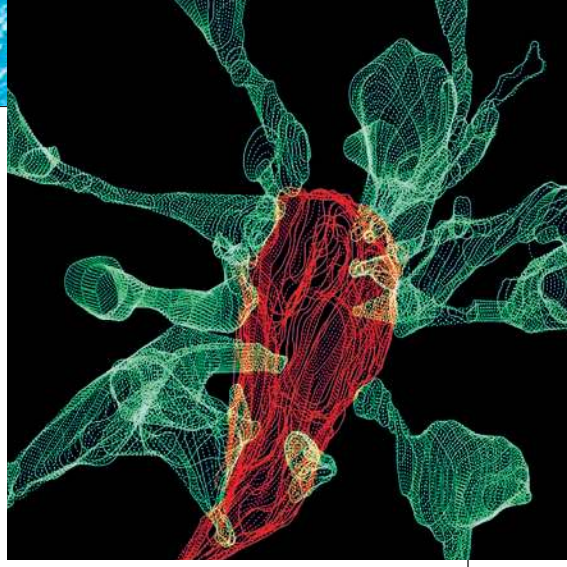
FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Powikłania w postaci mgły mózgowej można porównać do tego, że nawet wykonanie prostych zadań staje się nadludzkim wysiłkiem

przyczynę utrzymywania się problemów poznawczych u ¼ pacjentów po covidzie.

Skrzepy krwi

Mogłoby się wydawać, że powód występowania mgły mózgowej wyjaśniono, a sprawcą jest stan zapalny. Niestety, to nie takie proste. Na zupełnie inną przyczynę wskazało niedawne brytyjskie badanie przeprowadzone na 2000 pacjentach hospitalizowanych z powodu infekcji wirusem COVID. Problemy z zamglonym myśleniem, lukami w pamięci i trudnością w koncentracji miało ok. 16% z nich. W badaniach krwi psychiatra **Max Taquet** z kolegami z oksfordzkiego centrum biomedycznego stwierdził uderzająco wysoką zawartość dwóch substancji biorących udział w krzepnięciu krwi. Jedna z nich – fibrynogen – może działać wprost na mózg i jego naczynia krwionośne, druga zaś, zwana D-dimerem, często tworzy skrzepy w płucach. I rzeczywiście, pacjenci z wysokim poziomem D-dimerów skarżyli się też na skrajne



ILUSTRACJA: HE TRANSMITTER

Mikroglej – strażnicy mózgu, którzy przy zapaleniu łatwo przechodzą w groźną nadaktywność

zmęczenie i duszność. W obu przypadkach w naczyniach gromadziły się drobne skrzepy, co spowalniało dopływ krwi do mózgu. To duży problem, bo mózg jest wrażliwy na brak tlenu i substancji odżywczych. Spadek zaopatrzenia nie musi być od razu tak dramatyczny, że zmusza człowieka do natychmiastowego szukania pomocy lekarskiej. Komórki nerwowe nie obumierają, ale, jak wyjaśnia Max Taquet, mózg cierpi na duży brak „paliwa" i nie może pracować pełną parą.

Nie tylko covid

Kawałki układanki, które stopniowo dokładają badania biomedyczne, nie obrazują jeszcze mechanizmu mgły mózgowej, za to wskazują różne powiązania. Choćby na to, że problemy z long covidem i mgłą mózgową wyraźnie przypominają zespół przewlekłego zmęczenia oznaczany skrótem ME/CFS. Nigdy nie zyskał on takiej uwagi badaczy, bo napływ pacjentów z charakterystycznymi dla niego dolegliwościami nie był tak intensywny, jak przy covidzie. A przecież to żadna nowość. Objawy zespołu zmęczenia, w tym mgła mózgowa, są opisywane już od lat 30. ubiegłego wieku. Przyczyny pozostawały zagadką, choć rysował się związek z reakcjami autoimmunologicznymi po chorobach wirusowych, gdy układ odpornościowy omyłkowo atakuje nerwy albo budzi uśpione wirusy, głównie wirus Epsteina-Barra.
A więc znów wirusy… Co mają wspólnego z mgłą mózgową? Naukowcy postanowili sprawdzić to u myszy. Zakazili je szczepem H1N1, który w roku 1918 wywołał pandemię „hiszpanki", a w roku 2009 „świńskiej grypy". Celem było porównanie produkcji substancji zapalnych z procesem ich powstawania przy covidzie. I rzeczywiście,

eprasa.pl 05a7bc66e6

podobieństwo było duże – wirus grypy też nie dostał się do mózgu, a mimo to wywołał w nim zmiany zapalne, które wyraźnie ograniczyły zdolności poznawcze. Zmiany trwały jednak krócej i były mniej uciążliwe niż po covidzie. Wygląda na to, że choć zapalenie mózgu mogą wywołać także inne choroby wirusowe, covid jest pod tym względem dużo groźniejszy. Powód nadal nie jest znany. Naukowcy wciąż nie złożyli wszystkich części łamigłówki, bo te same problemy z mgłą mózgową powodują także inne czynniki, choćby chemioterapia.

FOTO: STANFORD UNIVERSITY

Neurolog Michelle Monje – jej badania skupiają się na chemioterapii i mgle mózgowej u pacjentów covidowych

Mózg po chemii

Neurolog **Michelle Monje** z Uniwersytetu Stanforda od prawie 20 lat bada *chemobrain* (tzw. mózg po chemii), czyli zespół dolegliwości związanych z osłabieniem funkcji poznawczych u osób po chemioterapii. Dlatego w czasie pandemii COVID-19 zainteresowały ją liczne doniesienia o następstwach choroby w postaci mgły mózgowej. Chciała ustalić, w jakim stopniu problemy te przypominają te związane ze zjawiskiem chemobrain (zwanym też *chemofog*). Monje dołączyła do zespołu Anthony'ego Fernándeza-Castañedy i porównywała mózgi myszy zakażonych łagodną odmianą wirusa COVID z wynikami sekcji pacjentów onkologicznych. Stwierdziła, że zgodności jest zaskakująco dużo, a zwłaszcza wyraźny jest ubytek warstw izolacyjnych wokół neuronów, które potem pracują dużo wolniej. – *Patofizjologia jest tak podobna, że dekady badań nad terapią raka mogą wskazać nam leczenie mgły mózgowej po covidzie* – twierdzi badaczka. Jej zespół już bada leki, które mogłyby złagodzić mgłę mózgową pojawiającą się po chemioterapii. «

Podstępne **guzy złośliwe**

Choć dla laików wciąż są wielką niewiadomą, lekarze znają je aż za dobrze. Liczba agresywnych guzów mózgu rośnie z roku na rok. W Polsce co roku taką diagnozę słyszą tysiące osób, nieco częściej mężczyźni. A rokowania? Różnią się w zależności od przypadku.

Dla guzów obejmujących mózg i opony mózgowe typowe jest to, że rosną w zamkniętej przestrzeni czaszki. Dlatego nawet zwykle łagodne, czyli niezłośliwe, guzy mogą być śmiertelnie groźne z powodu wzrostu ciśnienia śródczaszkowego. Jeśli położenie guza i stan pacjenta na to pozwalają, podstawą jest leczenie operacyjne.

W niewoli napadów

Podczas gdy jedne rozwijają się bezpośrednio w tkance mózgowej, inne mogą być przerzutami raka z innego miejsca. Mogą to również być np. guzy w części twarzowej głowy, które z dużą siłą naciskają na mózg.

Guzy niezłośliwe mogą swoim ograniczonym wzrostem drażnić okoliczne komórki nerwowe. Te w reakcji na bodziec zaczynają wytwarzać nieprawidłowe impulsy elektryczne, co prowadzi do napadów padaczkowych. To, zdaniem lekarzy, także powód, by osoby po pierwszym przebytym napadzie poddały się dokładnemu badaniu metodami obrazowymi.

Guzy złośliwe natomiast od razu niszczą okoliczne neurony mózgowe. Zamiast napadów padaczki częściej powodują ubytki funkcji mózgu: zaburzenia mowy, wzroku, słuchu lub węchu, a także czucia, i są przyczynami porażeń kończyn. Patologiczne twory w mózgu mogą też wpływać na osobowość człowieka. U pacjentów z guzami w płacie czołowym kresomózgowia lekarze obserwowali ogólne zmiany osobowości, ale też rozwój demencji i zaburzenia nawyków społecznych.

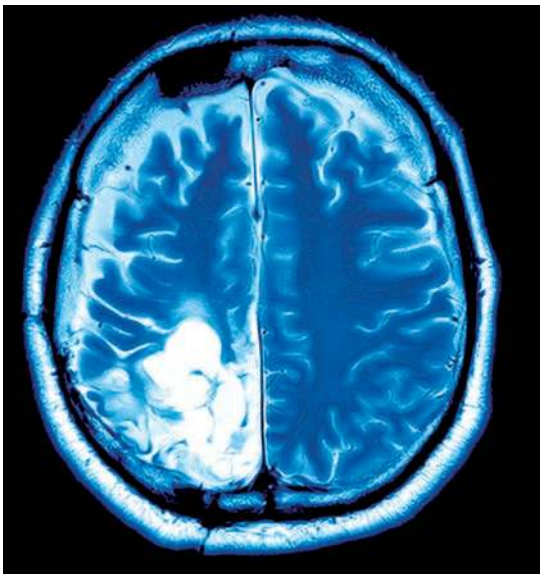


FOTO: HARVARD HEALTH

Masa guza w mózgu pokazuje, jak ekspansja nawet łagodnej zmiany zwiększa ciśnienie śródczaszkowe

W ciemności?

Problemy w obrębie pnia mózgu mogą wywołać objawy zespołu opuszkowego, czyli zaburzenia połykania i artykulacji. Przy guzach przysadki mózgowej pacjenci mogą odczuwać szczególne zaburzenie wzroku polegające na ubytku zewnętrznego pola widzenia obu oczu. Najpierw stopniowo znika widzenie obwodowe. Im bardziej guz rośnie, tym większa szansa, że pacjent całkiem straci wzrok. Ponadto mogą ucierpieć także inne zmysły jak węch lub mowa.

Zbyt silny obrońca?

Mózg jest bardzo dobrze chroniony przed niekorzystnymi czynnikami. Jego pancerzem są opona twarda i czaszka, których zadaniem jest bronić

SMUTNY BILANS

FOTO: LIV HOSPITAL

Według danych National Brain Tumor Society tylko w USA co roku ponad 10 000 osób umiera z powodu patologicznych procesów w mózgu. Mniej niż 7% chorych przeżywa jednak dłużej niż pięć lat. Statystyki przeżywalności i śmiertelności od kilku lat pozostają bez większych zmian.

eprasa.pl 05a7bc66e6

ILUSTRACJA: MALIN HARDESTAM

■ **Eksperymentalna cząsteczka Z4P – obiecująca broń przeciw opornym glejakom**

go głównie przed wstrząsami i krwiakami, a sieć połączonych komórek, które otaczają czaszkę, zapobiega przenikaniu niechcianych chemicznych intruzów czyhających we krwi. Według lekarzy mózg bywa jednak chroniony aż za bardzo. Przez większość dziejów bariera krew – mózg (oddzielająca wnętrze mózgu od układu naczyń) nie pozwalała bezpiecznie leczyć chorób mózgu, takich jak rak czy choroba Alzheimera, lekami celowanymi. Teraz jednak wydaje się, że pasmo niepowodzeń może się skończyć raz na zawsze.

Przez barierę

Udało się opracować lek, który potrafi zniszczyć najgroźniejsze guzy mózgu, glejaki. Nowość oznaczona jako Z4P pokonuje barierę krew – mózg, co pozwala skutecznie zlikwidować komórki rakowe. Zespół ekspertów uznał wyniki za „bardzo obiecujące", gdyż u myszy laboratoryjnych po leczeniu nie doszło do nawrotu choroby nawet po upływie sześciu miesięcy. O postępie medycyny poinformował we wrześniu tego roku serwis Study Finds.

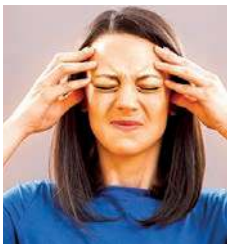
FOTO: STUDY FINDS

Silne połączenie

Najnowsza forma leczenia powinna działać razem z chemioterapią, która według ekspertów sama w sobie nie przynosi tak pozytywnych wyników. – *Dziś leczenie raka składa się z operacji, naświetlania i chemioterapii. Niestety nie udaje się zniszczyć wszystkich komórek rakowych i guz wraca. Po nawrocie raka komórki nowotworowe często się rozszerzają i wytwarzają*

FOTO: CSPC

BÓL JAKO SYGNAŁ



O tym, że coś jest nie tak, informuje przede wszystkim ból głowy, który występuje nawet u połowy pacjentów onkologicznych. Pojawia się on głównie wskutek nacisku guza na zdrowe komórki wokół. Według lekarzy ból jest najsilniejszy tuż po przebudzeniu, ale u części pacjentów ten przykry stan potrafi nawet wyrywać ze snu. Odnotowano też przypadki, gdy uczucie „głowy w imadle" pojawiało się przy kaszlu lub innym wysiłku. Jeśli guz leży w tylnej części głowy, odczuwalny jest nie tylko ból głowy, lecz także szyi. W przedniej okolicy ból lokalizuje się w rejonie oczu i zatok. ■

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Precyzyjna neurochirurgia to walka o milimetry, które decydują o życiu**

KATASTROFA SPOWODOWANA KRWIĄ

Za cichego wroga uważa się też zawał mózgu, znany jako udar. To stan, w którym część mózgu zostaje wyłączona z normalnej pracy wskutek braku potrzebnej ilości krwi i ograniczenia tlenu. Brak szybkiej interwencji prowadzi do obumarcia lub uszkodzenia skupisk komórek, co może skutkować trwałą niepełnosprawnością, a nawet śmiercią. Najczęstszym typem udaru bywa niedokrwienny zawał mózgu. Mówiąc

prosto, chodzi o niedokrwienie części mózgu wskutek zakrzepicy lub zatoru, które powodują mały albo zerowy dopływ krwi do naszego „głównego centrum sterowania". Objawy obejmują m.in. nagłe zaburzenia ruchomości kończyn, trudności z wypowiadaniem się, zawroty i bóle głowy, wymioty, ale też zaburzenia widzenia lub splątanie. Medycyna zna jednak jeszcze drugi typ, tzw. udar krwotoczny, w którym źródłem problemów jest pęknięta tętnica mózgowa. W tym przypadku dość szybko dochodzi do krwawienia do mózgu, a przy pęknięciu tętniaka krew może dostać się także między opony mózgowe. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

odporność – podsumował obecną sytuację profesor Uniwersytetu w Göteborgu **Leif Eriksson**. Rozrost nowotworowy ma przy tym jasno określony „przebieg zniszczenia". Komórki budujące agresywne guzy zwykle, w desperackiej próbie przeżycia, atakują swoje zdrowe odpowiedniki. Preparat Z4P stworzono więc tak, by blokował mechanizm, który stymuluje produkcję białek w guzie. – *Teraz udało nam się zatrzymać ten atak, wprowadzając do komórek specjalnie opracowaną cząsteczkę, która hamuje jeden z mechanizmów adaptacyjnych w komórkach rakowych. To powoduje samozniszczenie raka* – wyjaśnia Eriksson. Do samego udoskonalenia Z4P użyto głównie zaawansowanych symulacji komputerowych.

ILUSTRACJA: UCS

Glejak – jeden z najbardziej agresywnych guzów mózgu w rekonstrukcji obrazowej

Plany na przyszłość

Kolejną dobrą wiadomością jest to, że naukowcom dotąd nie udało się odnotować żadnych działań ubocznych. Zwierzęta leczone Z4P nie tylko utrzymały pierwotną masę, ale też nie wykazywały zmian w zachowaniu. Testy laboratoryjne na komórkach pokazały ponadto, że substancja nie jest toksyczna nawet w wysokich dawkach. Eksperci mają więc nadzieję, że preparat Z4P mógłby trafić do praktyki klinicznej w ciągu 5 lat. – *To pierwsze jednoznaczne wyniki w badaniach guzów mózgu, które mogą prowadzić do leczenia bez operacji i naświetlania* – skomentował sukces Eriksson. Dodał też, że rozpoczęto już badanie zastosowania leku w innych agresywnych postaciach raka, zwłaszcza trzustki, guzach piersi lub niektórych typach raka wątroby. «

Choroba Huntingtona: problem na 4. chromosomie

Przychodzą cicho i bez zaproszenia, często jednak na zawsze zmieniają dalszy sposób życia. Choroby neurodegeneracyjne wpływają głównie na neurony w ludzkim mózgu i należą do najpoważniejszych dolegliwości, w leczeniu których medycyna wciąż ma ograniczone możliwości.

Neurony są podstawowymi elementami układu nerwowego, do którego należą mózg i rdzeń kręgowy. Ich choroby bywają bardzo podstępne. W normalnych warunkach nie zachodzi rozmnażanie czy odbudowa neuronów, więc gdy zostaną uszkodzone, ludzkie ciało nie jest w stanie ich zastąpić. Właśnie obumieranie komórek nerwowych i późniejsza degeneracja powodują choroby neurodegeneracyjne, czyli stany nieodwracalne (w większości przypadków). Ubytek neuronów może m.in. wywoływać problemy z ruchem, czyli ataksję, oraz utratę innych funkcji umysłowych – demencję. Demencja stanowi największą część zachorowań, przy czym choroba Alzheimera dotyka ok. 60–70% przypadków. Choroby takie jak Alzheimer i Parkinson uważa się za najczęstsze choroby neurodegeneracyjne. Niestety istnieją także rzadsze neurometaboliczne i neurodegeneracyjne choroby mózgu, obejmujące szerokie spektrum diagnostyczne chorób o bardzo ciężkim przebiegu. Należą do nich stwardnienie zanikowe boczne, choroba Wilsona, choroba Friedreicha albo...

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Choroba Huntingtona

Chorobę Huntingtona (łac. *chorea chronica hereditaria progressiva*) dawniej nazywano pląsawicą, gdyż objawia się mimowolnymi, szarpanymi ruchami, trudnymi do zrozumienia dla otoczenia. Pierwsze wzmianki o tego rodzaju zaburzeniu pochodzą z 1374 roku i dotyczą prawdopodobnie tzw. manii tanecznej (także: *choreomania*, taniec św. Wita/Jana), ale pełny obraz tej dziedzicznej choroby mózgu opisał dopiero amerykański lekarz **George Huntington** (1850–1916). Dziś szacuje się, że dotyka ona ok. 5–10 osób na 100 000, co w Polsce oznacza kilka tysięcy chorych. Na świecie to ok. 300–350 tys. pacjentów.

Niechciane dziedzictwo

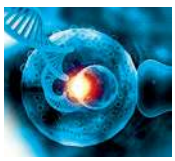
W chorobie Huntingtona nie chodzi o kaprys losu, lecz o błąd genetyczny, zwykle dziedziczony po jednym z rodziców. Mutacja jest w genie HTT na 4. chromosomie i polega na nadmiernej liczbie powtórzeń trójki nukleotydów CAG. Im więcej takich „powtórek" ma gen, tym większe ryzyko choroby i tym wcześniej pojawiają się pierwsze objawy. Dziedziczenie jest autosomalnie dominujące, więc ryzyko dla dziecka wynosi 50%.

Gdy mózg strajkuje

Choroba zwykle ujawnia się między 30. a 50. rokiem życia. Rzadko zaczyna się w dzieciństwie albo na starość. Pierwsze sygnały są niepozorne: zmiany zachowania, zaburzenia koordynacji lub skupienia. Degeneracja najpierw dotyka jąder podstawy i prążkowia – obszarów mózgu sterujących ruchem, równowagą i napięciem mięśni. Stopniowo dochodzi też do uszkodzenia kory mózgowej odpowiedzialnej za myślenie i emocje.

ILUSTRACJA: UDEMY

GDY TRZEBA POMÓC...

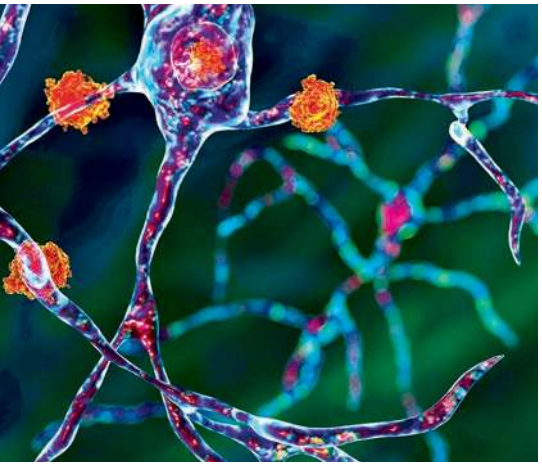


Jeśli któreś z rodziców jest nosicielem mutacji choroby Huntingtona, zaleca się poradę genetyczną. Dostępne są badanie prenatalne i IVF z testowaniem genetycznym zarodków, by do macicy trafił tylko zarodek bez mutacji. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

Progresja choroby

Wraz z postępem choroby pojawiają się problemy z połykaniem, mową, typowe ruchy mimowolne (pląsawica), ale też kłopoty psychiczne – depresja, drażliwość, lęki lub agresja. Utrata zdolności planowania, decydowania czy utrzymania uwagi często dotyka całych rodzin. Od pierwszych wyraźnych objawów choroba zwykle rozwija się przez 15–20 lat.

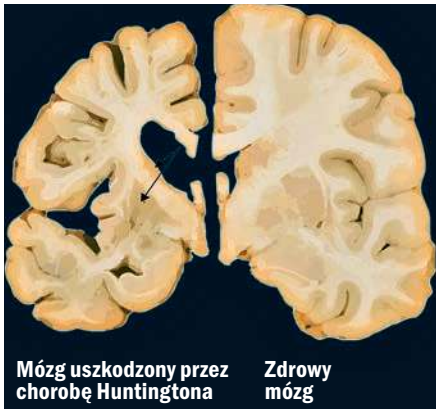


Skupiska patologicznych białek w chorobie Huntingtona niszczą komórki nerwowe od środka

Nadal w fazie badań?

Choć badania poszły naprzód, nadal nie ma leczenia, które zatrzymałoby chorobę. Współczesne terapie łagodzą problemy ruchowe i psychiczne, ale samej przyczyny jeszcze nie rozwiązują. Naukowcy badają wiele mechanizmów: toksyczne działanie zmutowanego białka, jego wpływ na energetykę komórek i procesy ich śmierci. Sprawdza się terapie genowe, interferencję RNA i przeszczepy komórek, lecz to wciąż fazy eksperymentalne. Optymistyczne szacunki leczenia w horyzoncie 5–15 lat warto brać z rezerwą – potencjał jest, ale pewności na razie nie ma. «

FOTO: COLUMBIA UNIVERSITY



Zdrowy mózg kontra tkanka mózgowa uszkodzona przez chorobę Huntingtona – różnica, która zmienia całe życie

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Depresja ma różne twarze

Depresja: choroba duszy może być zapaleniem

Depresja, dręczące stany lęku, psychiczne wyczerpanie, bezsenność. Z powodu tych trudności codzienne obowiązki stają się ciężkim brzemieniem. Takie stany mogą dotknąć każdego i czasem pojawiają się z dnia na dzień. Jedną z przyczyn zaburzeń nastroju, o której wciąż mało się myśli, może być stan zapalny w ciele – czasem ukryty i niedający objawów.

Badania wskazują na to od pewnego czasu. Szacuje się, że na świecie ok. 20–25% pacjentów leczonych na depresję ma też podwyższone wskaźniki zapalne we krwi. Antydepresanty nie działają u nich tak, jak powinny.

Restart komórek mózgu

Wyniki tych badań zainteresowały psychiatrę **Ludgera Tebartza van Elsta** z kliniki uniwersyteckiej we Freiburgu, który postanowił wypróbować u tych pacjentów celowane leczenie przeciw zapaleniu. Sukces był jednoznaczny: wysokie dawki kortykoidów poprawiły stan także u chorych, u których wieloletnie leczenie psychiatryczne nie przyniosło zadowalających wyników. I nie chodziło tylko o depresję, choć to ona jest najczęstszym przykładem sytuacji, gdy za problemami psychicznymi kryją się immunologiczne. We Freiburgu skutecznie leczono kortykoidami także niektórych schizofreników. Dokładny mechanizm działania leków przeciwzapalnych jest tu na razie niejasny. Jedna z hipotez zakłada, że kortykoidy „robią restart" komórek mózgu dotkniętych zapaleniem. Według prof. van Elsta to dopiero początek – najpierw trzeba lepiej poznać immunologiczne podłoże problemów psychicznych, a potem celowo stosować też inne leki.

Stan zapalny nie występuje u każdego, kto leczy się na depresję, jednak dotyczy sporego odsetka pacjentów. Okazuje się, że przyczyn problemów psychicznych trzeba szukać też z pomocą badań immunologicznych.

Reakcja na toksyny

Immunologiczną stronę sprawy badał eksperyment przeprowadzony w klinice uniwersyteckiej w Essen. Zdrowym uczestnikom badania podawano dożylnie toksyny izolowane ze ścian bakterii. W tej postaci toksyny mogą wywołać tylko lekką reakcję zapalną, infekcji – nie, była to więc bezpieczna metoda, która naukowcom z Essen pozwoliła lepiej poznać relację między stanem zapalnym

eprasa.pl 05a7bc66e6

a zmianami zachodzącymi w psychice. Według prof. **Haralda Englera**, który w Essen bada psychologię medyczną i immunobiologię behawioralną,

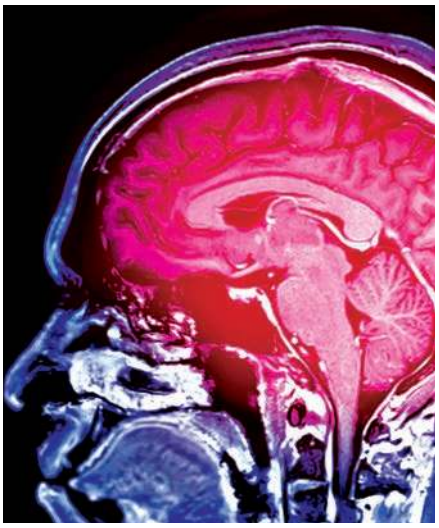


FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

MRI (rezonans magnetyczny) mózgu ujawnia nawet drobne zmiany, które mogą zwiastować udar mózgu

długo zakładano, że układy odpornościowy i nerwowy pracują niezależnie od siebie. Dziś wiadomo jednak, że zachodzą między nimi liczne interakcje, i to w obu kierunkach. Typowa jest ich relacja występująca przy chorobie zapalnej, którą jest nawet zwykła wirusówka oddechowa. To, że początkom choroby towarzyszy silne poczucie ciężaru, zły nastrój i chęć szybkiego wejścia do łóżka, nie jest przypadkiem, lecz sterowaną współpracą układów odpornościowego i nerwowego.

Ta sama strategia jest także u zwierząt

Podczas infekcji mózg zmusza nas do odpoczynku i skierowania maksimum sił na walkę z chorobą. Dzięki temu proces leczenia jest krótszy, a w ciężkich przypadkach odpoczynek może nawet decydować o przeżyciu. Natura nie wymyśliła tej strategii tylko dla człowieka – tak samo zachowują się chore zwierzęta. Wycofują się na ubocze i nie szukają pokarmu, co chroni roślinożerców przed staniem się łatwą zdobyczą. Szanse przeżycia rosną też u drapieżników – one także ukrywają się, aż poczują się lepiej.

Wnioski te nie płyną tylko z obserwacji, potwierdzają je też badania eksperymentalne. Eksperci zidentyfikowali kilka dróg, którymi cytokiny mogą u zwierząt wywołać

JAK TO PRZEBIEGA?

ILUSTRACJA: SCIENTIFICANIMATIONS.COM

Komórki odpornościowe wykrywają infekcję i zaczynają wytwarzać cytokiny – sygnały regulujące wzrost i rozwój innych komórek odpornościowych.

● Cytokiny działają na mózg, a ten inicjuje proces zapalny i wzrost temperatury ciała. W zajętym miejscu rośnie przepuszczalność naczyń, co wywołuje obrzęk i szybki napływ komórek odpornościowych. Dotąd są to zmiany immunologiczne.

● Po sygnałach odebranych od cytokin mózg zaczyna oddziaływać na psychikę. Zaburza delikatną równowagę między dopaminą a noradrenaliną, pogarsza nastrój, wywołuje apatię i zmęczenie. Wyłącza apetyt oraz chęć kontaktu z ludźmi lub wyjścia na dwór. To celowe mechanizmy ochrony zakażonego i hamowania szerzenia patogenu. ■

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Bakterie mogą wprost atakować komórki mózgu i wywoływać groźne reakcje zapalne

zmiany zachowania. Podobnie jak u ludzi wpływają na neuroprzekaźniki związane z emocjami i regulacją nastroju. Amerykańscy naukowcy **Andrew Miller** i **Charles Raison** w artykule przeglądowym o roli zapalenia w rozwoju depresji (2017) podają przykłady depresyjnych zachowań chorych zwierząt: większy bezruch w teście wymuszonego pływania i teście zawieszenia za ogon albo słabsza reakcja na motywację.

Nie tylko angina

Zwykłe choroby zakaźne są tylko czytelnym przykładem, jak zapalenie może odbić się na psychice. Wspomniane stany wprawdzie towarzyszą także grypie czy zapaleniu oskrzeli, ale po ustąpieniu choroby znikają. Bardziej podstępne są niezakaźne zapalenia autoimmunologiczne o przewlekłym przebiegu i objawach łagodnych albo tak niejasnych, że długo nie udaje się ustalić przyczyny. Depresja wygląda wtedy jak choroba psychiatryczna, ale na leki nie reaguje.

A żeby nie było zbyt prosto, pierwotnym wyzwalaczem może być psychika, konkretnie stres, bo potrafi aktywować cząsteczki prozapalne. Te wywołują alarm immunologiczny prowadzący do zmian zapalnych, które znów wpływają na nastrój. W ten sposób powstaje trudny do przerwania krąg powiązanych problemów.

Ryzykowny styl życia

Pojawiają się nawet głosy, że tak toksycznie może działać obecny styl życia z wysokim stresem, brakiem odpoczynku i przetworzoną dietą. Powstaje groźny kompleks, który potrafi pobudzać aktywność autoimmunologiczną. Coś podobnego sugerują też wyniki wspólnego badania ekspertów z uczelni w Cambridge i Monachium. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Podróże w czasie są niemożliwe? Brytyjka Michelle Philpots by się z wami nie zgodziła. Każdego ranka wraca do 1994 roku, niestety nieumyślnie. Dzień zaczyna od serii szokujących odkryć, jak wiele przegapiła.

50 pierwszych randek: Michelle Philpots wciąż budzi się w 1994 roku!

Tak naprawdę kobieta niczego nie przegapiła, tylko po prostu tego nie pamięta. Jej mózg nie potrafi zapisywać nowych wspomnień. Innymi słowy: szwankuje jej pamięć krótkotrwała. Czy już wiecie, skąd twórcy filmu *50 pierwszych randek* wzięli inspirację?

Jesteśmy małżeństwem?

To, że 63-letnia Michelle utknęła w dziwnej pętli czasu, spowodowały dwa groźne wypadki: pierwszy w 1985 roku na motocyklu, gdy miała 22 lata, a drugi pięć lat później w aucie. W obu sytuacjach najbardziej ucierpiała jej głowa. Stopniowo Michelle zaczęła zawodzić pamięć – musiała odejść z pracy w biurze, bo wciąż kopiowała od nowa ten sam dokument. W końcu pewnego dnia utknęła w 1994 roku.

Do dziś co rano budzi się z przekonaniem, że premierem jej kraju jest **John Major** (ur. 1943), *Forrest Gump* to gorąca filmowa nowość, a mężczyzna leżący obok niej to jej chłopak. Nie wie, że w 1997 roku dobrowolnie powiedziała mu „tak", dlatego mąż Ian trzyma przy łóżku album pełen ślubnych zdjęć. Na wypadek, gdyby nie wierzyła jego wyjaśnieniom. Kolejny szok przychodzi przy spojrzeniu w lustro, gdyż od dawna nie spogląda z niego młoda ślicznotka, lecz raczej starsza pani.

FOTO: FACEBOOK

Mąż Ian co rano dowodzi jej, że naprawdę za niego wyszła

W zaczarowanym kręgu

Każdy dzień jest dla niej zupełnie nowy. Wciąż od nowa poznaje wszystko, co zapomniała minionej nocy.

FOTO: FACEBOOK

Po dwóch wypadkach drogowych – jednym w roku 1985 i drugim w roku 1990 – urazy mózgu doprowadziły do rozwoju ciężkiej, uporczywej padaczki i poważnego pogorszenia pamięci. Do roku 1994 kobieta straciła zdolność tworzenia długotrwałych wspomnień

O spotkaniach i pilnych obowiązkach przypominają jej setki karteczek, kalendarz w telefonie (którego za każdym razem musi się najpierw nauczyć używać) oraz ukochany Ian. A wyjście gdzieś dalej? Tylko z nawigacją satelitarną, w której ma zapisany swój adres w hrabstwie Lincolnshire we wschodniej Anglii. – *To tak, jakbym żyła wciąż tym samym dniem. Dzień po dniu* – mówi Michelle, która przez swój stan nie ma pełnowymiarowej pracy, więc przez trzy dni w tygodniu pomaga w organizacji dla niepełnosprawnych. W ciągłej utracie pamięci znalazła podobno parę zalet. Nie narzeka, gdy coś powtarzają w telewizji i śmieje się z każdego dowcipu – nawet jeśli wcześniej słyszała go wiele razy. Problem ma tylko z ulubionym serialem *EastEnders* emitowanym od roku 1985. Ponieważ utknęła w roku 1994, a jego akcja wciąż biegnie naprzód, czasem gubi się w fabule. Pomaga jej w tym mąż Ian.

Najważniejsza jest cierpliwość

To Ian jest największą podporą żony. – *Czasem to dla mnie naprawdę bardzo frustrujące, ale muszę być cierpliwy i spokojny, bo ją kocham* – mówił przed laty dziennikarzom. – *Mam wielkie szczęście, że poznaliśmy się z Michelle przed jej wypadkami, więc mnie pamięta. A to, o czym zapomniała, przypominają jej zdjęcia. Na szczęście mamy ich mnóstwo* – dodaje i żartuje, że to wielkie szczęście, że nie mają dzieci. «

AMNEZJA NASTĘPCZA KONTRA WSTECZNA

Według ekspertów Michelle Philpots cierpi na **amnezję następczą**.

To jedna z postaci amnezji, w której przez zaburzenie pamięci krótkotrwałej człowiek **nie jest w stanie zapamiętać** wydarzeń mających miejsce po urazie, albo przychodzi mu to z trudem.

Po pewnym czasie **wspomnienia mogą wrócić** w całości lub częściowo.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Swoistym przeciwieństwem jest **amnezja wsteczna**, gdzie chory nie pamięta wydarzeń sprzed urazu. Mogą to być minuty, godziny, dni, miesiące, ale i **całe lata**.

Oprócz urazu głowy tego typu zaburzenia może też wywołać **długotrwały czynny alkoholizm**. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

Mózg epileptyka przypomina giełdę tuż przed krachem. Na pierwszy rzut oka nic szczególnego się nie dzieje. Pojawiają się liczby, wykresy falują, komórki nerwowe wymieniają sygnały w ustalonym rytmie. Pod powierzchnią narasta jednak napięcie. Drobne wahania, które zwykły mózg bez trudu znosi, stopniowo się kumulują. A potem wystarczy impuls: stres, niewyspanie, migające światło i cały system się załamuje.

Epilepsja:

Podstępna choroba może przyjść, kiedy chce

Nadchodzi napad padaczkowy, lecz i on ma swoje reguły. – *Napady padaczkowe nie pojawiają się przypadkiem. Poprzedza je długi, ukryty proces, w którym mózg stopniowo traci odporność* – mówi czeski neurobiolog **Přemysl Jiruška**. Kluczową rolę odgrywa czas. Czas, którego mózg potrzebuje, by uspokoić się po zwykłej aktywności, powoli i niepostrzeżenie się wydłuża, aż w końcu zupełnie zawodzi.

Zaburzona równowaga

Mózg działa na zasadzie subtelnej równowagi między pobudzeniem a wyhamowaniem. Każdy ruch, każda myśl czy emocja powstają dzięki sygnałom elektrycznym, które neurony przekazują sobie przez złożoną sieć połączeń. By aktywność nie przerodziła się w chaos, kieruje nią precyzyjnie zestrojony system mechanizmów pobudzających i hamujących. Sprawiają one, że neurony włączają się tylko wtedy, gdy powinny, a po wykonaniu zadania znów cichną. W epilepsji ta równowaga wyraźnie się zaburza.

Elektryczna burza

Mówiąc prosto, komórki nerwowe w mózgu epileptycznym aktywują się zbyt łatwo i mają problem, by w porę wyciszyć aktywność. Dlatego impuls elektryczny nie szerzy się pod kontrolą, lecz zaczyna się łańcuchowo rozchodzić i synchronizować z okolicznymi neuronami. Zamiast subtelnej mozaiki sygnałów powstaje masywna fala aktywności, jak efekt domina: jeden neuron „porywa" następny, a mózg na chwilę wpada w burzę elektryczną. To właśnie ta nieprawidłowa synchronizacja stoi za napadami padaczkowymi.

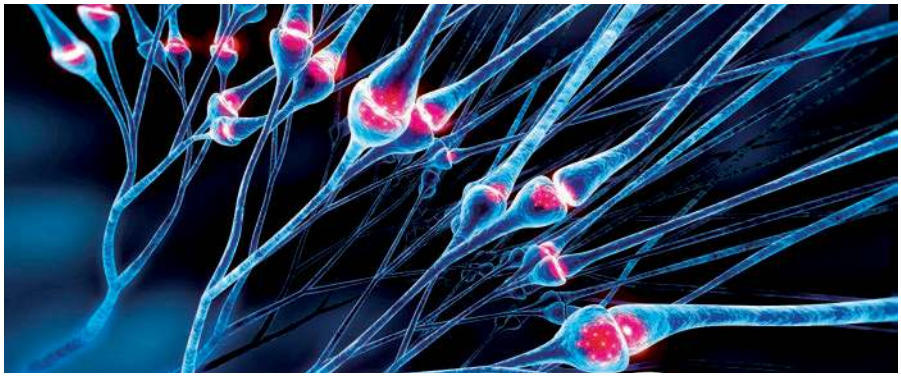


FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Połączenia neuronów z neuroprzekaźnikami przy przekazywaniu impulsów w mózgu epileptyka są zaburzone, a impulsy szerzą się bez kontroli

Gdy kanały nie działają

Kluczową rolę w tym procesie odgrywają kanały jonowe, mikroskopijne „bramy" w błonach neuronów. Sterują one przepływem jonów, takich jak sód, potas, wapń czy chlorki, do komórki i z niej. Ruch tych naładowanych cząstek decyduje, czy neuron się uaktywni, wyśle sygnał, czy zostanie w spoczynku. Gdy kanały jonowe nie działają właściwie, np. przez mutację genetyczną, uraz głowy, zapalenie lub bliznę w tkance mózgu, zmieniają się elektryczne właściwości komórki nerwowej.

Zwiększona wrażliwość

Neuron staje się wtedy nadwrażliwy i reaguje przesadnie nawet na bodźce, które normalnie by ignorował. Stan ten nazywa się hiperpobudliwością. Nie znaczy to, że cały mózg stale jest „w napadzie", lecz że pewne jego obszary mają obniżony próg aktywacji i są podatniejsze na niekontrolowaną aktywność. Epilepsja nie jest więc jednorazowym zaburzeniem, lecz trwałą zmianą w gospodarce elektrycznej mózgu. W tej naruszonej równowadze między pobudzeniem a hamowaniem leży jej prawdziwa biologiczna istota.

CO POMAGA ZAPOBIEC NAPADOWI?

Neurolodzy zgadzają się, że najskuteczniejszą profilaktyką jest stabilność, bo mózg epileptyka źle znosi wahania. Zasadą profilaktyki jest więc uporządkowany tryb życia. Dostatek snu o stałej porze, regularne jedzenie i mniej długiego stresu tworzą środowisko, w którym układ nerwowy jest mniej podatny na przeciążenie. Rutyna działa na mózg jak tarcza ochronna pomagająca utrzymać równowagę między pobudzeniem a hamowaniem.

Nie mniej ważna jest farmakologia. Leki wprawdzie nie usuwają samej przyczyny epilepsji, ale podnoszą

FOTO: FREEPIK

eprasa.pl 05a7bc66e6

Cicha faza przed akcją

Zdradliwą cechą epilepsji jest to, że sam napad nie zaczyna się nagle – proces zaczyna się dużo wcześniej, nim ujawni się na zewnątrz. Mózg stopniowo wchodzi w stan, który naukowcy nazywają siecią epileptogenną, czyli układem obwodów nerwowych bardziej podatnych na napady. W tej cichej fazie nie muszą być jeszcze widoczne objawy, a jednak w aktywności mózgu zachodzą istotne zmiany.

Hamulce nie działają prawidłowo

Dochodzi do tego, że neurony pozostają aktywne dłużej niż zwykle, a ich wyłączanie jest mniej skuteczne. Jednocześnie spada skuteczność hamujących neuroprzekaźników, zwłaszcza GABA, które zwykle działają jak hamulec nadmiernej aktywności. Efektem jest stopniowe przesuwanie równowagi ku nadpobudzeniu. Komórki nerwowe zaczynają też coraz mocniej synchronizować pracę. Zamiast indywidualnych, niezależnych sygnałów ich aktywność się ujednolica.

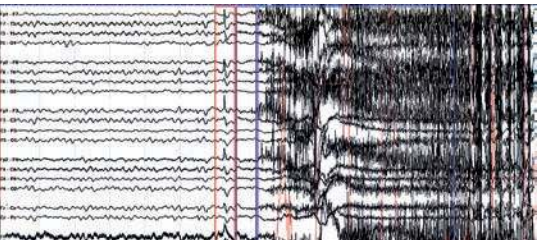


FOTO: U FOTO 21

Typowy zapis EEG u chorego. Krzywe pracy mózgu zmieniają się w wielki chaos

Wystarczy mały impuls

Mózg krok po kroku zbliża się więc do punktu przełomu, gdy wystarczy już stosunkowo mały wyzwalacz, np. brak snu, stres albo bodziec zmysłowy. W tej chwili ukryty proces nagle przeistacza się w jawny napad, który jest tylko widocznym finałem długotrwałego, cichego procesu zachodzącego w sieciach nerwowych.

Jak powstaje napad padaczkowy

Sam napad padaczkowy można porównać do wspomnianej już burzy elektrycznej w mózgu. Grupy neuronów nagle jednocześnie się aktywują, a dzieje się to chaotycznie i pozbawione jest właściwej kontroli. Ten patologiczny zestrój zaburza przetwarzanie informacji i wywołuje nagły zanik albo zmianę funkcji mózgu. Konkretna postać napadu zależy od tego, w której części mózgu dochodzi do tej nieprawidłowej aktywności.

Skurcze mięśni

Jeśli burza elektryczna rozwinie się w korze ruchowej, objawia się to głównie skurczami mięśni, drgawkami albo utratą kontroli nad ruchem. Przy zajęciu płata skroniowego mogą pojawić się zaburzenia świadomości, poczucie oderwania od rzeczywistości, déjà vu czy omamy słuchowe i wzrokowe. Gdy zajęty jest płat potyliczny, przetwarzający informacje wzrokowe, pacjent może widzieć błyski, rozmazany obraz albo mieć czasowe ubytki pola widzenia.

Tylko kilka sekund lub minut

Napad zwykle nie trwa długo – od kilku sekund do kilku minut. Paradoksalnie kończy go często samo wyczerpanie neuronów, które nie są w stanie utrzymać tak wysokiej aktywności. Po ustąpieniu burzy następuje okres zmęczenia, splątania i często bólu głowy. Mózg próbuje wtedy przywrócić zaburzoną równowagę, do czego potrzebuje czasu i spokoju.

FOTO: DC STUDIO/SHUTTERSTOCK

Świadkowie napadu epilepsji często nie wiedzą, jak zareagować

Napady nie biorą się „znikąd”

Z perspektywy pacjenta napad padaczkowy może wyglądać tak, jakby przyszedł zupełnie „znikąd”. W rzeczywistości nie jest przypadkiem, lecz finałem długotrwałego przeciążenia mózgu. Neurolodzy nazywają to efektem progowym. Dopóki aktywność neuronów jest poniżej pewnej krytycznej granicy, mózg umie kompensować rodzącą się nierównowagę i utrzymać funkcje w normie. Gdy jednak próg zostanie przekroczony, rusza reakcja łańcuchowa, której nie da się zatrzymać.

Co staje się wyzwalaczem?

Do przekroczenia progu często prowadzą czynniki zewnętrzne i wewnętrzne, same w sobie niegroźne, lecz przy dyspozycji epileptycznej wyraźnie zwiększające ryzyko napadu. Typowy przykład to brak snu, który osłabia zdolność mózgu do hamowania nadmiernej aktywności. Podobnie działa stres psychiczny: podnosi poziom hormonów stresu i zmienia wrażliwość neuronów. Alkohol, narkotyki czy wahania hormonalne mogą zaburzyć chemię mózgu, a migające światła, szybkie bodźce wzrokowe, infekcja lub gorączka są kolejnymi obciążeniami. Napad nie jest więc nagłą awarią, lecz logicznym skutkiem tego, że mózg nie ma już gdzie uciec przed przeładowaniem.

Wpływa na życie

Epilepsja dotyka całego życia: pamięci, skupienia, psychiki i relacji. Największym ciężarem bywa nie sam napad, lecz niepewność, kiedy przyjdzie kolejny. To również strach przed publicznym upadkiem, ograniczenie pracy czy jazdy autem. Dlatego lekarze podkreślają: epilepsja nie jest porażką mózgu. To zaburzenie jego równowagi, z którym medycyna radzi sobie coraz lepiej. «

próg wystąpienia napadu. Wpływają na pobudliwość neuronów albo wzmacniają mechanizmy hamujące w mózgu, przez co zmniejszają ryzyko niekontrolowanej synchronizacji czynności nerwowej. Kluczowa jest konsekwencja; pominięcie jednej dawki może u wrażliwych chorych oznaczać wzrost ryzyka napadu.

Częścią profilaktyki jest też unikanie własnych wyzwalaczy, które u każdego pacjenta mogą być inne. Dlatego zaleca się prowadzenie dziennika napadów, który pomaga wykryć związki między napadami a konkretnymi sytuacjami czy obciążeniami.

U wybranych pacjentów możliwe jest też zastosowanie nowoczesnych rozwiązań jak dieta ketogenna, stymulacja nerwu błędnego czy chirurgiczne usunięcie ogniska padaczkowego. Nie są to metody uniwersalne, ale u części osób mogą wyraźnie zmniejszyć częstość napadów i poprawić jakość życia.

eprasa.pl 05a7bc66e6

Udar mózgu, nazywany też apopleksją, często przychodzi zupełnie nieoczekiwanie: podczas meczu piłki nożnej, wykładu w szkole, a nawet w czasie snu.

Udar: Gdy mózg potrzebuje więcej krwi

Obecnie udar mózgu jest wielkim postrachem ludzi bez względu na wiek – to choroba poważna i naprawdę częsta. Według europejskich statystyk rocznie doświadcza go ponad milion osób. W Polsce liczby także są alarmujące: co roku do udaru dochodzi u ponad 90 tys. osób, a aż 30% pacjentów ma mniej niż 65 lat.

Szokujące statystyki

Mózg po udarze pozostaje uszkodzony, pełny powrót do zdrowia nie zawsze jest możliwy, a rekonwalescencja bywa długa i trudna. Statystyki wskazują, że udar mózgu jest trzecią pod względem częstotliwości przyczyną zgonów i najczęstszym powodem trwałej niepełnosprawności dorosłych w Polsce i na świecie. Z danych wynika, że: 1 na 4–6 osób doznaje w życiu udaru, 1 na 6 z jego powodu umiera, 1 na 4 przechodzi kolejny udar, a 1/5 chorych wymaga w jego konsekwencji stałej opieki. – *Obecnie, dzięki zbieraniu dokładniejszych danych, m.in. w programach leczenia udaru mózgu, wiemy, że jest ich około 90 tys. w ciągu roku* – powiedział prof. **Konrad Rejdak**, neurolog z Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Eksperci łączą wzrost liczby pacjentów z udarami ze stresem, złą dietą, używkami i brakiem profilaktyki.

Zagraża wszystkim grupom wiekowym

Udar mózgu powstaje wskutek przerwania dopływu krwi do mózgu. Dochodzi wtedy do jego niedokrwienia i późniejszego uszkodzenia. W 85% przypadków stan ten powoduje skrzep krwi (udar niedokrwienny), inną przyczyną jest pęknięcie jednego z naczyń mózgowych (udar krwotoczny), po którym dochodzi do krwawienia w mózgu. Przyczyn udaru jest kilka. Na niektóre czynniki ryzyka, jak wiek czy obciążenie genetyczne, nie mamy wpływu. Można jednak zadbać o ogólny stan zdrowia, bo osoby dotknięte udarem często cierpią na nadciśnienie, cukrzycę i otyłość, mają wysoki poziom cholesterolu we krwi albo palą. Czasy, gdy udar dotyczył głównie osób starszych, dawno minęły. Polskie dane pokazują, że aż 30% udarów zdarza się u osób przed 65. rokiem życia, a lekarze coraz częściej mówią także o młodszych pacjentach. Udar może więc dotknąć także osoby aktywne, pracujące i pozornie zdrowe. Znane są też przypadki młodych kobiet, u których do udaru przyczyniło się połączenie palenia papierosów i stosowania antykoncepcji hormonalnej. Dlatego znaczenie mają nie tylko wiek i płeć, lecz także styl życia, profilaktyka i szybkie reagowanie na pierwsze objawy.

ILUSTRACJA: SCIENTIFICANIMATIONS.COM

Są dwa główne typy udaru. Niedokrwienny powstaje przez zatkanie naczynia, a krwotoczny przez jego pęknięcie i krwawienie do mózgu

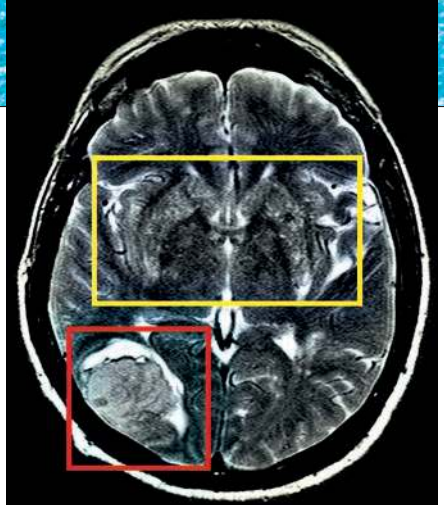


FOTO: EL MOROCO

Obraz MRI pokazuje obszary mózgu, w których doszło do niedokrwienia. To właśnie tam w ciągu minut obumierają miliony neuronów

Czas jest decydujący

W wyniku udaru na świecie umiera nawet 1/3 pacjentów. To właśnie szybka pierwsza pomoc może ocalić choremu nie tylko życie, ale też zdolności ruchu i mówienia. Na co zwrócić uwagę, by rozpoznać objawy w porę? Opadnięty kącik ust, porażenie lub osłabienie ręki i zaburzenia mowy – to pewne objawy udaru mózgu, przy których trzeba natychmiast wezwać pomoc. Ludzie często ich jednak nie rozpoznają albo je lekceważą. Fachowa pomoc dociera więc za późno. Już po kilku minutach w mózgu zaczynają obumierać komórki nerwowe, a każdej minuty ginie ich 1,9 mln. Jeśli chory otrzyma pomoc w ciągu godziny, ma do 70% szans na pełne wyzdrowienie. Z każdą kolejną godziną szansa ta szybko spada, a po pięciu godzinach wynosi już tylko 20%. «

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

System leczenia udaru w Polsce opiera się na sieci oddziałów udarowych i coraz szerszym dostępie do nowych metod terapii

eprasa.pl 05a7bc66e6

Mikroplastik:

Ukryte zagrożenie dla naszego mózgu

Mikroplastiki, drobne cząstki plastiku mniejsze niż 5 mm, stały się wszechobecnym skażeniem środowiska. Znajdziemy je w oceanach, glebie, powietrzu oraz żywności i wodzie pitnej. Niedawne badania ujawniły jednak jeszcze bardziej niepokojący fakt – mikroplastiki mogą przenikać głęboko do mózgu i wpływać na jego funkcje.

FOTO: UNIVERSITY OF RHODE ISLAND

Mikroplastiki to małe cząstki plastiku, które przenikają przez barierę krew – mózg i są szkodliwe dla naszego zdrowia

Badanie przeprowadzone na Uniwersytecie Pekińskim wykazało, że mikroplastiki mogą krążyć w krwiobiegu i gromadzić się w naczyniach mózgu. Zjawisko to zaobserwowano u myszy, u których cząstki plastiku blokowały przepływ krwi podobnie jak skrzepy, co prowadziło do neurotoksyczności i zaburzeń ruchowych. Inne badanie, prowadzone przez naukowców z Uniwersytetu Rhode Island i opublikowane w „International Journal of Molecular Sciences", wykazało, że myszy narażone na działanie mikroplastików wykazywały zmiany zachowania i oznaki zapalenia w tkance mózgu. Sugeruje to, że obecność tych cząstek w mózgu może mieć poważne skutki.

Mikroplastiki wszędzie wokół

Dróg, którymi mikroplastiki mogą wnikać do organizmu, jest wiele. Najczęstsza to zwyczajne spożywanie żywności i napojów, w których ich obecność potwierdzano już wielokrotnie. Są w wodzie butelkowanej, owocach morza, ale też w soli czy piwie. Innym niewidocznym źródłem jest powietrze, zwłaszcza w miastach, gdzie mikroplastiki unoszą się w drobnym pyle i są wdychane przez nieświadomych ludzi. Nie można też zapominać o kosmetykach – niektóre peelingi, pasty do zębów czy szampony zawierają plastikowe mikrocząstki, które np. mogą zostać przypadkiem połknięte.

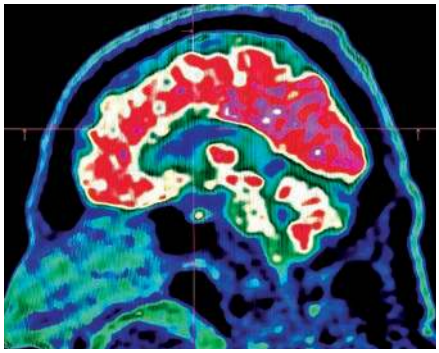


FOTO: NATURE MEDICINE

Dostają się do mózgu, gdzie się gromadzą, przez co mogą wywoływać reakcje zapalne, nasilać objawy chorób oraz negatywnie wpływać na pamięć i motorykę

Choć większość badań prowadzono dotąd na zwierzętach, obawy naukowców rosną. Wiadomo, że mikroplastiki potrafią naruszać barierę krew – mózg, czyli ochronny filtr między krwią a mózgiem. To znaczy, że cząstki plastiku mogą przenikać do tkanki mózgowej i potencjalnie wpływać na funkcje neurologiczne. Ponadto mikroplastiki często zawierają tysiące substancji chemicznych, z których niektóre, jak bisfenol A (BPA) czy ftalany, wiąże się z nierównowagą hormonalną i chorobami neurodegeneracyjnymi. Niektórzy naukowcy spekulują, że mikroplastiki mogą być jednym z czynników wpływających na rozwój chorób Alzheimera i Parkinsona, choć związku tego na razie nie potwierdzono.

Co z tym zrobić?

Pierwszym i najprostszym sposobem zmniejszenia ryzyka związanego z mikroplastikami jest ograniczenie plastiku jednorazowego. Obejmuje to też wybór innych materiałów, jak szkło, metal czy papier, które mają dłuższą żywotność i zostawiają mniejszy ślad ekologiczny. Warto wybierać kosmetyki bez mikroplastików i stawiać na produkty naturalne, bez syntetycznych polimerów często dodawanych do peelingów, past do zębów czy kosmetyków do makijażu. Certyfikaty typu Zero Plastic Inside lub oznaczenia kosmetyków ekologicznych mogą pomóc przy wyborze. Także segregacja odpadów i właściwe postępowanie z nimi wyraźnie ograniczają zanieczyszczenie mikroplastikami. «

7 CIEKAWOSTEK O MIKROPLASTIKACH

1 Mikroplastiki to cząstki plastiku mniejsze niż 5 mm, ale niektóre są tak małe, że nie da się ich zobaczyć nawet pod zwykłym mikroskopem.

2 Aż 35% mikroplastików w oceanach pochodzi z tekstyliów, głównie z tkanin syntetycznych, jak poliester i nylon. Cząsteczki uwalniają się przy praniu.

3 Znajdowano je w najodleglejszych miejscach planety, od Mount Everestu po głębiny Rowu Mariańskiego.

4 Powszechnie występują w wodzie butelkowanej i kranowej. Niemieckie badanie wykryło mikroplastiki we wszystkich z 24 testowanych piw.

5 Znaleziono je w miejskim powietrzu, co oznacza, że ludzie wdychają je każdego dnia.

6 Ryby, ptaki morskie i inne organizmy wodne często mylą mikroplastiki z pokarmem, co zaburza ich metabolizm.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

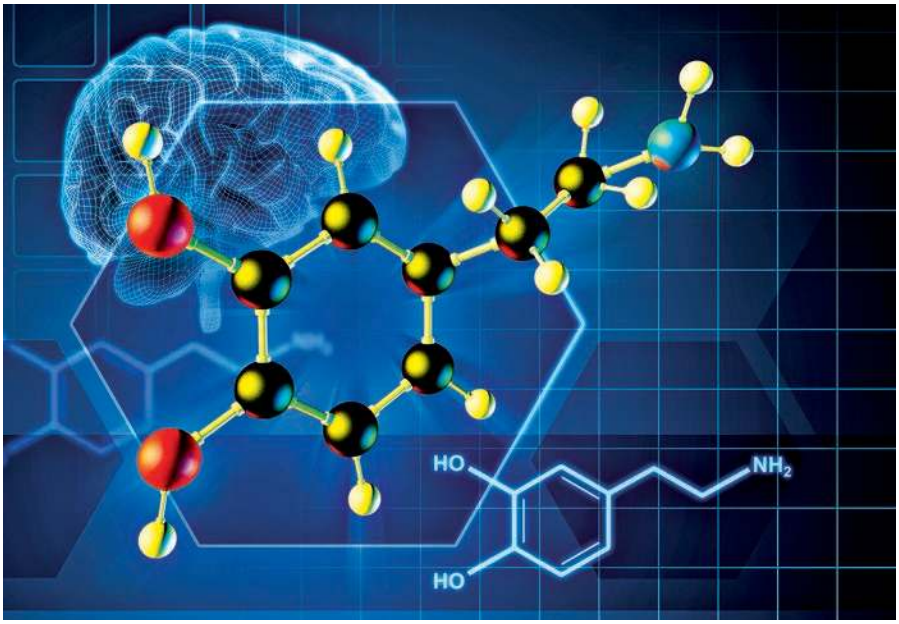
7 Przeciętny człowiek zjada ok. 5 g mikroplastików tygodniowo, co odpowiada wadze jednej karty kredytowej. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

Pułapka uzależnień: Narkotyki „pożerają” mózg jak robaki!

Gdy ktoś pierwszy raz sięga po narkotyk lub alkohol, może to wyglądać jak niewinna scena. Jeden kieliszek rumu, jeden joint, jedna dawka kokainy. Wielu ludzi nie wie, że właśnie wtedy ich mózg robi coś, co może go całkiem zmienić.

Substancje psychoaktywne przynoszą co prawda krótkie odczucia rozkoszy czy szybką ulgę, ale dzieje się to olbrzymim kosztem – ingerencją w chemię i strukturę ośrodkowego układu nerwowego. Działają wprost na neuroprzekaźniki, które przenoszą sygnały między neuronami, i zmieniają wrażliwość receptorów w kluczowych obszarach mózgu, jak układ nagrody z jądrem półleżącym (łac. *nucleus accumbens*) czy kora przedczołowa. Obszary te kierują motywacją, nagrodą, decyzjami i samokontrolą. Gdy narkotyki są brane wielokrotnie, mózg się adaptuje, neurony dostosowują, a normalne działanie organu się zmienia.



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

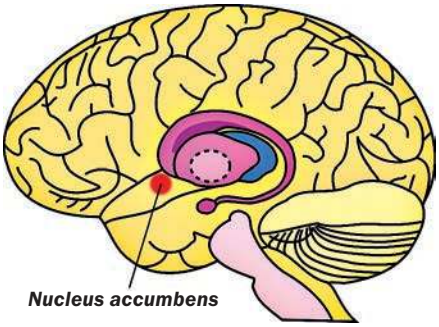
Narkotyki uwalniają dopaminę wielokrotnie silniej niż zwykłe życiowe nagrody. Dla mózgu to sygnał najwyższej wagi: „Zapamiętaj!”

To choroba

Zmiana nie jest chwilowa, lecz może być długotrwała, dlatego naukowcy klasyfikują uzależnienie jako przewlekłą chorobę mózgu, a nie wybór, słabość charakteru czy brak silnej woli. Mózg zmienia wartości nagrody, więc to, co dawniej było motywujące i przyjemne, przestaje dawać satysfakcję, a człowiek musi szukać substancji, by odtworzyć to uczucie. Ten proces wyjaśnia, dlaczego pokonanie uzależnienia jest tak trudne, i pokazuje, że sama wola nie wystarcza. Uzależnienie nie jest moralną porażką, lecz skutkiem głębokich zmian chemicznych i strukturalnych w układzie nerwowym.

Uwolnienie dopaminy

Podstawowy mechanizm uzależnienia wynika z tego, co dzieje się w tzw. układzie nagrody mózgu. Układ ten jest ewolucyjnie stary, a jego zadaniem jest utrzymywanie zachowań zapewniających przeżycie i reprodukcję (np. szukanie pokarmu, opieka nad potomstwem, potrzeby kontaktu społecznego i fizycznej przyjemności). Gdy potrzeby te zostają spełnione, mózg uwalnia dopaminę – neuroprzekaźnik dający poczucie zaspokojenia i radości. To uczucie działa jak nagroda motywująca do powtarzania czynności, które przyniosły zadowolenie, i sprawia, że dalej wykonujemy zachowania korzystne ewolucyjnie. Dopamina nie jest więc tylko „hormonem szczęścia”, jak bywa nazywana, lecz ważnym sygnałem chemicznym, który kształtuje nasze decyzje i zachowanie.



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA

Ośrodek przyjemności reaguje na narkotyki gwałtownym wyrzutem dopaminy, co mózg interpretuje jako nagrodę o najwyższym znaczeniu

Zrób to znowu

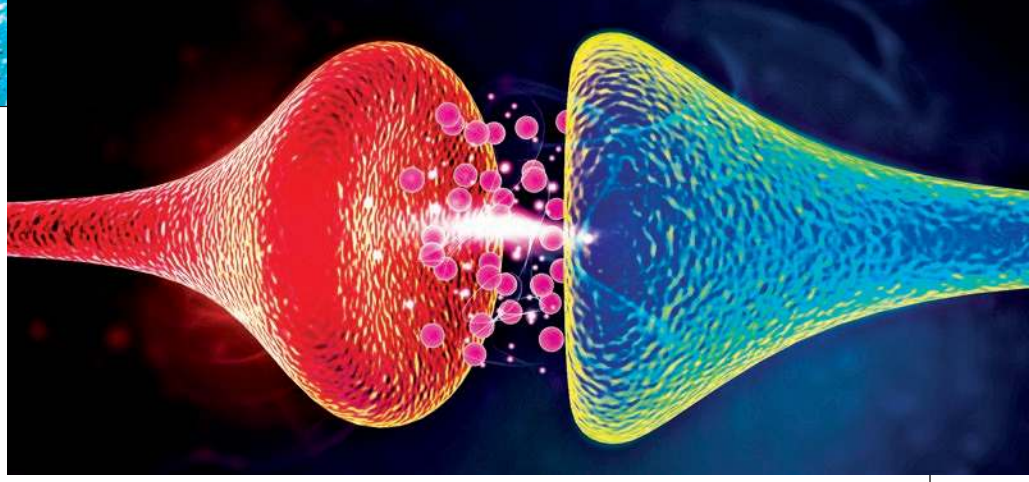
Narkotyki potrafią ten system całkowicie zmienić. Substancje psychoaktywne (alkohol, nikotyna, kokaina, heroina czy syntetyczne stymulanty) wywołują uwolnienie dopaminy w centralnej części układu nagrody, które jest znacznie większe niż w naturalnych sytuacjach. Ta skrajna aktywacja jest dla mózgu sygnałem wyjątkowej wagi: „To rzecz zasadnicza, zrób ją znowu!”. Mózg zapisuje ten moment głęboko wraz z całym kontekstem – otoczeniem, ludźmi czy odczuciami fizycznymi. Tak powstaje silne skojarzenie między użyciem substancji a błogością, które może pojawić się już po jednym doświadczeniu.

Hamulce przestają działać

Narkotyki zaburzają też równowagę między pobudzeniem a hamowaniem aktywności neuronów. Zdrowo funkcjonujący mózg umie regulować ilość dopaminy i aktywność neuronów tak, by nagroda była proporcjonalna, ale substancje psychoaktywne omijają ten mechanizm. Nie tylko sztucznie zwiększają ilość dopaminy, ale także osłabiają mechanizmy hamujące, które tłumiłyby aktywność. W efekcie mózg szybko przyzwyczaja się do nowej, silniejszej wartości nagrody. Po kilku powtórzeniach

eprasa.pl 05a7bc66e6

naturalne źródła zaspokojenia nie są już tak skuteczne. Człowiek nie czuje tej samej przyjemności z jedzenia, ćwiczeń czy kontaktu społecznego, bo odpowiedź dopaminowa słabnie. To podstawowy dowód na to, że uzależnienie nie jest tylko kwestią woli, lecz głęboką zmianą neurobiologiczną, wpływającą na motywację, uczenie się i decyzje.



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ludzki mózg przez miliony lat ewolucji wyraźnie się powiększał i reorganizował, głównie pod względem połączeń neuronów, specjalizacji obszarów oraz rosnącej zdolności uczenia, pamięci i samokontroli

Wystarczy jedno intensywne przeżycie

Nawet jedno doświadczenie narkotycznego odurzenia może mieć duży wpływ na mózg, bo aktywuje silne pamięciowe obwody nagrody odpowiedzialne za uczenie się i motywację. Gdy człowiek poczuje intensywne działanie substancji psychoaktywnej, mózg od razu zapamięta nie tylko samą przyjemność, lecz także kontekst, w jakim się pojawiła. Obejmuje on otoczenie, ludzi, zapachy, dźwięki, odczucia fizyczne i stan emocjonalny.

Większa nagroda

Wszystko to zapisuje się w mózgu w sieciach pamięci i tworzy silne skojarzenie między bodźcem a nagrodą. Z perspektywy ewolucji proces ten jest logiczny. Mózg uczy się powtarzać zachowanie związane z przeżyciem lub dobrym doświadczeniem. Przy narkotycznym odurzeniu skojarzenie to jest jednak nienaturalnie wzmocnione, bo substancja uwalnia wielokrotnie więcej dopaminy niż zwykłe życiowe nagrody, co mózg odbiera jako wyjątkowo ważne.

Potwierdzone u myszy

Mechanizm ten występuje nie tylko u ludzi, ale też u zwierząt laboratoryjnych, jak myszy czy szczury. W eksperymentach, w których zwierzęta mogą wybierać między zwykłym pokarmem a kokainą, o wiele bardziej wolą karmnik z kokainą. Zaniedbują zwykłe potrzeby, jak jedzenie czy picie wody, i dopóki pozwalają im na to ciało lub warunki życia, skupiają się wyłącznie na zdobyciu substancji. Zjawisko to pokazuje, jak mocno narkotyk potrafi zmienić priorytety mózgu – nagroda związana z substancją chemiczną staje się dominująca, a naturalne nagrody schodzą na dalszy plan.

Związek z przyjemnością

Dla człowieka oznacza to, że nawet jednorazowe doświadczenie może mieć długofalowe skutki. Mózg pamięta zestaw bodźców i chemicznej nagrody, a gdy pojawią się one znów (to samo miejsce, ta sama grupa ludzi lub sytuacja podobna do pierwotnego przeżycia), aktywują się te same obwody pamięci. Może to wywołać silny przymus szukania narkotyku, znany jako głód narkotykowy (ang. *craving*). To jeden z powodów, dla których pokonanie uzależnienia jest tak trudne – sama obecność wyzwalaczy potrafi wywołać reakcję neurologiczną podobną do pierwszego przeżycia, nawet po długiej abstynencji. Mózg tworzy trwały związek między narkotykiem a przyjemnością, którego nie usuwa decyzja ani wola.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

ZDOLNOŚĆ ODNOWY

Neuronauka pokazuje, że mózg jest plastyczny i po długiej abstynencji może częściowo odzyskać zwykłe funkcje. Zmiany struktury i działania mózgu, powstałe przez przewlekłe używanie szkodliwej substancji, mogą stopniowo maleć i się korygować, zwłaszcza gdy detoks łączy się z terapią behawioralną, wsparciem społecznym i treningiem zdrowych nagród. Mózg uczy się nowych skojarzeń, przywraca wrażliwość receptorów i znów znajduje zaspokojenie w zwykłych, naturalnych czynnościach. Proces ten jest długi i wymaga cierpliwości, bo stare skojarzenia i wyzwalacze pozostają aktywne i mogą wywołać głód uzależnieniowy nawet po dłuższej abstynencji, ale pokazuje, że powrót do zdrowia jest możliwy, a uzależnienie nie jest stanem nieodwracalnym, lecz chorobą mózgu, którą da się leczyć i pokonać.

DA SIĘ TEŻ INACZEJ

Alternatywne leczenie uzależnienia od narkotyków kusi obietnicą „leczenia bez bólu" i uzdrawianiem całości, a nie tylko tego aspektu. Nie zastępuje jednak klasycznego leczenia uzależnień, jest raczej dodatkiem, który może pomóc w powrocie do równowagi. W tym przypadku często pracuje się z tym, co zastępowały narkotyki: poczuciem spokoju, sensu lub kontroli nad życiem. Dużą uwagę zyskują mindfulness i medytacja, pomagające radzić sobie z głodem i stresem bez ucieczki w substancję uzależniającą. Joga, ćwiczenia oddechowe i praca z ciałem poprawiają odczuwanie emocji i obniżają lęk – częsty wyzwalacz nawrotu. Arteterapia lub muzykoterapia dają przestrzeń do wyrażenia uczuć, które trudno ubrać w słowa. W niektórych przypadkach stosuje się też akupunkturę, zwłaszcza jako wsparcie przy odstawieniu. Trzeba podkreślić, że alternatywne podejścia działają najlepiej wtedy, gdy są częścią kompleksowego leczenia i odbywają się pod nadzorem specjalisty. Same uzależnienia „nie wyleczą", ale mogą zwiększyć szansę, że człowiek wytrwa w abstynencji.

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Tolerancja, głód uzależnieniowy i osłabiona samokontrola tworzą błędne koło. Do osiągnięcia tego samego uczucia potrzeba coraz większej dawki substancji, a zwykłe radości tracą znaczenie

Cały proces pokazuje, że uzależnienie nie jest kwestią moralnej porażki, lecz głębokiej zmiany neurobiologicznej, która zmienia układ nagrody i skojarzenia pamięciowe. Nawet jedna dawka może uruchomić długą spiralę uzależnienia, w której ciało i mózg stale tkwią w konflikcie między żądzą natychmiastowej nagrody a próbą kontroli zachowania.

Nadmiar hormonu szczęścia

Kolejnym krokiem w rozwoju uzależnienia jest to, co naukowcy nazywają neuroadaptacją. To głębokie zmiany w chemii mózgu i pracy neuronów, które próbują poradzić sobie z nadmierną aktywnością układu nagrody. Gdy człowiek często używa substancji psychoaktywnych, w kluczowych obszarach pojawia się nadmiar dopaminy. Mózg reaguje, zmniejszając wrażliwość receptorów dopaminowych i zmieniając produkcję neuroprzekaźników.

Pragnienie większej dawki

W efekcie ciało i mózg zaczynają domagać się coraz większych dawek narkotyku, by osiągnąć poczucie przyjemności, które dawniej dawały zwykłe doświadczenia. Zjawisko to nazywa się zwiększoną tolerancją. Tolerancja nie jest tylko zjawiskiem psychologicznym, lecz rzeczywistą zmianą fizjologiczną w mózgu: receptory są mniej wrażliwe, szlaki neuronów zmienione, a układ dopaminowy przestaje reagować na małe bodźce. Dlatego ludzie biorą coraz większe ilości narkotyku lub jego silniejsze formy, bo ciało nie reaguje już na wcześniejszą dawkę tak intensywnie.

Zaczarowany krąg

Tolerancja i neuroadaptacja tworzą razem zaczarowany krąg – im mocniej narkotyk aktywuje układ nagrody, tym silniejsza adaptacja i tym większej dawki potrzeba, by poczuć zaspokojenie. Proces ten może trwać miesiące i lata oraz prowadzić do trwałych zmian w mózgu, które wymagają leczenia, a często też wsparcia psychologicznego, by wróciła zdolność odczuwania radości z naturalnych, niechemicznych nagród.

Regulacja zachowania

Z każdym kolejnym użyciem substancji psychoaktywnej jej działanie obejmuje coraz więcej obszarów

Kokaina: Jak bardzo można zmienić strukturę mózgu?

To, co pierwotnie było tradycyjnym zwyczajem rdzennych kultur Andów, dziś zmieniło się w konsumpcyjną, bezprecedensową destrukcję ludzkiej psychiki. Kokaina należy do najstarszych znanych substancji psychoaktywnych. Ludzie używali jej tysiące lat przed naszą erą – wtedy jednak w zupełnie innej postaci.

FOTO: BORISANDINA

Liście koki były tradycyjnym środkiem wspomagającym w górach. Jednak współcześnie przyjmowanie tego specyfiku przekształciło się w obarczony wysokim ryzykiem eksperyment na mózgu

Mieszkańcy Andów żuli liście koki, by pobudzić pracę serca, przyspieszyć oddech i stłumić zmęczenie. Współczesna kokaina, izolowana i chemicznie skoncentrowana, z tą tradycyjną praktyką ma już niewiele wspólnego.
Na przełomie XX i XXI wieku była bardzo popularna – brały ją miliony ludzi w Europie i USA. Większość nie wiedziała wtedy, z jaką siłą substancja ta potrafi ingerować w pracę mózgu.

Świat na liściach koki

Już jedna dawka kokainy – jedna kreska w klubie – może u niektórych osób szybko uruchomić zmiany w obwodach mózgowych. Może być też pierwszym krokiem do rozwoju uzależnienia. Blisko dwa lata temu zespół amerykańskich naukowców z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Francisco opublikował w „Nature Neuroscience" wyniki badania wpływu kokainy na mózgi myszy. Pod mikroskopem laserowym naukowcy zaobserwowali, że już kilka godzin po podaniu substancji na neuronach tworzyły się nowe mikroskopijne wypustki – zmiany połączeń synaptycznych związanych z uczeniem się i pamięcią. Innymi słowy: mózg zaczynał „uczyć się" łączyć narkotyk z nagrodą.
– Nasze obserwacje dały jasne dowody na to, że kokaina wywołuje szybkie zmiany

FOTO: HARBOR LONDON

Skoncentrowana rozkosz w białej postaci. Izolowana kokaina działa na mózg dużo silniej niż naturalne źródła nagrody

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Mózg nie jest biernym organem. Długie używanie narkotyków ingeruje w jego chemię i połączenia neuronów, stopniowo zmieniając system nagrody, motywacji i samokontroli

mózgu odpowiedzialnych za impulsy, decyzje i samokontrolę. Nie chodzi tylko o obszar nagrody, gdzie uwalnia się dopamina i powstaje poczucie rozkoszy, lecz także o korę przedczołową, część mózgu, która planuje, ocenia ryzyko, waży skutki i pozwala opierać się natychmiastowym pokusom. To ona odgrywa główną rolę w kierowaniu zachowaniem i trzymaniu się celów.

Nie chodzi o słabą wolę

Gdy narkotyki wielokrotnie przeciążają obwody układu nagrody, kora przedczołowa stopniowo się przystosowuje, jej aktywność się zmienia i spada zdolność hamowania impulsów. Człowiek przestaje racjonalnie oceniać sytuację, choć świadomie rozumie zagrożenie lub szkody, jakie niesie branie narkotyku; struktura mózgu nie potrafi już blokować pragnienia przyjęcia kolejnej dawki.

Przekierowana motywacja

W mózgu następuje zmiana priorytetów – motywacja, która dawniej kierowała się ku zwykłym nagrodom, zostaje przekierowana na szukanie substancji. Mózg „wie", że narkotyk daje natychmiastową nagrodę, więc inne nagrody stają się mniej ważne. W efekcie racjonalne myślenie i zdolność oporu słabną, a reakcja na narkotyk się wzmacnia.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Droga powrotu do równowagi. Leczenie uzależnienia wymaga czasu, wsparcia i odbudowy ośrodka nagrody mózgu

Bez długiej terapii się nie da

Leczenie uzależnienia jest trudne. Nie wystarczy świadoma decyzja, by przestać brać, pić itd. Mózg musi stopniowo odnowić pracę kory przedczołowej, zmniejszyć wrażliwość układu nagrody i przełamać utrwalone skojarzenia między substancją uzależniającą a nagrodą. Uzależnienie to więc złożony stan łączący czynniki biologiczne, psychiczne i środowiskowe, wymagający długiej terapii, wsparcia i często interwencji behawioralnych, by człowiek znów odzyskał kontrolę nad zachowaniem. «

w połączeniach nerwowych. Im wyraźniejsze były te zmiany, tym silniej myszy reagowały na bodźce narkotykowe – wyjaśnia neurobiolożka i psycholożka **Linda Wilbrecht** z Uniwersytetu Kalifornijskiego. Ustalenia te pomogły wyjaśnić mechanizm uzależnienia: dlaczego narkotyk stopniowo przejmuje kontrolę nad decyzjami, zachowaniem i motywacją oraz dlaczego pragnienie powtórzenia działania potrafi przeważyć nad racjonalnym namysłem.

Czy wiesz, że...

... czystą kokainę z liści koki pierwszy wyizolował w 1859 niemiecki chemik Albert Niemann? Popularność kokainy mocno wzrosła pod koniec XIX wieku, m.in. po tym, jak John Pemberton użył ekstraktu z liści koki przy produkcji Coca-Coli.

Magiczny proszek

Czarowi kokainy uległy także niektóre słynne postacie XIX wieku. Austriacki neurolog i twórca psychoanalizy **Sigmund Freud** (1856–1939) sam jej używał, polecał ją pacjentom i przepisywał np. na depresję czy problemy seksualne. W roku 1884 opublikował tekst *Über Coca*, w którym opisywał kokainę jako niemal cudowny narkotyk. Biały proszek szybko zdobył popularność we wszystkich warstwach społecznych. Dodawano go do win, toników i „eliksirów zdrowia", które reklamowały znane osoby, m.in. wynalazca **Thomas Edison**. Izolowana kokaina była wówczas znana dopiero od kilku dekad, a o ryzyku uzależnienia wiedziano bardzo mało. Dwa lata później aptekarz **John Pemberton** dodał wyciąg z liści koki do receptury nowego napoju, który nazwał Coca-Cola.

Wyżera dziurę w nosie

Na początku XX wieku nasilały się głosy opinii publicznej i lekarzy o szkodliwości kokainy. W roku 1903 Coca-Cola zaczęła produkować napój bez kokainy, jednak mimo to narkotyk szerzył się innymi drogami. W tym czasie upowszechniła się też nowa szkodliwa moda na wciąganie kokainy. Literatura medyczna już przed I wojną światową pisała o uszkodzonych w wyniku długiego używania narkotyku przegrodach nosowych. Jeden z najsłynniejszych przypadków trafił w lutym 2012 roku na stół sekcyjny. Piosenkarka **Whitney Houston** (1963–2012) została znaleziona martwa w wannie. W jej organizmie wykryto znaczne ilości kokainy. Według koronera **Eda Wintera** mogła stracić przytomność po zażyciu narkotyku albo doznać zatrzymania serca i się utopić. Jej przegroda nosowa miała wyraźną perforację – typowy skutek długiego używania kokainy. «

FOTO: SCIELO BRASIL

Długotrwałe wciąganie kokainy może dosłownie „wyżreć" dziurę w przegrodzie nosowej

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Według WHO ADHD dotyczy 2–5% populacji

Nie potrafią usiedzieć. Myśli skaczą jak iskry. Każdy dźwięk jest jak syrena, a kolor – jak latarnia. A jednak, gdy coś ich wciągnie, potrafią „jechać" na pełnych obrotach i bez hamulców. Zaburzenie hiperkinetyczne, zespół nadpobudliwości psychoruchowej powszechnie znane jako ADHD to coś, z czym mierzą się zarówno dzieci, jak i dorośli. Czym jest i dlaczego to coś więcej niż roztrzepanie i ruchliwość?

ADHD: silnik na pełnych obrotach

Doktorant psychologii **Salif Mahamane** zaczyna wykład TED serią wyrzutów: *Jak możesz nie rozumieć, o czym mówimy?! Co z tobą?! Czy używasz mózgu?!* Nie po to, by obrazić publiczność, ale by pokazać, co słyszał całe życie. Mahamane ma ADHD. Skończył studia, założył rodzinę, a dziś bada towarzyszące mu zaburzenie od środka. Z humorem porównuje osoby z ADHD do zbieraczy na sterydach – gdy zwykłego człowieka ciekawi mocny kolor, „adehadowców" rozprasza wszystko. Według szacunków to zaburzenie ma ok. 2–5% ludzi na świecie.

Niesforny Phil i pamięć medycyny

Pierwszy „portret" nadpobudliwości pochodzi z roku 1845. Niemiecki lekarz **Heinrich Hoffmann** – być może zupełnie nieświadomie – nie opisał zaburzenia protokołem, lecz wierszykiem o Niesfornym Filipie (oryg. niem. *Die Geschichte vom Zappel-Philipp*; w polskiej wersji: *Pawełek Wiercipięta*) – chłopcu, który nie umiał siedzieć przy stole, wpadał na świat, a świat na niego. Dziś możemy przypuszczać, że w tej moralizującej opowiastce Filip mógł nie być w stanie kontrolować swojego zachowania… To kluczowa różnica – nie każda dziecięca ruchliwość jest zaburzeniem. Przy ADHD objawy są długotrwałe, wyraźne i ingerują w życie o wiele bardziej niż zwykły bunt.

Chłopcy, dziewczynki i różnice między wierszami

ADHD zwykle ujawnia się między 6. a 12. rokiem życia. Wyróżnia się trzy postacie zaburzenia: nieuwagę, nadaktywność z impulsywnością i formę mieszaną. Objawy muszą trwać ponad sześć miesięcy i wyraźnie wpływać na codzienność. Eksperci są zgodni, że kluczową rolę gra genetyka – z ADHD się rodzi. Alkohol czy nikotyna w ciąży mogą pogorszyć objawy, ale nie są główną przyczyną. Wśród przyczyn nie figuruje też złe wychowanie. Długo twierdzono, że ADHD to „chłopięca sprawa".

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Długo twierdzono, że ADHD to „chłopięca sprawa". Dziś wiemy, że dotyczy także dziewczynek

Dziś wiemy, że problem dotyczy także dziewczynek, u których objawy mogą być nieco inne. U chłopców zaburzenie bywa głośne i widoczne, u dziewczynek często kryje się za lękiem, marzycielstwem i zapominaniem. Nie dlatego, że „nie słuchają", lecz dlatego, że ich uwaga płynie innymi nurtami. Tak naprawdę jednak wszelkie uogólnienia nie mają większego sensu, bo objawy zaburzenia przenikają się między płciami.

Mózg w rozproszeniu

ADHD nie ma nic wspólnego z inteligencją. Gorsze wyniki w szkole nie są oznaką mniejszego sprytu, lecz ceną za rozproszoną uwagę. Leki potrafią tłumić objawy i stabilizować nastrój, ale długofalowo mogą ingerować w kruchą równowagę rozwijającego się organizmu. **David Anderson**, prof. neurobiologii, twierdzi, że podawanie tych leków przypomina wylanie całego kanistra oleju bezpośrednio na silnik samochodowy zamiast wlania go precyzyjnie do wlewu. Część oleju ostatecznie ścieknie w odpowiednie miejsce i silnik zadziała lepiej (objawy ADHD się zmniejszą), ale reszta zaleje inne podzespoły, wywołując niepożądane efekty uboczne. Najlepszą drogą jest więc terapia behawioralna, najlepiej wczesna i prowadzona przez specjalistów. Wszystko można wypracować – trzeba tylko czasu, cierpliwości i zrozumienia. «

ZESPÓŁ PRZEWLEKŁEGO ZMĘCZENIA

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Jeśli zaburzenie hiperkinetyczne kojarzy się z niekończącym przypływem energii, zespół przewlekłego zmęczenia stoi na drugim końcu spektrum.

Dotknięte nim osoby niezależnie od długości odpoczynku czują się wyczerpane do tego stopnia, że zaburza to ich codzienne funkcjonowanie.

Przyczyna, podobnie jak przy ADHD, nie jest dokładnie ustalona. Eksperci sądzą, że to efekt działania wielu czynników, w tym infekcji, odporności, reakcji psychologicznych lub stresu.

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: RAREHISTORICALPHOTOS.COM

Pająki na haju

Kiedy: 1948
Gdzie: Niemcy
Wynik: odurzony pająk utkał pajęczynowy dziwoląg

Wpływ narkotyków na człowieka naukowcy badali już dekady przed II wojną światową i w trakcie wojny. Po 1945 roku zainteresowanie przeniosło się

gdzie indziej – na zwierzęta. W 1948 roku niemiecki zoolog **H.M. Peters** z uniwersytetu w Tybindze przeprowadził eksperyment z pająkami. Wpadł na jego pomysł przypadkiem. Petersa męczyło wstawanie o świcie, gdy pająki zaczynały pleść sieci. Poprosił więc kolegę farmakologa **Petera N. Witta**, by pomógł mu zmienić ich biorytm. Witt karmił pająki wodą z cukrem – i dodawał stymulanty, takie jak kofeina, LSD czy amfetamina. Tyle że pająki zareagowały inaczej, niż uczeni oczekiwali. Sieci nadal tkały nocą, lecz ich kształt dramatycznie się zmienił.
Pająki po kofeinie tworzyły mniejsze sieci z grubymi nićmi. Po LSD tkały tylko kilka długich nici. Po marihuanie powstawała chaotyczna plątanina włókien, a po tabletkach nasennych produkowały parę cienkich nici z kółkiem pośrodku. Badanie w 1995 powtórzyła NASA. «

Ktoś tu mówi

Kiedy: 1942
Gdzie: Wirginia, USA
Wynik: we śnie człowiek niczego się nie nauczył

FOTO: FLICKR

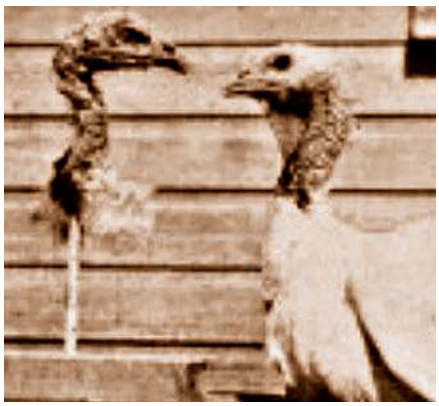
Mózg uczy się przez całe życie. Czy może robić to także podczas snu? Jak silna jest nasza podświadomość? W 1942 roku **Lawrence LeShan** (1920–2020) z uczelni w Williamsburgu w Wirginii szukał odpowiedzi na te pytania. Do eksperymentu wybrał kilku chłopców obgryzających paznokcie. Za pomocą fonografu – poprzednika gramofonu – nocą odtwarzał im zdanie: „Moje paznokcie są obrzydliwie gorzkie". Nagranie powtarzał 300 razy z rzędu. LeShan wierzył, że tak stopniowo wykorzeni nawyk. Dopóki fonograf działał, wydawało się, że metoda pomogła przynajmniej jednemu chłopcu, potem jednak urządzenie się zepsuło i profesorowi zostało tylko godzinami powtarzać frazę osobiście. Wyniki przyszły po kilku tygodniach: ok. 40% chłopców przestało obgryzać paznokcie. LeShan był przekonany, że decydująca była „czystość głosu". Krytycy twierdzili jednak, że chłopcom raczej znudziło się słuchanie noc w noc tego samego zdania – a może i tego samego psychologa. W 1956 roku kolejne badania pokazały, że prawdziwa nauka podczas snu nie jest możliwa. «

Seksualna głowa

Kiedy: lata 60. XX wieku
Gdzie: Pensylwania, USA
Wynik: samiec indyka reagował nawet na prosty bodziec – kluczowa była głowa samicy

Czy zastanawialiście się kiedyś, jak działa seksualność indyków? Ciekawiło to amerykańskich badaczy, a gdy się za to zabrali, odkryli, że natura czasem potrzebuje zaskakująco prostego „wyzwalacza".

FOTO: WIKIMEDIA



Etolodzy **Martin Schein** i **Edgar Hale** z Pennsylvania State University w latach 60. badali, co u samców indyka wywołuje zachowanie prowadzące do kopulacji. Stworzyli realistyczną makietę samicy. Samiec reagował tak, jakby chodziło o prawdziwą partnerkę. Potem badacze zaczęli makietę stopniowo „przycinać". Najpierw zniknął ogon. Potem odcięli nogi. Następnie skrzydła. Można by sądzić, że zainteresowanie zgaśnie, ale tak się nie stało. Samiec wciąż próbował kopulować. W końcu została tylko głowa samicy, przymocowana do pręta. Wystarczyła. Nawet bardziej niż ciało bez głowy. Schein zauważył później, że *głowa była dla samca decydującym bodźcem*. Przy prawdziwym kryciu samiec przykrywa samicę ciałem tak, że z jego perspektywy widać głównie głowę i szyję. Ewolucja najwyraźniej ustanowiła prostą zasadę: widzisz właściwą głowę – działaj. Samce reagowały nawet na świeżo oddzieloną albo wysuszoną głowę czy drewnianą imitację głowy. Ustalenia naukowcy podsumowali w 1965 w czasopiśmie „Sex and Behavior". Badanie stało się klasycznym przykładem tzw. bodźca kluczowego (ang. *sign stimulus*) – prostego znaku, który potrafi uruchomić złożone zachowanie. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

enigma

KWARTALNIK

TWÓJ PRZEWODNIK PO ŚWIECIE TAJEMNIC

SŁYNNY DOM STRACHÓW Z HORRORU

***Obecność* znów na sprzedaż!**

KLĄTWA MIASTA BOGA MAŁP:

Czy archeologów uśmierciła bakteria z przeszłości?

PRZERAŻAJĄCA BESTIA Z TANTANOOLI:

Co zabijało w południowej Australii?

PRASTARZY BOGOWIE I NIEOCZEKIWANE FAKTY:

Czy dawne mity opierają się na prawdzie?

NAJWIĘKSZY MAGAZYN O TAJEMNICACH

Gdy mowa o pamięci, większość ludzi wyobraża sobie wewnętrzną bibliotekę, w której są wszystkie wspomnienia, wrażenia i szkolne regułki, które słyszeli. W rzeczywistości pamięć to jednak znacznie więcej niż skład informacji – to żywy proces, który stale zachodzi w mózgu i tworzy podstawę tego, kim jesteśmy.

Pamięć: Cud, którego nie wolno brać za pewnik

Ścisłe badania pamięci zaczęły się dopiero w XIX wieku i trwają do dziś. Jeden z ekspertów, profesor psychiatrii i neurobiologii **Larry Squire** (*1941), opisał pamięć tak: *Uczenie się to przyswajanie nowych informacji, a pamięć to trwanie tego, czego się nauczyliśmy, w stanie pozwalającym później przywołać informację. Dzisiejsza nauka widzi pamięć jako wspólną przestrzeń dla psychologii, biologii i neuronauki* – miejsce spotkania myśli, synaps i doświadczeń.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Mózg nigdy nie odpoczywa. Nawet w trybie spoczynku trwa w nim elektryczna burza, która tworzy, utrwala i przepisuje wspomnienia

Nie widać jej, a rządzi wszystkim

Pamięć nie ma kształtu ani barwy, a jednak bez niej nie zrobimy nawet kroku. Odciska się w niej każda chwila życia, dzięki czemu wyciągamy wnioski i możemy rozumieć świat wokół. Dopiero gdy zaczynamy tracić pamięć – choćby przy chorobie Alzheimera – pojmujemy, jak kruchy i potężny jest ten cud. Psychologowie śledzą wpływ doświadczeń na zachowanie. Neurobiolodzy badają, co dzieje się w mózgu, które struktury się aktywują, jak zmieniają się synapsy i jak neurony się komunikują. Wspólnie układają mozaikę mającą pokazać, jak doświadczenie przechodzi w pamięć i czemu jedne wspomnienia zostają na całe życie, a inne znikają po kilku dniach.

Wspomnienia to nie kamienie, lecz woda

Psycholog **Robert C. Bolles** trafnie to ujął: *Pamiętamy to, co rozumiemy, rozumiemy tylko to, czemu poświęcamy uwagę, a uwagę poświęcamy tylko temu, czemu chcemy.* Zapominanie nie jest błędem systemu, lecz jego częścią. Według prawa Ribota pamięć długotrwała bywa trwalsza niż krótkotrwała. Współczesne teorie dodają ciekawszą myśl – każde wspominanie jest zarazem zmianą przeszłości. Gdy przywołujemy zdarzenie, mózg je „przepisuje" – jakbyśmy wyjęli z kartoteki notatkę, przeczytali ją i przepisali na czysto. Wspomnienie zapisuje się ponownie, ale już nieco inaczej. I tak przeszłość przy każdym przywołaniu nieznacznie się zmienia – jesteśmy własnymi kronikarzami i redaktorami zarazem.

Kiedy zaczynasz się czegoś uczyć, w pierwszym dniu zapominasz aż 80% tego, czego się nauczyłeś. Jeśli jednak powtórzysz informacje po nauce (najpóźniej 24 godziny), mózg zacznie traktować je inaczej.

Typy pamięci

System pamięci człowieka przypomina splątaną sieć, w której zdolności psychiczne łączą się z konkretnymi obszarami mózgu. Gdy coś zapamiętujemy, nie chodzi tylko o to, że „w głowie zapisuje się informacja". W mózgu naprawdę zachodzi fizyczna zmiana jego struktury. Powstają nowe połączenia między neuronami, jedne się wzmacniają, inne słabną. Każde wspomnienie jest więc drobną przebudową nerwowego krajobrazu. Naukowcy od lat próbują dzielić pamięć według różnych kryteriów – według czasu trwania (sensoryczna, krótkotrwała, średniotrwała, długotrwała), treści lub sposobu przywoływania. Jednoznaczny schemat jednak nie istnieje. Najbardziej wpływowe ujęcie zaproponował neurobiolog Larry Squire, który wyróżnił dwa typy pamięci –

eprasa.pl 05a7bc66e6

PAMIĘĆ KRÓTKOTRWAŁA

- Działa przez sekundy i mieści **5–9 elementów**.

FOTO: HARVARD HEALTH A PETER DAZELEY

- Rejestruje twarze, ruch wokół i krótkie zdarzenia, jak błysk słońca w oknie.
- Potem **wygasa** i ustępuje miejsca kolejnym bodźcom.

PAMIĘĆ DŁUGOTRWAŁA

- Działa od minut po dziesiątki lat i ma niemal nieograniczoną pojemność.

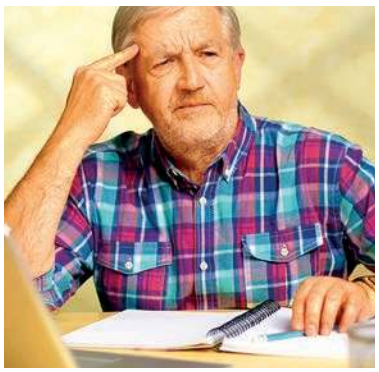


FOTO: LARRY R. SQUIRE'S PROPERTY

- Dzieli się na **jawną** i **utajoną**.
- Pierwsza przechowuje wspomnienia i ogólne fakty, druga – umiejętności i nawyki. ■

deklaratywną i niedeklaratywną (czy potrafimy coś świadomie przywołać).

Deklaratywna i utajona

Pamięć deklaratywna, czasem zwana też jawną, obejmuje wszystko, co sobie uświadamiamy. Należą do niej fakty, zdarzenia, imiona czy historie, czyli to, co potrafimy „wyciągnąć z głowy", gdy chcemy. Gdy przypominasz sobie, co jadłeś na obiad albo kiedy byłeś nad morzem, używasz właśnie tego systemu. To pamięć świadoma, wyraźna, zrozumiała.

Po przeciwnej stronie znajduje się pamięć niedeklaratywna, czyli utajona. Działa w tle i nie dochodzi do głosu. Dzięki niej umiemy jeździć na rowerze, grać na fortepianie czy zawiązać sznurowadła bez myślenia o tym. Mózg zapamiętuje wzorce ruchu i procedury, a potem je powtarza, choć nie jesteśmy świadomi, że coś „sobie przypominamy".

Amerykański neuronaukowiec Larry Squire zasadniczo zmienił współczesne rozumienie systemów pamięciowych.

Historie mózgu

W rozróżnieniu pamięci ze względu na treść pamięć długotrwała dzieli się na epizodyczną, semantyczną i proceduralną. Epizodyczna niesie osobiste historie – przechowuje przeżycia i emocje, zapach deszczu czy kolor pokoju, w którym dorastaliśmy. Semantyczna zapisuje fakty o świecie, np. że woda wrze w 100°C, że Polska leży nad Wisłą itd. Pamięć proceduralna kolekcjonuje umiejętności – prowadzenie auta, jazdę na nartach czy pisanie na klawiaturze. Wszystkie te systemy uzupełniają się i razem tworzą niewidzialną sieć, która spaja nasze doświadczenie.

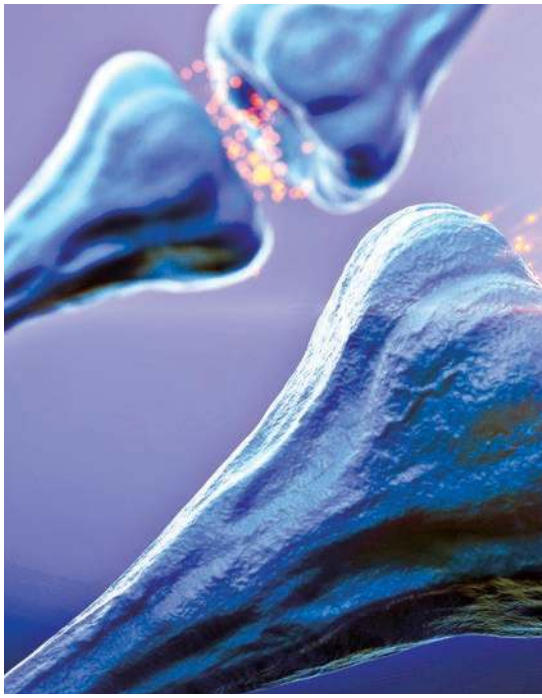
FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Pamięć krótkotrwała szybko reaguje na zmiany wokół nas – na przykład w ruchu drogowym śledzimy dziesiątki bodźców naraz**

Utrwalanie wspomnień

Jak wygląda wspomnienie? Nie jest fotografią w szufladzie mózgu, lecz raczej tańcem sygnałów elektrycznych i reakcji chemicznych. Gdy uchwycimy nowy bodziec, mózg zapisuje go na kilka sposobów. Część informacji krąży jako impulsy elektryczne biegnące po określonej sieci neuronów. Gdzie indziej zmienia się ilość substancji chemicznych, tzw. neuroprzekaźników, przenoszących pobudzenia między neuronami. Czasem zmienia się nawet struktura połączeń – synapsy się poszerzają, przybywa receptorów, głównie reagujących na glutaminian, jeden z głównych przekaźników w mózgu.

Wspomnienie nie jest więc statycznym zapisem, lecz ciągłym procesem. Za każdym razem, gdy coś przywołujemy, dana sieć neuronalna znów się aktywuje i może trochę się zmienić – jakby mózg brał stary tekst, przepisywał go na czysto i odkładał do archiwum. Warto też wiedzieć, że nawet pozornie drobna czynność, jak żucie, może pomagać pamięci. Poprawia ukrwienie mózgu, a tym samym zdolność przetwarzania i zapisywania nowych informacji.



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Między neuronami trwa taniec sygnałów i substancji chemicznych. Tu powstają połączenia, które tworzą naszą pamięć**

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Mózg nocą nie śpi, przeciwnie – zwiększa aktywność. Gdy za dnia tworzą się ścieżki pamięci, nocą proces ten jest szybszy i wciąż się powtarza**

Więc gdy następnym razem będzie uczyć się czegoś ważnego, guma może być cichym sprzymierzeńcem. «

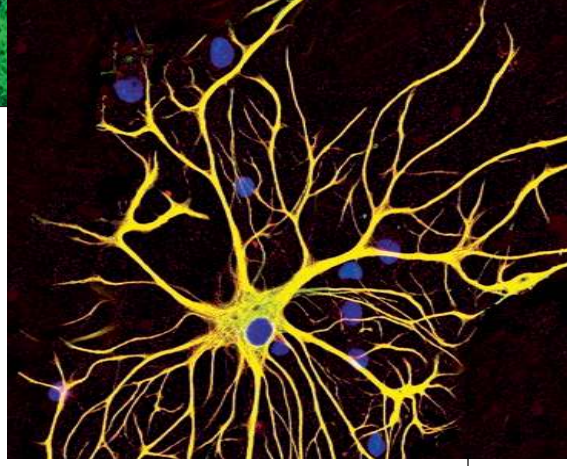
eprasa.pl 05a7bc66e6

połączone z naczyniami. Poza tym „sprzątają” też wokół neuronów, ale to jeszcze nie wszystko!

Astrocyty „podsłuchują” synapsy

Ich wypustki mogą owijać się wokół pojedynczych synaps (zawsze między dwoma neuronami), tworząc tzw. synapsę trójdzielną. W przeciwieństwie do neuronów astrocyty nie mogą wysyłać impulsów elektrycznych, które niosą informacje przez mózg. Mogą jednak używać swojej sygnalizacji wapniowej do komunikacji z innymi astrocytami. Dzięki postępowi technologii pozwalających obrazować wapń w mózgu naukowcy odkryli, że sygnalizacja wapniowa umożliwia astrocytom koordynowanie aktywności z neuronami w synapsach, z którymi się łączą.

ILUSTRACJA: GERRY SHAW



Przez długi czas wydawało się, że astrocyty jedynie sprzątają po neuronach i dostarczają im substancji odżywczych. Dziś wiemy, że potrafią one regulować przechowywanie informacji oraz siłę połączeń w mózgu

Zmiany te mogą uruchomić w astrocytach uwalnianie gliotransmiterów – cząsteczek sygnałowych podobnych do neuroprzekaźników – do synapsy. – *Między sygnalizacją neuronową a sygnalizacją astrocytów i neuronów istnieje zamknięty obieg* – mówi **Leo Kozachkov** z Massachusetts Institute of Technology (MIT). W najnowszym badaniu wraz ze współpracownikami zaczął tworzyć modele pokazujące, jak te połączenia mogą działać i w jaki sposób pomagają zapisywać informacje w pamięci.

Kluczem do ogromnej pamięci mózgu mogą być **astrocyty**

Astrocyty, komórki gwiaździste z długimi wypustkami, należą do neurogleju, czyli tkanki podporowej, która wraz z neuronami tworzy układ nerwowy. Komórki glejowe stanowią ok. 90% wszystkich komórek układu nerwowego i pełnią wiele funkcji. Teraz okazuje się, że dla naszej pamięci astrocyty są prawdopodobnie dużo ważniejsze, niż się wydawało.

Ludzki mózg zawiera ok. 86 mld neuronów, czyli komórek nerwowych. Te elektrycznie pobudliwe komórki wysyłają sygnały zwane potencjałami czynnościowymi, które pomagają mózgowi zapisywać wspomnienia, a także przekazywać informacje i polecenia do całego ciała i układu nerwowego. Połączenie dwóch neuronów nazywa się synapsą. Służy ona do przekazywania bodźców z użyciem przekaźników chemicznych, czyli neuroprzekaźników. Na każdą komórkę nerwową, czyli neuron, przypada 20–1000 synaps.

Nie tylko sprzątanie i odżywianie

Oprócz neuronów mózg zawiera też miliardy astrocytów. Te gwiaździste komórki zapewniają neuronom odżywianie i dostateczne ukrwienie. Pośredniczą też w wymianie substancji z krwią lub płynem mózgowo-rdzeniowym, ponieważ ich wypustki są

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Astrocyty to gwiaździste komórki podporowe tkanki nerwowej. Dostarczają one neuronom substancji odżywczych, wspomagają utrzymanie homeostazy, a w przypadku uszkodzenia tworzą bliznę zastępującą martwe neurony

Wypustki wykrywają aktywność nerwową

Wcześniejsze badania sugerują, że astrocyty potrafią wykrywać aktywność nerwową, co prowadzi do zmiany ich własnego poziomu wapnia.

Astrocyty – tajna broń ludzkiej pamięci

Naukowiec sądzi, że astrocyty mogą znacząco poprawiać zdolność mózgu do zapisywania informacji, a także inne funkcje poznawcze. W ostatnich

eprasa.pl 05a7bc66e6

latach neurobiolodzy wykazali, że gdy zaburzone są połączenia między astrocytami a neuronami w hipokampie, zaburza się też zapisywanie i wyszukiwanie informacji z pamięci. Model użyty przez Kozachkova i jego zespół opiera się na tzw. sieci Hopfielda, czyli typie sieci neuronowej, która potrafi zapisywać i przywoływać wzorce.

Sieć Hopfielda ma problemy z pamięcią

Pierwotnie sieci Hopfielda, które w latach 70. i 80. XX wieku wykryli neurolodzy **John Hopfield** i **Shun-Ichi Amari**, wykorzystywano do modelowania ludzkiego mózgu, ale okazało się, że nie wyjaśnia to w pełni jego ogromnej pojemności pamięciowej. Nowsza, zmodyfikowana wersja sieci Hopfielda, znana jako gęsta pamięć asocjacyjna, zakłada, że mózg może zapisywać dużo więcej informacji dzięki powiązaniom wyższego rzędu między więcej niż dwoma neuronami.

Astrocyty zwiększają pojemność ludzkiej pamięci

Jak jednak mózg mógłby tworzyć takie połączenia wielu neuronów, skoro klasyczne synapsy łączą zawsze tylko dwa neurony? Tu, według Kozachkova i jego zespołu, do gry wchodzą astrocyty. – *Jeśli macie sieć neuronów łączących się parami, istnieje tylko bardzo mała ilość informacji, jaką można w tych sieciach zakodować* – wyjaśnia **Dmitry Krotov**, uczestnik badania. – *Aby tworzyć gęste wspomnienia asocjacyjne, trzeba połączyć więcej niż dwa neurony. Ponieważ jeden astrocyt może łączyć się z wieloma neuronami i synapsami, kusi założenie, że może istnieć przekaz informacji między synapsami, w którym pośredniczy biologiczna komórka* – dodaje.

Nieoczekiwany potencjał sieci nerwowej

Stworzony przez naukowców z MIT model pamięci asocjacyjnej neuron – astrocyt potrafi zapisać znacznie więcej informacji niż tradycyjna sieć Hopfielda – tyle, by uwzględnić pojemność pamięci mózgu. Specjaliści zakładają, że w astrocytach wspomnienia kodowane są stopniowymi zmianami we wzorcach przepływu wapnia. Informacja ta jest przekazywana do neuronów przez gliotransmitery uwalniane na synapsach, do których astrocyty przyłączają się wypustkami.

Wyjaśniona ogromna pojemność pamięci mózgu

– *Starannie koordynując te dwa procesy, przestrzenno-czasowy wzorzec wapnia w komórce i późniejsze przekazanie sygnału z powrotem do neuronów, można uzyskać dokładnie tę dynamikę, której trzeba do tak zwiększonej pojemności pamięciowej* – mówi Kozachkov. Jedną z kluczowych cech nowego modelu jest to, że astrocyty traktuje się bardziej jako zbiory procesów niż pojedyncze byty. Każdy z tych procesów można uznać za jednostkę obliczeniową.

Duża gęstość dla efektywności energetycznej

Ze względu na zdolność zapisywania informacji w gęstych pamięciach asocjacyjnych stosunek liczby zapisanych informacji do liczby jednostek obliczeniowych jest bardzo wysoki i rośnie z wielkością sieci. Dzięki temu system jest nie tylko wysokopojemny, lecz także energooszczędny. Z modelu wynika, że każda jednostka może przechowywać tyle wzorców pamięciowych, ile neuronów liczy sieć. **Maurizio De Pittà**, adiunkt fizjologii w Krembil Research Institute na Uniwersytecie w Toronto, który nie brał udziału w badaniu, uważa, że prowadzi to do wniosku, iż sieć neuronów i astrocytów mogłaby zapisywać dowolnie dużą liczbę wzorców ograniczaną tylko własnym rozmiarem.

Nowy model lepiej oddaje rzeczywistość

Wspomnienia mogłyby więc być zapisywane, choćby częściowo, także w sieci wypustek astrocytów, nie tylko w połączeniach synaptycznych między neuronami. Z wniosków z badania opublikowanego w „Proceedings of the National Academy of Sciences" pod koniec maja przed dwoma laty, przeprowadzonego przez specjalistów z MIT, wynika, że sieci oparte na połączeniu neuronów i astrocytów znacznie przekraczają pojemność pamięciową standardowych modeli neuronowych. Poza wglądem w to, jak mózg zapisuje informacje, model sieci neuron – astrocyt mógłby dać wskazówki specjalistom od sztucznej inteligencji. «

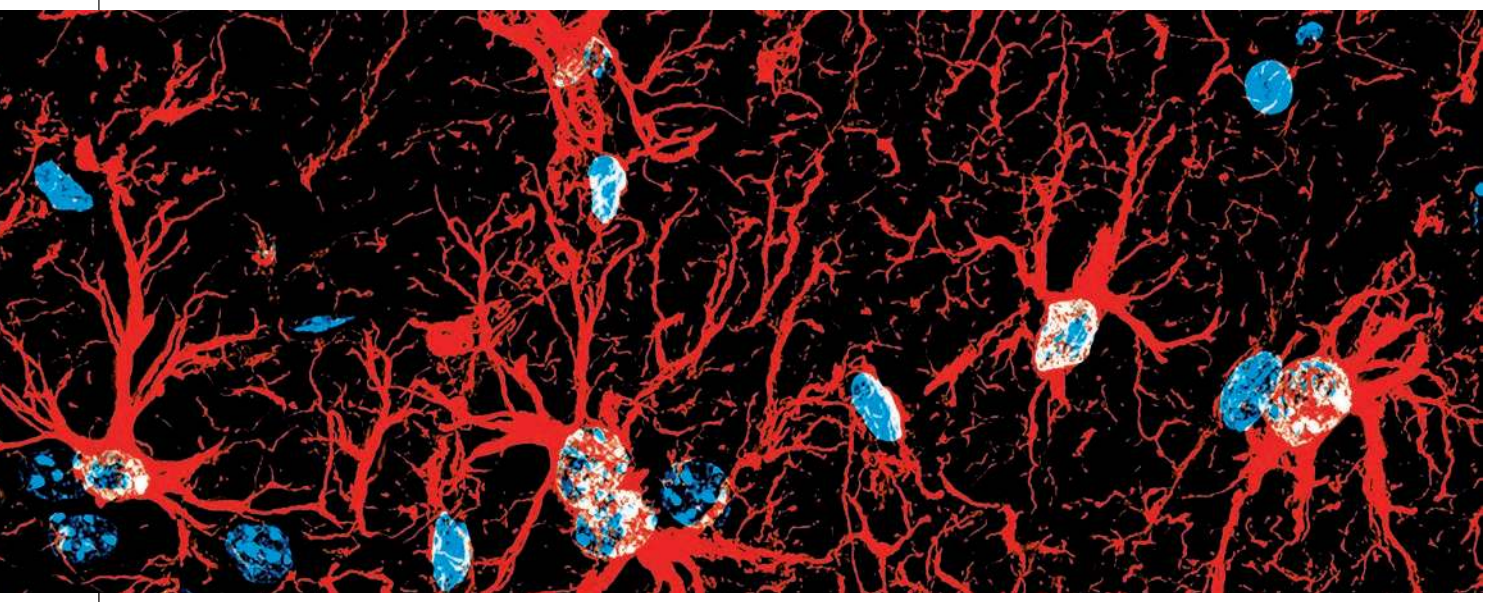


FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Widok astrocytów w hipokampie – obszarze mózgu odpowiadającym za uczenie się, orientację przestrzenną oraz tworzenie nowych wspomnień

eprasa.pl 05a7bc66e6

6 nieznanych faktów o pamięci

Mówi się, że wspomnienia są jedynym, co naprawdę mamy. Programem, który się nimi opiekuje, jest pamięć. Polegamy na niej każdego dnia. Tylko że...

Bez pamięci nie wiedzielibyśmy, kim jesteśmy. Nie odnaleźlibyśmy się w świecie wokół nas. Przeszłość byłaby wymazana. Wymazanie zostałoby zapomniane, a przyszłość straciłaby sens. To wiemy. Istnieją jednak fakty, których zwykle nie jesteśmy świadomi.

1. Wspomnienia mutują

Do niedawna sądzono, że wspomnienia od chwili, gdy zostaną zakodowane w pamięci długotrwałej, pozostają stabilne. Eksperci wierzyli, że później już się nie zmieniają, a kto chce zmieniać pamięć i poprawiać wspomnienia, musi robić to w fazie ich zapisu.

Fakt

W ostatnich latach naukowcy odkryli jednak, że wspomnienia zapisane

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

W każdej sekundzie mózg przetwarza ogromną liczbę bodźców. Dlatego nowe pomysły często znikają, zanim zdążą się zakorzenić

w pamięci długotrwałej nie są tak stabilne, jak sądzono. Badania kanadyjskiego neurobiologa **Karima Nadera** (*1967) pokazały, że pamięć długotrwała ma jeszcze jeden poziom. Porównuje on rzeczywistość z zapisanymi wspomnieniami i zmienia je tak, by nie weszły w konflikt ze świadomością. Pomija nieistotne szczegóły, dostraja je i trzyma we właściwym kontekście. – *Tak, aby pasowały do tego, jak obecnie widzimy rzeczy albo samych siebie* – mówi Nader. Dzieje się to na poziomie podświadomym, dlatego większość ludzi nadal wierzy, że ich wspomnienia są jasne, a wszystko było dokładnie tak, jak pamiętają. Zmienioną pamięć Nader ilustruje dobitnym przykładem. – *Jak większość Amerykanów jasno pamiętam, jak 11 września 2001 roku oglądałem w telewizji ujęcia samolotu uderzającego w budynek World Trade Center. Byłem w szoku, gdy odkryłem, że naprawdę pierwszy raz wyemitowano je dopiero następnego dnia* – mówi ekspert. A to nie wszystko. Jeśli wspomnienia zderzają się z dowodami, kontekstem albo sprzecznym twierdzeniem, mózg potrafi dla płynnego działania zlikwidować rozbieżność i stworzyć fałszywe wspomnienie.

2. Powtarzanie nie jest matką mądrości

Utarte wyobrażenie głosi, że najwięcej zapamiętujemy przez uczenie się na pamięć, czyli powtarzanie wszystkiego tak długo, aż zostanie w głowie. To wciąż najczęstszy sposób nauki uczniów i studentów, ale przede wszystkim – przestarzałe metody.

Fakt

W rzeczywistości to bardzo nieefektywne. Wkuwaniem można co prawda „wbić" informacje do pamięci długotrwałej, ale bez powiązań, które by je tam zakotwiczyły. – *Po co wam nauka, jeśli nie będziecie pamiętać materiału?* – pyta profesor z Teksasu **William R. Klemm**. Od dawna trwa dyskusja, czy lepiej kazać studentom wkuwać, czy prowadzić ich do zrozumienia sedna i zależności. Klemm twierdzi jednak, że powinna to być wyważona kombinacja obu podejść. – *Studenci nie mogą wykorzystać tego, co zrozumieją, jeśli nie zapiszą w pamięci faktów i odwrotnie* – wyjaśnia.

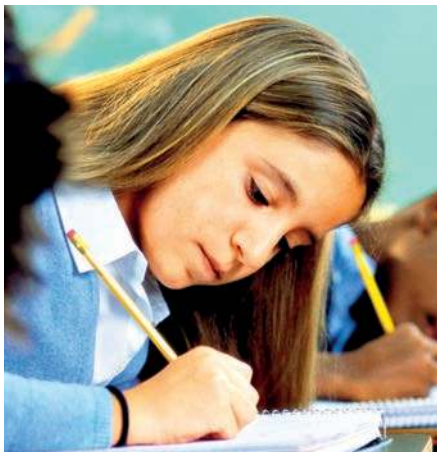


FOTO: PWN

Powtarzanie pomaga, lecz bez zrozumienia informacje pozostają w pamięci tylko na krótko. Pamięć wymaga kontekstu, a nie tylko mnóstwa faktów

3. Pomysł, który błyśnie w głowie, nie wróci

Pewnie wam też się to zdarzyło. W głowie pojawia się świetny pomysł czy ważna myśl i zaraz znika gdzieś w zwojach mózgu. Przez chwilę próbujecie to wyłowić, potem mówicie sobie: „Przecież kiedyś sobie przypomnę", i myślicie o czymś innym.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Pomysły o krótkim życiu szybko znikają – jeśli nie znajdzie się dla nich miejsca, by je przechować, rozwiewają się niczym sen po przebudzeniu

Fakt

Nie przypomnicie sobie. Większość utraconych myśli nie wraca, bo zanim cokolwiek trafi do pamięci długotrwałej, musi przejść proces zapisu. – *Jeśli dowiecie się czegoś nowego albo jakaś myśl pierwszy raz błyśnie wam w głowie, pamięć potrzebuje czasu i energii, by ją zakodować* – mówi profesor psychologii i neurobiologii **Alison Preston**. Pamięć nie bierze też bodźców po kolei i nie zapisuje ich jeden po drugim, lecz sortuje i przetwarza naraz niezliczoną ilość informacji, które stale na was spływają. To znaczy, że jeśli zbłąkana myśl była naprawdę nowa, a więc nie trafiła jeszcze do pamięci długotrwałej, zapewne na próżno liczycie na jej powrót, bo nie ma skąd wracać. W pamięci właściwie nigdy jej nie było.

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: FLICKR

Zeznanie naocznego świadka nie musi być wiarygodne – pamięć może nieświadomie zniekształcać rzeczywiste wydarzenia

4. Świadectwo naocznego świadka nie jest wiarygodne

Wydaje się, że jeśli oskarżyciel twierdzi, że ma naocznego świadka, trudno o pewniejszy dowód winy sprawcy. Badania pokazują, że większość sędziów i ławników – mimo ostrzeżeń psychologów – przy decyzjach przywiązuje dużą wagę do zeznań naocznych świadków zdarzeń.

Fakt

W 1984 roku **Kirk Bloodsworth** (*1960) został skazany na śmierć za gwałt i zabójstwo 9-letniej dziewczynki. Wyrok wydano głównie na podstawie zeznań pięciu naocznych świadków. Sprawa wydawała się jasna, jednak dziewięć lat później testy DNA dowiodły jego niewinności! Nie był to odosobniony przypadek. Organizacja Innocence Project podaje, że zeznania naocznych świadków w niemal 73% z 239 badanych spraw przyczyniły się do skazania niewinnych osób. Bezkrytyczne przyjmowanie takich relacji wynika z błędnego wyobrażenia, że pamięć działa jak kamera, której zapis można potem w głowie dokładnie odtworzyć. – *To raczej nie odtwarzanie filmu, lecz układanie mozaiki, i to od nowa przy każdym zeznaniu* – mówi ekspertka od pamięci **Elizabeth Loftus**. Rozbieżność między rzeczywistością a zeznaniem rośnie z czasem, bo mózg stale pracuje ze wspomnieniem i zmienia je pod wpływem podświadomości oraz otoczenia. Ten zręczny manipulator potrafi podsunąć świadkowi fałszywe wspomnienia tak wiarygodne, że świadek naprawdę w nie wierzy.

5. Pamięć fotograficzna nie istnieje

Najbardziej rozpowszechniony mit o pamięci dotyczy pamięci fotograficznej. Chodzi o rzekomą zdolność zapamiętania obrazu – jakby mózg robił mu zdjęcie, a potem pozwalał odtworzyć każdy szczegół jak fotografię albo film.

Fakt

Choć przeprowadzono kilka badań, do dziś nie ma żadnego wiarygodnie udokumentowanego przypadku pamięci fotograficznej. Opisano wprawdzie kilka przypadków fenomenalnej pamięci, u większości takich ludzi okazuje się jednak, że często podświadomie pomagają sobie mnemotechnikami i trikami pamięciowymi.

FOTO: MEDICAL EXPRESS

Nawet najlepsi spośród nas nie przechowują obrazu świata niczym fotografii. Również fenomenalna pamięć opiera się na sztuczkach, skojarzeniach i zniekształceniach

Amerykański psycholog **Alan Searleman** uważa to wręcz za mit i twierdzi, że nie istnieją osoby z pamięcią fotograficzną. Najbliższa jej jest tzw. pamięć ejdetyczna, gdy ludzie potrafią widzieć obraz, który przez jakiś czas obserwowali, także po jego usunięciu. Choć ta mentalna halucynacja bywa dość dokładna, w istocie nie jest pamięcią i na pewno nie jest doskonała. Szczegóły się zmieniają, znikają albo się pojawiają, a to zwykle trwa zaledwie kilka minut.

6. Negatywne wspomnienia są silniejsze

Większość ludzi uważa, że pozytywne wspomnienia są dużo silniejsze od negatywnych. To logiczne: chcemy pamiętać tylko dobro, a zło zapomnieć. Przekonuje nas o tym nawet wiele powiedzeń.

Fakt

W rzeczywistości to negatywne wspomnienia trzymają się nas kurczowo. Dlatego po latach szybciej przypomnicie sobie, jak podczas wakacji nad morzem zgubiliście się rodzicom na dworcu, niż że dni były pełne słońca i spokoju. – *To logiczne* – mówi profesor **Clifford Nass**. – *W dobrych chwilach mózg nie ma wiele do roboty i się rozluźnia. W złych sytuacjach musi szukać rozwiązania, działać.* To znaczy, że takie chwile głębiej zapisują się w pamięci. – *Znacznie lepiej zapamiętacie stratę pięćsetki niż jej znalezienie* – twierdzi psycholog **Roy Baumeister**. Winna jest ewolucja. Ludzie skłonni do pesymizmu mieli większą szansę przeżyć, jednocześnie rosła szansa przekazania dalej odpowiednich „negatywistycznych" genów. O tym, że mózg bardziej docenia negatywne sądy, świadczy też fakt, że ludzie uznają osoby mówiące rzeczy negatywne za mądrzejsze od tych o pozytywnych poglądach. «

FOTO: FLICKR

Mózg nadaje priorytet negatywnym wspomnieniom – niegdyś pomagały nam one przetrwać, dlatego są tak głęboko zakorzenione

eprasa.pl 05a7bc66e6

Inteligencja: czy da się zwiększyć drogocenność duszy?

Mózg to arcydzieło ewolucji, lecz o jego możliwościach, na przykład o inteligencji, wciąż wiemy dość mało. Inteligencja kształtuje się w wyniku gry miliardów neuronów, ich połączeń, środowiska dorastania i niewidzialnych nici doświadczeń oraz emocji. Ale czy można ją wzmocnić?

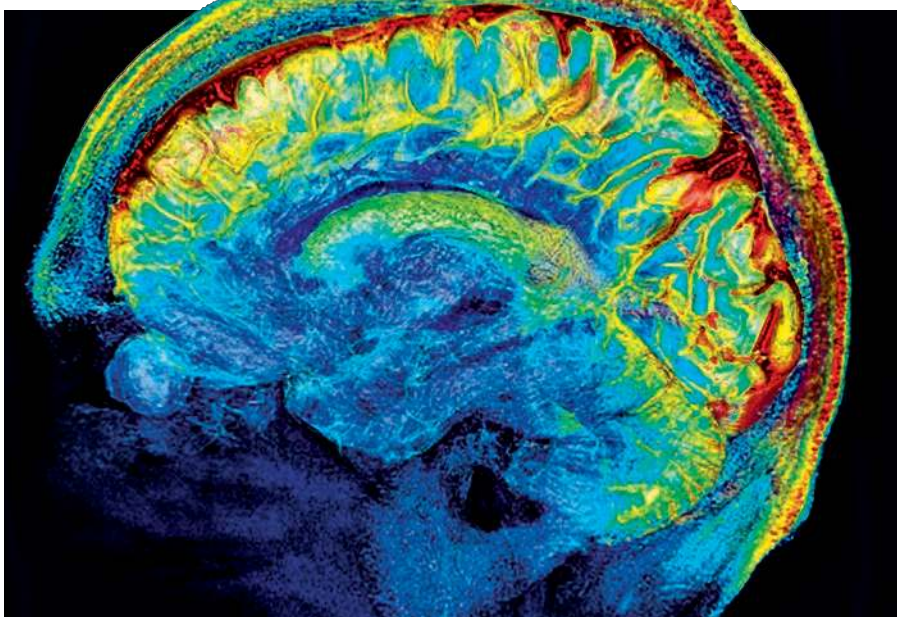


FOTO: HUMAN CONNECTOME PROJECT

Obrazy z Human Connectome Project ujawniają drobne zmiany przepływu krwi w mózgu – to dane, z których algorytmy potrafią oszacować poziom ludzkiej inteligencji nawet w pełnym spoczynku

Sztuczna inteligencja potrafi dziś wyczytać z mózgu więcej, niż byśmy chcieli. Naukowcy z Human Connectome Project zbadali prawie 900 osób funkcjonalnym rezonansem magnetycznym i pozwolili komputerowi uczyć się z danych. Wynik? Na podstawie drobnych zmian przepływu krwi w mózgu algorytm potrafi oszacować poziom ludzkiej inteligencji, nawet gdy badany tylko leży i nic nie robi. – *Mózg w spoczynku ujawnia wzorce aktywności, które zdradzają więcej, niż sądzimy* – wyjaśnia prof. **Ralph Dubois**. System tłumaczy na razie tylko ok. 1/5 różnic w IQ. Komputery czytają więc mózg, ale wciąż go nie rozumieją.

IQ kontra EQ: dwaj rywale w jednej głowie

Wysoki iloraz inteligencji (IQ, ang. *intelligence quotient*) budzi podziw, ale sam nie daje sukcesu. Często bywa tak, że im wyższe są zdolności logiczne, tym niższa okazuje się inteligencja emocjonalna (EQ; ang. *emotional quotient*). Ludzie świetni w matematyce, nauce czy technice nieraz gubią się w emocjach – własnych i cudzych. Inteligencja emocjonalna to zdolność rozpoznawania i kontroli własnych emocji, wczuwania się w innych i budowania relacji. Według psychologa **Daniela Golemana** EQ nawet w 80% decyduje o tym, co osiągniemy w życiu. IQ może otworzyć drzwi, ale EQ przesądzi, czy przez nie przejdziemy.

Podstawowy poziom inteligencji emocjonalnej jest, według ekspertów, wrodzony. Jak każdą cechę EQ można rozwijać i wzmacniać poprzez trening.

Czy mądrości można się nauczyć?

O ile IQ jest w dużej mierze wrodzone, o tyle EQ można trenować. Goleman wskazał pięć kroków w takim treningu: samoświadomość, samoregulacja, motywacja, empatia i umiejętności społeczne. Każdy wynika z poprzedniego – najpierw trzeba poznać siebie, potem opanować reakcje, a w końcu zrozumieć innych. Sukces nie rodzi się tylko w głowie, lecz także w sercu. Do życiowej satysfakcji nie wystarczy spryt ani wymowność, potrzeba też uczuć, odwagi i zrozumienia.

Mózg i serce: dwie części równania

Nowoczesna nauka pomaga pojąć, jak działa mózg, a AI potrafi już wyczytać wiele nawet z jego ciszy. Ale pytanie, co czyni człowieka naprawdę mądrym, pozostaje otwarte i bez odpowiedzi. Może tajemnica tkwi w tym, że prawdziwa inteligencja nie zależy tylko od neuronów, lecz także od tego, co iskrzy między nimi – i między nami. «

MALEŃKI OWAD ZASKAKUJE INTELIGENCJĄ

Do inteligentnych stworzeń zalicza się też muszka owocowa *(drosophila melanogaster)*, u której naukowcy wykazali zdolność myślenia. Eksperci podkreślili, że zachowanie muszek nie jest wyłącznie instynktowne. Prawdopodobnie rozważa różne możliwości i na tej podstawie podejmuje decyzje.

FOTO: BIOSCIENCES

UFAJ, ALE...

Z kilku badań wynika, że osoby inteligentne bardziej ufają innym niż ludzie z niższym ilorazem inteligencji. Powodem jest zapewne zdolność przewidywania cech innych i wybierania przyjaciół, którzy ich nie zdradzą. Według naukowców tacy ludzie są zwykle szczęśliwi.

FOTO: ANDREA AYRTON/PEXELS

eprasa.pl 05a7bc66e6

Czy możemy pamiętać własne narodziny?

Unosiłam się i czułam ciepło oraz bezpieczeństwo, jakie dawało mi bicie serca matki. Nudziłam się, więc ssałam kciuk – czytamy na jednym z internetowych forów. Czy człowiek jest w stanie sięgnąć pamięcią do chwili swoich narodzin?

W czasopismach i internecie można znaleźć tysiące wspomnień ludzi, którzy podobno pamiętają pierwszy rok swojego życia, narodziny, a nawet pobyt w łonie matki. Czy to możliwe? Czy można mieć wspomnienia z tak wczesnego etapu życia? Nie.

Co z oczu, to z pamięci

Małe dzieci oczywiście mają wspomnienia, tylko nie są one w stanie przetrwać do dorosłości. Początkowo wspomnienia to proste kształty i zestawienia barw, które zapamiętywane są na jeden dzień. Płat czołowy i hipokamp, czyli części mózgu odpowiadające za pamięć długotrwałą, rozwijają się mniej więcej przez ¾ roku po narodzinach. Sygnałem osiągnięcia tego etapu jest według psychologa rozwojowego **Jerome'a Kagana** (1929–2021) np. to, że dziecko zaczyna tęsknić za rodzicami, gdy oddalą się na dłużej. – *W wieku pięciu miesięcy obowiązuje zasada: „co z oczu, to z pamięci". Dzieci nie płaczą za rodzicami, bo nie pamiętają, że przed chwilą tu byli* – mówił. Uczeni są zgodni, że 3,5 roku (z wahaniem o 1,5 roku w obie strony) to wiek, w którym powstają pierwsze wspomnienia zdolne dotrwać do dorosłości.

Kto za to odpowiada?

Winowajców jest kilku. Pierwszymi są słabo rozwinięte struktury mózgu. Mózg miesięcznego dziecka ma zaledwie 36% wielkości mózgu dorosłego, a pełny rozmiar osiąga około 13. roku życia. Przed 3. rokiem wszystko jest nowe, a dziecko nie ma narzędzi do rozróżniania znaczeń. Nie wie, co trzeba zapamiętać, a co można zapomnieć. Skutkiem jest niezdolność dopiero się rozwijają, zwłaszcza hipokamp i kora przedczołowa. Dlatego dziecięcy mózg nie ma pełnej zdolności tworzenia i zapisu wspomnień. Dorośli potem bezskutecznie próbują przypomnieć

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Naukowcy są zgodni, że wiek, w którym powstają pierwsze wspomnienia zdolne przetrwać do dorosłości, to 3,5 roku (z odchyleniem do 1,5 roku w każdą stronę)

świadomego przywołania czegokolwiek, co wydarzyło się przed 3. rokiem życia – tzw. amnezja dziecięca. Zjawisko to znane jest od 1893 roku, gdy zdefiniowała je psycholożka **Caroline Miles**.

Niedojrzały mózg nie zapisuje wspomnień

We wczesnym dzieciństwie części mózgu ważne dla tworzenia wspomnień sobie zdarzenia lub szczegóły z wczesnych lat życia. Jedna z hipotez zakłada, że gdy w dzieciństwie nowe neurony włączają się w obwody mózgu, naruszają wcześniejsze sieci wspomnień. Według innej teorii wspomnienia te są zachowane w mózgu, lecz w formie, która nie pozwala dorosłemu później ich przywołać.

Niedoskonała mowa i niedojrzałość emocjonalna

Do braku wspomnień z dzieciństwa może przyczyniać się też słaba znajomość języka u maluchów, bo język odgrywa kluczową rolę w kodowaniu i przywoływaniu wspomnień. Bez jego dobrej znajomości, zdobywanej stopniowo, małe dzieci nie umieją wyrażać się precyzyjnie i szczegółowo, co wpływa także na jakość ich wspomnień. Są też emocjonalnie niedojrzałe, więc częściej przywołują wspomnienia silnie zabarwione uczuciowo, pozytywnie lub negatywnie, niż zwykłe, codzienne wydarzenia z pierwszych lat życia.

Inne postrzeganie czasu przez dziecko

Kolejnym czynnikiem wpływającym na tworzenie i zachowywanie wczesnych wspomnień jest odmienne postrzeganie czasu przez dziecko. Częściej niż dorosły żyje ono chwilą obecną. Może więc stworzyć wspomnienie

WSPOMNIENIA POPRZEDNICH WCIELEŃ

Terapia regresyjna opiera się na wierze w poprzednie wcielenia i w nich szuka źródeł obecnych traum.

Podróż do poprzednich wcieleń zwykle odbywa się przy użyciu metod **hipnozy i sugestii**.

W rzeczywistości to fałszywe wspomnienia powstające w transie wskutek **sugestii, konfabulacji** i połączenia okruchów z różnych źródeł (książek, filmów, szkoły itd.).

FOTO: FLICKR

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Mózg noworodka nie umie jeszcze zapisywać wspomnień tak, by przetrwały do dorosłości, choć emocje, dotyk i poczucie bezpieczeństwa zostawiają już w nim ukryte ślady

konkretnego dnia, ale już nie konkretnego roku. Z wiekiem postrzeganie czasu się poprawia, dlatego człowiek jest w stanie tworzyć bardziej spójne i szczegółowe wspomnienia oraz właściwie osadzać je w czasie. Według najnowszego badania prof. **Qi Wang** z Cornell University na wiek, z którego pochodzą najwcześniejsze wspomnienia danej osoby, może jednak wpływać także dom.

Wpływ środowiska rodzinnego

– *Najwcześniejsze wspomnienia Amerykanów czy Europejczyków pochodzą z wieku ok. 3,5 roku, a to prawie o sześć miesięcy wcześniej niż u Chińczyków* – mówi Wang. Wspomnienia amerykańskich dzieci częściej skupiają się na nich samych i są emocjonalnie rozbudowane. U dzieci chińskich wspomnienia bazują na działaniach zbiorowych i rutynach. U nowozelandzkich Maorysów z kolei pierwsze wspomnienia pojawiają się jeszcze wcześniej, ok. 2,5 roku życia.

Więcej rozmów i duża rodzina

Profesor **Elaine Reese** z University of Otago, badająca pamięć autobiograficzną dzieci i nastolatków, wskazuje na silny nacisk na tradycje ustne w kulturze Maorysów. Osoby, które w dzieciństwie miały bogatsze środowisko narracyjne, jako nastolatki mogły przywoływać wcześniejsze i bardziej szczegółowe pierwsze wspomnienia. Były to dzieci, którym matki zadawały otwarte pytania i podawały wiele szczegółów, gdy mówiły o wspólnych dawnych przeżyciach, a także dzieci dorastające w dużych rodzinach.

Podstawy, na których można budować

Większość dzieci nie pamięta nic z pierwszych trzech lat życia, ale i potem, mniej więcej do 10. roku, nie ma wielu wspomnień. To stawia psychologów przed pytaniem, dlaczego wspomnienia utworzone przed tą granicą rozpadają się szybciej niż późniejsze. **Cristina Alberini**, profesor neurobiologii na New York University, zakłada, że wczesne, nieprzywoływane wspomnienia mogą działać jak schematy, na których budują się wspomnienia dorosłych – niczym fundamenty domu, ukryte, ale kluczowe dla stabilności pamięci. Także w wieku szkolnym nie jest dużo lepiej. Badanie z 1999 roku wykazało, że większość 11-latków nie może przypomnieć sobie kolegów z przedszkola. Około 13. roku życia dochodzi też do tego, co psycholożka sądowa **Julia Shaw** nazywa „wiosennymi porządkami". – *Mózg na dużą skalę sortuje i usuwa zbędne informacje, którymi jest zalany od czasu, gdy jeszcze nie umiał dobrze odróżniać rzeczy ważnych od nieważnych* – twierdzi.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ukryta pomoc

Krótko mówiąc, konkretne zdarzenie może mieć miejsce, ale dziecięcy mózg nie potrafi zachować go jako sensownego wspomnienia. Brakuje mu narzędzi organizacyjnych i językowych. Dlaczego więc wielu ludzi sądzi, że pamięta wydarzenia z wczesnych etapów życia? Poza pamięcią istnieje wiele źródeł zewnętrznych, np. stare zdjęcia i opowieści rodziców. Gdy raz ich użyjemy, mózg na bieżąco je przetwarza, osadza w kontekście i lukach pamięci tak, by miały sens, oraz kamufluje, abyśmy później odbierali je jako własne wspomnienia. – *Nie jest to świadoma decyzja wspominającego, lecz raczej proces automatyczny. Jego główne elementy to konfabulacja (zmyślenie) i zapominanie źródła informacji* – mówi Julia Shaw.

Pamięć nie jest zdjęciem

Podsuwanie wspomnień jest łatwiejsze, niż chcielibyśmy przyznać. W 2002 roku eksperyment **Kathryn Braun** i jej kolegów pokazał, jak łatwo można podsunąć ludziom fałszywe wspomnienie z dzieciństwa. Badanym pokazano przerobioną reklamę Disneylandu z Królikiem Bugsem. Na jej podstawie większość uczestników „przypomniała sobie", jak w dzieciństwie w Disneylandzie uścisnęła dłoń mężczyźnie w kostiumie królika. To niemożliwe, bo Królik Bugs jest postacią studia Warner Bros i w Disneylandzie nie występuje. Pamięć nie jest nagraniem i nie odtwarza tego, co się stało. Jest mozaiką, która zmienia się przy każdym odtworzeniu. W przypadku wspomnień z dzieciństwa widać to szczególnie wyraźnie. «

Amnezja dziecięca sprawia, że większość ludzi nie pamięta nic z pierwszych 3 lat życia – mózg nie umie wtedy rozróżnić, co warto zapamiętać, a co można pominąć

eprasa.pl 05a7bc66e6

We śnie mózg jest aktywny jak na jawie i spala tyle kalorii co w dzień. U dzieci podczas burzy neuronów tworzą się nowe zakończenia nerwowe, a u dorosłych pierwsze skrzypce grają sny – także erotyczne. Wiemy, że 8% z nich wiąże się z seksem i 4% kończy orgazmem.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Miewacie sny erotyczne? Należycie do szczęśliwców!

13. komnata **snów erotycznych**

Przed **Sigmundem Freudem** (1856–1939) ludzkość błądziła, ale wraz z nastaniem jego ery przeżyła szok. Kluczowym dziełem Freuda było *Objaśnianie marzeń sennych* (1899), prawie 700-stronicowa księga o popędach seksualnych, która diametralnie zmieniła pojmowanie snów. Wtedy wszystko brzmiało i wyglądało jak objawienie, jak UFO ludzkiej duszy, fenomen wpływający na działanie, myślenie, odczuwanie i najgłębsze pragnienia oraz tajemnice. Freud swoją hipotezą otworzył drzwi do innego wymiaru – podświadomości, gdzie sny są barwnymi obrazami naszej psychiki. Nie mógł zweryfikować swoich tez. Stało się to dopiero ponad 100 lat później, ale miał rację – sny (erotyczne) wiążą się z podświadomością. – *Dlaczego natura zwiększa aktywność mózgu, paraliżuje ciało, wprowadza nas w stan seksualnego pobudzenia i każe nam na to wszystko patrzeć?* – zastanawia się **Patrick McNamara** z Boston University.

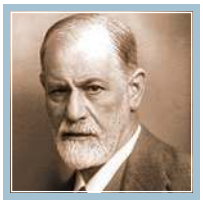


FOTO: MAX HALBERSTADT

127 lat temu Sigmund Freud całkowicie zmienił ludzkie postrzeganie snów

Mózg we śnie otwiera inne drogi

Sny mają znaczenie. Układ nerwowy się regeneruje, a mózg przynosi nowe pomysły. Podobno sen podsunął **Mendelejewowi** kształt układu okresowego. Sen o ataku ludożerców z włóczniami wskazał wynalazcy **Eliasowi Howe'owi** kształt igły do maszyny do szycia. Duńskiemu fizykowi **Nielsowi Bohrowi** śnił się model atomu, a rosyjski kompozytor **Igor Strawinski** we śnie słyszał muzykę, którą po obudzeniu tylko spisał…

Ze snami erotycznymi jest podobnie. Miewają je wszyscy, nie są groźne, nie trzeba się ich wstydzić, wyrażają tylko podstawowe pragnienia, choć nie zawsze są oczywiste. W snach miliardy komórek mózgowych tworzą własny świat. Sama erotyka nie zawsze oznacza erotykę, a zdrada we śnie nie świadczy o zdradzie w rzeczywistości. Sny przychodzą zasłonięte, są niekontrolowane i wieloznaczne.

Seks z rodzicem? Koszmar...

Freud był przekonany, że sny erotyczne są wyrazem pragnień naszego libido, ale nie muszą mieć dosłownego znaczenia. – *Nasza podświadomość pomaga nam we śnie odczuwać to, czego nie możemy przeżywać na jawie* – mówi francuski psychoanalityk **Tristan Moir**. – *Chodzi raczej o proces skupienia się na sobie. Ta druga osoba we śnie przedstawia nasz biegun przeciwny. W psychoanalizie często sądzi się, że sny mówią w istocie o nas samych, a więc wszystkie osoby ze snu są naszymi twarzami* – dodaje jego koleżanka **Sophie Cadalen**. Gdy śni się wam seks z kimś innym niż stały partner, może chodzić o podświadome pragnienie, kaprys, ale też o coś całkiem innego. Sen erotyczny może oznaczać chęć zmiany pracy, kupna auta, wyjazdu na wakacje. Sen erotyczny z celebrytą może znaczyć przygodę, o byłym partnerze – zagubienie, a sen homoseksualny może wyrażać pragnienie większej miłości do siebie. Jednym z najgorszych snów erotycznych jest relacja z którymś z rodziców. – *To już raczej koszmar, który jednak nigdy nie ma tak strasznego znaczenia, jak się wydaje* – mówi Cadalen.

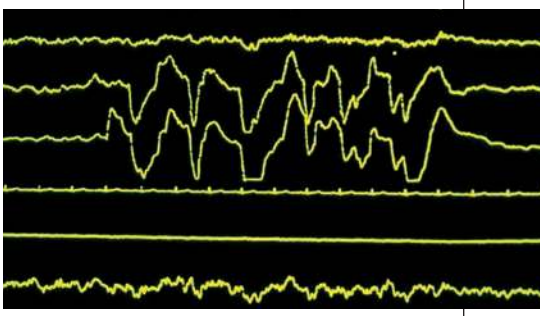


FOTO: THOUGHTCO

Faza REM snu naprawdę jest zbliżona do stanu fizycznego pobudzenia seksualnego

Sny na 4%

Niektóre kobiety przeżywają orgazm tylko we śnie, nawet po gwałcie przez odrażającego mężczyznę. Śnienie wiąże się z seksem także namacalnie. Neurolodzy ustalili, że faza REM naprawdę jest zbliżona do stanu fizycznego pobudzenia seksualnego. Mężczyźni mają w tej fazie kilka erekcji, a u kobiet zwiększa się ukrwienie łechtaczki i pojawia się lubrykacja pochwy. U obu płci wydziela się hormon szczęścia – dopamina. Według badań sny erotyczne są rzadkie. Tylko 8% bezpośrednio wiąże się z seksem i tylko 4% kończy orgazmem (we śnie). «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Co dzieje się w kobiecym mózgu podczas stymulacji okolic genitaliów? Nad rozwiązaniem tej pikantnej zagadki naukowcy pracują od dość dawna, ale dopiero teraz wydaje się, że trafili w sedno. Oprócz identyfikacji kluczowego obszaru mózgu reagującego na pobudzanie łechtaczki odkryli też, że kobiety z bogatszym życiem seksualnym miewają te obszary mózgu lepiej rozwinięte.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Nie chodzi tylko o ciało, lecz także o głowę. Badanie ujawnia związek seksualnych doświadczeń z budową kobiecego mózgu

Pikantny związek:

Bogatsze życie seksualne = lepiej rozwinięta część mózgu

Przebadano 20 kobiet w wieku od 18 do 45 lat – podczas stymulacji łechtaczki skanowano ich mózgi za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego. Zebrane dane zaprezentowano potem na łamach czasopisma „Journal of Neuroscience". Wyniki nie dały jednak odpowiedzi na wszystkie pytania badaczy. Eksperyment nie wyjaśnił, czy lepiej rozwinięta w wyniku stymulacji genitaliów część mózgu czyni kobiety wrażliwszymi na dotyk. Nie rozstrzygnął też, czy zmiany w mózgu budzą większy apetyt seksualny, czy odwrotnie – większa aktywność seksualna prowadzi do zmian w mózgu.

Pomocna dłoń dla potrzebujących

Mimo pewnych zastrzeżeń specjaliści uzyskali wartościowe wyniki, które w przyszłości mogłyby pomóc skuteczniej kierować leczeniem osób, które doświadczyły np. przemocy seksualnej rozwijającej u nich psychiczną blokadę wobec współżycia, albo zmagają się z dysfunkcją seksualną. – *Badanie sprawdzało, jak żeńskie genitalia zaznaczają się w somatosensorycznym obszarze kory mózgowej i czy obszar ten może się zmieniać w związku z przeżyciem lub doświadczeniem seksualnym* – podała według AFP współautorka badania **Christine Heim**, profesor psychologii medycznej berlińskiego szpitala uniwersyteckiego Charité. Ekspertka uczestniczyła też w przełomowym ustaleniu, że obszar reagujący na pobudzanie łechtaczki leży w mózgu bardzo blisko punktu reakcji na udo, podobnie jak w przypadku męskich narządów płciowych.

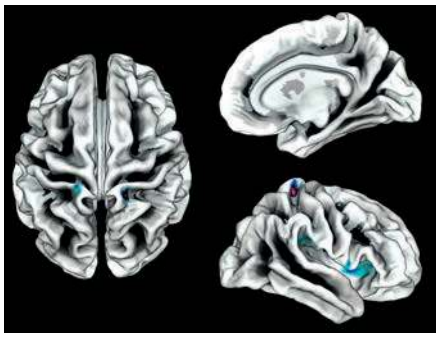
FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Stymulacja łechtaczki zostawia ślad w mózgu – według naukowców kobiety z bogatszym życiem seksualnym mają to centrum bardziej rozwinięte

Tajemnica kobiecej głowy

Po tym sukcesie naukowcy przeszli do kolejnej fazy badania i wzięli pod lupę zależność między wielkością danego obszaru mózgu a częstotliwością stosunków seksualnych uczestniczek w ostatnim roku i w całym życiu. Doprowadziło to do ciekawych ustaleń. – *Odkryliśmy związek między wielkością obszaru mózgu związanego z genitaliami a częstością stosunków. Im więcej stosunków płciowych, tym obszar jest większy* – podsumowała ustalenia zespołu Heim, która tym badaniem uzupełniła swoją 10-letnią pracę z 2013 roku. Badała w niej traumy kobiet zgwałconych, u których później wykryto zmniejszenie wspomnianych obszarów mózgu. – *Wtedy spekulowaliśmy, że mózg próbuje w ten sposób ograniczyć szkody wynikające z postrzegania nadużycia* – podała badaczka. Teraz planuje z zespołem wykorzystać zebrane dane do stworzenia programu specjalnej terapii, która przez trening mózgu uwalniałaby osoby wykorzystywane seksualnie od traum. «

ILUSTRACJA: HOSPITAL CHARITE BERLIN



Mózg i seksualność są ze sobą bardziej powiązane, niż się wydaje. Badanie pokazuje, że częstsze przeżycia seksualne łączą się z aktywnością danego obszaru kory mózgowej

eprasa.pl 05a7bc66e6

Świat się zmienia, a z nim nasze mózgi i nauka. Kiedy po II wojnie światowej amerykańscy psychiatrzy wydali pierwszą wersję podręcznika zaburzeń psychicznych DSM, zawarli w nim 106 opisów zaburzeń. Była to cienka książka, bardziej lista niż encyklopedia ludzkiej duszy.

Szokujące pomyłki psychiatrii

A wy jesteście normalni...?

Dziś psychiatria pracuje z wersją DSM-5-TR zrewidowaną w 2022 roku. Podręcznik ma prawie 1000 stron, waży ponad kilogram i obejmuje kilkaset kategorii diagnostycznych. Nie chodzi tylko o liczbę. Zmienił się też sposób myślenia o zdrowiu psychicznym. Granica między „normalnym" a „nienormalnym" nigdy nie była tak niejasna. A może i tak przepuszczalna.

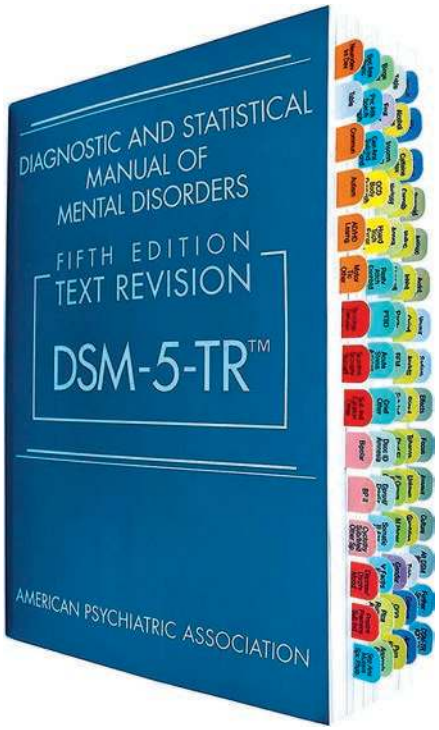


FOTO: U FOTO 21

Podręcznik diagnostyczny DSM-5-TR obejmuje setki zaburzeń i określa, gdzie dziś leży granica między „normalnym" a „chorym"

Dziś chory, jutro zdrowy

To, co jeszcze wczoraj uznawano za cechę charakteru, dziś może być ocenione jako objaw. Dziecko, które nie potrafi usiedzieć w ławce, może otrzymać diagnozę zaburzeń uwagi. Dorosły załamany po rozwodzie łatwo trafia do grona pacjentów z depresją. Nie znaczy to, że lekarze masowo się mylą, raczej zmieniła się spojrzenie na zdrowie psychiczne. Historia zna jednak przypadki, gdy system zawiódł całkowicie. Jednym z nich jest los **Gustla Mollatha**. Niemiec na podstawie opinii biegłych został w 2006 roku uznany za paranoika i osobę stanowiącą zagrożenie dla społeczeństwa. Trafił do zamkniętych zakładów psychiatrycznych, gdzie spędził siedem lat. Twierdził, że jego była żona jest zamieszana w pranie brudnych pieniędzy. Ona z kolei uznała go za chorego psychicznie. Dopiero później wyszło na jaw, że podejrzenia Mollatha nie były zmyślone. Sądy zdecydowały o zwolnieniu, a on z „człowieka z urojeniami" nagle stał się kimś, kto miał

Najczęstsze zaburzenia psychiczne

Schizofrenia – choroba psychiczna wpływająca na myślenie, postrzeganie i przeżywanie chorego. Cechuje ją rozpad osobowości, zaburzony kontakt z rzeczywistością i mniejsza zdolność radzenia sobie ze zwykłymi obciążeniami życia. Chorego dręczą urojenia, czyli fałszywe przekonania, których nie da się obalić, oraz omamy – gdy słyszy, widzi lub czuje coś, czego inni nie odbierają.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Zaburzenie depresyjne – towarzyszą mu poczucie smutku i pustki, napady płaczu oraz słaba koncentracja.

FOTO: WHITMAN

Chory traci apetyt albo przeciwnie – objada się, źle śpi i życie traci dla niego sens. Traci zdolność uczenia się, pracy i przeżywania relacji, a przy depresji umiarkowanej i ciężkiej pojawiają się też myśli samobójcze, które trzeba traktować poważnie.

Choroba dwubiegunowa (dawniej psychoza maniakalno-depresyjna) – u chorego przeplatają się stany manii i depresji. W manii człowiek jest przyspieszony, ma mnóstwo energii, jest euforyczny i nie potrzebuje snu. Potem pojawiają się drażliwość i brak koncentracji, skłonność do wydawania pieniędzy oraz większy popęd seksualny, później przychodzą lęk, niepokój, wyczerpanie, a w końcu pojawia się depresja. Jeśli mania trwa tydzień, depresja może potem trwać nawet kilka miesięcy.

FOTO: NEURA LIBRARY

FOTO: FAMILYDOCTOR.ORG

Zaburzenia lękowe – należą do najczęstszych problemów psychicznych, zwłaszcza u kobiet. Mogą występować jako różne fobie (np. lęk wysokości, przed pająkami, ciemnością, zamkniętymi przestrzeniami itd.),

eprasa.pl 05a7bc66e6

rację. A wy? Jesteście pewni, po której stronie byście stali?

Gdzie kończy się rozsądek, a zaczyna choroba?

Europejski Trybunał Praw Człowieka w Strasburgu co roku bada setki spraw przymusowej hospitalizacji czy złego traktowania w ośrodkach leczenia. Wśród nich była sprawa **Lukáša Bureša** z Brna, który po zażyciu leku uspokajającego znalazł się zdezorientowany na ulicy, a potem spędził godziny przypięty do łóżka. W sądzie wygrał i uzyskał od Czech pół miliona koron odszkodowania.

Takie przypadki są skrajne, ale istnieją. Także w Polsce można przyjąć człowieka do szpitala psychiatrycznego wbrew jego woli, jeśli z powodu choroby bezpośrednio zagraża sobie lub innym. Prawo wymaga wtedy szybkiej kontroli sądu. Reforma psychiatrii środowiskowej ma ograniczać konieczność takich hospitalizacji, ale dylemat między ochroną społeczeństwa a prawami jednostki pozostaje.

50 dni w psychiatryku

Psycholog **David Rosenhan** (1929–2012) mówił, że *dużo łatwiej trafić na psychiatrię, niż się z niej wydostać – nawet tym, którzy przyszli dobrowolnie.* Rosenhan zajął się badaniem fikcyjnych chorób psychicznych, które zgłaszali poborowi w czasie wojny wietnamskiej. Nawiasem mówiąc, eksperyment odbył się w czasie (1972), gdy znano już wyniki eksperymentu **Roberta Rosenthala** z 1966 roku o samospełniającej się przepowiedni i gdy ukazała się książka **Thomasa Szasza** *Mit choroby psychicznej* (tyt. oryg. *The Myth of Mental Illness*).

FOTO: STANFORD

Psycholog David Rosenhan pokazał, że nawet zdrowy człowiek może zostać w systemie uznany za chorego

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Schizofrenia może zaburzyć odbiór rzeczywistości, zniekształcić myślenie i tożsamość człowieka – mózg przestaje odróżniać rzeczywistość od głosów wewnętrznych

Celem Rosenhana było sprawdzić, czy psychiatrzy potrafią rozpoznać stan psychiczny pacjenta. Namówił siedmioro kolegów (trzy kobiety, czterech mężczyzn), by wszyscy, wraz z nim, dali się przyjąć do klinik. „Chorzy" mieli za zadanie zgłaszać, że słyszą wewnętrzny „pusty", „głuchy" głos albo „uderzenie". Wszystkich przyjęto. U siedmiu osób rozpoznano schizofrenię, u jednej osoby – chorobę dwubiegunową. W klinikach spędzili od 7 do 52 dni, średnio 19. Rosenhan wytrzymał 50 dni. Potem przygniotły go złe odczucia wirujące w kotle białych ścian, rytuałów, jedzenia, mówienia, spania. Z każdym dniem coraz bardziej dręczyły go krzyki innych pacjentów i zapach strachu. Paradoksalnie to inni – prawdziwi – pacjenci poznali po uczestnikach eksperymentu, że są zdrowi. Rosenhan podważył badaniem wiarygodność i wszechmocną nieomylność amerykańskiej psychiatrii lat 40. i 50. Po eksperymencie zgłosiła się klinika, która chciała podjąć podobne wyzwanie. Kierownictwo uzgodniło z Rosenhanem, by przez trzy miesiące przysyłał pseudopacjentów udających chorobę. Rosenhan się zgodził. Po trzech miesiącach klinika podała liczby: wśród 193 pacjentów wykryła 41 oszustów, a co do 42 osób miała silne podejrzenia.

Okazało się jednak, że Rosenhan nikogo nie wysłał do kliniki...

Dziś eksperyment Rosenhana jest krytykowany metodologicznie, a części twierdzeń nie da się niezależnie zweryfikować. Mimo to pozostaje przestrogą:

ewentualnie jako zaburzenia paniczne lub uogólnione zaburzenia lękowe. Najbardziej złożoną fobią jest **fobia społeczna**, gdy chory odczuwa lęk w sytuacjach publicznych (zwłaszcza jeśli ma być w centrum uwagi albo z kimś rozmawiać), co może go zepchnąć w izolację społeczną. Przy zaburzeniu panicznym **napadom lęku** towarzyszą gwałtowne objawy somatyczne, jak kołatanie serca, trudności z oddechem i uczucie omdlenia – początkowo chorzy mogą sądzić, że mają zawał lub udar. Lęk **uogólniony** przejawia się nieadekwatną reakcją na drobniejsze bodźce. Drżenie, poty i nudności towarzyszą np. strachowi, że najbliżsi zachorują albo będą mieć wypadek.

Zaburzenie obsesyjno-kompulsywne – obsesje to natrętne

FOTO: SRDJAN RANDJELOVIC

myśli lub impulsy, które uporczywie wracają do głowy, niosą lęk i przymus poddania się im. Kompulsje to rytuały będące reakcją na natrętne myśli. Chory może np. czuć, że ma brudne ręce, więc wciąż je myje. Myśli mogą dotyczyć sprawdzania różnych rzeczy, ich porządku czy wyobrażeń, że chory zrobi coś niestosownego itp.

Zaburzenia odżywiania – należą do nich anoreksja psychiczna z odmową jedzenia, bulimia, w której po

FOTO: WIKIPEDIA / JAMES CG

objadaniu się następują wymioty, oraz napadowe objadanie się. Towarzyszą im lęk przed tyciem, manipulowanie jedzeniem w celu obniżenia masy ciała i zniekształcony obraz własnego ciała. Zwłaszcza przy anoreksji mają miejsce utrata zainteresowania kontaktem z rówieśnikami, brak koncentracji i zmienność nastroju.

Uzależnienia od substancji – dzielą się na substancjalne,

FOTO: DESERTCOVERECOVERY

jak zależność od alkoholu, narkotyków czy leków, oraz niesubstancjalne, do których należą patologiczny hazard czy zależność od świata wirtualnego. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Lęki, panika i fobie mogą paraliżować i utrudniać codzienne życie równie mocno, jak choroba ciała

diagnoza psychiatryczna nie jest wartością laboratoryjną. To interpretacja zachowania w kontekście.

Psychiatryczna biblia

Większość psychiatrów opiera się w pracy na DSM, oficjalnym podręczniku Amerykańskiego Towarzystwa Psychiatrycznego (APA). Tworzyły go setki ekspertów. Krytycy od dawna wskazują na możliwe konflikty interesów i na to, że podręcznik kładzie nacisk głównie na objawy, nie na środowisko społeczne. Jednym z najgłośniejszych krytyków jest psychiatra **Allen Frances**, który paradoksalnie współtworzył DSM-IV. Jego zdaniem istnieje ryzyko, że zwykłe ludzkie przeżycia, takie jak smutek, lęk czy wahania nastroju, będą coraz częściej uznawane za zaburzenia wymagające leczenia. Obecna wersja DSM-5-TR próbuje uwzględniać te zastrzeżenia. Podkreśla osąd kliniczny i kontekst. Zostaje pytanie: gdzie leży granica między pomocą a etykietą?

Gdy człowiek ocenia człowieka

W 2008 roku BBC wyemitowała dokument, w którym specjaliści oceniali grupę ochotników zamkniętych na tydzień w odizolowanym obiekcie. Część miała diagnozę zaburzenia psychicznego, inni byli zdrowi. Wynik? Eksperci mylili się częściej, niż chcieli. Nie był to eksperyment naukowy, lecz test telewizyjny. Mimo to pokazał niewygodną prawdę: diagnostyka psychiatryczna wciąż jest obciążona czynnikiem ludzkim, a człowiek, nawet wykształcony, jest omylny.

Czy to dziecko będzie psychopatą?

W ostatnich latach pojawiły się próby wczesnego rozpoznawania ryzykownych zachowań u małych dzieci. Grupy ekspertów badają, czy da się wyodrębnić jakieś ostrzegawcze cechy (np. bezduszność, manipulacja czy brak empatii). Nauka jest tu ostrożna. Większość specjalistów zgadza się, że diagnozowanie psychopatii u dzieci nie jest możliwe. Osobowość dziecka dopiero się rozwija, a taka „etykieta" mogłaby bardziej zaszkodzić niż pomóc.

Pół świata na kozetce?

Psychiatria wie dziś więcej niż dotąd. Ma lepsze narzędzia, skuteczniejsze leczenie i większą wrażliwość na prawa chorych. Mimo to stoi przed tym samym pytaniem, co 50 lat temu: kiedy leczy, a kiedy tylko nazywa ludzką odmienność? Odpowiedź nie jest jednoznaczna. I może właśnie to jest w ludzkiej psychice najnormalniejsze. Według długich badań epidemiologicznych kryteria jakiegoś zaburzenia psychicznego spełnia w życiu mniej więcej połowa mieszkańców USA. Nie znaczy to, że połowa ludzi to „wariaci". Znaczy to, że w tej samej kategorii są dziś ciężkie psychozy, ale też lęki, zaburzenia nastroju czy reakcje na skrajny stres. Psychiatria tkwi więc w paradoksie – z jednej strony pomaga milionom ludzi, którzy dawniej zostaliby bez pomocy, z drugiej mierzy się z podejrzeniem, że zwykłe ludzkie przeżycia zmienia w diagnozy. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Nie da się ich zmierzyć, nie bolą, nie krwawią, a mimo to trudno z nimi żyć. Według statystyk u jednej na dwie osoby na świecie do 75. roku życia rozwinie się jakieś zaburzenie psychiczne. Sama depresja – zwana też chorobą duszy – uchodzi za jedno z najszybciej szerzących się zagrożeń zdrowotnych XXI wieku.

Krucha psychika człowieka: Dlaczego „choroby duszy" narastają?

Według WHO zdrowie psychiczne ludzi na świecie się pogarsza. Z danych wynika, że w ostatnich 10 latach liczba zgłaszanych zaburzeń zdrowia psychicznego wzrosła o 13%. Podobne wnioski można wysnuć z europejskich danych. Według nich ok. 5% Europejczyków w wieku produkcyjnym przeszło poważną chorobę psychiczną, kolejnych 15% dotknęło częstsze zaburzenie, które utrudniło im szukanie pracy i obniżyło produktywność oraz dochody. Jeszcze przed pandemią COVID-19 na jakąś chorobę psychiczną cierpiała co szósta osoba w krajach Unii Europejskiej.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Psychoterapia pomaga milionom ludzi radzić sobie z depresją, lękiem i traumą – często już na etapie, gdy nie ma jeszcze potrzeby stosowania leków

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Zaburzeń psychicznych nie widać na pierwszy rzut oka, ale mogą izolować człowieka tak samo, jak ciężka choroba fizyczna

20% populacji jest chora psychicznie?

Obecnie zaburzenia psychiczne i zachowania odpowiadają za ok. 4% zgonów rocznie w UE i są drugą najczęstszą przyczyną śmierci młodych ludzi. Podobnie w USA na jakąś chorobę lub zaburzenie psychiczne cierpi ok. 20% populacji. Jeden na 25 dorosłych w USA ma poważne zaburzenie psychiczne (np. schizofrenia, choroba dwubiegunowa, ciężka depresja). W Wielkiej Brytanii chora psychicznie jest jedna osoba na cztery, a liczba ludzi z częstym zaburzeniem psychicznym wzrosła tam w latach 1993–2014 o 20%.

Zdrowie psychiczne w Polsce

W Polsce skala problemu także rośnie. Na depresję choruje ok. 1,285 mln osób, a w 2024 roku świadczenia z jej rozpoznaniem otrzymało 878,3 tys. pacjentów. Przybywa też diagnoz ADHD – w 2024 roku z takim rozpoznaniem leczono ok. 64 tys. osób, o 34% więcej niż rok wcześniej – oraz zaburzeń ze spektrum autyzmu. Wyraźnie pogarsza się zdrowie psychiczne młodych ludzi: według szacunków zaburzenia dotyczą prawie 14% młodych Polaków, czyli niemal miliona osób. Nie wszyscy jednak otrzymują pomoc w akceptowalnym czasie. Kolejki do psychologa, psychoterapeuty lub psychiatry bywają liczone w miesiącach, co przy poważnych problemach psychicznych może mieć poważne konsekwencje.

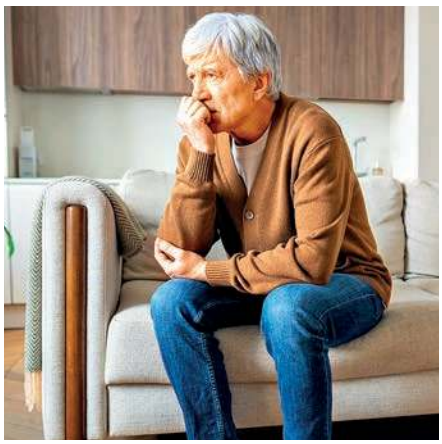


FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Choroba Alzheimera odbiera ludziom wspomnienia, tożsamość i zdolność samodzielnego życia

Co druga osoba zagrożona

Specjaliści z Harvard Medical School i University of Queensland niedawno przeprowadzili duże badanie zdrowia psychicznego na próbie światowej populacji. Objęło ponad 150 000 osób powyżej 18. roku życia z 29 krajów o różnym poziomie zamożności. Naukowcy skupili się na 13 najczęstszych zaburzeniach psychicznych. Z wniosków opublikowanych w lipcu ubiegłego roku w „The Lancet Psychiatry" wynika, że u jednej na dwie osoby na świecie do 75. roku życia rozwinie się jakieś zaburzenie zdrowia psychicznego. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Jak rozpoznać kłamcę?

Mózg i ciało na ławie oskarżonych

Dla mózgu kłamstwo jest znacznie trudniejsze niż prawda. Powiedzieć prawdę to wydobyć z pamięci gotową informację. Skłamać znaczy zrobić kilka rzeczy naraz: stłumić prawdę, wymyślić inną wersję, pilnować jej spójności i śledzić reakcję drugiej strony. Mózg się przy tym poci.

Neurobiolodzy od dawna obserwują, że przy kłamaniu aktywuje się głównie kora przedczołowa, czyli centrum planowania, samokontroli i decyzji. Prościej – mózg musi „kierować ruchem". Odzywa się też ciało migdałowate, emocjonalny alarm reagujący na stres, lęk przed wykryciem i winę. U wprawnych kłamców jego aktywność jest paradoksalnie niższa, bo ich mózgi są przyzwyczajone do kłamstwa. Funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI) pokazuje, że kłamstwo ma mierzalny ślad. Ale uwaga – żaden mózg podczas kłamania nie zachowuje się tak samo, więc na razie nie istnieje niezawodny wykrywacz prawdy.

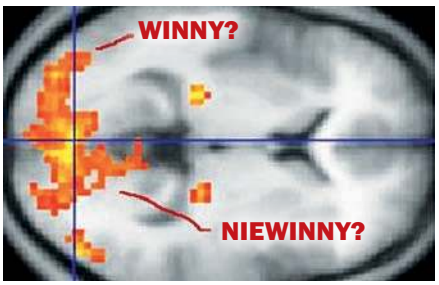


FOTO: WASHINGTON IRVING

Mózg podczas kłamstwa działa szybciej. Aktywują się centra kontroli i strachu, a to obciążenie może odbić się w zachowaniu

Ciało mówi, nawet gdy usta milczą

O ile język można w dużej mierze świadomie kontrolować, o tyle ciało pozostaje szczere, przynajmniej w drobnych sygnałach trudnych do stłumienia. Kłamstwo działa jak stresor, zmusza mózg do kilku zadań naraz – wymyślenia wiarygodnej historii, pilnowania jej sensu i śledzenia reakcji otoczenia. To napięcie naturalnie przekłada się na fizyczne objawy, choć dana osoba nie zawsze jest tego świadoma.

Uniki oczami? Nie tylko to

Nie chodzi jednak o proste, filmowe *cliché* typu „ucieka wzrokiem, więc kłamie". Kontakt wzrokowy może zależeć od charakteru, kultury i sytuacji, a sam niczego nie dowodzi. Prawdziwe sygnały są subtelniejsze i polegają raczej na drobnych niespójnościach. Może to być krótkie zesztywnienie ciała, lekkie odsunięcie się od rozmówcy albo mikro ruchy przeczące przekazywanej treści. To właśnie współgranie tych niepozornych szczegółów, a nie jeden odrębny znak, może sugerować, że słowa i wewnętrzne przeżycia nie są spójne.

Przebłyski emocji

Typowe sygnały związane z kłamstwem ujawniają się dyskretnie i w krótkich momentach, których obserwator nie dostrzeże. Jedną z najważniejszych wskazówek są mikro ekspresje – szybkie przebłyski prawdziwych emocji na twarzy trwające ułamek sekundy. Może to być przelotny strach, pogarda albo złość niezgodne z tym, co człowiek mówi. Te przejawy bywają spontaniczne i trudne do kontroli, bo wynikają z reakcji podświadomych.

Napięcie ciała

Kolejnym znakiem jest większe napięcie ciała. Kłamanie dla większości ludzi jest stresujące, a ciało na to reaguje. Ramiona mogą być nienaturalnie sztywne, szczęka zaciśnięta, a cała postawa wydaje się spięta. Czasem ręce stają się nienaturalnie nieruchome, jakby dana osoba za wszelką cenę próbowała powstrzymać nerwowe gesty.

Niuanse głosu

Zmiany często pojawiają się także w głosie. Ton może być wyższy niż zwykle, tempo mowy jest nierówne i pojawiają się nieoczekiwane pauzy w środku zdań. Głos może być napięty, niepewny albo przeciwnie – zbytnio kontrolowany, co daje wrażenie sztuczności. Te odchylenia bywają skutkiem większego obciążenia poznawczego, bo kłamca musi wymyślać historię i pilnować reakcji.

Nieświadome gesty

Wymowne są też gesty polegające na dotykaniu własnego ciała. Częste sięganie do szyi, twarzy, pocieranie nosa albo zasłanianie ust może działać jak nieświadoma próba uspokojenia lub symbolicznego „zatrzymania" fałszywych słów. Równie ważna jest niespójność między tym, co ktoś mówi, a tym, co robi jego ciało. Słowa i głos mogą się zgadzać, ale jednocześnie człowiek może się lekko cofać, odwracać tułów albo kierować stopy ku wyjściu. Ten rozdźwięk między mową a sygnałami niewerbalnymi mówi więcej niż słowa. Kluczowe jest odchylenie od

GDY CIAŁO MÓWI W SĄDZIE...

Był to jeden z najsłynniejszych procesów XX wieku. Podczas zeznań gracz futbolu amerykańskiego **Orenthal James Simpson** (1947–2024) był spokojny, pewny siebie, niemal zdystansowany. Eksperci od mowy ciała później wskazywali na minimalne reakcje emocjonalne przy opisie zbrodni, typowy znak emocjonalnego odcięcia. Ława przysięgłych uniewinniła go od zarzutu podwójnego morderstwa, ale opinia publiczna do dziś jest podzielona.

FOTO: GERALD JOHNSON A WIKIPEDIA / GERALDBOSTRUM

Amerykanka **Amanda Knox** (*1987) została oskarżona o zabójstwo współlokatorki we Włoszech. Jej uśmiechy, luz i niespójne emocje budziły podejrzenia.

eprasa.pl 05a7bc66e6

normy. Nie istnieje uniwersalny gest kłamstwa. Jest tylko człowiek, który zachowuje się inaczej niż zwykle, a powodem może być zarówno kłamstwo, jak i nerwowość, wstyd albo zmęczenie.

Mózg kontra detektor kłamstw

Klasyczny poligraf, czyli wykrywacz kłamstw, bywa często uznawany za nieomylny „detektor kłamstwa", ale samego kłamstwa nie mierzy. Śledzi tylko reakcje fizjologiczne organizmu jak tętno, częstotliwość i głębokość oddechu czy pocenie się. Objawy te wiążą się z pobudzeniem układu nerwowego i wynikają z prostego założenia – jeśli człowiek kłamie, czuje stres, a stres zdradzają objawy ciała. Ta zależność

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Rozpoznanie kłamcy to nie jedno spojrzenie w oczy. Sygnały kryją się w drobnych niespójnościach między mową, głosem i ciałem

jest jednak bardziej skomplikowana, niż mogłoby się wydawać.

Co wywołuje stress

Zasadniczym problemem jest to, że stres nie oznacza automatycznie ukrywania kłamstwa. Nerwowość może wywołać już sama sytuacja przesłuchania, autorytet śledczego, strach przed skutkami albo cechy charakteru, np. lękliwość. I odwrotnie – nie każdemu kłamstwu musi towarzyszyć wyraźny stres. Niektórzy ludzie kłamią lekko, bez napięcia, a ich reakcje fizjologiczne pozostają w normie.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Kłamstwo to wysiłek umysłowy: mózg planuje, pilnuje emocji, a ciało często zdradza więcej, niż chcemy

Psychopaci są mistrzami

Typowym przykładem są psychopaci, doświadczeni manipulatorzy albo osoby tak przekonane o swojej wersji rzeczywistości, że nie odbierają jej jako kłamstwa. U takich osób poligraf może zawieść, ponieważ cały pomiar opiera się na reakcji stresowej, która może u nich nie występować.
Wyniki wyglądają wtedy zwodniczo „czysto", choć dotyczą informacji nieprawdziwych.
Właśnie dlatego w praktyce sądowej wyniki wykrywacza kłamstw są dość problematyczne. W wielu krajach nie uchodzą za wiarygodny dowód, a sądy je odrzucają albo dopuszczają tylko jako pomocniczą, orientacyjną informację. Mózg jest po prostu bardziej złożony niż dowolne urządzenie, a ludzkiego kłamstwa nie da się łatwo przełożyć na wykres krzywych.

Dlaczego często nie rozpoznajemy kłamstw?

Bo ewolucja słabo nas do tego przygotowała. Ludzie są istotami społecznymi, a podstawowym ustawieniem mózgu jest zaufanie. Ciągła podejrzliwość rozbiłaby współpracę, relacje i społeczeństwo. Mózg szuka raczej potwierdzenia prawdy niż dowodów oszustwa.
Poza tym dobry kłamca nie kłamie tylko słowem, lecz także emocją. Gdy sam sobie uwierzy, ciało nie ma powodu protestować.

Czy naprawdę da się je wykryć?

Tak, ale nie jednym gestem, spojrzeniem w oczy ani testem. Wiarygodne rozpoznanie nieprawdy wymaga szerszego podejścia, zwłaszcza kontekstu. Kluczowa jest znajomość zwykłego zachowania danej osoby, bo dopiero odchylenia od normy mogą mieć znaczenie. Bez porównania nawet wyraźne objawy łatwo stają się fałszywym tropem.

Kombinacja sygnałów

Ważne jest też obserwowanie grup sygnałów, a nie elementów wyrwanych z całości. Jeden nerwowy ruch czy zawahanie w mowie nic nie znaczą, ale gdy podobne przejawy się powtarzają i uzupełniają, mogą tworzyć sensowny obraz. W wykrywaniu niespójności pomaga zadawanie otwartych i nieoczekiwanych pytań, które naruszają przygotowaną historię. Kłamcy często gubią się w szczegółach, chronologii i powtarzaniu wypowiedzi w inny sposób.

Czas ma znaczenie

Równie ważne są czas i cierpliwość. Im dłużej człowiek musi podtrzymywać kłamstwo, tym większe jest obciążenie poznawcze i tym łatwiej o przejęzyczenie lub sprzeczność. Kluczowy jest zdrowy sceptycyzm bez pogoni za sensacją. Kłamstwo nie jest tylko moralną porażką, lecz też procesem poznawczym, reakcją biologiczną i kompromisem społecznym. Ta wielowarstwowość czyni jego wykrywanie fascynującym i zdradliwym. «

Chodziło jednak raczej o różnice kulturowe i skrajny stress niż jasne oznaki kłamstwa. Sprawa pokazała, jak groźne jest wyciąganie wniosków z mowy ciała bez kontekstu. Sąd posłał ją do więzienia w 2009 roku, dwa lata później uniewinnił, potem sprawa wróciła.

Ostatecznie zarzut zabójstwa oddalono w 2015 roku.

Amerykański oszust finansowy stulecia Bernie Madoff (1938–2021) podczas przesłuchań i w sądzie mówił spokojnie, rzeczowo, bez widocznego stresu. Był typowym

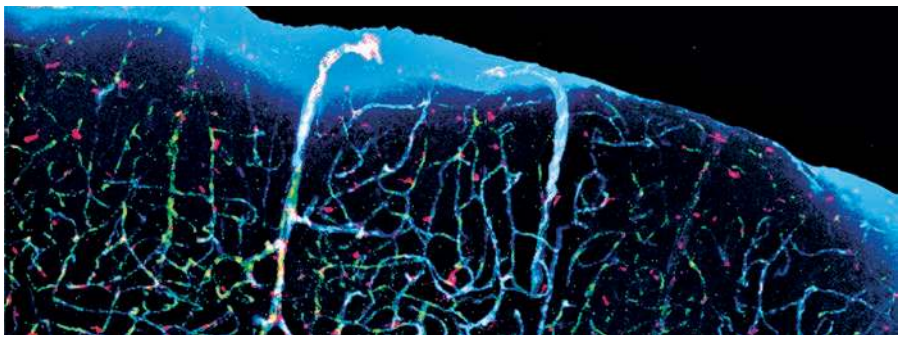
FOTO: U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE

przykładem tzw. zimnego kłamcy. Jego mózg nauczył się kłamstwa – było jak rutyna. Żadnych drżących rąk, żadnego uciekania wzrokiem, tylko kontrolowana historia.

eprasa.pl 05a7bc66e6

Sen jest częścią naszego życia. Odnawia ciało i umysł, pomaga zapisywać wspomnienia i utrzymywać energię. Naukowcy badają dziś jedną z jego najciekawszych funkcji – oczyszczanie z toksyn. Mówiono, że mózg nocą „wypłukuje" odpady, ale najnowsze badania sugerują, że może to być dużo bardziej złożone.

FOTO: NIH



Gdy śpisz, mózg wcale nie odpoczywa. Wypłukuje szkodliwe substancje zalegające między komórkami

Czy mózg podczas snu pozbywa się toksyn?

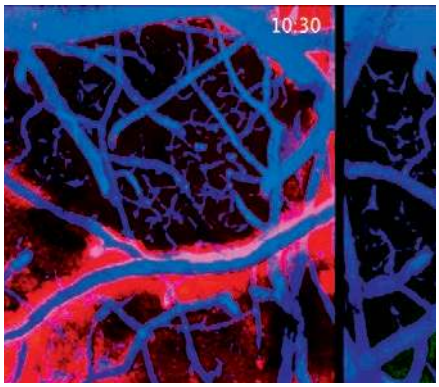
To nie takie proste

W 2012 roku naukowcy odkryli wyjątkowy mechanizm – układ glimfatyczny, który działa podobnie jak układ limfatyczny w innych częściach ciała, ale jest przystosowany właśnie do mózgu. Podczas snu, zwłaszcza w fazie głębokiego snu non-REM, według niektórych badań powiększa się przestrzeń między komórkami mózgu, co pozwala na swobodniejszy przepływ płynu mózgowo-rdzeniowego. Miesza się on z płynem międzykomórkowym i przejmuje cząsteczki odpadowe oraz białka, jak amyloid β, związany z chorobą Alzheimera, po czym odprowadza je z mózgu. Opisany mechanizm naukowcy często porównują do nocnego sprzątania lub, z pewną przesadą, do zmywarki, która działa w mózgu podczas naszego snu.

Spokój na nocne porządki

Według wielu specjalistów aktywność układu glimfatycznego jest intensywniejsza podczas snu niż na jawie.

FOTO: WASHU



Fluorescencyjny barwnik pokazuje, jak usuwane są odpady, w tym białko amyloidu

Oznaczałoby to, że spokojna faza nocna ma największe znaczenie dla usuwania odpadów metabolicznych. Niektóre badania podkreślają rolę noradrenaliny i rytmicznego pulsowania naczyń krwionośnych jako siły napędowej, która wspiera ruch płynów i „wypłukiwanie" szkodliwych substancji z mózgu. Badania kliniczne pokazują też, że długotrwałe zaburzenia snu wiążą się z gorszą funkcją glimfatyczną, większym stężeniem szkodliwych białek i wyższym ryzykiem chorób neurodegeneracyjnych.

Bardziej złożony problem

Nowe dane naukowe rzucają jednak na tę teorię cień wątpliwości. Zespół badawczy z Imperial College London w 2024 roku opublikował badanie dowodzące, że szybkość usuwania fluorescencyjnego barwnika, który modeluje toksyny, była w mózgach myszy doświadczalnych niższa podczas snu niż na jawie. Sugeruje to, że mechanizm oczyszczania może być skuteczniejszy, gdy organizmy są obudzone i aktywne, niż wtedy, gdy śpią. Pierwotne wyobrażenie, że sen jest głównym czasem „odpływu toksyn", nie musi więc być trafne. Autorzy badania podkreślają, że zakwestionowanie tradycyjnej teorii nie oznacza, że sen nie jest ważny. Jego funkcja w usuwaniu odpadów z mózgu nie jest jednak tak prosta. Wpływa na nią więcej czynników i wciąż nie została w pełni zrozumiana.

Dwa spojrzenia, które się nie wykluczają

FOTO: UNIVERSITY OF ROCHESTER

Dziś naukowcy przyjmują dwa nieco odmienne spojrzenia. Według jednego sen, dzięki aktywacji układu glimfatycznego, pomaga mózgowi usuwać toksyczne substancje i utrzymywać zdrowie, zwłaszcza w głębokich fazach snu. Drugie, oparte na nowych danych eksperymentalnych, wskazuje, że samo oczyszczanie w trybie „sen kontra czuwanie" może wyglądać trochę inaczej, niż dotąd sądziliśmy. Procesy odpowiedzialne za usuwanie produktów odpadowych wciąż nie są w pełni wyjaśnione. Niezależnie od szczegółów mechanizmu jasne jest jednak, że dobry sen jest niezbędny dla kondycji mózgu, prawidłowego funkcjonowania zdolności poznawczych i długofalowego zdrowia. «

ORGANIZACJA PROCESU OCZYSZCZANIA

Do 2012 roku naukowcy sądzili, że mózg nie ma klasycznego układu limfatycznego jak inne narządy, a odpady usuwane są z niego tylko poprzez powolne rozpuszczanie i dyfuzję. Przełom nastąpił, gdy neurobiolodzy z University of Rochester pod kierunkiem Maiken Nedergaard użyli nowoczesnych metod obrazowania i w mózgach myszy wykazali istnienie sieci kanalików, które przepływem płynu mózgowo-rdzeniowego skutecznie odprowadzają odpady z tkanki mózgowej. To coś jak „szybki system czyszczący" mózgu. Nedergaard i jej koledzy opisali, jak płyn mózgowo-rdzeniowy płynie wzdłuż naczyń otoczonych podporowymi komórkami glejowymi, miesza się z płynem między neuronami, a potem wynosi z mózgu odpadowe białka i toksyny. Odkryli nieznany dotąd mechanizm, szczególnie aktywny podczas snu. To właściwie rewolucja w rozumieniu tego, jak mózg organizuje detoksykację.

eprasa.pl 05a7bc66e6

Siedem cech psychopatii: Widzicie tu siebie?

Profesor psychologii Kevin Dutton (*1967) stworzył ranking siedmiu zasadniczych cech, które charakteryzują psychopatów. *Seven deadly wins* (siedem śmiertelnych przewag) to cechy, które ma każdy psychopata, ale w różnym nasileniu. Czy któraś z nich jest wam bliska?

1. Charyzma

Przykład: Ted Bundy

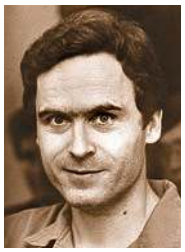


FOTO: STATE ARCHIVES OF FLORIDA

Pewien pogląd mówi, że skłonność do kłamania nie wynika tylko z wychowania, lecz częściowo z natury. – *Wszyscy jesteśmy na wskroś zakłamani* – stwierdził biolog **Robert Trivers** (*1943). Już małe dzieci udają płacz, by zdobyć uwagę. U dorosłych liczy się inteligencja – im wyższa, tym bardziej wyrafinowana bywa manipulacja.

Ted Bundy (1946–1989), który studiował psychologię, był typowym przykładem zabójcy, który długo zwodził otoczenie. Oficjalnie przyznał się do 30 zabójstw, szacunki mówią jednak o większej liczbie ofiar. Na pierwszy rzut oka wydawał się miły, kulturalny i godny zaufania. Ta zdolność sprawiania dobrego wrażenia należy do cech, które Dutton określa jako „zwycięskie".

2. Bezwzględność

Przykład: Józef Wissarionowicz Stalin

FOTO: JAMES ABBE

Józef Wissarionowicz Stalin (1878–1953) stał na czele reżimu, który ma na sumieniu miliony ofiar. Ofiary stalinowskich czystek, obozów pracy i głodu (*hołodomor*, dosł. „zamorzenie głodem") na Ukrainie z lat 1932–1933 według historyków liczy się w kilku milionach ludzi. Sam głód pochłonął ok. 3–5 mln ofiar, a dokładna liczba do dziś jest sporna. Psychopatia według niektórych badań wiąże się ze zmniejszoną zdolnością empatii i brakiem poczucia winy. Psychopata nie kieruje się sumieniem, lecz własnym interesem. Sposób rządów Stalina – oparty na paranoi, represjach i systematycznym usuwaniu przeciwników – w popularnopsychologicznych interpretacjach często podaje się więc jako modelowy przykład bezwzględności.

3. Odporność

Przykład: Adolf Hitler

FOTO: WIKIPEDIE

Psychopata według Duttona często wykazuje niezwykłą odporność na stres. Nie wpada w panikę, potrafi wyglądać spokojnie nawet w kryzysie i emanuje przekonaniem o własnej racji.

Adolf Hitler (1889–1945) podczas II wojny światowej, także w czasie kolejnych klęsk, nadal wierzył w zwycięstwo Niemiec. Jego styl mówienia nie był tylko histerycznym krzykiem – często zaczynał cicho i mówił coraz głośniej. W kampanii 1932 roku odbył dziesiątki wystąpień w krótkim czasie, co świadczy o dużej wytrzymałości fizycznej i psychicznej. Interpretacja jego osobowości jako psychopatycznej jest jednak raczej kwestią psychologii popularnej niż jednoznacznej diagnozy klinicznej.

4. Działanie

Przykład: Neil Armstrong

FOTO: NASA

Lądowanie na Księżycu mogło nie być małym krokiem dla człowieka, lecz kosmiczną katastrofą. Oksfordzki psycholog Kevin Dutton uważa, że psychopaci nie muszą być tylko niebezpieczni, mogą być też skuteczni. W książce *Mądrość psychopatów* pokazuje małych psychopatów na tle wielkiej historii. Gdy 20 lipca 1969 roku **Neil Armstrong** (1930–2012) i jego partner **Buzz Aldrin** (*1930) szukali nad Księżycem miejsca do lądowania, szybko kończyło im się paliwo. Podczas gdy Aldrin panikował, flegmatyczny Armstrong powiedział: *Przelicz paliwo na sekundy i licz na głos*... Aldrin to zrobił. *Siedemdziesiąt... Sześćdziesiąt.* Mózg Armstronga oceniał sytuację. *Trzydzieści... Dwadzieścia...* Zostało tylko dziesięć sekund, gdy Armstrong pośród warstw geologicznych znalazł coś jak srebrna oaza i podręcznikowo wylądował. Psychopaci, gdy stworzą strategię, umieją zamienić ją w czyn z lekkością piórka. Niestety na tym filarze dziesiątki morderców zbudowały swoją „karierę".

5. Koncentracja

Przykład: Harold Shipman

FOTO: WIKIPEDIA

To, że psycholog Kevin Dutton znalazł psychopatów wśród amerykańskich prezydentów, chyba nikogo nie dziwi. Każdy psychopata skupia się na szczegółach. Jego myślenie potrafi wyprzeć wszystko, co mogłoby odciągać uwagę; jest wyjątkowo skoncentrowany. Skupiony był też brytyjski lekarz **Harold Shipman** (1946–2004). Pamiętał każdą drobnostkę i detal, więc przez 28 lat bez przeszkód zabijał ludzi nadmiernymi dawkami heroiny albo morfiny. Gdy śledczy w 1998 roku go aresztowali i znaleźli u niego narkotyki, które zabiłyby pół miasta, przyjęli hipotezę, że mógł zabić nawet 250 pacjentów. Tabloidy ochrzciły go mianem „doktor śmierć". Szczyt swojej koncentracji Shipman pokazał w styczniu 2004 roku – powiesił się w celi.

Na **6. miejscu** znalazła się „pewność siebie", którą posiadała połowa afrykańskich dyktatorów, a na **7.** „manipulacja", której typowym przykładem jest brytyjski psychopata **Robert Maudsley** (*1953), jeden z pierwowzorów Hannibala Lectera ze słynnego filmu *Milczenie owiec* (1991). «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Człowiek, któremu żelazo zmieniło duszę

Kto: **Phineas Gage**
Kiedy: 1848
Wynik: płaty czołowe to nie tylko wypełnienie czaszki

Huk, wybuch, lecący pręt... i cisza. 25-letni brygadzista kolejowy **Phineas Gage** (1823–1860) miał wypadek, o którym dziś byłoby głośno w mediach. Żelazny pręt, ponad metrowej długości, wręcz przeleciał mu przez czaszkę – wszedł pod kością policzkową i wyszedł ciemieniem. Gage jednak nie zmarł. Mówił i chodził. Ale nie był już sobą. Ze spokojnego, solidnego mężczyzny stał się wybuchowy, impulsywny, bez hamulców. Przyjaciele mówili, że: Gage to już nie Gage. Lekarze dostrzegli związek – uszkodzone były płaty czołowe odpowiadające za planowanie, empatię i hamowanie własnych pomysłów.

Jeden wypadek otworzył drzwi nowoczesnej neuronauce. Pokazał, że osobowość nie jest eteryczną duszą. To biologia. Czasem wystarczy kawał żelaza, by ją zmienić. «

ILUSTRACJA I FOTO: WILGUS PHOTO A DBCLS

Dwa mózgi w jednej głowie

Kto: **Daniel Kahneman**
Kiedy: obecnie
Wynik: inteligencja to nie to samo co nieomylność

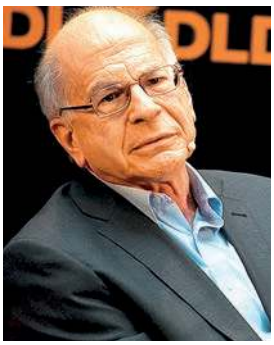


FOTO: EIRIK SOLHEIM

Kij i piłka kosztują razem 110 zł. Kij jest o 100 zł droższy od piłki. Ile kosztuje piłka? Mózg od razu odpowiada: 10 zł. A jednak poprawnie: 5 zł. Psycholog **Daniel Kahneman** pokazał, że w głowie mamy dwa systemy – szybki = intuicyjny i wolny = analityczny. Pierwszy oszczędza energię. Drugi boli.
Inteligencja nie oznacza więc tylko wysokiego IQ. To także umiejętność zatrzymania się. Przełączenia trybu. To nie dać się oszukać własnemu mózgowi. Bo największą iluzją jest przekonanie, że jesteśmy w pełni racjonalni. «

Swoją drogą, oto rozwiązanie:
piłka kosztuje x zł, kij kosztuje x + 100 zł
Razem więc:
$x + (x + 100) = 110$
$2x + 100 = 110$
$2x = 10$
$x = 5$

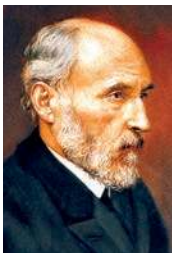
FOTO: ROSALIE WINARD

Myśleć obrazami

Kto: **Temple Grandin**
Kiedy: współczesność
Wynik: autyzm nie jest zaburzeniem – to inny system operacyjny

Nie myślę słowami. Myślę obrazami – tak swój świat opisuje amerykańska uczona **Temple Grandin** (*1947), która jest w spektrum autyzmu. Gdy większość ludzi układa zdania, jej mózg wyświetla filmy. Dzięki tej „odmienności" dokonała czegoś wyjątkowego – zaprojektowała systemy obchodzenia się z bydłem, które zmniejszają stres zwierząt. Widziała świat ich oczami – dosłownie. Dostrzegała szczegóły, które inni pomijali – odblask światła, szczęk łańcucha, cień na ziemi. Jej historia zmienia spojrzenie na inteligencję. Mózg nie musi pracować według jednego modelu. Możliwości jest wiele, a czasem to właśnie inność przynosi przełom. «

Człowiek, który narysował neuron



ILUSTRACJA I FOTO: MEISTERDRUCKE A WIKIMEDIA

Kto: **Santiago Ramón y Cajal**
Kiedy: koniec XIX wieku
Wynik: mózg to las drzew, czyli neuronów

Na przełomie wieków wielu uczonych sądziło, że mózg jest ciągłą siecią, biologiczną mgławicą. Hiszpański lekarz **Santiago Ramón y Cajal** twierdził inaczej. Pod mikroskopem cierpliwie rysował, co widział – delikatne rozgałęzienia komórek, jak drzewa z tysiącem wypustek. Neurony.
Jego rysunki do dziś zachwycają – naukowo i estetycznie. Cajal dowiódł, że układ nerwowy składa się z osobnych komórek, które porozumiewają się przez drobne szczeliny. Dziś to doktryna neuronowa.
Mózg przestał być mgłą, stał się mapą. A Cajal był jej pierwszym kartografem. «

Chirurg, który włączał wspomnienia

Kto: **Wilder Penfield**
Kiedy: lata 30.–50. XX wieku
Wynik: pamięć jest elektryczna

Pacjent leży na stole operacyjnym. Jest przytomny, ale ma otwartą czaszkę. Kanadyjski neurochirurg **Wilder Penfield** podczas operacji epilepsji lekko dotyka elektrodą kory mózgu. Nagle pacjent mówi: *Słyszę muzykę* albo: *Czuję zapach chleba*, czy: *Widzę ulicę z dzieciństwa.*
Wystarczył słaby impuls elektryczny, by wspomnienie ożyło.
Penfield stworzył słynną „mapę mózgu", gdzie obszary odpowiadają konkretnym funkcjom. Pokazał, że pamięć to przede wszystkim aktywność neuronów – elektryczna orkiestra, którą można na chwilę znów uruchomić. «

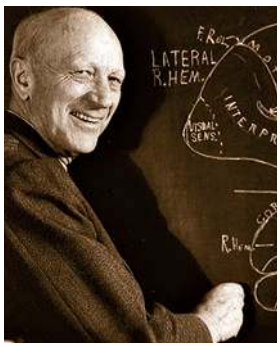


FOTO: WILDER PENFIELD ARCHIVE

eprasa.pl 05a7bc66e6

Osiągnięcie sukcesu w sporcie nie jest łatwe. Aby sportowcom się udało, muszą być w swojej kategorii najszybsi, najsilniejsi albo najzwinniejsi. Okazuje się, że w osiąganiu ponadprzeciętnych wyników pomagają im nie tylko geny, lecz także mózgi. Możliwości ludzkiego ciała są dziś na granicy tego, co możliwe, więc być może w przyszłości w zawodach „startować" będą tylko nasze mózgi...

Czym mózgi i ciała sportowców różnią się od mózgów i ciał zwykłych ludzi?

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Najlepsi sportowcy często mają kombinację wariantów genów sprzyjających sile, wytrzymałości i szybszej odpowiedzi organizmu na trening. Mają też inne nastawienie psychiczne

Naukowcy od długiego czasu zastanawiali się, czy genetyka może wpływać na wyniki sportowe i reakcję człowieka na trening. Dowód, że tak jest, przynieśli w 2021 roku badacze z University of Essex. Przez osiem tygodni śledzili postępy 62 ochotników w wieku od 20 do 40 lat w treningu biegowym. Ustalili, że mniej niż 31% z nich miało wyjątkowe predyspozycje pomagające maksymalizować efekty treningu. Najlepsi sportowcy mieli kombinację 19 kluczowych wariantów genów związanych z bieganiem.

Genetyka wyłania zwycięzców

– *Okazało się, że DNA naprawdę wpływa na to, jak bardzo człowiek może przesuwać swoje granice* – mówi dr **Henry Chung**, który kierował badaniem. Osoby z kluczowym kodem genetycznym po ośmiu tygodniach treningu wytrzymałościowego poprawiły się średnio o 11,5%. Uczestnicy bez tych określonych wariantów genów, znanych jako polimorfizmy pojedynczego nukleotydu, wykazywali mniejszą poprawę albo nie wykazywali jej wcale, choć mieli dokładnie ten sam trening.

Ciężka praca pokona talent

Do pomiaru wyników użyto tzw. testu Coopera, z którego korzysta wojsko, by sprawdzać sprawność kandydatów do szkolenia. Uczestnicy badania mieli w ciągu 12 minut przebiec jak największy dystans po wyznaczonej trasie. Spośród 1000 analizowanych genów najlepsi mieli te same warianty genu ACTN3 wiązanego z adaptacją, szybkością, siłą i odpornością na urazy. – *Badanie to potwierdza, że genetyka odgrywa główną rolę w wyniku sportowym i reakcji na trening. Mimo to ciężka praca zawsze pokona talent, jeśli talent nie chce ciężko pracować* – zauważa Chung.

Geny, które poprawiają wynik

Wpływem genów na wyniki sportowe zajmuje się docent **Miroslav Petr** z Wydziału Wychowania Fizycznego i Sportu Uniwersytetu Karola w Pradze. Jego zespół zidentyfikował dwie mutacje w genach EPOR i MSTN, które wspierają fizyczną wydolność w sporcie, ale są bardzo rzadkie. Pierwsza koduje receptor erytropoetyny, wrażliwszy dzięki mutacji. – *Taki człowiek produkuje więcej czerwonych krwinek, ma lepszą zdolność transportu tlenu i dlatego jest predysponowany do wysiłków wytrzymałościowych* – wyjaśnia Petr.

Więcej krwinek i masy mięśniowej

Druga mutacja dotyczy miostatyny – specyficznego białka blokującego aktywację tzw. komórek satelitarnych w mięśniu. Osoby z mutacją tego genu mają naturalnie zablokowane

ILUSTRACJA: LIV HOSPITAL

Większa liczba czerwonych krwinek poprawia transport tlenu do mięśni. To kluczowy czynnik zwłaszcza w sportach wytrzymałościowych

eprasa.pl 05a7bc66e6

SPORTOWCY I BÓL

W kontekście odczuwania bólu o sportowcach mówi się, że są „innym gatunkiem". Przed laty specjaliści z brytyjskiego Northumbria University postanowili przeprowadzić metaanalizę badań dotyczących odczuwania bólu u sportowców. Skupili się głównie na progu bólu, jego tolerancji, intensywności i nieprzyjemności, a także na tym, jak bardzo ból im przeszkadzał. Z wniosków tej analizy wynika, że sportowcy rzeczywiście mają wyższy próg bólu niż grupa kontrolna, zwykle uznają go za mniej intensywny i lepiej go tolerują. Z badania nie wynika jednak jednoznacznie to, co najważniejsze, czyli jak bardzo ból wpływa na ich wynik.

hamujące działanie miostatyny na hipertrofię mięśni (wzrost tkanki wskutek zwiększania objętości poszczególnych komórek), więc szybciej nabierają masy mięśniowej. Mutacja ta częściej występuje u skutecznych kulturystów.

Trening i dieta na miarę genów

U zawodowych sportowców częstszy jest wariant genu receptora dopaminowego związanego z zachowaniami ryzykownymi. Są więc bardziej skłonni ryzykować dla zwycięstwa, ale zarazem częściej grają na automatach, używają substancji uzależniających czy zdradzają.
Wyniki testów genetycznych powinny, według Miroslava Petra, pomagać sportowcom ułożyć indywidualną dietę i plan treningowy albo rozwinąć obszar, w którym są silni. – *Ewentualnie wyjaśnić, że brak poprawy u sportowca nie wynika ze złego treningu, lecz raczej z jego uwarunkowań genetycznych* – dodaje Petr.

Sport zmienia mózg

Są też mózgi sportowców, które także różnią się od mózgów zwykłych ludzi. – *Aktywność fizyczna i ćwiczenia mają bezpośredni i pośredni wpływ na to, jak działa chemia ludzkiego mózgu* – mówi **Michele LaBotz**, lekarka zajmująca się pediatrią i medycyną sportową w MaineHealth Maine Medical Center. – *Dopamina, serotonina, endorfiny i endokannabinoidy, podobnie jak kortyzol, wpływają nie tylko na nastrój i poczucie zmęczenia, lecz także na wynik sportowy* – dodaje. Trenerzy, którzy wiedzą, jak treningiem pobudzić produkcję tych hormonów u podopiecznych, mogą wspierać ich wyniki.

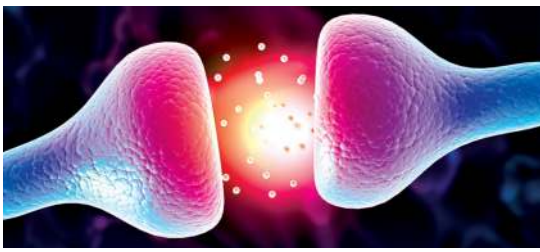
Kto chce wygrać, trenuje mózg

Choć sportowcy często skupiają się na wzroście siły, szybkości i ulepszeniu techniki, to właśnie optymalizacja funkcji mózgu może znacząco poprawić ich wyniki. Mózg służy jako centralny ośrodek dowodzenia ciałem, organizuje złożone ruchy, przetwarza informacje sensoryczne i koordynuje funkcje fizjologiczne. Połączenie mózgu i ciała jest więc kluczowe dla sukcesu w sporcie. W każdej dyscyplinie do sukcesu potrzeba czegoś innego: raz pamięci mięśniowej, innym razem orientacji w przestrzeni. Mózg każdego sportowca potrafi dostosować się do tych odmiennych wymagań.

Lepsze przesyłanie sygnałów

Osłonka mielinowa, tłuszczowa warstwa otaczająca włókna nerwowe, odgrywa kluczową rolę we wzmacnianiu przesyłania sygnałów elektrycznych w mózgu. Naukowcy z University of British Columbia zbadali w pracy, której wnioski opublikowali w „Journal of Neuroscience", wpływ intensywnego treningu umiejętności motorycznych na rozwój osłonki mielinowej. Ustalili, że u sportowców, którzy wykonywali skupiony i powtarzalny trening, doszło do zwiększonej mielinizacji w obszarach mózgu związanych z trenowanymi

FOTO: OXFORD UNIVERSITY



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Dopamina, serotonina, endorfiny i endokannabinoidy wpływają na motywację, koncentrację oraz odczuwanie zmęczenia, a tym samym na wynik sportowy

Supersportowcy?

Nie, to wyższy poziom bilirubiny we krwi

Większa odporność, niższe ryzyko cukrzycy, raka, chorób serca, niektórych chorób autoimmunologicznych, a także mniejsze prawdopodobieństwo nadwagi czy otyłości – to część „supermocy", którymi obdarzone są osoby z zespołem Gilberta. Niedawne badanie przeprowadzone w Czechach wykazało, że u elitarnych sportowców występuje on ponad dwukrotnie częściej niż w populacji ogólnej.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Zespół Gilberta objawia się okresowym zażółceniem białek oczu albo skóry

Bezpieczna i korzystna mutacja

Zespół Gilberta to zaburzenie, dla którego typowe są wysokie wartości bilirubiny – barwnika żółciowego we krwi. Choroba objawia się okresowym zażółceniem białek oczu albo skóry. Nie jest jednak groźna i nie wymaga leczenia. Pierwsze objawy zwykle pojawiają się w wieku 15–30 lat i częściej dotyczą chłopców. Jak pokazała analiza opublikowana w czasopiśmie „Sports Medicine", wyraźnie podwyższony odsetek osób z zespołem Gilberta występuje wśród sportowców najwyższej klasy. Jak pisze jeden z autorów badania,

eprasa.pl 05a7bc66e6

umiejętnościami motorycznymi, co poprawiło ich wynik sportowy.

Szybkie przetwarzanie informacji wzrokowych

Kluczową umiejętnością w sportach zespołowych jest szybkie przetwarzanie informacji wzrokowych. Badanie z 2013 roku opublikowane w „Scientific Reports" pokazało, że zawodowi hokeiści, piłkarze i rugbyści osiągali lepsze wyniki w testach polegających na śledzeniu obiektów szybko poruszających się po ekranie niż sportowcy amatorzy. Ich mózgi lepiej przetwarzały „dynamiczne sceny wzrokowe".

Postrzeganie ruchów innych i ich skutków

Według specjalistów stoi za tym większa grubość *sulcus temporalis superior* (STS), czyli bruzdy między górnym a środkowym zakrętem skroniowym mózgu. Obszar ten przetwarza społecznie istotne bodźce oraz odpowiada za postrzeganie ruchu biologicznego. STS jest grubsza także u zawodowych nurków – pozwala im lepiej odbierać ruch innych istot i odczytywać zamiary ukryte za tymi ruchami. Sprawność przetwarzania informacji wzrokowych można by wykorzystać do oceny, czy sportowiec po urazie może już wrócić do treningu.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Doświadczeni tenisiści potrafią dłużej utrzymać tzw. ciche oko – intensywne skupienie wzroku, które poprawia timing i precyzję uderzenia

Lepsza koncentracja i uwaga

Kolejnymi cenionymi cechami sportowców są koncentracja i uwaga. Badanie z 2022 roku, opublikowane w „International Journal of Sport and Exercise Psychology", dowiodło, że zwłaszcza gracze zespołowi wyróżniają się elastycznością poznawczą i umiejętnością właściwego dzielenia uwagi. Muszą umieć dynamicznie przełączać się między różnymi sposobami myślenia, np. szybko zmienić kierunek ruchu w piłce nożnej, gdy do zawodnika zbliża się rywal. Naukowcy nie wiedzą na razie, co dokładnie stoi za tą umiejętnością piłkarzy czy hokeistów.

Dopracowana koordynacja ręka – oko

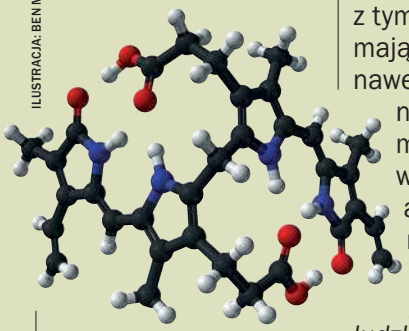
Doświadczeni tenisiści potrafią z kolei wydłużyć moment intensywnego skupienia wzroku, zwany okresem „cichego oka". Badanie prowadzone przez naukowców z Florida State University wykazało, że bardziej doświadczeni gracze umieli dłużej koncentrować się na piłce, co przekładało się na lepsze uderzenia. Z pewnością pomagała im w tym także wzmocniona koordynacja oko – ręka, ważna w sportach wymagających precyzyjnej motoryki i podejmowania decyzji w ułamku sekundy. Główną rolę w koordynacji ruchów rąk i oczu odgrywa mózg i jego neuroplastyczność. Poza tenisistami korzystają z tego np. pałkarze w baseballu.

Ocena toru lotu piłki

Oni także muszą umieć szybko i dokładnie przewidywać kierunek każdej piłki rzuconej przez miotacza. Według badania z 2022 roku opublikowanego w „Cerebral Cortex" podczas przewidywania u graczy zmienia się aktywność neuronów w części mózgu zwanej lewą brzuszną korą pozaprążkową – kluczowej przy rozpoznawaniu ruchu. Pałkarze mają wyjątkową zdolność łączenia ruchów miotacza z możliwym torem lotu piłki. «

prof. **Libor Vítek**: *W badaniu wzięło udział 536 wyczynowców o różnym profilu – od lekkoatletyki, judo, pływania, biatlonu i narciarstwa po koszykówkę czy siatkówkę. Wśród nich było 13,3% kobiet z zespołem Gilberta i 27,7% mężczyzn z tą samą diagnozą. Ustaliliśmy, że w porównaniu z populacją ogólną sportowcy mają wyższe wartości bilirubiny w surowicy.*

ILUSTRACJA: BEN MILLS



Bilirubina to barwnik żółciowy obecny we krwi

30 razy skuteczniejsza niż witamina E...

Jednym z powodów, dla których z zespołem Gilberta wiąże się tyle korzyści zdrowotnych, jest działanie bilirubiny jako bardzo silnego antyoksydantu – jest ok. 30 razy skuteczniejsza niż witamina E. Osoby z tym zaburzeniem mają poziom bilirubiny nawet pięć razy wyższy niż inni, a tym samym znacznie większą zdolność antyoksydacyjną. – *Antyoksydanty są bardzo pożądane dla ludzkiego organizmu, chronią nas przed stresem oksydacyjnym, który jest przyczyną wielu chorób cywilizacyjnych i przewlekłych, jak miażdżyca czy niektóre choroby serca* – podkreśla kardiolog prof. **Aleš Linhart**.

Poza funkcją antyoksydacyjną bilirubina ma też wyraźne działanie immunosupresyjne i przeciwzapalne. To dlatego niektóre choroby autoimmunologiczne, takie jak stwardnienie rozsiane, łuszczyca czy choroba Crohna, rzadziej dotykają osób z zespołem Gilberta. – *Według badań u osób z zespołem Gilberta jest nawet cztery razy niższe ryzyko zachorowania na raka jelita grubego* – dodaje prof. Vítek. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Małe słabości wielkich geniuszy

Co było genialne i kto był geniuszem? Niesamowicie twórczy umysł i uwielbiana osobowość, a jednak tylko człowiek – nie marmurowy pomnik. Geniusze też mieli prywatność i byli ludźmi.

Prawie wszyscy… Malarz **Salvador Dalí** (1904–1989) nie chciał porównywać się ze zwykłymi ludźmi. Ekscentryk z charakterystyczną laską, nawoskowanymi wąsami i ogromem pewności siebie. Gdy mówił o geniuszach, myślał tylko o sobie. *Każdego ranka budzę się z błogą świadomością, którą dziś definiuję po raz pierwszy: rozkoszą jest być Salvadorem Dalím i z zachwytem pytam siebie, czego dziś dokona ten Salvador Dalí* – pisał w swoim dzienniku (*Dziennik geniusza,* tyt. oryg. *Journal d'un génie*). Ta celebracja siebie to kwintesencja jego stylu życia i poglądów. Dziennik jest pełen spostrzeżeń na temat „codziennego życia geniusza", które miały pokazać, że jego sen, trawienie, ekstazy, paznokcie, katar czy krew zasadniczo różniły się od codzienności reszty ludzkości. Dalí, choć przesadnie egocentryczny, był jednak wyjątkowy – jak Newton, Picasso, Einstein, Kant czy Goethe. Cała historia ludzkości to dziwaczna plejada osobliwych geniuszy ze zdumiewającym życiem prywatnym.

Geniusz to 99% potu i 1% natchnienia.
Thomas Alva Edison

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

MALARZE

Katalończycy są nietuzinkowi, ale Salvador Dalí nie mieścił się w żadnej kategorii wyjątkowości. Sam zresztą mawiał, że jedyna różnica między nim a szaleńcem polega na tym, że on szaleńcem nie jest. Gdy miał sześć lat, chciał być kucharzem, w wieku lat siedmiu – Napoleonem, a potem odkrywał, że nie ma większego zaszczytu niż być sobą – Dalím, malarzem, który stworzył ponad 1500 obrazów. Uważał się za geniusza i twierdził, że geniuszy nie da się porównywać ze zwykłymi ludźmi.

Dalí miał jasne wyobrażenie o tym, jak wygląda Bóg. *To mężczyzna wzniosłej urody, równo metr wysokości. Jest ze sprasowanej materii, naprawdę materialny. Bóg jest jądrem mistrzowskiej, niewyobrażalnej gęstości…* Dalí – malarz, rzeźbiarz, pisarz i aktor nie potrzebował Boga do pracy, potrzebował za to niezwykłego kawałka drewna (dłuższego niż metr). *Odkąd znalazłem swój kawałek drewna, mogę robić wszystko, co chcę, jeśli mam go przy sobie.*

FOTO: WIKIPEDIA

Salvador Dalí

Tchórzliwy geniusz

Raz w Londynie zgubił swój amulet, ale na szczęście niedługo go znalazł. Za drugim razem drewno zniknęło w hotelu w Nowym Jorku, gdy obsługa zabrała je z pościelą. Nazajutrz personel musiał przeszukać pranie, aż Dalí odzyskał ten specyficzny talizman. Był jego życiową koniecznością. Fetyszem. Gdy miał go przy sobie, czuł się dobrze, bo nawet ten pewny siebie geniusz cierpiał na lęki i odczuwał strach. *Tak, jestem bardzo tchórzliwy. Wciąż boję się, że sprawy obrócą się przeciw mnie.*

Z drugiej strony artysta twierdził, że niemal ma klucz do wszechświata. *Krótko przed zaśnięciem otrzymuję ważne, uporządkowane, a jednak nieczytelne informacje. Gdybym je rozumiał, miałbym klucz do wszechświata* – pisał. Aby odbierać te sygnały, Dalí kazał woskować długie końcówki swoich wąsów, które nazywał antenami.

Lagarto! Lagarto!

Jeszcze silniejsze lęki miał inny Hiszpan, **Pablo Picasso** (1881–1973). Jego matka od urodzenia wierzyła, że „kiedyś coś z niego będzie". Podobno mawiała: *Jeśli będziesz żołnierzem, zostaniesz generałem. Jeśli będziesz mnichem, zostaniesz papieżem.* W końcu został malarzem – bardzo płodnym, bo stworzył około 13 500 obrazów i szkiców oraz dziesiątki tysięcy rycin, druków i ilustracji.

Picasso też był niezwykle lękliwy, a do tego niebotycznie przesądny. Wciąż wmawiał sobie, że ma raka. Każdego ranka, zanim wstał, przez długie minuty wyliczał, na co cierpi. Nawet jako dorosły nie pokonał strachu przed strzyżeniem włosów, a jego przesądność była legendarna. Raz jego partnerka **Françoise Gilot**, z którą żył kilka lat, dla żartu otworzyła w domu parasol, bo bawiła się z dziećmi. Jak opowiadała: *Potem musieliśmy skrzyżować palce środkowe*

eprasa.pl 05a7bc66e6

ze wskazującymi, chodzić po pokoju, kręcić rękami i wołać: Lagarto! Lagarto!, by odpędzić nieszczęście.

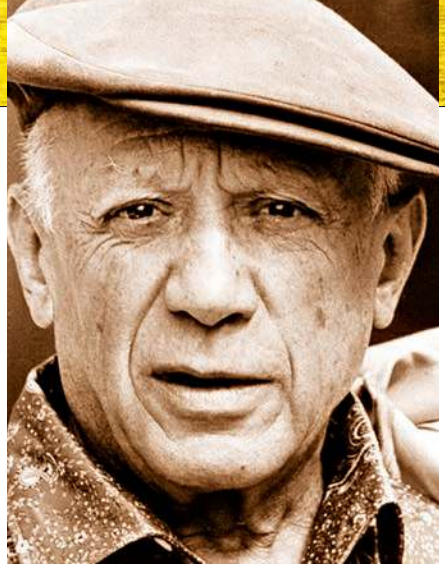
> *Potrzebowałem lekarza, którego interesowałem ja, a nie moje obrazy!*
> Pablo Picasso

Módlcie się też za mnie

Picasso brał przesądy poważnie, a jeszcze poważniej traktował związane z nimi rytuały. Hiszpańskie szybko uzupełnił rosyjskimi dzięki pierwszej żonie Oldze. *Gdy mieliśmy gdzieś iść, musieliśmy minutę siedzieć i nie mówić ani słowa* – mówiła. Oficjalnie Picasso w przesądy nie wierzył, ale co, jeśli… To samo „co, jeśli" dręczyło go przy modlitwie. Drażniło go, że krewni Françoise modlili się tylko za nią, i z egoistyczną nadwrażliwością skarżył się, że to nieładne, mimo że w Boga nie wierzył. *To nieważne. Drażni mnie to. Chciałbym, żeby modlili się też za mnie* – twierdził.

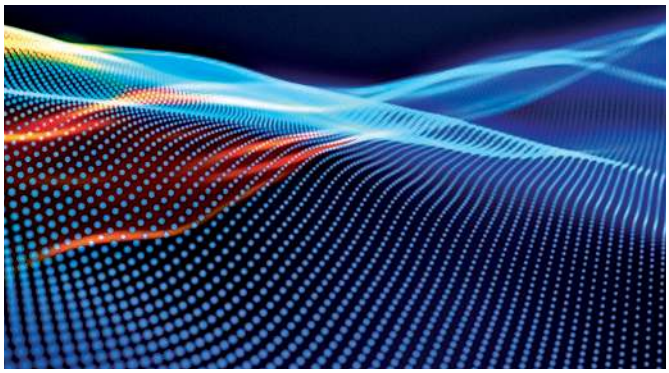
Miał też problem z ubraniami. Starych nie chciał wyrzucić ani oddać, bo bał się, że zmieni się w tego, komu je dał. Kupno garnituru było taką samą katastrofą jak wizyta u fryzjera. Gdy Françoise w końcu zaciągnęła go do krawca, zamówił od razu trzy garnitury, a potem zamknął je w szafie. Ostatecznie zjadły je mole.

FOTO: WIKIPEDIE



Pablo Picasso

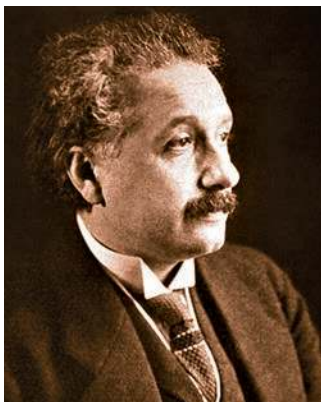
FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



NAUKOWCY

Niechęć do mody i ubrań miał także **Albert Einstein** (1879–1955). Na podstawie informacji o jego zachowaniu naukowcy przypuszczają, że najpewniej cierpiał na zespół Aspergera (zaburzenie ze spektrum autyzmu). – *Dziś nie ustalimy już dokładnej diagnozy, ale jego problemy z komunikacją i relacjami społecznymi na to wskazują* – mówi prof. **Simon Baron-Cohen** z Cambridge. Einstein od dzieciństwa był społecznie wycofany. Mówić zaczął dopiero po trzecich urodzinach, był samotnikiem i często po cichu powtarzał sobie pojedyncze słowa i zdania. Nie znosił komplikacji, a bogactwo je niosło. Picasso był wręcz skąpy, za to Einstein rozdawał dużo pieniędzy, co paradoksalnie generowało inne problemy. Kiedy jego pierwsza żona **Mileva Marić** złościła się, że kolejny raz dał pieniądze komuś, kto go regularnie oszukiwał, odpowiadał: *Wiem to dobrze, ale on bardzo ich potrzebował. Człowiek przecież nie żebrze dla zabawy.*

FOTO: UNDERWOOD



Albert Einstein

Po prostu Einstein

Einstein nie potrzebował wiele. Cudem namówiono go, by kupił sobie smoking, ale potem i tak go nie nosił. Wystarczyło mu, że ludzie wiedzą, że go ma. Najchętniej nosił sweter albo koszule. Kiedy odkrył, że da się chodzić w butach na bosą stopę, stwierdził: *Nigdy więcej nie włożę skarpetek*. Podobnie było z krawatem, chusteczkami i kapeluszami.

Einstein prawie nie znał strachu – nie bał się nazistów, opinii ludzi ani biedy. Inaczej było z jego poprzednikiem… Wybitny fizyk **Isaac Newton** (1643–1727) bał się stale. Był wrażliwy, poraniony, ekscentryczny i seksualnie zagubiony. Nigdy nie urósł ponad 1,5 m, ojciec zmarł trzy miesiące przed jego narodzinami, a matka ponownie wyszła za mąż, gdy miał trzy lata. Żył u babki – urażony, odtrącony, pragnący, by dom matki i ojczyma spłonął. Przeszkadzało mu ubogie pochodzenie i data ślubu rodziców (ślub był zbyt późno), więc dał przodkom tytuły szlacheckie i zmienił w metryce datę ślubu.

ILUSTRACJA: GODFREY KNELLER

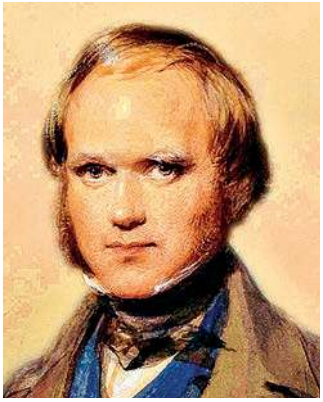
Isaac Newton

Dziwny świat naukowców

Była to czysta rozpacz człowieka, który obalił skostniałą naukę epoki. Newton wyrósł na egocentrycznego, zadufanego w sobie uczonego, który w wieku 45 lat cierpiał już na taką psychozę i manię prześladowczą, że do końca życia nie przedstawił ani jednej pracy naukowej. Rozmowa z nim była prawie niemożliwa. Często marszczył brwi, dumał i tkwił w swoim świecie. Prawie nie mówił albo przeciwnie – mówił bez przerwy, nie zauważając, że nikt go nie słucha. Zdarzało się, że wykładał w sali, w której nikogo nie było.

Matematyk i astronom **Johannes Kepler** (1571–1630) przez sześć lat walczył o życie matki oskarżanej o czary, a **Charles Darwin** (1809–1882) przestał podróżować i po każdej wizycie przyjaciół czuł ogromne wyczerpanie, więc z żoną uzgodnili, że wyrzekną się życia towarzyskiego.

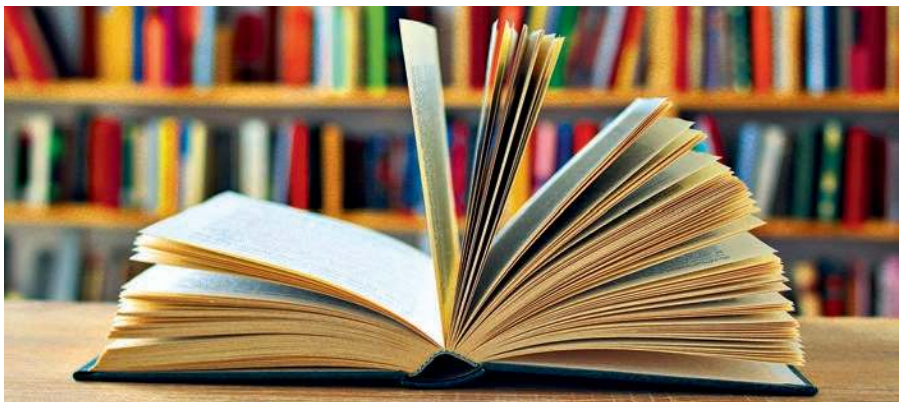
ILUSTRACJA: GEORGE RICHMOND



Charles Darwin

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



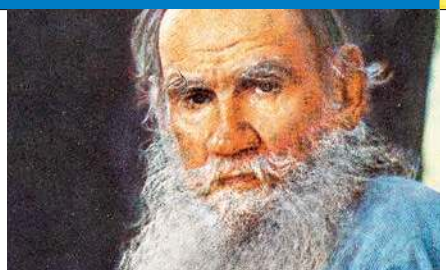
PISARZE

Chorowity bajkopisarz **Hans Christian Andersen** (1805–1875) był modelowym hipochondrykiem. *Wstałem o wpół do dziewiątej, słońce świeciło cudownie. Boże, spraw, by i mój nastrój tak się rozjaśnił! Stolec mam nieco luźny…* – zanotował. Andersen pisał świetne baśnie, ale też dokładnie śledził stan swojego zdrowia. Jego dziennik przypominał kartę choroby… kilku osób! Często odnotowywał gorączki, mdłości i osłabienia, a objawy nasilały się, gdy słyszał krytykę. *Moja dusza czuła się szczęśliwa tylko wtedy, gdy wszyscy ją podziwiali; każdy, kto tego nie robił, potrafił mnie rozstroić.* Pisał też o strachu przed obłędem, co jednak nie było bezpodstawne, bo jego dziadek, a prawdopodobnie również ojciec, cierpieli na psychozę. *Bardzo bałem się swojego niedorozwiniętego dziadka; tylko jeden jedyny raz mówił do mnie, używając niezwykłej dla mnie formy „wy”.* Strach przed obłędem wzmocniła jeszcze wizyta w zakładzie dla obłąkanych. W jednej z cel zobaczył nagą kobietę siedzącą na słomie. Nagle skoczyła do drzwi i niemal chwyciła Andersena za rękę. W szoku upadł na ziemię i wołał o pomoc.

FOTO: FRANZ HANFSTAENGL

Hans Christian Andersen

FOTO: SERGEJ MICHAJLOVIĆ PROKUDIN-GORSKIJ



Lew Nikołajewicz Tołstoj

Martwa dusza Gogola

Czesko-austriacki pisarz **Adalbert Stifter** (1805–1868) panicznie bał się cholery, stale obserwował siebie, swoje odczucia i stan ciała. **Lew Nikołajewicz Tołstoj** (1828–1910) nie znosił palaczy, a tytoń porównywał do środków odurzających, jak wódka, wino, haszysz, opium, eter czy morfina. Wierzył też, że między mężczyzną a kobietą powinno panować pełne zaufanie, więc swojej o 16 lat młodszej żonie dawał do czytania dzienniki pełne opisów relacji z innymi kobietami.

Johann Wolfgang Goethe (1749–1832) chorobliwie się objadał, bał się chorób i śmierci, podobnie jak **Nikołaj Wasiljewicz Gogol** (1809–1852). Autor *Rewizora* (1836) i niedokończonej powieści *Martwe dusze* (1846) w ostatnich latach życia cierpiał na silne poczucie winy. Ciało uważał za grzeszne, więc wymierzał sobie karę – stopniowo ograniczał jedzenie, aż w końcu nie jadł wcale i zmarł w wieku 43 lat.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

FILOZOFOWIE

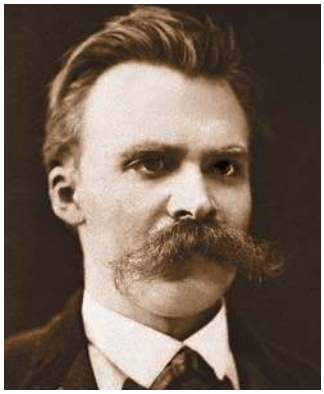
Siła **Immanuela Kanta** (1724–1804) polegała na obserwacji i wnioskowaniu. Kant był w tym mistrzem i właśnie tak sformułował hipotezę o rozmnażaniu pluskiew. Z pluskwami miał zresztą spory problem. Po (błędnej) obserwacji uznał, że mnożą się w słońcu, więc w słonecznej sypialni miał ciągle zamknięte okiennice. Kant do śmierci był przekonany, że pluskwy zabija ciemność – prawdy nigdy nie poznał. Nie wyjawił mu jej nawet jego uczeń **Wasianski**, który od 1794 roku dbał o dom starzejącego się filozofa. *Utrzymywałem czystość sypialni i łóżka, przez co pluskiew wyraźnie ubyło, choć codziennie otwierałem okiennice i okna – oczywiście bez jego wiedzy* – wyjawił po jakimś czasie. Mierzący tylko 157 cm Kant przez całe życie cierpiał na duszności, był przesadnie wrażliwy i na wiele rzeczy uczulony – na przykład zapach świeżo drukowanych gazet wywoływał u niego katar. Spał zawsze dokładnie 7 godzin i co wieczór o siódmej szedł na spacer. Wyłącznie sam, bo nie chciał otwierać ust z powodu „chorób reumatycznych”, a poza tym miał swoje tempo. Najpóźniej o dziesiątej wieczorem był w łóżku. **Arthur Schopenhauer** (1788–1860) bardziej niż czegokolwiek bał się pogrzebania żywcem. **Nietzsche** (1844–1900) cierpiał na ogromną nieśmiałość, podobnie zresztą jak **Mahatma Gandhi** (1869–1948).

Okazuje się, że nawet wielcy ludzie mają swoje małe słabości… «

ILUSTRACJA: ELISABETH VON STÄGEMANN

Immanuel Kant

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Friedrich Nietzsche

eprasa.pl 05a7bc66e6

To mocna piątka wybitnych uczonych: Newton, Cavendish, Turing, Nash i oczywiście genialny Einstein. Ci tytani intelektu zapisali się w historii nauki jako ci, którzy zmienili świat.

Matematycy i fizycy: Geniusze w niewoli wewnętrznych demonów

FOTO: ANTOINE TAVENEAUX

Maszyna przeciw maszynie. Elektromechaniczna „Bombe" metodycznie łamała miliardy kombinacji Enigmy i zmieniła abstrakcyjną matematykę w broń przeciw III Rzeszy

Wybitne naukowe kariery często są okupione cierpieniem, chorobami i wiecznym niepokojem. Przypadki naszej genialnej piątki wyjątkowo dobitnie ilustrują działanie starej zasady, która mówi, że natura gdzieś daje, a gdzie indziej odbiera…

Pan Enigma

FOTO: ELLIOTT & FRY

Kto: Alan Turing
Kiedy żył: 1912–1954
Szacowane IQ: możliwe, że nawet około 180
Czym zasłynął: kryptoanalityk i twórca nowoczesnej informatyki, odegrał kluczową rolę w złamaniu kodu Enigmy

Jak co rano 7 czerwca 1954 roku gospodyni przyszła do domu **Alana Turinga** w Manchesterze, by trochę posprzątać. Gdy otworzyła sypialnię, krzyknęła z przerażenia. Na łóżku leżało w dziwnej pozycji martwe ciało 41-letniego naukowca, a na podłodze – nadgryzione jabłko…

Ojciec komputerów Alan Turing według historycznych szacunków skrócił II wojnę światową o około rok lub dwa lata, a pośrednio pomógł ocalić miliony ludzkich istnień.

Zdeptali go

Werdykt koronera brzmiał jednoznacznie. Jeden z najgenialniejszych matematyków epoki, wtedy wciąż niedoceniany ojciec komputerów, zmarł od zatrucia cyjankiem. Oficjalny wniosek mówił o samobójstwie – uczony miał wprowadzić truciznę do ciała zatrutym jabłkiem.

Tyle że jabłka nigdy nie zbadano w laboratorium, obecność cyjanku potwierdzono dopiero przy sekcji, a kluczowy dowód dziwnym trafem zniknął… Śledczy zastanawiali się: Jak inaczej mógłby wprowadzić truciznę do ciała?

Biograf Turinga **David Leavitt** w książce *Człowiek, który wiedział za dużo* zwrócił uwagę na niepokojący fakt: *Ciekawe, że nikt z jego przyjaciół nie rozważał, iż samobójstwo mogło być sfingowane.* Bezpośredni dowód zabójstwa nigdy się nie pojawił. Pewne było jedno – Wielka Brytania obeszła się z Alanem Turingiem po macoszemu. Upokorzyła go, zdeptała jego osobowość i prawie wymazała z historii.

Nauczyciele byli w szoku

Od dzieciństwa fascynowały go liczby i rozwiązywanie trudnych zadań matematycznych, ale gubił się w zwykłych sprawach – choćby w kalendarzu. Jego geniuszu nie dało się przeoczyć. *Jak ty to, na Boga, obliczyłeś? Przecież z matematyki wyższej nie przerabialiśmy nawet podstaw!* – dziwił się jeden z nauczycieli w szkole Sherborne z internatem w hrabstwie Dorset.

Miał nadmiar energii, ciągle biegał, a jego jedyny naprawdę bliski przyjaciel, do którego żywił głębokie uczucie, zmarł, gdy Turing miał 18 lat. Ta strata naznaczyła go na całe życie.

Enigma – nie do złamania… prawie

Na początku II wojny światowej Turing był już cenionym matematykiem i logikiem. We wrześniu 1939 roku trafił do tajnego ośrodka Bletchley Park w hrabstwie Buckinghamshire, gdzie rząd brytyjski utworzył Szkołę Kodów i Szyfrów.

Zespół złożony z matematyków, językoznawców, szachistów i pasjonatów łamigłówek próbował rozszyfrować niemieckie depesze radiowe zakodowane Enigmą. Dawała ona astronomiczną liczbę kombinacji – rzędu 10^{23} – a Niemcy byli przekonani, że nie da się jej złamać.

Mylili się.

Turing miał kluczowy udział w rozwoju maszyn i metod, które łamały kod Enigmy systematycznie i szybko. Po wojnie sukcesy te pozostały ściśle tajne aż do lat 70.

Czy maszyna może myśleć?

Turing, zamiast napawać się sławą, podjął nowe wyzwanie: chciał sprawdzić, czy maszyna może być inteligentna. W efekcie sformułował słynny dziś test, według którego maszynę można uznać za inteligentną, jeśli jej odpowiedzi nie da się odróżnić od ludzkich.

Stworzył pierwszy program szachowy, badał sztuczną inteligencję i zajmował się procesami biologicznymi, np. kształtami w przyrodzie. W 1951 roku został członkiem Royal Society – jednego

eprasa.pl 05a7bc66e6

z prestiżowych towarzystw naukowych świata.
Niestety rok później jego życie zaczęło się rozpadać.

Zgodził się na chemiczną kastrację

W 1952 roku wyszła na jaw jego homoseksualność, która była wtedy w Brytanii przestępstwem. Państwo odebrało mu poświadczenie bezpieczeństwa i uniemożliwiło pracę przy tajnych projektach. Sędzia dał mu wybór: więzienie albo wyrok w zawieszeniu z terapią estrogenem.
Turing wybrał „leczenie", które tak naprawdę oznaczało chemiczną kastrację. Szczupły biegacz, który potrafił przebiec maraton, szybko utył, zmieniły się jego ciało i psychika, a on pogrążał się w izolacji.
Dwa lata później znaleziono go martwego.

Piękny umysł

Kto: John Nash
Kiedy żył: 1928–2015
Szacowane IQ: podobno aż 180
Czym zasłynął: dostał Nobla z ekonomii za wkład w teorię gier

W 1994 roku szwedzka komisja noblowska miała trudne zadanie – nagrodzić psychicznie chorego geniusza czy wybrać kogoś innego? **John Nash** był **Stephenem Hawkingiem** matematyki. Geniuszem o niezwykłym losie i życiu na opak. Hawking przez 50 lat tkwił w nieruchomym ciele ze zdrowym mózgiem, Nash był uwięziony we własnej głowie.

FOTO: WIKIPEDIA

Sypał matematycznymi perłami

Już rodzice zauważyli, że jest inny. Wyjątkowy i nie do zaszufladkowania. Odstawał, miał problemy z wejściem do grupy i wyjściem ze swego świata. Jego oceny były kiepskie nawet z matematyki. Nauczyciele złościli się, bo miał własne sposoby rozwiązywania zadań – wynik był poprawny, ale sposób inny niż ten przedstawiony przez nauczyciela. Miał łatkę opóźnionego dziecka, koledzy go dręczyli. Godzinami potrafił grać na fortepianie ten sam akord. Gdy dorósł, nie dało się już przeoczyć jego geniuszu. Przyszły matematyk wybrał Princeton, ale akademicki grunt także palił mu się pod nogami. Wykładami się nie przejmował, nie chodził na nie albo z nich wychodził. Gdy ktoś zaczynał go nudzić, przerywał dyskusję i odchodził w pół zdania. Mimo to zdobył doktorat, pod koniec lat 50. ożenił się i doczekał syna (cierpiał na schizofrenię paranoidalną). Potem pojawiły się jego demony…

Marsjanie i czerwone krawaty

Nash, amerykański matematyk, propagator myślących maszyn i laureat

FOTO: SMITHSONIAN.EDU

Medal Nobla jako późne uznanie geniusza, który przez większość życia walczył raczej z własnym umysłem niż z równaniami matematycznymi

Nobla z ekonomii, stał się uosobieniem wyjątkowości i szaleństwa w jednym. Zaczął opowiadać kolegom, że przez zaszyfrowane wiadomości w „The New York Times" komunikują się z nim mieszkańcy innej galaktyki. W głowie słyszał głosy. Podejrzewał mężczyzn w czerwonych krawatach o przynależność do światowego spisku. Zniszczył amerykański paszport, bo uważał się za „obywatela świata". W Europie próbował zorganizować rząd światowy, zabiegał o pokój na świecie i wzywał do obrony przed inwazją obcych. Na sylwestrowe przyjęcie w 1958 roku przyszedł w pieluchach i cały wieczór popijał z niemowlęcej butelki mleko z bourbonem. W 1959 roku hospitalizowano go w prywatnym szpitalu McLean pod Bostonem, gdzie jego dziwaczne zachowanie wreszcie zostało wyjaśnione – schizofrenia paranoidalna. Gdy nieco później jeden z kolegów matematyków zapytał, jak mógł jako matematyk i człowiek wyznający trzeźwe myślenie uwierzyć, że kosmici przesyłają mu informacje, odpowiedział: *Bo to, co przychodziło mi do głowy o kosmitach, przychodziło w ten sam sposób, co matematyka. Dlatego brałem te myśli poważnie.* Z demonami walczył nieustannie, a mimo to otrzymał Nagrodę Nobla.

Genialny ekscentryk

ILUSTRACJA: CAMBRIDGE ARCHIVE

Kto: Henry Cavendish
Kiedy żył: 1731–1810
Szacowane IQ: mówi się, że około 190
Czym zasłynął: odkrył wodór; z zaskakującą dokładnością określił masę Ziemi

Brytyjskiego chemika i fizyka Henry'ego Cavendisha nie interesowało niemal nic poza nauką. Całe życie żył skromnie i samotnie w domu w Londynie – choć stryj zostawił mu ponad milion funtów szterlingów, co w XVIII wieku było astronomiczną sumą. Dziś byłyby to setki milionów funtów.

Najbogatszy uczony

Współcześni nazywali go najbogatszym uczonym i *najbardziej uczonym bogaczem*. Cavendish był ekscentrykiem i poza najbliższą rodziną prawie z nikim nie utrzymywał relacji. Podobno w domu używał tylnych schodów tylko po to, by uniknąć spotkania z gospodynią. Wśród kobiet czuł się skrajnie nieswojo i nigdy się nie ożenił.
Według świadectw z epoki zdarzyło się, że gdy wszedł do pokoju pełnego ludzi, głośno zapiszczał, aby się rozbiegli. Gdy mówił, mówił wyłącznie o nauce. Gdy mówić nie chciał, coś piszczał i po prostu wychodził.

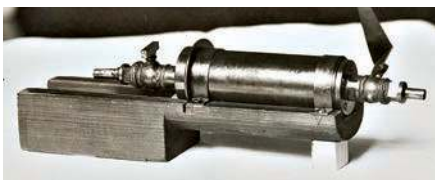


FOTO: ACME NEWSPICTURES

Przyrząd, którym Henry Cavendish „zważył Ziemię". Precyzja jego pomiarów z XVIII wieku do dziś zastanawia fizyków

Jak najdalej od kobiet

Do świata nauki wkroczył imponująco. W wieku 35 lat zidentyfikował najczęściej występujący we wszechświecie pierwiastek – wodór. Podczas doświadczeń z metalami w kwasach zauważył ulatnianie się gazu, który był wyjątkowo palny. Nazwał go „palnym powietrzem" – nie wiedział, że właśnie opisał nowy pierwiastek chemiczny.
Za pozornie gładkim obejściem kryła się głęboka dziwaczność. O życiu osobistym Henry'ego Cavendisha już

eprasa.pl 05a7bc66e6

za jego życia krążyły osobliwe historie, na podstawie których dzisiejsi badacze czasem sugerują, że miał cechy zaburzenia ze spektrum autyzmu.

Odkrycia zapierające dech

Cavendish należał do najważniejszych brytyjskich fizyków i chemików epoki i zostawił po sobie wiele przełomowych odkryć. W 1798 roku jako pierwszy z zaskakującą dokładnością określił gęstość Ziemi, a więc i jej masę. Wobec dzisiejszej wartości 5,515 g/cm³ pomylił się tylko o ok. 1%.

W pewnym stopniu opisał też skład atmosfery Ziemi i położył podwaliny pod elektrochemię. Był jednak tak nieśmiały i zamknięty w sobie, że wielu badań nigdy nie opublikował. Niektórych wyników nie kazał nawet oficjalnie zapisać u sekretarza Royal Society w Londynie, jak nakazywał ówczesny zwyczaj.

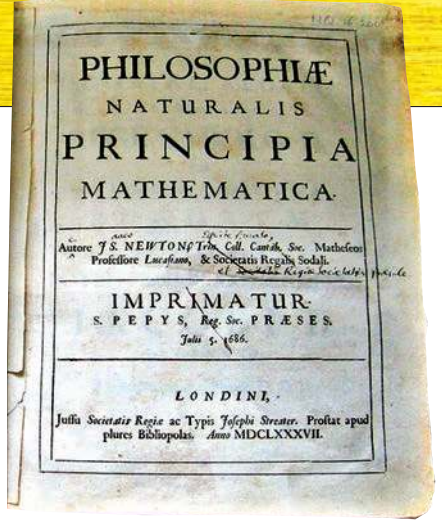
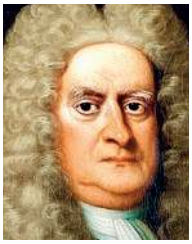


FOTO: WREN LIBRARY

Książka, która zmieniła świat. *Principia* Newtona położyły fundamenty pod fizykę klasyczną i rządziły nauką ponad dwa stulecia

Dość dziwny pan profesor



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA / BONHAMS

Kto: Isaac Newton
Kiedy żył: 1643–1727
Szacowane IQ: 190–220
Czym zasłynął: sformułował trzy zasady ruchu, prawo grawitacji i widmo barw światła

Niedostępny, genialny, o złożonej i trudnej naturze. Na swoje nieszczęście **Isaac Newton** nie był zbyt rozumiany przez otoczenie, ani nawet przez bliskich. Angielski wszechstronny uczony żył zamknięty we własnym świecie, więc nic nie przeszkadzało mu w przebudowie i obaleniu skostniałych teorii naukowych jego epoki. Zasłynął jako matematyk, astronom, filozof, alchemik i teolog, przede wszystkim jednak jako fizyk. Z **Albertem Einsteinem** do dziś uchodzi za jednego z największych fizyków wszech czasów.

Mroczne myśli

Był wrażliwy, zraniony i ekscentryczny. Nie poznał ojca – zmarł trzy miesiące przed jego narodzinami, a matka ponownie wyszła za mąż, gdy Isaac miał trzy lata. Dzieciństwo spędził więc u babki, z poczuciem opuszczenia, które towarzyszyło mu przez całe życie. W swoich notatkach pisał, że chciałby, by dom matki i ojczyma spłonął na popiół… Isaac zapisał też wiele innych mrocznych myśli, które dziś brzmią niepokojąco.

Przeszkadzały mu ubogie pochodzenie i późny ślub rodziców, więc w rodowodzie dopisał sobie szlacheckich przodków i zmienił daty, które mu nie odpowiadały. Niektórzy współcześni badacze sądzą, że jego zachowanie odpowiadało cechom zaliczanym dziś do spektrum autyzmu, pewności jednak mieć nie możemy.

Płomienne wykłady w pustej sali

Newton jako dorosły sprawiał wrażenie egocentrycznego i skrajnie zamkniętego uczonego. Około 25. roku życia przeszedł poważny kryzys psychiczny, po którym jego aktywność naukowa wyraźnie zwolniła. Mimo to pełnił ważne funkcje i doczekał się uznania.

Przyjaciół miał niewielu i traktował ich raczej chłodno. Rozmowa z nim była trudna. Potrafił tak zanurzyć się w pracy, że zapominał jeść i spać. Często milczał i dumał, innym razem mówił nieustannie, mimo że nikt go nie słuchał. Zdarzało się nawet, że wykładał w sali, w której nie siedział żaden student.

Nigdy się nie ożenił i żył ascetycznie. Zmarł w 1727 roku, w wieku 84 lat, jako człowiek, który zmienił spojrzenie ludzkości na wszechświat, ruch i prawa natury. «

21. Wiek Extra dodaje:

Niektórzy historycy i psychologowie sądzą, że zachowanie Isaaca Newtona i Henry'ego Cavendisha miało cechy, które dziś łączymy z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. U takich osób zwykle nie występuje niepełnosprawność intelektualna – przeciwnie, często wyróżniają się ponadprzeciętnymi zdolnościami w wąskich dziedzinach. Typowe są jednak trudności w komunikacji społecznej, rozumieniu niepisanych reguł i silna potrzeba rutyny. Trzeba podkreślić, że u postaci historycznych nie można stawiać diagnozy wstecz – można jedynie wskazać podobieństwo niektórych cech. We współczesnej medycynie nie używa się już pojęcia zespołu Aspergera; specjaliści mówią dziś o zaburzeniu ze spektrum autyzmu, częstszym u mężczyzn niż u kobiet, choć różnice między płciami mogą być mniejsze, niż dawniej sądzono.

ILUSTRACJA: DAVID BREWSTER

Teleskop Newtona był zwierciadlany: składał się z jednego wklęsłego zwierciadła głównego i jednego płaskiego eliptycznego lusterka

EINSTEIN, SKARPETKI I SMOKING

Kto: Albert Einstein
Kiedy żył: 1879–1955
Szacowane IQ: 170–200
Czym zasłynął: odkrycie zjawiska fotoelektrycznego (Nagroda Nobla, 1921), sformułowanie szczególnej teorii względności

Einstein również wykazywał cechy dziś łączone z zespołem Aspergera. Jego ekscentryczność nie przeszkodziła mu jednak przeżyć dwóch małżeństw, chwil bliskości i uczuciowych uniesień. Pisarz **Simon Baron-Cohen** stwierdził: *Namiętność i miłość są całkowicie zgodne z zespołem Aspergera. Największą trudnością jest zwykła rozmowa z kimś.* ■

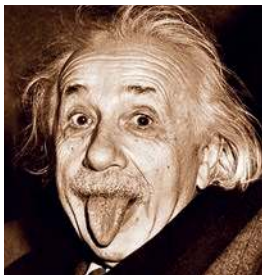


FOTO: ARTHUR SASSE

eprasa.pl 05a7bc66e6

Nie należał do tych, którzy chętnie i otwarcie dzielą się pomysłami – pisał głównie dla siebie, po swojemu, często pismem lustrzanym, wygodnym dla osoby leworęcznej. Jego nazwisko już pół tysiąca lat temu było synonimem geniuszu malarstwa, rzeźby i inżynierii, a nawet wizji przyszłości.

Kod przyszłości da Vinci? Jego mózg...

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Leonardo pisze dla siebie: *Nikomu tego nie pokazuj, tylko tak sam będziesz sławny...*

Ponadczasowe idee **Leonarda da Vinci** (1452–1519) były zbyt rewolucyjne dla jego epoki. Technika XV wieku, a zwłaszcza ówczesne myślenie ludzi, ograniczały go. Wydaje się nawet, że swoje liczne notatki w zeszytach i na luźnych kartach, tworzył bardziej dla przyszłych niż jemu współczesnych czytelników…

W 1482 roku florencki geniusz otrzymał od bogatego mecenasa **Ludovica Sforzy** (1452–1508) list z zaproszeniem do Mediolanu. Leonardo przyjął je, choć Florentczycy byli bardzo sceptyczni wobec jego nowatorskich pomysłów.

Jednak dwa lata później Mediolan dotknęła niszczycielska dżuma (1484–1485), w wyniku której zmarła nawet 1/3 mieszkańców.

Leonardo miał wtedy 32 lata i po raz pierwszy w pełni ujawnił swój wizjonerski talent. Zaproponował Sforzy, by kazał zburzyć zbyt ciasny Mediolan do fundamentów, a zamiast niego wznieść krąg 10 miast satelickich.

Niespokojny umysł

Daj mi władzę – pisał do władcy – a zdobędziesz wieczną sławę. W dziesięciu miastach będzie 5000 domów i 30 000 mieszkańców. Ludzie, dziś łatwy łup dżumy, zostaną rozdzieleni. Domy mieszkalne będą mieć bieżącą wodę i nowe ogrzewanie. Droga wodna przez okolicę zadba o czyste powietrze…

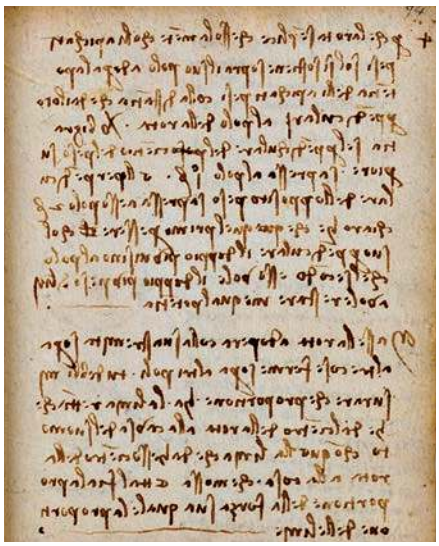
Leonardo wciąż miał nowe pomysły, lecz zwykle nikt go nie słuchał. Podobnie było ze Sforzą, który widział w nim „tylko" malarza. Dlatego zamiast zaprojektowania nowego miasta zlecił mu namalowanie 16-letniej kochanki **Cecylii Gallerani** (1473–1536). Tak powstał olej na desce – *Dama z gronostajem*.

Spuścizna geniusza

Był poniedziałek 2 maja 1519 roku [według kalendarza juliańskiego – przyp. red.]. Powietrze w dolinie Loary w centrum Francji było przesycone wiosną. Urywane oddechy jeszcze parę razy wypełniły pierś 67-letniego mężczyzny, a potem… W rezydencji króla Francji **Franciszka I** (1494–1547), w Clos Lucé koło pałacu w Amboise, zapadła cisza. Właśnie zmarł jeden z największych geniuszy dziejów.

Giorgio Vasari (1511–1574), biograf florenckich artystów, zapisał: *Jego duch… odszedł w objęciach króla*. Według świadectw z epoki Franciszek I należał do tych, którzy u schyłku życia Leonarda okazywali mu wyjątkowy szacunek.

Przy łożu śmierci mistrza Leonarda, poza jedną osobą, byli sami Francuzi. To właśnie ta jedna osoba, była najważniejsza. Rodak, ulubiony uczeń i jedyny włoski świadek śmierci Leonarda – **Francesco Melzi** (ok. 1491–ok. 1570), który dziewięć dni wcześniej trafił do testamentu Leonarda. Ostatnią wolą artysty było, by większość obrazów z pracowni odziedziczył jego uczeń **Salai** (właśc. **Giacomo Caprotti**), ale cały dorobek intelektualny trafił właśnie do 28-letniego Francesca.



REPRODUKCJA: WIKIPEDIA

W alegorycznych „proroctwach" łączył humor z mrocznymi wizjami obrazującymi ludzkie pożądliwości i lęki

Odziedziczył więc więcej, niż on i Europa tej epoki mogli sobie wyobrazić – solidną skrzynię pełną wiedzy, projektów i rozwiązań nieznanych dotąd ludzkości. Były to tysiące kart notatek, rysunków i szkiców. Dokładnej liczby nie znamy, ale szacunki mówią o zasobie liczącym od kilku do 10 tys. związanych sznurkami arkuszy.

Życie dla Leonarda

Melzi pojął niespokojnego, dociekliwego ducha da Vinci, dopiero gdy zaczął przeglądać papiery. Za misję życia uznał opracowanie i scalenie spuścizny Leonarda. Była to treść, której ani wtedy, ani dziś nie dałoby się wyważyć złotem – dorobek życia geniusza, 50 lat odkryć, rękopisów, szkiców, rysunków i osobistych kodów.

Do dziś trwają spory o orientację seksualną Leonarda. W kwietniu 1476 do urzędu we Florencji trafił anonim, że Leonardo z trzema innymi mężczyznami dopuścił się sodomii ze znaną florencką męską prostytutką. Pod koniec XV wieku za stosunek homoseksualny groziła egzekucja. Badacze do dziś nie są zgodni co do jego życia osobistego, a wiele twierdzeń o wyborze uczniów z uwagi na ich wygląd, to raczej późniejsze spekulacje niż fakty.

Melzi był jednak jednym z nielicznych, którzy rozumieli Leonarda. Wiedział,

eprasa.pl 05a7bc66e6

jak myślał, co go ciekawiło, że nie miał zmysłu porządku i jak skrajnie nieprzewidywalny był. Leonardo był ostrożny, a swe pomysły chętnie zapisywał, ale robił to tak, by odczytanie notatki nie było możliwe od razu. Często używał pisma lustrzanego i miejscowego włoskiego – niekoniecznie ze strachu, lecz dlatego, że pisał głównie dla siebie.

Niezwykła wyobraźnia

Tworzył szkice, które pokazywał niewielu osobom, a notatki o wynalazkach technicznych pozostawały w zbiorach kart będących raczej osobistym archiwum myśli, a nie materiałami do publikacji. W szkicach wojskowych rozwijał też pomysły na niezwykłe technologie, od maszyn po środki walki morskiej. Wiele z tych schematów wygląda raczej na koncepcje i studia teoretyczne niż na realne instrukcje, mimo to pokazują skalę wyobraźni artysty.

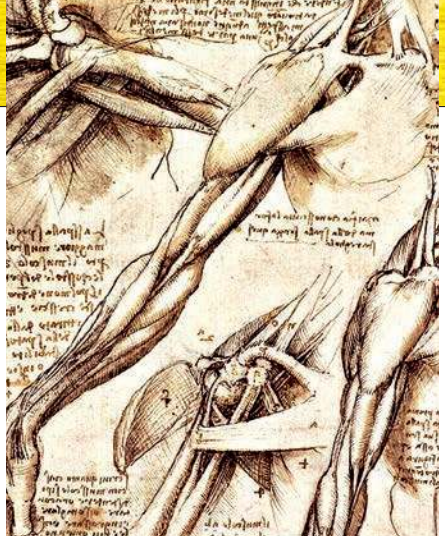
Strach i pieniądze

O Leonardzie wiadomo, że rzadko coś kończył i wciąż miał nowe pomysły. Nie znosił broni, choć sam projektował machiny wojenne. Kupował schwytane ptaki, wypuszczał je, a potem malował. Rysował plany kościołów, maszyn, samolotów, projektował domy z prefabrykatów… 20 lat po śmierci Leonarda do Melziego przyszedł kolejny człowiek od potężnych panów, by kupić zapiski mistrza. Melzi nie sprzedał ani kawałka. Postawił sobie za cel wszystko przejrzeć, rozszyfrować i dopiero potem stworzyć system. Rękopisom Leonarda poświęcił znaczną część życia, a gdy w 1570 roku zmarł, zbiór przeszedł na jego syna **Orazia**. Ten już coś sprzedał, podobnie jego potomkowie. Dziś istnieje zbiór dzieł, który świat zna jako rękopisy Leonarda. Są rozproszone w 11 miejscach świata, choć to tylko część wszystkich szkiców. Reszta przez 500 lat zniknęła. Co więc wizjoner Leonardo zostawił ludzkości? Odpowiedź jest prosta: tak wiele, że jego epoka nie była w stanie tego pojąć, a nasza wciąż dopiero odkrywa skalę tego dziedzictwa.

O przyszłości medycyny

Ludzie będą tchórzliwi, więc chętnie pozwolą innym święcić triumf nad ich cierpieniem lub utratą prawdziwego bogactwa, czyli zdrowia.

Medycyna była Leonardowi bliska. Systematycznie badał pracę narządów



REPRODUKCJA: SURGERY.ORG

Leonardo wykonał sekcje dziesiątek ciał i naszkicował setki detali anatomicznych. Dzięki temu dobrze pojął funkcje ludzkiego ciała

i według zachowanych notatek przeprowadził sekcje około 20–30 ciał, co w jego epoce było wyjątkowe i wymagało specjalnej zgody. Uzyskał ją we Florencji i Mediolanie, gdzie mógł pracować w szpitalach pod nadzorem władz. Dokumentował wszystko: naczynia, kości, mięśnie, ścięgna, narządy wewnętrzne. Jako jeden z pierwszych narysował przekroje głowy, czaszki, macicy, płodu i narządów płciowych. Planował stworzyć obszerny traktat anatomiczny z rysunkami i dopracowanymi rozdziałami – był to jednak projekt, którego nigdy nie ukończył.
Mimo to nikt przed nim nie zdobył tak rozległej wiedzy anatomicznej. Tylko on rozumiał, co może dać poznanie ludzkiego ciała.

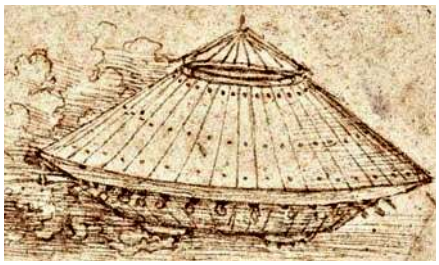
Anatomia

Właśnie dzięki precyzyjnej znajomości anatomii mógł malować tak, jak malował. Stworzył ponad 200 niezwykle dokładnych rysunków anatomicznych, których za życia nie opublikowano – część ukazała się po wielu dekadach, a całość dopiero w czasach nowoczesnych. Dzięki wiedzy o ludzkim ciele w 1495 roku Leonardo stworzył szkic mechanicznego rycerza na napęd sprężynowy. Rysunki odkrył w 1957 roku włoski archiwista **Carlo Pedretti** (1928–2018), lecz przez kolejne cztery dekady nikt systematycznie nad nimi nie pracował. Dopiero w 1996 roku powstało opracowanie, w którym ekspert od robotyki **Mark Rosheim** opisał, jak urządzenie mogło działać. BBC sfinansowała budowę wiernego modelu i okazało się, że pierwszy robot naprawdę działał.

O przyszłości wojen

Ich złość nie zna granic. W swej nieokiełznanej sile wyrwą wielkie drzewa i zniszczą wszystkie lasy. Gdy się nasycą, będą karmić swe pragnienia, siejąc śmierć, cierpienie, wojnę i szał, i będzie im obojętne, kto i co tam żyje… Nie będzie niczego na ziemi, pod ziemią ani w wodzie, co nie będzie ścigane, zniszczone i przeniesione z kraju do kraju.

Leonardo dobrze znał naturę możnych, intrygi papieży, królów i książąt. Umiał sobie wyobrazić, że dla utrzymania władzy poświęcą wszystko. Nie ograniczał się jednak tylko do rozważań i sam także tworzył projekty wojskowe. Narysował na przykład wielokrotną armatę salutacyjną zdolną oddać kolejno kilka strzałów – koncepcję, która o stulecia wyprzedziła swoją epokę. Stworzył też szkice urządzeń zapalających i odłamkowych przypominających pierwowzory amunicji kasetowej. Około 1487 roku sporządził nawet szkic opancerzonego wozu – słynnego „śmiercionośnego żółwia".



REPRODUKCJA: U FOTO 21

Jego pancerny wóz wyprzedzał epokę o stulecia

Śmiercionośny żółw

Mogę zbudować wozy opancerzone, bezpieczne i nie do zdobycia, które dotrą do pierwszych szeregów wojsk wroga. Tam armatami i rusznicami rozsieją śmierć – pisał. To jeden z najsłynniejszych wojennych projektów, jakie Leonardo zaoferował Ludovicowi Sforzy. Wóz miał wewnątrz przekładnie i miejsce dla kilkuosobowej załogi, a dookoła rozmieszczone lufy. Da Vinci widział rozorane pola i rozszarpanych żołnierzy i wiedział, że przyszłość przyniesie jeszcze groźniejsze technologie. Na jego projekcie pierwszego czołgu pojawił się osobliwy błąd – dwa koła zębate obracają się przeciw sobie. W tej postaci wóz był więc nie do zbudowania… U tak doświadczonego inżyniera trudno o taki przypadek. Wielu historyków sądzi, że Leonardo celowo zrobił błąd, by nikt z jego współczesnych nie mógł w pełni użyć jego wynalazków.

eprasa.pl 05a7bc66e6

WYŻEJ, DALEJ

Leonardo otworzył ludzkie ciało i narysował wszystkie jego detale. Potem przeprowadzał sekcje, badał i rysował anatomię krów, ptaków, małp, niedźwiedzi czy żab i porównywał budowę ich ciał.

Fascynowało go wszystko, zwłaszcza latanie. Tworzył szkice ptaków w locie i na ich podstawie zaprojektował maszynę z pionową śrubą – śmiałą koncepcję helikoptera, który miały napędzać 4 osoby.

Z początkiem 1496 roku miał podobno wypróbować pierwsze urządzenie latające, a potem zaprojektował lekki szybowiec, który nazywał „ptakiem". Nie wiadomo, czy próba naprawdę się odbyła, ale rysunki dowodziły, że Leonardo intensywnie interesował się możliwością sterowania lotem.

Wiedział, że tworzenie ptasich skrzydeł z piórami było błędem, dlatego za wzór wziął nietoperza. *Uświadom sobie, że twój ptak nie może naśladować niczego poza nietoperzem. Bo lata dzięki błonie, a nie piórom jak ptaki. Jego skrzydła muszą być wytrzymałe – z grubej wyprawionej skóry i mocnych lin* – pisał.

Ustalił, że każda sztywna płaszczyzna o powierzchni około metra kwadratowego może znacznie spowolnić spadanie. To podsunęło mu pomysł stworzenia spadochronu, którego powierzchnię jeszcze zwiększył. *Jeśli człowiek ma nad sobą dach z gęstego płótna o wymiarze cztery braccia na cztery, będzie mógł bez szkody spaść z dowolnej wysokości* – zanotował. ■

REPRODUKCJA: FLICKR

O przyszłości przyrody

A będzie wielu ludzi i wielu łowców. Im więcej zwierzyny ubiją, tym mniej ujrzą jej w lasach, i odwrotnie. Powiedzie im się tym lepiej, im rzadziej pogonią za zdobyczą…

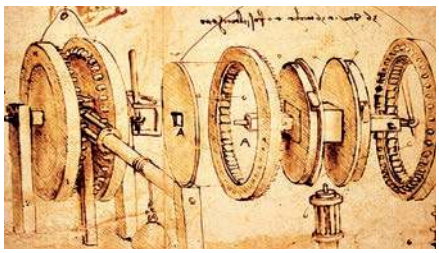
Około 1500 roku na świecie żyło mniej więcej 460 mln ludzi. Leonardo oczywiście tej liczby nie znał, ale dobrze wiedział, co potrafi człowiek, i umiał wyobrazić sobie, do czego ludzkość będzie zdolna, gdy stanie się wielokrotnie liczniejsza.
W największym zbiorze jego ocalałych pism Kodeksie Atlantyckim (Biblioteca Ambrosiana, Mediolan), były też jego tzw. proroctwa. Leonardo używał obrazów wzbierającego morza, dzikich żywiołów i katastrof. Nie były to jednak prawdziwe przepowiednie, lecz alegorie, teksty moralizujące lub żartobliwe, często celowo przesadzone. Przy niektórych dopisywał nawet uwagi typu: *Powiedz to wściekłym, szalonym tonem, jakby wychodziło z ust diabła.*

Człowiek – istota niebezpieczna

Symboliczne obrazy i literackie żarty, jak ten, który wyszedł z Ziemi i którego oddech powalił miasta, miały bawić dwór i zarazem wskazywać na ludzkie nienasycenie oraz niszczenie przyrody.
Według włoskiej autorki **Sabriny Sforzy Galitzii** Leonardo w słynnym fresku *Ostatnia wieczerza* miał zostawić klucz do poznania daty końca świata i opisać wydarzenia aż do roku 4006. Historycy i specjaliści nie przyjmują jednak tej interpretacji. Leonardo lubił ukrywać w swoich pracach dodatkowe sensy, ale w swych obrazach nie zostawił prawdziwych kalendarzy, a tym bardziej daty nadejścia apokalipsy.

O przyszłości finansów

Podstępna, straszna rzecz wzbudzi w ludziach taki lęk, że jak obłąkani, wierząc, że przed nią uciekają, runą prosto w jej paszczę.



REPRODUKCJA: U FOTO 21

■ **Od łożysk kulkowych po maszyny śmigłowe – jego rysunki torowały drogę technicznym cudom**

Według Vasariego w drodze do kaplicy w Amboise trumnie Leonarda towarzyszyło 60 żebraków. Był to paradoks, bo jedna z jego najmroczniejszych i najmniej znanych alegorii dotyczyła właśnie ludzkiej biedy i chciwości. To te zjawiska mogły być ową „straszną rzeczą", przed którą ludzie uciekali, by w końcu jeszcze bardziej zdać się na jej łaskę.
W czasach Leonarda we Włoszech rządziło pięć wielkich rywalizujących i wojujących ze sobą potęg: Republika Wenecka, Księstwo Mediolanu, Wielkie Księstwo Toskanii (Florencja), Rzym (jako Państwo Kościelne) i Królestwo Neapolu. Jednocześnie w centrach handlu, jak Florencja czy Wenecja, powstawały nowe sposoby obchodzenia się z pieniędzmi. Tam rozwijała się podwójna księgowość, którą matematyk **Luca Pacioli** opisał w 1494 roku w dziele *Summa de arithmetica* i która stała się podstawą nowoczesnych finansów.
Republiki miejskie używały weksli, kredytów, pożyczek i obligacji państwowych – narzędzi, które pozwalały na niezwykły wzrost, a zarazem otwierały drogę do zadłużenia i wstrząsów finansowych. Z tych mechanizmów wyrósł system, który w różnych formach przetrwał do dziś i stał u źródeł wielu kryzysów gospodarczych.

O przyszłości transportu

A będą wozy bez zwierzęcego zaprzęgu, które popędzi niewiarygodna siła.

To kolejna wizja Leonarda. Wierzył, że człowiek potrafi naśladować naturę za pomocą techniki, i kierował się prostą zasadą: skoro natura dowiodła, że coś jest możliwe, człowiek może powtórzyć to z użyciem maszyn. W jego szkicach pojawiały się przekładnie, koła zębate, a nawet wczesne formy łożyska kulkowego – pomysły, które później stały się podstawą mechaniki.
Leonardo umiał wyobrazić sobie maszyny napędzane siłą niemającą nic wspólnego ze zwierzętami. Dla niego była to tylko kwestia czasu. Potrafił ocenić, jak wielki postęp kiedyś przyniesie to ludzkości. Dziś takie maszyny orzą pola, kładą asfalt na drogach i przesuwają kolosy długie na setki metrów. Silniki największych tankowców mają moc ponad 100 000 KM, cztery silniki największego samolotu pasażerskiego (Airbus A380) pracują z ciągiem ponad 1200 kN, a jednostki napędowe najszybszych aut dawno przekroczyły granicę 1000 KM.
P.S.:
Jednymi z ostatnich słów, które Leonardo zostawił w notatkach, były *et cetera…* – po polsku: „i tak dalej". Brzmi to symbolicznie… Jakby sugerował, że wszystko, co zaczął, będzie trwać jeszcze bardzo długo. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Gdy bosą stopą nadepniesz na ostry kamień, skóra błyskawicznie reaguje skurczem, a noga się unosi. Dopiero potem mózg zgłasza ból. Dla nas jednak odstęp czasu między tymi reakcjami jest tak mały, że nawet tego nie zauważamy. Ma to sens – odruchy są szybsze niż myśli, aby chronić ciało.

FOTO: PRAISAENG

Stuknięcie młoteczkiem w miejsce pod kolanem wyzwala jeden z najszybszych odruchów ludzkiego ciała

Szybsze niż myśli: Po co natura dała nam odruchy?

Lekarz z młoteczkiem, którym stuka tuż pod kolanem, kontroluje kolejny ochronny odruch chodu – odruch rzepkowy, czyli prawidłową pracę układu nerwowego i mięśnia czworogłowego uda. Reakcją na uderzenie tuż pod rzepką, w miejscu więzadła rzepki, jest skurcz mięśnia czworogłowego, skutkujący wyprostem nogi. Nawet gdy wiesz, co zamierza lekarz, nie potrafisz temu zapobiec, bo odruchami nie kieruje kora mózgowa, czyli obszar związany ze świadomą wolą i zamiarem.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Odruch kolanowy pokazuje, jak doskonale ciało jest gotowe się chronić – i to czysto instynktownie

Nie dzieje się tak bez powodu. Gdyby odruchy wymagały udziału świadomości, byłyby znacznie wolniejsze, a to bardzo niekorzystne, bo ich zadaniem jest szybka reakcja na zewnętrzne zagrożenie. W życiu codziennym ich nie brakuje, do urazu wystarczy nawet uderzenie piłką, po którym człowiek się zachwieje i upadnie. Dlatego ciało reaguje automatycznie i napina mięśnie, by zapobiec upadkowi lub innej groźnej sytuacji. Chroni nas poniekąd jak odporność. Ona działa przeciw zagrożeniu, które już wniknęło do ciała, a odruchy ograniczają szkody z zewnątrz.

Prostota jako zaleta

Kolejna różnica: działanie odruchów jest nieporównywalnie prostsze od mechanizmu odporności. To nie ich słabość, lecz zaleta. Prostota pozwoliła ewolucji je zautomatyzować. Ponieważ nie wymagają kontroli wyższej aktywności mózgu, mamy je wspólne ze zwierzętami. Nie da się określić konkretnej liczby odruchów – dzielimy je na bezwarunkowe (wrodzone) i warunkowe (nabyte), a tych ostatnich mogą być miliony… Miejsce pod kolanem to nie jedyne miejsce, w którym zachodzi reakcja odruchowa mięśni. Tak bada się też ścięgna nad kostką przyśrodkową i piętą, a także na rękach. Ciało zaczyna poruszać się samo, bez kontroli.

Jak to możliwe?

Podstawą odruchu jest bezpośrednie połączenie nerwowe między miejscem, które odbiera nagły bodziec z zewnątrz, a prostym ośrodkiem nerwowym. Zadaniem ośrodka nie jest analiza informacji, lecz natychmiastowe uruchomienie zaprogramowanej reakcji. Dlatego reakcja zawsze jest taka sama. Kolano odskakuje, stopa się cofa, noga unosi. To prymitywny mechanizm nerwowy, który pojawił się już u zwierząt. Ponieważ się sprawdził, przetrwał także u człowieka – zwłaszcza w sytuacjach, gdy myślenie opóźniałoby reakcję, na przykład przy groźbie upadku albo oparzenia. Gdy niechcący dotykacie rozgrzanej płyty, sygnał nie biegnie aż do mózgu, lecz trafia do właściwego ośrodka w rdzeniu kręgowym. Ten każe cofnąć rękę znacznie wcześniej, niż mózg dowie się, że boli. Wy macie przy tym wrażenie, że to właśnie pieczenie kazało wam podnieść rękę. Szybkie przetwarzanie odruchów w rdzeniu to dziedzictwo ewolucji. U człowieka część odruchów ma wprawdzie ośrodek sterujący w pniu mózgu, ale wciąż pozostają poza korą mózgową i naszą kontrolą. Wpływać możemy więc tylko na niektóre odruchy i to tylko częściowo.

Liczy się szybkość

Gdy patrzysz, jak lekarz zamierza stuknąć młoteczkiem w miejsce pod kolanem, a potem jak unosi się twoje podudzie, masz wrażenie, że wszystko wydarzyło się na twoich oczach. To jednak złudzenie wynikające z powolności

eprasa.pl 05a7bc66e6

naszego postrzegania. Nawet gdy wiemy, co nastąpi, reakcja jest znacznie szybsza niż myśl. Odruch kolanowy należy do najszybszych odpowiedzi ciała na bodziec zewnętrzny. Naukowcy zmierzyli czas reakcji – wynosi 30 ms. To więc tylko złudzenie, że widzimy reakcję podudzia po stuknięciu. W rzeczywistości proces zachodzi zbyt szybko, byśmy mogli go uchwycić. Podobnie jest z odruchowym zamknięciem powieki, gdy wpadnie do niej pyłek. Także wtedy sądzimy, że to my podjęliśmy decyzję o zamknięciu oka. Tymczasem zadziałał odruch, co prawda dużo wolniejszy niż w kolanie, lecz nadal zbyt szybki, byśmy mogli go dostrzec. Czas reakcji wynosi ok. 250 ms. Te czasy zdumiewają nie tylko tym, że są niewyobrażalnie krótkie, mają też inną zaskakującą cechę – są całkowicie niezależne. W przeciwieństwie do świadomych działań mózgu i odruchów nabytych, odruchów wrodzonych nie da się trenować ani skrócić ich czasu reakcji. Nie spowalnia ich też zmęczenie, alkohol ani upał, jak to ma miejsce przy odruchach nabytych.

DLACZEGO MAMY GĘSIĄ SKÓRKĘ?

Chłód odruchowo wywołuje dreszcze, czyli ruch mięśni, które wytwarzają w ten sposób ciepło. To zrozumiałe. W czym jednak pomaga gęsia skórka? Powinniśmy raczej zapytać: „komu?", bo odruch ten odziedziczyliśmy po naczelnych. U nich ma sens. Gdy z zimna kurczą się mieszki włosowe, włosy się unoszą i tworzą grubszą warstwę zatrzymującą cieplejsze powietrze wokół ciała. U człowieka, który w ewolucji znacznie stracił owłosienie, to już nie pomaga, lecz odruch nie zanikł. ■

Strażnik u wejścia

Odruchy wrodzone nie tylko chronią przed urazem. Niektóre działają jak straż przy bramie do świata zewnętrznego, jak mówi biolog molekularny **David Julius**, noblista z 2021 roku. Nagrodę otrzymał za odkrycie receptorów, które pozwalają ciału reagować na gorąco, zimno i bodźce mechaniczne. Wpływów z zewnątrz do wnętrza ciała jest jednak więcej. Na przykład światło – jeśli będzie zbyt ostre, stanie się nagłym zagrożeniem, bo nas oślepi. Stracimy przez to kontrolę nad otoczeniem. Długie działanie silnego światła może też uszkodzić siatkówkę i trwale ograniczyć widzenie. Dlatego do najważniejszych odruchów należy zdolność źrenicy do samoczynnego zwężenia się, gdy do oka wpada silne światło.

Ochrona oddechu

Niebezpieczeństwo może się jednak pojawić i tam, gdzie nie widzimy – na przykład w gardle. Wciągnięcie napoju, jedzenia czy czegokolwiek innego do dróg oddechowych mogłoby nas zabić w kilka minut. Aby do tego nie doszło, działa zgranie kilku odruchów – wydziela się ślina, która sprawia, że kęs gładko trafia do gardła, a tam dzięki odruchowi połykania zsuwa się do przełyku. Jeśli podczas jedzenia mówimy i wciągniemy część pokarmu, odruch kaszlu cofnie kęs z tchawicy do gardła i zadba, byśmy się nie udusili. Ale nawet przy połykaniu właściwą drogą ciało może zareagować odruchowo. Mdłości i odruch wymiotny wywołują też zepsute lub bardzo gorzkie potrawy, co chroni nas przed zatruciem. Jeszcze dokładniej odruchy pilnują drożności dróg oddechowych. Na ich zwężenie lub zatkanie ciało reaguje bardzo gwałtownie. – *Każdy, kto kiedyś wciągnął wodę lub cierpiał na refluks kwasowy, wie, że jedno i drugie jest niewiarygodnie bolesne* – mówi fizjolożka **Laura Seeholzer** z Uniwersytetu Kalifornijskiego, która ze swoim zespołem odkryła komórki czuciowe biorące udział w uruchamianiu odruchowego kaszlu. Sam kaszel to jednak za mało, więc pracę dróg oddechowych chroni kilka odruchów. Jedne zapobiegają nadmiernemu rozciągnięciu płuc, inne sprawiają, że między napadami kaszlu oddychamy głęboko.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

FOTO: SCI TECH DAILY

■ **Kaszel jest jednym z najważniejszych odruchów obronnych. Zapobiega wciągnięciu pokarmu do dróg oddechowych i w ciągu sekundy może ocalić życie**

Supermoce noworodków

Przy kruchości ludzkiego dziecka i jego pełnej zależności od opieki otoczenia nic dziwnego, że ewolucja dała noworodkom specjalne odruchy. Jedne trwają kilka tygodni, inne rok, a nawet dwa. Gdy przestają być potrzebne, gasną, są jednak niezbędne do przeżycia krytycznego okresu. Pomagają dziecku nie tylko znaleźć mleko i ssać, by nie umrzeć z głodu. Odruch odziedziczony po naszych wspólnych z naczelnymi przodkach ma pomagać w tym, by nie odłączyć się od matki. Można to sprawdzić. Podaj noworodkowi palec, a chwyci go z zaskakującą siłą i podciągnie się ku tobie. Siła odruchowego chwytu jest tak duża, że dziecko mogłoby obiema rączkami złapać się i utrzymać w zwisie (tego oczywiście nie sprawdzaj, bo choć dziecko utrzyma swój ciężar, główka mu opada). Sens odruchów jest dla naukowców jasny: dziecko, jak młode naczelnych, próbuje uchwycić się sierści matki. Dlatego to samo robią jego stopy: kurczą się i próbują chwytać. Aby dziecko z czasem nauczyło się świadomie ruszać palcami, ten odruch chwytny zanika po ok. 4 miesiącach – u stóp po 11 miesiącach. By dziecko trzymało się matki, działa też tzw. odruch Moro. Rodziców może to zaskoczyć – dziecko nagle się wzdryga, rozkłada ręce, po czym mocno składa je na piersi i zaciska piąstki. U naczelnych to reakcja przestrachu, gdy młode spada do tyłu. Noworodek może jednak tak reagować też na nagły dźwięk lub inne bodźce, które go wystraszą. Ten odruch również znika między 3. a 4. miesiącem życia.

FOTO: FLICKR

■ **Noworodki mają odruchy, które pomagają im przeżyć: silny chwyt, wzdrygnięcie przy strachu i zdolność trzymania się matki**

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Niemowlęta przy zanurzeniu potrafią wstrzymać oddech i chronić drogi oddechowe. Ta zdolność jednak później zanika

Pływanie niemowląt

To także wynika z odruchowego wyposażenia niemowląt. Rodzą się z odruchem, który sam zamyka drogi oddechowe, gdy woda dostanie się do ust i nosa. Pływają nie dlatego, że lubią wodę – potrafią to tylko dzięki odruchowi, który miał im pomóc przeżyć. W wieku 3.–4. miesięcy jednak tracą odruch, a z nim „zdolność" pływania. Tego muszą się później nauczyć od nowa. Wygasanie odruchów noworodkowych jest jednak pożądane w rozwoju dziecka. Sygnalizuje, że jego układ nerwowy rozwija się prawidłowo. Ta wiedza zaskakująco długo pozostawała przed nauką ukryta, choć badacze mieli ją przed oczami – tak jak odruchy dorosłych. Pierwsze opisy odruchów pojawiły się dopiero w 2. poł. XIX wieku.

Babiński i Rafael

Dopiero u schyłku XIX wieku, dokładniej w 1896 roku, paryski neurolog **Józef Babiński** wygłosił krótki wykład o ciekawym zjawisku, które zaobserwował. Ustalił, że ludzie z zaburzeniem przodomózgowia inaczej reagują na podrażnienie podeszwy stopy. Zdrowy człowiek lekko zgina stopę, bo kieruje paluch w dół, chorzy robią coś zupełnie innego – rozkładają palce jak wachlarz. Babiński dodał, że to samo robią małe dzieci i że tak było chyba zawsze, bo jako bystry obserwator odkrył wachlarzowo rozłożone paluszki stóp aniołków na barokowych obrazach. Tak przedstawili je **Rafael**, **Leonardo da Vinci** i **Rubens**. Nie ma wątpliwości, że malowali je, wzorując się na niemowlętach. A gdy łaskotano je w stopę, by się obudziły, aniołki rozkładały paluszki. Babiński bardzo słusznie uznał, że skoro to samo robią noworodki i chorzy dorośli, u jednych chodzi o skutek niedojrzałości mózgu, a u drugich o jego uszkodzenie. Wykład zaciekawił kolegów, choć zauważyli, że odkrycie nie będzie miało dużej wartości diagnostycznej. W tym się jednak mylili.

Pomoc w badaniu

Kontrola odruchów należy dziś nie tylko do rutynowego badania noworodków tuż po porodzie. Pomaga głównie ratownikom. Gdy jadą do wypadku, szybkim wskaźnikiem, czy ranny nie krwawi do mózgu, jest odruch Babińskiego. Wystarczy przesunąć po podeszwie młoteczkiem neurologicznym, a nawet końcówką długopisu. Jeśli palce szeroko się rozchylą, jak u niemowląt, mózg nie działa dobrze. To samo potwierdzi inny zwykły test – przy oświetleniu oka z bliska latarką źrenica gwałtownie się zwęża. Ponieważ ten odruch obejmuje obie źrenice, reaguje zarówno ta oświetlona, jak i ta pozostająca w cieniu. Jeśli zwęzi się tylko jedna, z mózgiem jest coś nie tak. Problem może też leżeć na drodze nerwowej, dlatego sprawdza się każde oko osobno. Czasem kłopoty widać samoistnie, np. szybsze mruganie może wskazywać na wstrząśnienie mózgu. Testy odruchów służą nie tylko ratownikom i medycynie ratunkowej, gdzie brakujące lub zaburzone odruchy wskazują na uszkodzenie nerwów i krwawienie do mózgu. Są ważne także w badaniu neurologicznym, bo niektóre choroby lub urazy układu nerwowego mogą powodować niesprawne albo nietypowe odruchy.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Reakcja źrenic na światło od razu ujawnia problemy w mózgu lub na drogach nerwowych – to jeden z kluczowych testów odruchowych

Ujawniają autyzm

Według neurologa Kevina Bendera z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Francisco odruchy mogą być pomocne także przy badaniu osób z autyzmem. Dzieci ze zdiagnozowanym spektrum autyzmu miewają wyjątkowo silne reakcje na hałas, ostre światło, wysokie tony i podobne bodźce sensoryczne. Profesor Bender skupił się na badaniu tzw. odruchu przedsionkowo-ocznego. Uruchamia się on, gdy kręci się nam w głowie, by zapewnić możliwie stabilny obraz. Dlatego steruje oczami tak, by poruszały się w przeciwną stronę równie szybko, jak odczucie wirowania. Także tu dzieci z autyzmem mają przesadnie silną, mierzalną reakcję, co według profesora Bendera może pomóc w diagnozie u dzieci, które nie mówią lub nie współpracują. Dzięki medycynie odruchy zaczynają więc pełnić nową funkcję – nie tylko automatycznie chronią ciało, lecz także pomagają w diagnostyce i leczeniu. «

FOTO: UCSF

Badanie odruchu przedsionkowo-ocznego pokazuje, jak mózg reaguje na ruch. Na przykład u dzieci z autyzmem odpowiedzi bywają silniejsze

eprasa.pl 05a7bc66e6

Czy trójka może smakować jak pomarańcza albo być zielona? Czy środa może być czerwono-srebrna, a słowo „aksamit” szorstkie jak papier ścierny? I czy zapach truskawek brzmi jak harmonijka?

Synestezja: Jaki kolor ma trójka?

Oczy suną po stronie książki, a litery i słowa są barwne. Uszy słuchają muzyki, a w umyśle rusza film z ciągiem przestrzennych struktur i kształtów albo cyfr. Na zwykłe pytanie o datę w głowie rozwija się wykres z osią czasu. Co to ma być? Tak wygląda synestetyczne widzenie świata. Synestezja nie jest zaburzeniem mózgu i nie ma reguł. Odchylenia od tego, co uznajemy za zwykłe postrzeganie, są indywidualne i zapewne wrodzone. Mózg działa tak pewnie od dzieciństwa, więc synestetycy uważają swoje widzenie rzeczywistości za normalne, jak każdy z nas.

FOTO: NPR

Żyją wśród barw

– *Trójka jest zielona!* – mówi 12-letnia Małgosia. – *Kolorowo widzę też dni, miesiące i niektóre smaki. Poniedziałek jest fioletowy, wtorek żółty, a październik brązowy* – dodaje. Należy do tych, którym natura dała dar synestezji, czyli zdolność łączenia wrażeń co najmniej dwóch zmysłów. Synestetyk widzi cyfrę lub literę, a mózg sam przypisuje jej kolor. Inni je słyszą albo dotykiem smakują zapachy. Słodycz może dać wrażenie ostrych kolców, słowo „książka” – wizję wirujących trójkątów. – *Przy czytaniu w głowie dosłownie brzmi mi melodia słów* – opisuje kolejny przejaw tej zdolności 52-letnia **Milena**.

ILUSTRACJA: U FOTO 21

Jeśli na ilustracji od razu widzisz coś więcej niż napis i cyfry, gratulujemy, jesteś synestetykiem

W grupie 250 osób synestetykiem może być jedna z nich.

Istnieją miliony kombinacji

Badacze wyróżniają ponad 60 typów, ale liczba kombinacji wrażeń jest niemal nieskończona. Barwne widzenie jest najczęstsze (do 66%) i nie ogranicza się do pisanych znaków. Ktoś słyszy kolorowo imiona, a inny języki. – *Francuski jest pastelowoniebieski, polszczyzna wielobarwna* – mówi synestetyk **Jerzy**. Odbiór wrażeń jest mimowolny, indywidualny i nie chodzi o skojarzenia ze wspomnień. Każdy synestetyk widzi to inaczej, ale jedno jest wspólne. Wrażenie jest stałe, więc u Małgosi poniedziałek zawsze będzie fioletowy. Nie chodzi przy tym o podstawowe barwy, lecz o miliony często nienazwanych odcieni, więc każde wrażenie może mieć własny kolor.

Szacuje się, że istnieje ok. 60 form synestezji, ale może być ich dużo więcej

Synestezja gwarancją sukcesu

Rosyjski kompozytor **Nikołaj Andriejewicz Rimski-Korsakow** (1844–1908), słysząc ton, widział jego barwę. Francuski kompozytor **Olivier Messiaen** (1908–1992) zachęcał orkiestrę: *Tu grajcie mi bardziej na zielono*. Jasne, sławni też widzieli „kolorowo”. Uczeni sądzą, że synestezja jako wyjątkowy odbiór zwiększa kreatywność. Dlatego jej ślady często widać u twórców. Synestezją obdarzeni byli malarze **Vincent van Gogh** i **Wasilij Kandinski**, pisarze **Vladimir Nabokov** i **Edgar A. Poe**, poeci **Charles Baudelaire** czy **Arthur Rimbaud**, o czym można przeczytać w wierszu *Samogłoski*.

NAJBARDZIEJ ZNANE RODZAJE SYNESTEZJI

Choć synestezja często kojarzy się z barwnym widzeniem liter i cyfr, to tylko jej najbardziej znana forma. Sposobów, w jakie wrażenia mogą łączyć się w mózgu, jest wiele, jedne są częstsze, inne rzadsze.

Muzyka i inne dźwięki mogą wywoływać wrażenia barw, kształtów i struktur.

Odcinki czasu, jak dni tygodnia, miesiące czy lata, mogą tworzyć w myślach układy przestrzenne.

Z literami i słowami może łączyć się nie tylko barwa lub kształt, ale też płeć, cechy charakteru, czasem emocje.

Emocje mogą zyskiwać barwę lub formę przestrzenną.

eprasa.pl 05a7bc66e6

Nauka nie dostrzega niezwykłego daru

Synestetycy zwykle nie mówią o swej zdolności. Wielu sądzi, że wszyscy wokół postrzegają świat tak samo, a cudze wrażenia są dla nich tak wyjątkowe, że boją się, by nie uznano ich za „dziwnych". Dlatego fenomen długo umykał uczonym, choć krążyli wokół niego już starożytni myśliciele. Przepadła napisana po łacinie praca niemieckiego lekarza **Georga Sachsa** z 1812 roku, zainteresowania nie wzbudziły też pierwszy empiryczny eksperyment, który w 1871 roku wykonał niemiecki psycholog **Gustav Fechner** (1801–1887), ani studium Anglika **Francisa Galtona** (1822–1911) z 1880 roku. Choć istnieje ponad 500 prac o tym zjawisku, nauka długo bagatelizowała synestezję i traktowała ją jako wspomnienia lub objaw zaburzeń psychicznych. Zmieniło się to dopiero w ostatnich latach.

REPRODUKCJA: MUSÉE NATIONAL D'ART MODERNE

Wasilij Kandinski należał do artystów, których twórczość kształtował odbiór synestetyczny – barwy miały dla niego dźwięk, rytm i emocje

Dar natury

– *To nietypowe połączenie części kory mózgowej, gdy aktywność jednego obszaru wywołuje reakcję obszaru z nim związanego* – wyjaśnia amerykański neurolog **Richard Cytowic**. Połączenia te pochodzą z okresu sprzed narodzin i tuż po nich, gdy obszary mózgu są silnie połączone. – *W trakcie rozwoju nasze postrzeganie się precyzuje i dochodzi do przycinania łączących neuronów* – wyjaśnia badacz. Jedna z teorii zakłada, że mózg synestetyków nie usuwa tych połączeń. Inna uważa, że je usuwa, a łączenie wrażeń jest skutkiem nadwrażliwości części neuronów na pewne neuroprzekaźniki. Teoria ta wynika z faktu, że obok prawdziwych synestezji istnieją też pozorne, wywołane np. narkotykami, jak LSD, migreną lub udarem, które po czasie ustępują.

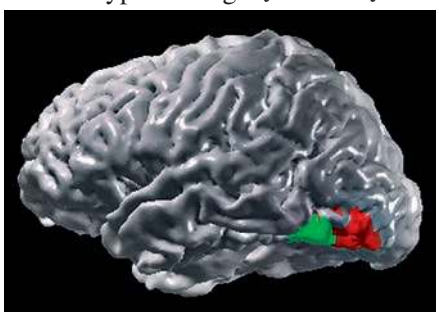
FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ktoś odbiera np. literę „C" jako metalicznie gładką i zimną, „M" szorstką i ostrą, a „F" włochatą jak sierść zwierzęcia

Czy to rodzinne?

Pochodzenie synestezji wciąż nie jest wyjaśnione. Badania Instytutu Psycholingwistyki Maxa Plancka skupiły się na szukaniu mutacji genetycznych w mózgu. Do współpracy pozyskano ochotników z trzech dużych rodzin, gdzie synestezja dźwięków i barw występowała od co najmniej trzech pokoleń. Zespół **Simona Fishera** wskazał u nich 37 możliwych genów związanych z synestezją. Szczególne podejrzenie pada na sześć z nich, bo uczestniczą w tworzeniu i łączeniu wypustek komórek nerwowych we wczesnym dzieciństwie. Bardzo aktywnie wpływają na kształt ośrodków wzroku i słuchu. Wynik analiz genetycznych mógłby wspierać pogląd, że za synestezją stoją silniejsze połączenia i nietypowe rozgałęzianie się włókien nerwowych. Simon Fisher dodaje jednak, że są też inne teorie, a rolę może grać np. nierówna pobudliwość komórek nerwowych w mózgu. Dlatego badania trwają nadal, choć napotykają problem w postaci trudności z pozyskaniem właściwych ochotników. Dlatego Instytut Maxa Plancka zlecił neurologowi **Davidowi Eaglemanowi** z Uniwersytetu Stanforda stworzenie unikalnej strony Synaesthesia Battery, która ma przyciągnąć chętnych. W publicznie dostępnej wersji każdy może w teście ogólnym sprawdzić, czy ma zdolności synestetyczne. Jeśli się potwierdzą, można przejść test szczegółowy i zgłosić się jako ochotnik do badań. «

ILUSTRACJA: ED HUBBARD



W synestezji grafemowo-barwnej przy czytaniu liter aktywują się też obszary widzenia barw – mózg dosłownie „widzi więcej"

ILUSTRACJA: MULTISENSE

Mowa, mówiona, słyszana lub pomyślana, może mieć postać „zapisów", które na ułamek sekundy pojawiają się przed wewnętrznym wzrokiem.

Słowa mogą mieć swoisty smak, a czasem i fakturę, którą można poczuć na języku.

eprasa.pl 05a7bc66e6

Muzyka to nie tylko dźwięk. Zawiera puls, rytm i harmonię, które płyną przez mózg jak życiodajny strumień. Od dawna wiemy, że mózg podczas słuchania lub tworzenia muzyki nie jest bierny, lecz aktywuje rozległe sieci połączeń nerwowych związanych z pamięcią, emocjami, uwagą i uczeniem.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Muzyka jak woda życia dla mózgu: Pomaga nie tylko przy chorobie Alzheimera

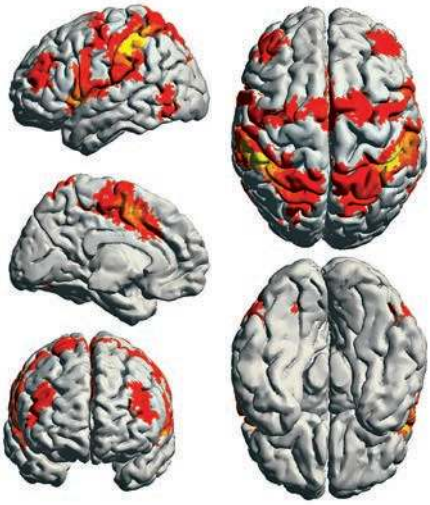
Współczesna nauka potwierdza, że muzyka stymuluje plastyczność mózgu, wzmacnia odporność na uszkodzenia i może pomagać także w chorobach neurologicznych, takich jak choroba Alzheimera czy np. epilepsja. Gdy słuchamy muzyki, nie chodzi więc tylko o przyjemne przeżycie estetyczne, korzystamy wtedy z niezwykłego narzędzia do utrzymania prawidłowego działania i wspierania funkcji mózgu. Muzyka budzi mózg w każdym wieku. Słuchanie jej czy aktywna działalność muzyczna (np. gra na instrumencie) angażują obszary mózgu odpowiedzialne za poczucie rytmu, język, pamięć, emocje oraz motorykę i zapewniają aktywność sieci neuronowych.

Wzmacnia zdolność uczenia się

Badania omówione w czasopiśmie „Brain, Behavior, & Immunity – Health" w 2023 roku pokazują, że muzyka ma wyjątkową zdolność wspierania neuroplastyczności mózgu, czyli jego naturalnej umiejętności adaptacji, uczenia się nowych bodźców oraz odnawiania lub wzmacniania połączeń między neuronami. Efekt ten nie ogranicza się do jednego okresu życia, lecz działa od wczesnego dzieciństwa po późną starość, co czyni muzykę wyjątkowym narzędziem życiowej stymulacji mózgu.

Aktywacja różnych ośrodków

Autorzy studium podkreślają, że przy słuchaniu i tworzeniu muzyki w mózgu jednocześnie aktywuje się kilka obszarów: kora słuchowa, ośrodki ruchowe, układ limbiczny związany z emocjami oraz obszary odpowiedzialne za pamięć i uwagę. Ta równoczesna aktywacja rozległych sieci neuronowych tworzy idealne warunki dla powstawania nowych połączeń i wzmacniania istniejących. Mózg uczy się więc całościowo, przez połączenie dźwięku, ruchu, emocji i znaczenia.



SCHEMAT: MEDICAL EXPRES

Wizualizacja pokazująca, które obszary mózgu muzyka umie skutecznie aktywować. Mało która czynność działa na mózg tak kompleksowo

Objazd wokół uszkodzonych dróg

Opisany mechanizm pomaga wyjaśnić, dlaczego muzyka potrafi wywołać wspomnienia, które są inaczej trudno dostępne lub pozornie utracone. Melodia i rytm działają jak wyzwalacze zdolne ominąć uszkodzone albo osłabione szlaki pamięciowe i aktywować alternatywne drogi w mózgu. Zarazem okazuje się, że rytm ma bezpośredni wpływ na koordynację ruchów i mowy, co wykorzystuje się np. w terapiach pacjentów z różnymi chorobami neurologicznymi, zaburzeniami mowy lub po udarze.

Terapia bez skutków ubocznych

Stopniowo przestajemy więc postrzegać muzykę tylko jako przeżycie kulturowe lub estetyczne i coraz lepiej rozumiemy, że to realnie działające narzędzie terapeutyczne. Dzięki pozytywnemu wpływowi na strukturę i funkcje mózgu staje

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

To nie jest zwykłe spotkanie, lecz muzykoterapia wspierająca drogi pamięci

eprasa.pl 05a7bc66e6

Rockowy koncert to nie tylko świetny relaks. Znane melodie potrafią po latach wywołać emocje i wspomnienia

się formą „medycyny bez skutków ubocznych", która wspiera zdrowie poznawcze, stabilność emocjonalną i zdolność komunikacji. Gdy szukamy łagodnych sposobów wspierania mózgu, muzyka okazuje się jednym z najbardziej naturalnych i skutecznych środków.

Pamięć muzyczna się zachowuje

U pacjentów z chorobą Alzheimera w mózgu stopniowo zanika zdolność zapisywania nowych informacji, orientacji w czasie i przestrzeni oraz przypominania sobie podstawowych wydarzeń z życia. Pamięć się rozpada, język ubożeje, a świat staje się coraz mniej zrozumiały. Jest jednak niezwykły wyjątek – muzyka. Obserwacje kliniczne i badania neurologiczne pokazują, że pamięć muzyczna oraz zdolność emocjonalnej reakcji na znane melodie pozostają dość dobrze zachowane nawet w zaawansowanych stadiach choroby. Zwykła piosenka może więc stać się zaskakująco skutecznym lekiem.

Pozytywny wpływ na funkcje poznawcze

Wyniki badania opublikowanego w czasopiśmie „Alzheimer's Research & Therapy" z 2023 roku potwierdzają, że terapia muzyczna ma mierzalny, pozytywny wpływ na ogólne odbieranie i przetwarzanie informacji z otoczenia oraz reakcje na nie, pamięć i język pacjentów z chorobą Alzheimera. Gdy porównano dwie grupy badanych – pierwszą, która przeszła terapię muzyczną, i drugą bez niej – wyniki były jasne. Muzyka działa pozytywnie. Kluczowym ustaleniem badania jest jednak to, że największą korzyść daje nie sam bierny odsłuch, lecz aktywne włączenie pacjentów, czyli śpiew, ruch rytmiczny, gra na prostych instrumentach lub wspólna improwizacja muzyczna. Ta aktywność wspiera uwagę, motywację i interakcje społeczne, które u pacjentów często szybko słabną.

Łatwiejsze przywoływanie informacji

Kolejne badania pokazują, że pacjenci z chorobą Alzheimera lepiej rozpoznają i przypominają sobie informacje połączone z muzyką niż te, które poznali bez muzycznego tła. Muzyka działa więc jak silny poznawczy „punkt zaczepienia", który pomaga ominąć uszkodzone obwody pamięci. Metody obrazowania w neurologii wskazują, że wspomnienia muzyczne zapisują się w szerszej sieci obszarów mózgu, także w strukturach związanych z emocjami i ruchem, które choroba Alzheimera uszkadza później niż ośrodki odpowiedzialne za pamięć epizodyczną.

Język porozumienia

Muzyka działa nie tylko jako miły dodatek w opiece nad chorymi, często jest drogą prowadzącą do tożsamości człowieka, którego zdolności umysłowe niestety stopniowo zanikają. Znana piosenka wciąż potrafi wywołać w nim emocje, wspomnienia dzieciństwa, wzmocnić więzi i poczucie ciągłości własnego życia. W świecie, gdzie słowa stopniowo zawodzą, muzyka staje się językiem, który dotknięty chorobą neurodegeneracyjną mózg wciąż rozumie, i znacząco poprawia jakość życia pacjentów oraz ich bliskich.

Łagodzi lęk

Poza korzyściami poznawczymi muzyka okazuje się skutecznym środkiem łagodzenia zachowań objawowych związanych z demencją, takich jak pobudzenie emocjonalne, lęk, apatia czy agresja. Pacjenci często reagują na nią uspokojeniem, większym zainteresowaniem otoczeniem i lepszą współpracą z opiekunami. Poprawia to jakość ich życia, ale także zmniejsza psychiczne obciążenie rodzin oraz personelu medycznego. Muzyka jest więc rzadką formą terapii, która łączy ustalenia neuronauki z ludzką potrzebą poczucia sensu, tożsamości i emocji. «

FOTO: IMMUNIZE NEVADA

Muzyka ma też efekt uspokajający. Pomaga zarówno zdrowym ludziom, jak i osobom z demencją

eprasa.pl 05a7bc66e6

W latach 90. XX wieku po raz pierwszy opisano istnienie tzw. efektu Mozarta. Neurolożka Frances Rauscher ustaliła, że studenci po wysłuchaniu sonaty Mozarta osiągają lepsze wyniki w zadaniach przestrzenno-logicznych. Wyniki badania ukazały się w „Nature", co wywołało publiczną oraz naukową debatę o tym, czy muzyka może naprawdę zwiększać inteligencję.

Gdy rytm ucisza burzliwe fale mózgowe

Współczesne badania idą jednak dalej i konkretniej: zespół neurologów z CEITEC i Uniwersytetu Masaryka wykazał, że słuchanie muzyki Mozarta znacząco tłumi wyładowania padaczkowe w mózgu, podczas gdy inne utwory wywołują odmienne reakcje zależnie od typu i rytmu. Zjawisko nie jest jednak uniwersalne i nie dotyczy tak samo ani wszystkich typów muzyki, ani wszystkich pacjentów. Jasno pokazuje jednak, że muzyka może zwiększać aktywność sieci neuronowych, a tym samym łagodzić aktywność patologiczną związaną z epilepsją.

ILUSTRACJA: B. KRAFFT

Wolfgang Amadeusz Mozart swoją sonatą poprawił wyniki studentów

Ton, inteligencja i uczenie się

Na pytanie, czy muzyka naprawdę zwiększa inteligencję, wciąż nie ma prostej odpowiedzi. Niektóre starsze badania sugerują, że krótki odsłuch wybranej muzyki może poprawić wynik w konkretnych zadaniach, lecz szersze metaanalizy pokazują, że nie ma jasnego fizjologicznego mechanizmu długotrwałego wzrostu IQ. Dużo mocniejsze dowody dotyczą wpływu treningu muzycznego na pamięć roboczą i uwagę, gdzie edukacja muzyczna zwiększa kontrolę działania i zdolność operowania informacjami.

Zmienia chemię i strukturę mózgu

Neurolog i badacz muzyki **Daniel J. Levitin** w książce *Zasłuchany mózg* wyjaśnia, że muzyka jest nie tylko estetycznym dodatkiem do życia, lecz także stymulantem pracy mózgu, wpływającym na jego strukturę i funkcje od dzieciństwa po starość. Według autora ludzki mózg nie jest tylko odbiornikiem dźwięków. Muzyka aktywuje złożoną sieć obszarów odpowiedzialnych za słuch, ruch, emocje, pamięć i przetwarzanie poznawcze, co wzmacnia połączenia neuronowe i neuroplastyczność mózgu. Oznacza to, że regularny kontakt z muzyką może zmieniać nie tylko chemię mózgu, ale i jego fizyczną strukturę, np. wzmacniać połączenia między półkulami lub poprawiać komunikację między układem limbicznym a korą.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

W start-upach przemysłowych ludzie słuchają muzyki w pracy. Może to pomagać w koncentracji i lepszym przetwarzaniu informacji

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Pogoda ducha w słuchawkach. Na muzykę mózg reaguje produkcją dopaminy, czyli hormonu nagrody

Dopaminowa nagroda

Emocjonalny wpływ muzyki jest też zjawiskiem neurobiologicznym. Mózg reaguje na motywy muzyczne uwolnieniem dopaminy, związanej z nagrodą i przyjemnością, oraz aktywacją układu limbicznego, który przetwarza emocje. To wyjaśnia, dlaczego muzyka potrafi przywołać silne wspomnienia, uspokoić lęk, poprawić nastrój lub pobudzić motywację. Badania naukowe potwierdzają, że muzyka stymuluje rozległe obszary mózgu, aktywuje obwody pamięci i emocji oraz pomaga mózgowi zachować plastyczność, czyli zdolność adaptacji i uczenia się. Muzyka pozostaje więc jednym z najnaturalniejszych, najłatwiej dostępnych i inspirujących środków wspierania zdrowia i funkcji mózgu w każdym wieku.

Sprawny starter wielu czynności

Krótko mówiąc, ulubiony utwór aktywuje naraz wiele połączonych obszarów mózgu, działa jak starter aktywności. Przy słuchaniu włącza się kora słuchowa, analizująca dźwięki, obszary ruchowe reagujące na rytm, układ limbiczny odpowiedzialny za emocje, a nawet kora przedczołowa związana z decyzjami i planowaniem. Dlatego muzyka może wywołać silne reakcje emocjonalne, rozluźnić napięcie, wspierać koncentrację, uspokajać lub przeciwnie – dodawać energii. Mózg wytwarza przy niej dopaminę, hormon nagrody, i inne neuroprzekaźniki, co wyjaśnia, dlaczego muzyka jest w stanie poprawić nastrój oraz dać poczucie radości i zadowolenia. «

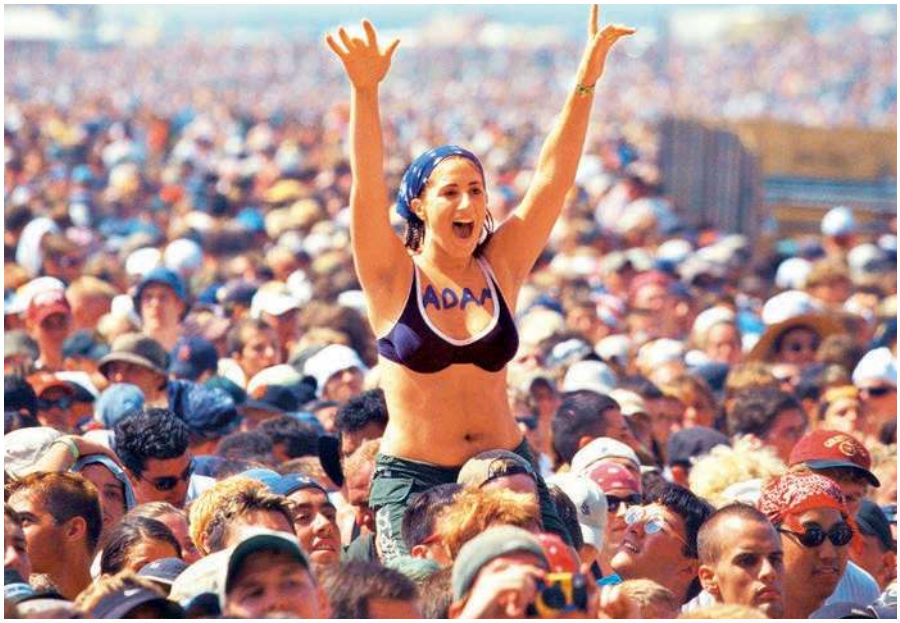
eprasa.pl 05a7bc66e6

Dlaczego jedni lubią klasykę, inni rock, a jeszcze inni techno?

Preferowanie określonego gatunku muzycznego naukowcy wyjaśniają połączeniem osobowości, środowiska kulturowego i reakcji neurobiologicznych. Ludzie o większej otwartości na nowe doświadczenia często skłaniają się ku gatunkom eksperymentalnym lub złożonym – muzyce klasycznej czy rockowi progresywnemu.

Z kolei fani metalu lub hip-hopu (czyli muzyki dynamicznej, z wyraźnym rytmem) silniej reagują na szybkie tempo i głośniejsze częstotliwości, które wywołują mocniejszą aktywację fizjologiczną: wzrost tętna, szybszy oddech i poczucie energii.

FOTO: FLICKR



Na festiwalach muzycznych łatwiej o poczucie przynależności i wspólnoty z ludźmi słuchającymi tej samej muzyki

Nostalgia i bezpieczeństwo albo przeciwnie – tożsamość

Kolejna składowa to rezonans emocjonalny i skojarzenia z dawnymi przeżyciami. Muzyka orkiestr dętych może budzić nostalgię i poczucie bezpieczeństwa, związane z rodziną czy wspólnotą, podczas gdy metal lub rap może wzmacniać poczucie tożsamości i przynależności do grupy. Badania pokazują, że preferencje gatunku muzycznego wiążą się też z tym, jak silnie dana muzyka aktywuje dopaminowe obwody nagrody, dlatego ktoś reaguje euforią na symfonię Beethovena, a innemu taką samą satysfakcję daje szybka partia gitary lub fanfary.

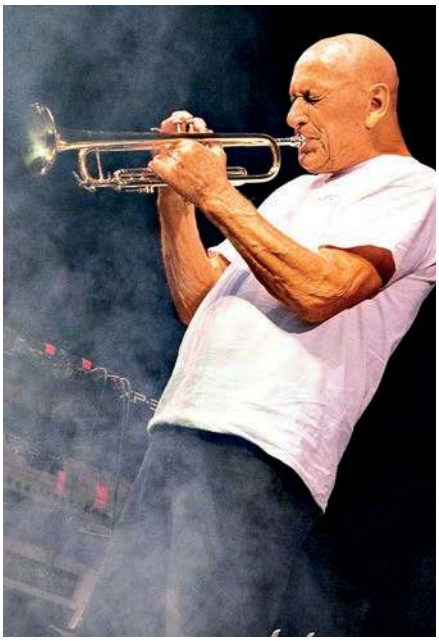
FOTO: UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

Muzyka instrumentów dętych może u jej fanów wywołać poczucie bezpieczeństwa i nostalgię związaną z domem

Ulubiony gatunek? Połączenie genetyki i doświadczeń

Tony utworów tworzą zjawisko neurobiologiczne łączące słuch, ruch, emocje i pamięć, dlatego każdy słuchacz ma unikalnie „nastrojony mózg". Preferowany gatunek odzwierciedla połączenie genetyki, doświadczeń i cech osobowości, a sama muzyka aktywuje mózg w sposób, który można mierzyć i analizować, co daje naukową podstawę wyjaśnienia, dlaczego różne melodie tak odmiennie na nas wpływają.

FOTO: TOMÁŠ PETR



Jednych zachwyca jazzowa trąbka, innych szybkie partie gitary. Główną rolę grają tu geny

Czy jakiś utwór może nam zaszkodzić?

Mózg jest orkiestrą połączeń nerwowych, a muzyka jej codziennym dyrygentem. Większość utworów nas uspokaja, motywuje lub wręcz leczy, lecz niektóre tony mogą działać odwrotnie. Zbyt głośne utwory, zwłaszcza muzyka elektroniczna czy ekstremalny metal, aktywują ciało migdałowate, część mózgu odpowiedzialną za stres i strach. Mięśnie się napinają, tętno przyspiesza, a kortyzol, hormon stresu, rośnie. Powtarzany odsłuch tych utworów, zwłaszcza przez słuchawki, może trwale uszkodzić słuch i nasilić lęk.

Chaotyczny dźwięk niszczy skupienie

Mózg reaguje też na dysharmonijne tony i bardzo szybkie rytmy. Badania pokazują, że stały kontakt ze złożonym, chaotycznym dźwiękiem może pogarszać koncentrację i wpływać na nastrój. Z kolei melodie o równym rytmie i harmonijnych interwałach wspierają produkcję dopaminy i poprawiają funkcje poznawcze. Muzyka, którą wybieramy, kształtuje więc nie tylko emocje, ale i zdrowie mózgu. Chcąc go chronić, warto przeplatać utwory intensywne spokojnymi, nie przesadzać z głośnością i uważać na długie słuchanie w słuchawkach. Mózg zasługuje na troskę tak samo, jak reszta naszego ciała. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Dressgate:

Gdy świat spierał się o kolor sukienki

Biała i złota czy niebieska i czarna? Pytanie o kolor sukienki podzieliło świat na dwa nieprzejednane obozy i ujawniło różnice w tym, jak mózg widzi barwy.

FOTO: HUFFINGTON POST

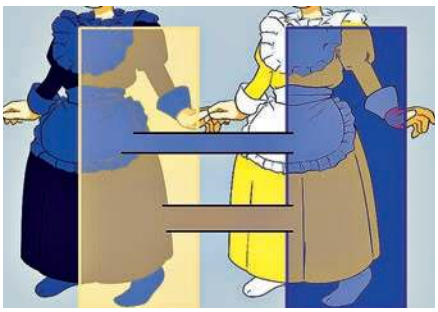
O zdjęciu dyskutował wtedy cały świat, powstało o nim nawet kilka prac naukowych

W lutym 2015 roku **Cecilia Bleasdale** wybrała sukienkę na ślub córki **Grace** na wyspie Colonsay w Szkocji. Nie była pewna co do stroju, więc zrobiła zdjęcie sukienki i wysłała je córce z pytaniem, czy ma ją kupić. – *Dlaczego, na Boga, chcesz kupić białą sukienkę?* – pytała zdziwiona Grace, tym bardziej zaskoczona, że jej narzeczony **Keir Johnston** widział ją jako niebieską. Zapytali znajomych, lecz i oni się nie zgodzili. Jedni twierdzili, że jest biała ze złotą koronką, drudzy widzieli ją jako niebieską z czarną koronką. Prawdziwa awantura wybuchła jednak 26 lutego, gdy wokalistka miejscowego zespołu, **Caitlin McNeill**, wrzuciła zdjęcie na Tumblr. Stamtąd trafiło na Twittera i zaczęło rozchodzić się lawinowo.

Jaki jest prawdziwy kolor?

Sukienka była… niebieska z czarną koronką. Biało-złota być nie mogła choćby dlatego, że firma Roman Originals w ogóle nie miała takiej kombinacji zdjęciem. Tylko w 2015 roku opublikowano na ten temat trzy badania, a później zjawisko to omawiano na wielu konferencjach. – *To jeden z pierwszych przypadków, gdy ludzie patrzą na ten sam przedmiot i widzą zupełnie różne barwy* – mówił autor jednego z badań, neurobiolog **Bevil Conway**.

ILUSTRACJA: JAHOBR/ WIKIPEDIA



Gdy brakuje kontekstu światła, mózg zaczyna zgadywać, a różnice w postrzeganiu ujawniają się dramatycznie

Spierały się też gwiazdy

Sprawa nazwana Dressgate stała się wiralową sensacją, która już w pierwszym tygodniu zebrała ponad 10 mln tweetów i podzieliła świat na dwa obozy, mniej więcej 50:50. O kolorze sukienki dyskutowano od Hiszpanii przez kraje arabskie po Japonię. Do sporu włączyło się wiele gwiazd. Piosenkarki **Taylor Swift** i **Demi Lovato** twierdziły, że jest niebiesko-czarna, a aktorki **Anna Kendrick** i **Julianne Moore** – że biało-złota. Także naukowcy zainteresowali się w ofercie – te same sukienki dostępne były w kolorach czerwieni, różu i kości słoniowej, wszystkie z czarną koronką. Żadnej bieli, żadnego złota.

To, dlaczego połowa ludzi odbiera kolory inaczej, ma według badaczy kilka przyczyn. Pierwszą jest fakt, że barwa to tylko iluzja tworzona w mózgu na podstawie informacji o otoczeniu i świetle, które mózg odbiera wraz z obrazem przedmiotu. Każde oko i każdy mózg są inne, dlatego w widzeniu barw istnieją duże różnice. Zdjęcie sukienki jest jednak mocno prześwietlone, a do tego nie zawiera dość informacji o otoczeniu. Zrobiono je przy sztucznym świetle czy na zewnątrz? W cieniu czy w pełnym słońcu? Wszystko to mózg koryguje mechanizmem stałości barw. Dzięki niemu papier jest biały o świcie i w południe, w słońcu i pod lampą. – *Jeśli jednak wyrwiecie obiekt z kontekstu, ten mechanizm barw zawodzi* – wyjaśnia dr **Neil Parry**. Innym czynnikiem widzenia barw jest pamięć, która ułatwia mózgowi interpretację kolorów na podstawie doświadczeń. – *Ludzie, którzy widzieli sukienkę jako biało-złotą, uznali ją za słabo oświetloną, a niebieskie odcienie mózg zinterpretował jako cienie. Zwolennicy wersji niebiesko-czarnej widzieli ją jako jasno oświetloną i określili kolor prawidłowo* – wyjaśnia psycholożka sądowa **Julia Shaw**.

Zagadka trwa

Podobne mechanizmy wpływają na to, jak w ogóle postrzegamy świat. Daje to nowe możliwości badania, dlaczego różni ludzie widzą te same rzeczy czy zdarzenia inaczej, ale też zrozumienie, że percepcja nie jest tak uniwersalna, jak sądzono, i nie opiera się wyłącznie na wrażeniach. Tyle że, o ile większość złudzeń optycznych mózg koryguje i po ujawnieniu potrafi widzieć na dwa sposoby, o tyle ze zdjęciem sukienki tak nie jest. Większość osób z obozu biało-złotych nawet po ustaleniu prawdziwych barw nadal widziała sukienkę jako biało-złotą, a dotąd nikt nie wie dlaczego. Jak na jedno nieudane zdjęcie, całkiem niezły wynik… «

FOTO: WIKIPEDIA

TAMTEGO RANKA NA DACHU WTC

Wkrótce po 11 września 2001 roku w sieci pojawiło się **zdjęcie rzekomo** z aparatu znalezionego w **gruzach nowojorskich „bliźniaków”**.

Za mężczyzną na tarasie **WTC** widać samolot tuż przed uderzeniem w budynek.

Gdy zdjęcie stało się **światową sensacją**, wyszło na jaw, że to **fotomontaż**.

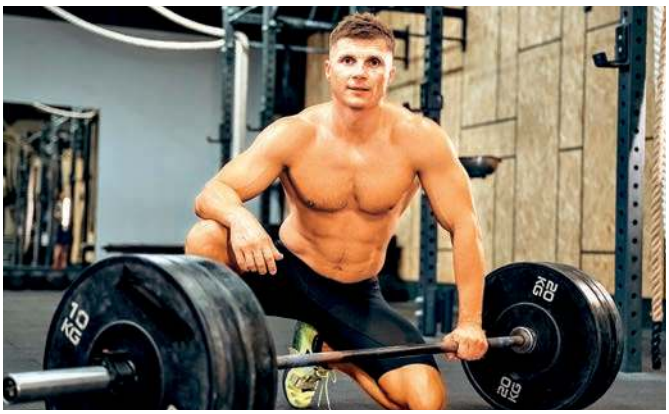
Na fotografii jest **Péter Guzli**, który zrobił zdjęcie w 1997 roku i przerobił je jako żart dla przyjaciół. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

FOTO: NEWCASTLE UNIVERSITY

Makaki odegrały kluczową rolę w odkryciu, skąd bierze się siła. Badanie pokazało, że szybkim wzrostem wydajności kieruje mózg, nie masa mięśniowa

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Siła nie jest tylko kwestią objętości mięśni. Przy podnoszeniu dużych ciężarów głównie drogi nerwowe uczą się sprawniej włączać mięśnie

Ostatnich kilka powtórzeń finałowej serii, rzut ciężarem na ziemię i na koniec nagroda: przypływ endorfin, nabrzmiałe mięśnie i spalony tłuszcz. To właśnie poczucie dobrze wykonanej pracy i wizja lepszej sylwetki tworzą kluczowy motywacyjny duet ćwiczeń. Tyle że to ratunek nie tylko dla ciała, ale też dla mózgu, który na trening reaguje wyraźnie szybciej niż mięśnie. Jak to możliwe?

Ratunek nie tylko dla ciała: Trening siłowy służy też mózgowi

Hantle i kettle… Dla aktywnych osób duże ciężary są drogą do lepszej sylwetki i większego komfortu psychicznego, co od dawna przekonuje nas, że ćwiczenia wpływają na mózg. Jak duży to jednak wpływ? Według jednej z najnowszych brytyjskich prac – większy niż dotąd sądziliśmy. Gdy trening siłowy zaczyna zmieniać mięśnie dopiero po tygodniach ćwiczeń, układ nerwowy wzmacnia się dużo wcześniej.

Małpy w roli głównej

Do tych zaskakujących ustaleń uczeni doszli dzięki dużemu badaniu prowadzonemu na makakach, które według jednego z liderów, **Stuarta Bakera** z Uniwersytetu w Newcastle, mają mózgowy układ ruchu bardzo podobny do ludzkiego. Dzięki temu brytyjscy badacze zebrali dane, które w przyszłości mogą pomóc nie tylko amatorom i zawodowym sportowcom, lecz także pacjentom w rekonwalescencji. – *Jeśli rozumiemy nerwowe mechanizmy siły, możemy zacząć myśleć, jak pomagać ludziom cierpiącym na jej utratę, np. po udarze* – uważa Baker. Według innej członkini zespołu **Isabel Glover** badanie na małpach wykazało, że pierwsze postępy w sile nie wynikają ze wzrostu mięśnia jako takiego, lecz ze wzmocnienia układu nerwowego, który pozwala wycisnąć z obecnego potencjału mięśni maksimum. – *Siła nie tkwi tylko w masie mięśniowej. Gdy zaczynacie podnosić ciężary, stajecie się silniejsi, ponieważ rośnie nerwowy dopływ do mięśni. Dopiero po kilku tygodniach zaczynają rosnąć same mięśnie.*

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

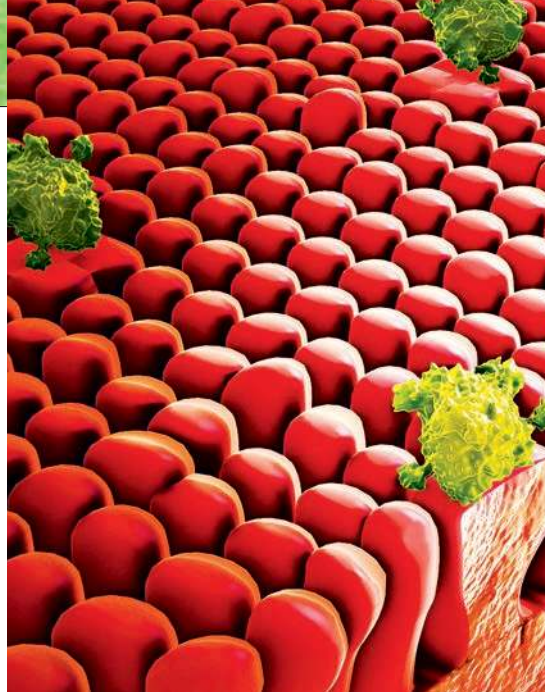
Pierwsze zmiany nie zachodzą w mięśniach, lecz w głowie. Układ nerwowy przy treningu siłowym adaptuje się wcześniej niż zauważysz wzrost mięśni

Kontrowersyjne eksperymenty

Brytyjscy uczeni doszli do tych ciekawych ustaleń przez kontrowersyjne eksperymenty na małpach. Użyto dwóch samic makaków, których zadaniem było wielokrotnie podnosić ciężar 6,5 kg w ciasnej klatce, z unieruchomioną głową, pod kontrolą elektrod, z usuniętymi częściami czaszek i przy elektrycznej stymulacji mózgów. Potem monitorowano ich drogę korowo-rdzeniową, przekazującą informacje ruchowe z kory do rdzenia kręgowego, a także drogę siatkowo-rdzeniową, zwykle uznawaną za mniej ważną, która wpływa na napięcie mięśni i postawę. Właśnie ona, wbrew oczekiwaniom, już po trzech miesiącach bardzo się zmieniła, co doprowadziło badaczy do wniosku, że ta ewolucyjnie starsza droga stanowi siłę kierującą samą siłą i pozwala na postępy na długo przed tym, nim mięśnie naprawdę zaczną rosnąć. Wnioski były ostateczne nie tylko dla uczonych, ale i dla makaków, które po miesiącach harówki uśmiercono i poddano sekcji… «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Gorzki smak uruchamia w nas jeden z najstarszych odruchów ochronnych. W naturze gorycz często oznaczała trucizny w roślinach. Mózg podczas ewolucji nauczył się więc, że gorzkie znaczy potencjalnie groźne. Także dziś, w czasach żywności badanej laboratoryjnie, mechanizm ten działa niemal automatycznie. U większości ludzi gorzki smak wywołuje instynktowną niechęć, czasem nawet odruch wymiotny. To nie kaprys, lecz głęboko zakorzenione biologiczne zabezpieczenie.



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Receptory goryczy zmieniają sygnały chemiczne w odczucie, które mózg czyta jako ostrzeżenie

Nie smakuje? To pewnie geny... Dlaczego boimy się goryczy

Około 1/3 populacji odczuwa jednak pewną formę goryczy znacznie słabiej albo prawie jej nie czuje. Nie znaczy to, że ci ludzie mają „stępione" zmysły. Przeciwnie. Ich aparat smaku jest po prostu inaczej ustawiony genetycznie. Różnice wynikają głównie z liczby i czułości receptorów, które w ustach reagują na gorzkie substancje. Receptory te przez tysiące lat rozwijały się jako ochrona przed trującymi roślinami, ale u każdego działają z nieco inną siłą.

Kwestia biologii

Właśnie dlatego ktoś bez wahania sięga po cykorię, kapustę, grejpfrut albo chętnie pije mocno chmielone piwo, a inny odrzuci te same produkty już po pierwszym kęsie czy łyku. Dla niego nie są „tylko" gorzkie, mogą smakować ostro, cierpko, wręcz drażniąco. Wrażenie smaku nie jest więc kwestią rozpieszczenia ani nawyku, lecz biologii. Ciekawe, że ludzie mniej wrażliwi na gorycz często szukają wyrazistszych smaków, a ci wrażliwsi wolą łagodniejsze połączenia. Gorycz dzieli więc świat smakoszy bardziej, niż się zdaje.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Dla części dzieci (i dorosłych) brokuł to nie zdrowe wyzwanie, lecz alarm smaku uruchomiony przez geny

Gen TAS2R38: mały gen, duży wpływ

Kluczową rolę w tym procesie gra gen TAS2R38 kodujący jeden z głównych receptorów gorzkiego smaku. Receptor ten jest wyjątkowo czuły na substancje typu PTC (fenylotiokarbamid) i PROP (6-n-propylotiouracyl) od dekad używane

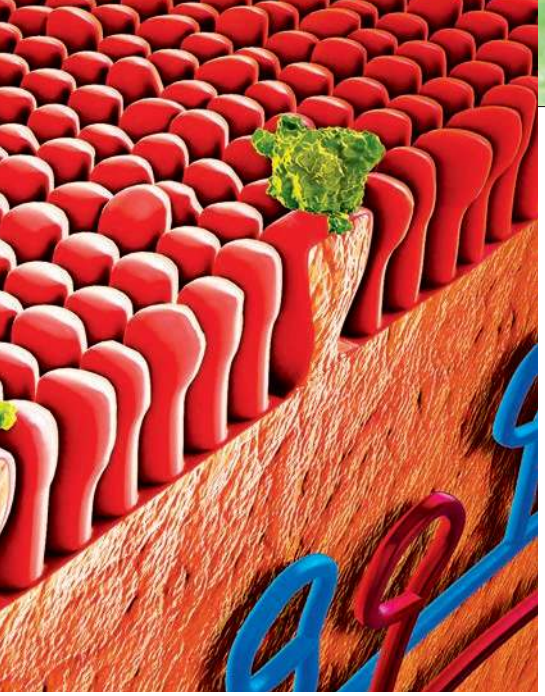
DLACZEGO GEN PRZETRWAŁ?

Z ewolucyjnego punktu widzenia bardzo ciekawe jest, że w ludzkiej populacji przez tysiące lat utrzymują się warianty genów dzielące ludzi na „tasterów" (czujących gorycz) oraz „non-tasterów" (niewrażliwych na ten smak). To sugeruje, że żaden z genów nie był wyraźnie lepszy czy gorszy, lecz oba w różnych warunkach dawały inne korzyści. Silna wrażliwość na gorycz zapewne działała jako skuteczny mechanizm ochronny, bo gorzki smak często sygnalizuje obecność toksyn w roślinach. Osoby o dużej wrażliwości mogły więc być lepiej chronione przed zatruciem i problemami zdrowotnymi.

Z kolei słabsza wrażliwość na gorzkie smaki mogła być zaletą w czasach braku pożywienia. Pozwalała jeść więcej dziko rosnących roślin, także tych, które były wprawdzie gorzkie, lecz wartościowe odżywczo i nietrujące. Ta zdolność mogła zwiększać szanse przeżycia w trudnych warunkach. Współczesne analizy genetyczne potwierdzają, że różnorodność wariantów genu TAS2R38 nie jest przypadkowa, lecz jest wynikiem długich procesów populacyjnych i ewolucyjnych, które kształtowały ludzkie odczuwanie smaku według środowiska i dostępnych źródeł pożywienia.

ILUSTRACJA: HISTORY OF GEOLOGY

eprasa.pl 05a7bc66e6



w klasycznych testach smaku. Właśnie reakcja na te substancje pomogła uczonym odkryć, że ludzie nie odczuwają goryczy jednakowo. Według konkretnej wersji genu TAS2R38 populacja dzieli się na osoby mało czułe na smak, które czują gorycz bardzo słabo lub wcale, smakoszy o przeciętnej czułości i supersmakoszy, dla których gorzki smak jest skrajnie intensywny, często wręcz przykry.

Więcej brodawek na języku

Różnice te nie są kwestią subiektywnego wrażenia ani osobistych upodobań. Można je wykazać testami genetycznymi i pomiarami fizjologicznymi. Badania pokazują, że supersmakosze często mają większe zagęszczenie brodawek smakowych na języku, co wzmacnia nie tylko odczuwanie goryczy, lecz też smaku słodkiego, kwaśnego czy ostrego. Może to wpływać na ich nawyki żywieniowe, stosunek do danych produktów i ogólne preferencje smakowe przez całe życie.

Dlaczego jednemu smakuje kapusta, a innemu nie

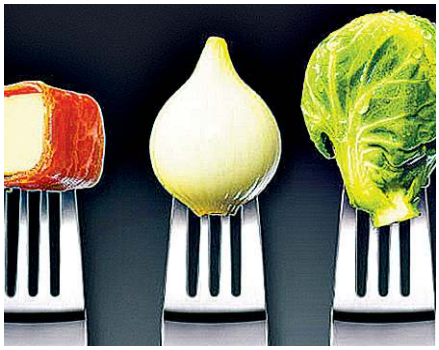
Genetyczna wrażliwość na gorzkie smaki wyraźnie odbija się w codziennym jadłospisie i wpływa na to, co ludzie uznają za smaczne lub odpychające. Osoby silnie wrażliwe na gorycz mają naturalną skłonność do unikania produktów z gorzkimi związkami, typowo warzyw kapustnych, jak brokuły, kalafior, kapusta włoska czy brukselka, ale też mocnej kawy, gorzkiej czekolady, toniku czy gorzkich alkoholi, w tym części piw i likierów. Te smaki są dla nich nie tylko wyraziste, lecz mogą być wręcz nieprzyjemnie intensywne.

Kształtowanie smaków

Z kolei osoby mało czułe na smak odczuwają gorycz dużo słabiej, dlatego często bez problemu tolerują te produkty albo wręcz ich szukają. Dzięki temu mają większy repertuar smaków i częściej włączają do diety produkty o wyrazistym profilu smakowym. Ta różnica może mieć długotrwały wpływ na żywienie i zdrowie, bo właśnie gorzkie produkty roślinne bywają bogate w ochronne fitochemikalia, antyoksydanty i inne substancje biologicznie czynne. Genetyka dyskretnie, lecz stale kształtuje więc nie tylko nasze smaki, ale i jadłospis.

Alkohol i ryzykowne zachowania

Ciekawe, że genetyka odczuwania gorzkiego smaku wiąże się też z tym, jak ludzie odbierają smak alkoholu i jaki mają z nim związek. Liczne badania sugerują, że osoby mniej wrażliwe na gorycz, czyli mało czułe na smak, lub ludzie ze słabszą aktywnością receptora TAS2R38 mogą odbierać alkohol jako mniej nieprzyjemny, mniej gorzki czy drażniący. Smakowe sygnały ostrzegawcze, które u wrażliwszych osób budzą niechęć, u nich po prostu nie są tak silne. To może sprawiać, że piją alkohol częściej lub w większych ilościach, bo nie wywołuje u nich wyraźnego dyskomfortu sensorycznego.



ILUSTRACJA: U FOTO 21

Podczas gdy osoby mało czułe na gorycz odczuwają gorzki smak jedynie lekko, dla supersmakoszy może być on wręcz fizycznie nieprzyjemny

Naturalny hamulec

Z kolei supersmakosze opisują napoje alkoholowe jako gorzkie, palące, wręcz szczypiące. U nich sam smak może działać jak naturalny hamulec, który zmniejsza chęć dalszego picia. Efekt dotyczy nie tylko mocnego alkoholu, lecz również piwa czy wina, gdzie gorzkie i cierpkie nuty grają ważną rolę. Związek wariantów genu TAS2R38, siły odczuwania goryczy i późniejszego zachowania wielokrotnie potwierdzono w badaniach eksperymentalnych i populacyjnych. Genetyka może więc wpływać nie tylko na preferencje smakowe, ale i ryzykowne nawyki.

Supersmakosze: błogosławieństwo i przekleństwo

Bycie supersmakoszem nie oznacza tylko „nienawidzenia brokułów". Ci ludzie często odbierają smaki intensywniej: słodkie jest słodsze, ostre ostrzejsze, a gorzkie skrajnie gorzkie. Może to prowadzić do wybiórczej diety, ale też silniejszych doznań kulinarnych. Takie osoby mogą też być wrażliwsze na niektóre leki lub suplementy o gorzkim posmaku.

Smak to nie tylko język

Ważne, że smak nie jest wyłącznie kwestią receptorów na języku. Dużą rolę grają węch, doświadczenia z dzieciństwa, kultura i powtarzana ekspozycja. Człowiek może „nauczyć się" lubić niektóre gorzkie smaki, np. kawę czy piwo. Podłoże genetyczne decyduje jednak, jak stroma będzie ta droga. Dla jednych to kwestia nawyku, dla innych bariera niemal nie do pokonania.

Co z tego wynika w codziennym życiu

Jeśli pewne produkty ci nie smakują (albo smakują wręcz odrażająco), choć inni nazywają je przysmakami, nie chodzi o kaprys, wybredność ani brak woli. Bardzo możliwe, że jest to genetycznie dany rozdźwięk w odczuwaniu smaku, którego nie kontrolujemy świadomie. Każdy człowiek ma nieco inny „zestaw smakowy", różnimy się liczbą receptorów, ich czułością i tym, jak mózg przetwarza sygnały smakowe. Efekt jest taki, że ten sam produkt może wywołać zupełnie inne wrażenia.

To nie zwyczaj

To, co jedna osoba nazwie „przyjemnie gorzkawym", orzeźwiającym lub wyrafinowanym, druga może czuć jako skrajnie gorzkie, szczypiące, wręcz fizycznie przykre. Te różnice są realne i mierzalne – nie są subiektywną wymówką. Smak nie jest więc tylko kwestią zwyczaju, wpływu kultury czy otwartości na nowe potrawy, jak długo sądzono, lecz w dużej mierze biologii. Współczesne badania pokazują, że nasze preferencje smakowe są mocno zapisane w genach i wpływają na codzienne decyzje bardziej, niż sądzimy. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Eksperci ostrzegają, że przedstawicielom pokoleń Z i Alfa, wskutek wielu godzin spędzanych przed ekranami smartfonów i tabletów na przewijaniu banalnych treści, grozi spadek sprawności umysłowej, określany jako *brain rot*, czyli gnicie mózgu. Czy mózg naprawdę może zgnić za życia? A co dzieje się z nim po naszej śmierci?

Czy mózg może zgnić?

I co dzieje się z nim po śmierci?

Do pokolenia Alfa należą młodzi ludzie urodzeni po 2010 roku, którzy dorastali już w towarzystwie smartfonów i innych urządzeń elektronicznych. Tak jak wcześniejsze pokolenie Zetek, Alfy są uznawane za „cyfrowych tubylców". To dzieci i nastolatki, które z technologiami informacyjnymi stykają się niemal od narodzin, często korzystają z mediów społecznościowych, w których śledzą różnych influencerów. W 2024 roku Oxford University Press ogłosiło słowem roku wyrażenie *brain rot*, czyli gnicie mózgu, metaforyczny opis zjawiska, które według ekspertów grozi tym pokoleniom.

Gnicie mózgu zagraża Zetkom i Alfom

Określeniem *brain rot* określa się spadek sprawności umysłowej wskutek zbyt długiego czasu spędzanego w otchłaniach cyfrowego świata przy banalnych treściach. To te długie godziny, które młodzi poświęcają na niekończące się scrollowanie internetu, oglądanie głupawych filmików na YouTubie czy TikToku i śledzenie ulubionych influencerów. Według ekspertów młodzi ludzie stają się przez to głupsi, mniej zdolni do myślenia, ponieważ ta aktywność nie daje im dostatecznej stymulacji intelektualnej.

Przewijanie banalnych treści

Ekspertom badającym mózg nie podoba się jednak termin „gnicie mózgu", bo ich zdaniem mózg po prostu nie może zgnić, na pewno nie za życia. Długi czas spędzany nad banalnymi treściami z wirtualnego świata może więc u młodych prowadzić do bólu głowy, zmęczenia oczu i tego, że dźwięki z filmów długo będą brzmieć im w głowie, ale mózg na pewno im nie zgnije. Korzystanie z mediów społecznościowych zwłaszcza przez młodych ludzi, u których rozwój mózgu nie jest jeszcze zakończony, łatwo może przerodzić się w uzależnienie, czego nie wolno lekceważyć!

FOTO: SCIENCE ALLERT

FOTO: ALEXANDRA MORTON-HAYWARD

Dwa mózgi, dwa ekstrema czasu. Choć tkanka mózgowa zwykle rozpada się w ciągu kilku dni, wyjątkowe warunki potrafią zachować jej strukturę nawet przez 12 tys. lat

Co dzieje się z mózgiem po śmierci?

Po śmierci tkanka mózgowa rozkłada się bardzo szybko. Zmarłemu przestaje bić serce i ustaje przepływ krwi, więc komórki mózgowe tracą dopływ energii i tlenu potrzebnych do działania. Zaczynają się biernie rozpadać pod wpływem własnych enzymów ciała. Na poziomie komórkowym proces ten nazywa się autolizą. – *Mózg jest metabolicznie najbardziej aktywnym organem w ciele* – wyjaśnia **Alexandra Morton-Hayward**, antropolożka sądowa z Uniwersytetu Oksfordzkiego.

Upłynnienie w zaledwie trzy dni

– *Dwa procent naszej masy ciała (tj. tkanka mózgowa) zużywa 20 procent naszej energii, a te komórki, mające naprawdę wysokie zapotrzebowanie energetyczne, bez dopływu energii bardzo szybko same się trawią* – dodaje ekspertka. W ciągu kilku godzin lub dni, pod wpływem enzymów rozkładających komórki i białka, mózg zaczyna tracić kształt. Pofałdowane struktury, nadające mu typowy wygląd, zaczynają zanikać i rozpadają się najpierw na pastę, a potem na jeszcze bardziej lepką masę. – *Mózg zwykle upłynnia się w ciągu pierwszych trzech dni po śmierci* – dodaje Morton-Hayward.

Detrytofagi ucztują na mózgu

Zniszczenia dopełniają różne bakterie i mikroorganizmy, tzw. detrytofagi, które zjadają martwą tkankę. – *Rozkładający się mózg to dla tych stworzeń wygrana na loterii* – uważa **Charlotte King**, archeolożka sądowa z Uniwersytetu Otago w Nowej Zelandii. Rozkład ciała od zwłok do szkieletu trwa u różnych ludzi różnie długo – czasem dni, czasem tygodnie, a nawet lata. Na jego tempo wpływa wiele czynników, od leków przyjmowanych za życia po klimat miejsca śmierci. Bakteriom sprzyja ciepły klimat, enzymy autolityczne sprawniej działają w temperaturze ciała. Różnice mogą wyrównać niektóre nowoczesne techniki pogrzebowe.

Mózgi zachowane przez stulecia

Mózg często rozkłada się dość szybko w porównaniu z innymi częściami ciała, także z innymi tkankami miękkimi, jak jelita. Są jednak pojedyncze przypadki, gdy mózgi zachowały się po dekadach, stuleciach czy tysiącleciach. Alexandra Morton-Hayward wraz z kolegami ogłosiła w 2024 roku,

eprasa.pl 05a7bc66e6

że w zapisie archeologicznym istnieje ponad 4400 próbek mózgów z całego świata, w tym mózg sprzed 12 tys. lat znaleziony koło zębów mamuta na Syberii oraz mózg zachowany w odciętej czaszce na brzegu szwedzkiego jeziora, datowanej na 6000 rok p.n.e.

Odwodniona i zamarznięta tkanka mózgowa

Według Morton-Hayward do zachowania mózgu może przyczynić się odwodnienie, które jako część mumifikacji stosowali np. starożytni Egipcjanie inspirowani tradycją pustynnych pochówków. Ponad 500 mózgów z predynastycznego cmentarzyska w Górnym Egipcie (6500 rok p.n.e.) miało $^{2}/_{3}$ pierwotnej wielkości, niektóre skurczyły się jednak do połowy. Z kolei zamarznięte mózgi mają ofiary znalezione w górskich przełęczach lub innych chłodnych rejonach (np. rytualne ofiary Inków na zimnych i suchych szczytach Andów).

FOTO: UNIVERSITY OF OXFORD

Antropolożka sądowa Alexandra Morton-Hayward bada mózgi, które przetrwały stulecia

Mózg zmieniony w mydło

Innym mechanizmem zachowania tkanki mózgowej jest tzw. saponifikacja, czyli „zmydlenie mózgu", gdy tłuszcz zawarty w tkance mózgowej zmienia się w substancję podobną do mydła, która zachowuje tkankę. Tak zachowany mózg dziecka odkryto np. w podmokłej trumnie z XIII wieku, znalezionej u zbiegu rzek Odet, Steir i Jet we Francji. Niekiedy tkanka mózgowa zachowuje się też w torfowiskach i, co zaskakujące, w środowisku wodnym. – *Zakładaliśmy, że środowisko wodne przyspieszy rozpad mózgu, ale zdaje się, że nie zawsze tak jest* – mówi badaczka.

Konsystencja jak tofu

– *Znaleźliśmy wiele zachowanych mózgów w wilgotnych kurhanach, na zatopionych wrakach statków, na dnie studni czy w ołowianych trumnach* – dodaje. Mózgi te zachowały kształt i mikroskopową strukturę, choć reszta tkanek miękkich zniknęła. – *Wyglądają jak normalne, doskonałe, świeże ludzkie mózgi, ale są zawsze zmniejszone, zwykle do objętości około jednej piątej tego, co miały za życia. Konsystencją przypominają tofu. Pochodzą z różnych okresów i klimatów* – wyjaśnia Morton-Hayward.

Kiła odkryta w dawnej próbce

Morton-Hayward uważa, że odpowiada za to wyjątkowa biochemia mózgu. Zawiera tłuszcze, których nie ma nigdzie indziej w ciele, oraz bogate w siarkę aminokwasy, np. cysteinę, przy czym siarka w sprzyjających warunkach hamuje rozkład bakteryjny. – *Moim zdaniem wszystko to łączy się i tworzy odporny materiał, który wytrzymuje naprawdę długo* – wyjaśnia badaczka. Zakonserwowane mózgi mogą dostarczyć ważnych informacji o życiu ludzi, do których należały. Na przykład archeolożki **Charlotte King** i **Brittany Moller** odkryły w próbce z XIX wieku, znalezionej na cmentarzu w Nowej Zelandii, bakterię kiły. Nie wiadomo jednak, czy do zakażenia doszło już za życia tej osoby.

FOTO: RSNA

Odwodnienie przy mumifikacji może zmniejszyć tkankę mózgową, ale zarazem uchronić ją przed całkowitym rozpadem

Badanie chorób psychicznych z zachowanej tkanki

Alexandra Morton-Hayward wierzy, że pewnego dnia z zachowanych próbek mózgu będzie można wyczytać także informacje o chorobach psychicznych, takich jak depresja czy schizofrenia, na które cierpieli ci ludzie. – *Na razie nie dysponujemy metodą, która pozwoliłaby badać stany takie jak zdrowie psychiczne czy choroba psychiczna u naszych przodków. Byłoby fascynujące móc odkryć je w rzeczywistej tkance, na którą wpływały* – uważa badaczka. Choć zapewne nigdy nie powiemy, ile filmów na TikToku obejrzał za życia ktoś, kogo zachowany mózg zostanie znaleziony, być może kiedyś naukowcom uda się znaleźć w takim mózgu dowody dotyczące zdrowia psychicznego tej osoby. «

FOTO: PLOS ONE

W MÓZGU OFIARY POGRZEBANEJ ŻYWCEM PRZEZ ERUPCJĘ WEZUWIUSZA UCZENI ODKRYLI ŚWIETNIE ZACHOWANE NEURONY

Gdy w 79 roku n.e. erupcja Wezuwiusza zniszczyła rzymskie miasta Pompeje, Herkulanum, Stabie i inne, ich mieszkańcy umierali w żarze i duszących chmurach gazów. Nieoczekiwanie w czaszce jednej z ofiar włoski archeolog Pier Paolo Petrone z Uniwersytetu Fryderyka II w Neapolu i jego zespół odkryli poczerniały od żaru, zeszklony mózg. Ku ich zaskoczeniu były w nim doskonale zachowane komórki mózgowe. Według wszelkich danych to najlepiej zachowana tkanka ośrodkowego układu nerwowego, jaką kiedykolwiek odkryli archeolodzy.

MÓZG WYSTAWIONY NA ŻAR 520°C

Analiza wykazała w próbce także obecność wielu białek typowych dla ludzkiej tkanki mózgowej, co potwierdza, że naprawdę był to mózg, a nie kawałek skały wulkanicznej. Według ekspertów materiał najpierw musiał rozgrzać się do ok. 520°C, a potem szybko ostygnąć – dopiero wtedy mógł zmienić się w czarną, szklistą substancję. Podobnie wyglądały mózgi ofiar alianckiego bombardowania Drezna z końca II wojny światowej.

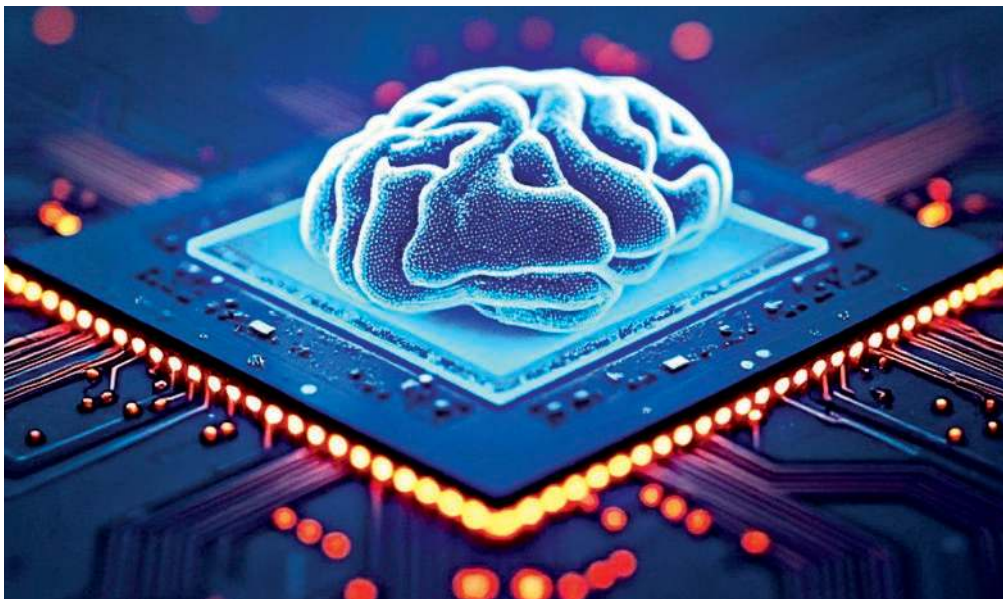
eprasa.pl 05a7bc66e6

Lubimy katastroficzne scenariusze. Na przykład taki, w którym maszyny zyskują świadomość, przejmują świat i odsyłają ludzkość do historii jako ślepą ścieżkę ewolucji. Rzeczywistość AI jest jednak dużo bardziej przyziemna, choć nie mniej ciekawa. AI po cichu przebudowuje świat. Linijka po linijce kodu, procent po procencie wydajności, tysiącami decyzji co dzień.

Kiedy sztuczna inteligencja zastąpi ludzki mózg?

Sztuczna inteligencja nie jest cyfrowym mózgiem w ludzkim sensie. To zestaw metod, algorytmów i modeli, które świetnie radzą sobie w wąskich zadaniach – rozpoznawaniu obrazu, analizie danych, optymalizacji produkcji, pracy z językiem. Te maszyny nie myślą, lecz liczą. I liczą piekielnie szybko. Myśl, że AI „zastąpi" ludzki mózg, jest dziś raczej wizją z zakresu science fiction niż poważną prognozą.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



AI wykonuje obliczenia, sama nie myśli. Mimo to jej moc zmienia świat tysiącami drobnych decyzji dziennie

Ameryka, Chiny i europejskie hamulce

Wyścig o AI ma konkretnych graczy: Stany Zjednoczone, Chiny i dalej Europę. USA stawiają na innowacje firm prywatnych, Chiny na wielkie wsparcie państwa i dane w skali przemysłowej, a Europa próbuje być sumieniem planety. Efektem jest ambitna regulacja, zwłaszcza AI Act, mające chronić prawa człowieka, ale też zwalniające tempo rozwoju. Europa naukowo nie odstaje. Należy do światowej czołówki pod względem publikacji i jakości badań. Problemem są patenty, komercjalizacja i szybkie przekuwanie pomysłów w praktykę. Gdzie indziej się eksperymentuje, Europa pyta, czy to etyczne. Niestety jednego i drugiego naraz chyba nie da się zrobić.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Algorytmy oceniają dziś ogromne ilości danych, szukają wzorców i podejmują decyzje szybciej niż człowiek

Strach i oczekiwanie

Europejczycy są zdystansowani wobec AI. Badania od lat pokazują, że większość ludzi boi się, by nie oceniał ich anonimowy algorytm – np. przy rekrutacji, pożyczkach lub ocenie pracy. Pojawia się jednak także ostrożny optymizm. AI obiecuje szybsze leki, tańszą energię, bezpieczniejszy transport i wsparcie dla starzejącego się społeczeństwa. Ważne jest jedno – jeśli chcemy, by maszyny działały „po ludzku", nie wystarczy karmić ich danymi. Ludzkie myślenie przez setki tysięcy lat rozwijało się w ciele, kulturze i relacjach społecznych. Tym nie da się zasilić algorytmu przez noc.

FOTO: TECHEBLOG

Robot, który „czuje". Połączenie wzroku i dotyku pozwala maszynom oceniać kształt, strukturę i materiał podobnie jak ludzkie ręce

eprasa.pl 05a7bc66e6

Mózg jako wzór: Jak AI uczy się myśleć, leczyć i zwodzić

Ludzki mózg to na razie najdoskonalsza „maszyna", jaką znamy. Umie uczyć się z małej ilości danych, regenerować podczas snu, rozpoznać głos bliskiej osoby w szumie tłumu, a czasem przeczuć chorobę, zanim się ujawni. To mózg jest dziś inspiracją do rozwoju sztucznej inteligencji.

Gdy maszyny zaczną czuć i przeczuwać

Jeszcze niedawno roboty raczej widziały świat, niż naprawdę go odbierały. Umiały wyliczyć trajektorię i podnieść pudełko, ale nie wiedziały, czy trzymają porcelanowy kubek, czy metal. Właśnie dotyk – jeden z podstawowych ludzkich zmysłów – długo był dla AI twardym orzechem. Aż do niedawna. Zespół młodych badaczy z Massachusetts Institute of Technology stworzył AI, która łączy wzrok i dotyk w jedno wrażenie. Robot nie patrzy już na świat i nie dotyka go osobno. Uczy się rozumieć go jako całość. Pomaga mu czujnik GelSight i modele uczenia maszynowego, które na podstawie drobnych deformacji powierzchni oceniają kształt, strukturę i materiał. Innymi słowy – robot zaczyna tworzyć intuicję.

FOTO: MMS

Czujniki dotyku zmieniają mikroskopijne deformacje powierzchni w dane, z których AI składa „dotykowy obraz" rzeczywistości

Szósty zmysł AI

Efekt? Maszyny lepiej orientują się w magazynach, delikatniej manipulują kruchymi obiektami, a kiedyś może poradzą sobie z pracą, w której dziś polegamy na ludzkich rękach – od gastronomii po chirurgię. Obecnie to medycyna przeżywa szybki rozwój. Sztuczna inteligencja działa tu jak szósty zmysł przyszłości. Badacze z University of Edinburgh tworzą modele, które na podstawie danych genetycznych umieją ocenić, gdzie i kiedy może powstać nowotwór. Szukają wzorców w mutacjach DNA – drobnych odchyleń mogących być cichym ostrzeżeniem. Rak jest podstępny przez swą nieprzewidywalność. Jeśli jednak uda się uchwycić ryzyko, zanim choroba się ujawni, zmieniają się reguły gry. Leczenie może być bardziej celowane, łagodniejsze i przede wszystkim wczesne. Roboty uczą się więc czuć. Algorytmy uczą się przeczuwać. Ale to człowiek wciąż decyduje, jak użyje tych nowych zmysłów. Przyszłość AI nie polega na zastąpieniu ludzi, lecz na poszerzeniu ich możliwości. «

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Algorytm jak farmakolog. AI umie przejrzeć miliony związków i wskazać kandydatów na nowe leki w zadziwiająco szybkim czasie

Jednym z efektownych przykładów jest tworzenie leków. Na Flinders University powstał system, który badacze nazywają „krzemowym mózgiem farmakologii". Algorytm przeszukuje ogromne bazy związków chemicznych tak, jak mózg porządkuje wspomnienia – szuka wzorców, odrzuca ślepe uliczki i wybiera obiecujących kandydatów. Efektem jest nowa generacja szczepionki przeciw grypie zaprojektowana przez AI i już testowana klinicznie. Proces, który dawniej trwał lata, skurczył się do miesięcy.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

AI przyspiesza analizy, modelowanie i projektowanie eksperymentów – naukowcy mogą szybciej szukać odpowiedzi

Kiedy śpią maszyny?

Mózg nie jest jednak tylko wydajnym procesorem. Potrzebuje też snu. Zaskakujące jest, że to samo zaczyna dotyczyć sztucznych sieci neuronowych. Badania z ostatnich lat pokazują, że modele z fazami „odpoczynku" – gdy nie trenują, lecz porządkują wewnętrzne reprezentacje – uczą się stabilniej i rzadziej błądzą. Tak jak ludzki mózg we śnie sortuje dzienne przeżycia, tak AI podczas pauz „sprząta" połączenia. Okazuje się, że bez wyłączenia nawet maszyna długo nie pozostaje inteligentna.

Klonowanie mowy

Kolejną dziedziną, w której AI czule dotyka mózgu, jest głos. Ludzki słuch ewolucja nastawiła tak, by ufał głosowi. To wykorzystują dziś systemy klonowania mowy. Technologie rozwijane

›

eprasa.pl 05a7bc66e6

SKORZYSTAJ Z WYJĄTKOWYCH OFERT PRENUMERATY GAZET WYDAWNICTWA AMCONEX

Zamówienia na prenumeratę można składać bezpośrednio na stronie:

www.europress.pl

ewentualne pytania prosimy kierować na adres e-mail:

prenumerata@europress.pl

lub telefonicznie:

+48 22 51 93 980

(czynne w dni robocze w godzinach 8:00–16:00)

Więcej informacji o prenumeracie:

prenumerata@europress.pl

eprasa.pl 05a7bc66e6

Zamów prenumeratę przez Pocztę Polską

prenumerata.poczta-polska.pl

Sprzedaż prasy w prenumeracie realizowana przez Pocztę Polską S.A. polega na przyjmowaniu zamówień oraz przedpłat od prenumeratorów i doręczaniu im zaabonowanych egzemplarzy. Zamówienia i przedpłaty na prenumeratę prasy przyjmowane są zgodnie z obowiązującymi okresami i cenami zamieszczanymi w aktualnych cennikach.

Szczegółowe informacje dotyczące terminów składania zamówień na poszczególne okresy prenumeraty zawiera „Regulamin dla klientów kupujących prasę w prenumeracie".

Oszczędność czasu i pieniędzy:

- zaabonowanie egzemplarzy prasy w prenumeracie bez ponoszenia dodatkowych opłat
- dostarczanie zaprenumerowanej prasy do miejsca zamieszkania, siedziby prenumeratora lub do skrytek i przegródek pocztowych bez pobierania z tego tytułu żadnych dodatkowych opłat
- niezmienność cen w okresie realizacji prenumeraty
- niższe ceny za egzemplarz prasy w prenumeracie niż w sprzedaży detalicznej (oferta dotyczy tylko niektórych tytułów prasowych).

Szeroka dostępność – najprostszy i najdogodniejszy sposób zamawiania prasy:

- drogą elektoniczną pod adresem: prenumerata.poczta-polska.pl
- we wszystkich placówkach pocztowych na terenie kraju
- u listonoszy.

PRENUMERATA E-WYDAŃ NASZYCH GAZET DO KUPIENIA NA:

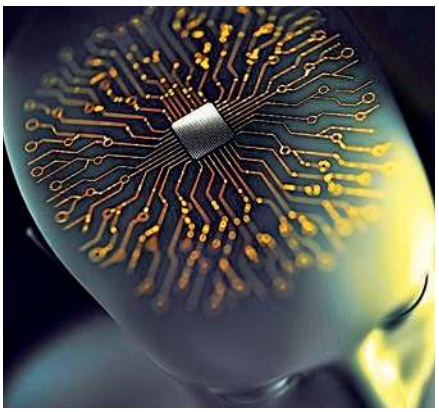
WWW.PUBLIO.PL | WWW.E-KIOSK.PL | WWW.EGAZETY.PL | WWW.NEXTO.PL | WWW.EPRASA.PL

eprasa.pl 05a7bc86e6

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Technologie klonowania mowy potrafią stworzyć kopię ludzkiego głosu

m.in. przez Baidu potrafią z kilku sekund nagrania stworzyć klon głosu, którego mózg nie odróżni od oryginału. Dla mózgu głos jest silniejszym sygnałem niż obraz – fałszywy głos działa więc groźnie przekonująco. O ile oczy da się oszukać dość łatwo, o tyle wobec słuchu jesteśmy bardziej bezbronni.



ILUSTRACJA: DIGITAL CREED

Architektura sieci neuronowych naśladuje zasady biologicznego mózgu, choć prawdziwe myślenie zostaje ludzkie

Jak właściwie działa nasza głowa?

Mózg jest także detektywem. AI służy dziś do wykrywania handlu ludźmi, oszustw finansowych czy przestępczości zorganizowanej. Śledzi przepływy pieniędzy, relacje między kontami, powtarzalne wzorce zachowań. Pracuje jak ludzka intuicja, ale w skali miliardów punktów danych. Co ciekawe trafia na ten sam problem: predykcja nie jest dowodem. Nawet najlepszy algorytm zawiedzie, gdy brak mu kontekstu, empatii i odpowiedzialności. We wszystkich tych przypadkach istotą jest jedno: AI nie zastępuje mózgu ludzkości, tylko staje się jego przedłużeniem – czasem leczącym, czasem groźnym. Tym ważniejsze jest zrozumienie, jak działa nasz mózg. Bo im lepiej rozumiemy siebie, tym ostrożniej będziemy budować maszyny, które zaczynają być do nas podejrzanie podobne… «

Czy odczytają nam myśli?

Mózg zaczyna zdradzać słowa

Myśl, że ktoś potrafi czytać w ludzkich myślach, długo była domeną miłośników paranormalnych zjawisk. Jednak neuronauka ostatnich lat pokazuje, że nie chodzi o magię, lecz o dekodowanie mózgu.

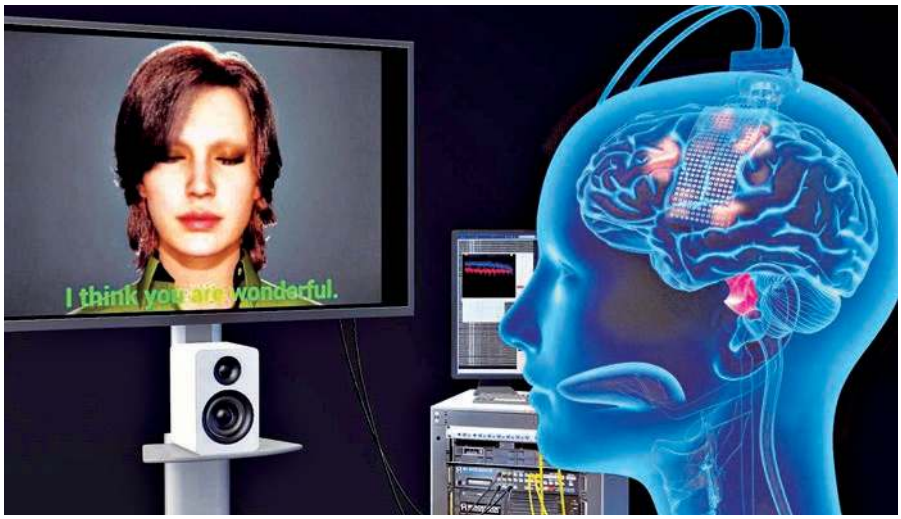


FOTO: UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Dekodowanie słów z neuronów. Algorytmy uczą się przekładać aktywność mózgu na mowę syntetyczną. To nadzieja dla pacjentów bez głosu

Zespół neurobiologów **Nimy Mesgaraniego** z Columbia University zajął się pytaniem, czy z aktywności mózgu da się odtworzyć słyszane słowa. Mózg podczas słuchania mowy zamienia dźwięk na sygnały elektryczne w ściśle określonych obszarach kory słuchowej. Jeśli algorytm „wie", co człowiek słyszy, i zarazem śledzi reakcję mózgu, może nauczyć się odkodowywać ten szyfr. Efektem był system uczenia maszynowego, który potrafił z aktywności mózgu odtworzyć słyszane słowa – bez użycia samego nagrania. Innymi słowy – komputer „czytał" to, co słyszał mózg. Chodziło o bardzo konkretny proces językowy. I był to przełom – po raz pierwszy udało się przełożyć elektryczną mowę mózgu z powrotem na ludzką.

Zanim coś powiesz

Jeszcze dalej poszła praca zespołu **Gopali Anumanchipallego** z University of California, San Francisco. Ich algorytm skupił się nie na tym, co mózg słyszy, lecz, co chce powiedzieć. Mózg wysyła sygnały do narządów mowy – języka, warg, krtani – jeszcze zanim słowo naprawdę zabrzmi. Mają one własny wzorzec. Komputer uczył się poprzez śledzenie aktywności mózgu osób, które głośno czytały słowa i zdania. Stopniowo potrafił przełożyć te sygnały na syntetyczną mowę. Nie było to doskonałe czytanie myśli, lecz tłumaczenie mózgu, który przygotowywał się do mówienia. Właśnie to daje technologii duży potencjał kliniczny – np. w przypadku pacjentów po udarze lub z chorobami neurodegeneracyjnymi, którzy stracili mowę, ale ich mózg nadal ją „wytwarza".

ILUSTRACJA: DEPOSITPHOTOS

Jak będzie wyglądać AI za pięć, dziesięć lat? I co zrobi z ludźmi?

Ach, ta metoda

Haczykiem jest metoda. Oba badania używały inwazyjnego obrazowania mózgu – mikroelektrod wszczepionych w korę mózgową. Takie podejście jest dokładne, ale ryzykowne i dobre tylko dla wąskiej grupy pacjentów, zwykle z epilepsją. Nie do przyjęcia jest jego masowe użycie. Przyszłość leży więc gdzie indziej – w metodach nieinwazyjnych, jak fMRI nowej generacji, magnetoencefalografia czy optyczne obrazowanie mózgu. Na razie obrazy nie mają niezbędnej rozdzielczości, ale rozwój jest szybki. A z nim pojawia się pytanie etyczne: gdzie kończy się pomoc, a zaczyna ingerencja w naszą prywatność i najintymniejszą przestrzeń, jaką jest ludzki mózg? «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Ptaki kontra ssaki: Dwie drogi do inteligencji

Gdy porównamy mózgi szympansa i kruka, zobaczymy, że zasadniczo się różnią. Jeden waży 400 g, drugi tylko 10. Jeden ma warstwową korę mózgową, drugi wyszukane węzły neuronowe. A jednak oba potrafią rozwiązywać zagadki, planować i używać narzędzi. Niedawne badania postanowiły zmapować te różnice, a to, co odkryły, zmieniło nasze wyobrażenia o ewolucji inteligencji.

FOTO: KYOTO UNIVERSITY

Duży mózg to nie wszystko. Szympansy mają warstwowy neokorteks, który pozwala planować, uczyć się i rozwiązywać zadania

Jeszcze w pierwszej połowie XX wieku ptaki uznawano pod względem inteligencji za drugorzędne. Brakuje im neokorteksu – warstwowej kory mózgowej ssaków związanej z myśleniem i decyzyjnością. – *Długo zakładano, że ten typ anatomii jest niezbędny do rozwoju zaawansowanych zdolności poznawczych* – mówi neurobiolożka **Bastienne Zaremba** z Uniwersytetu w Heidelbergu. Ptasią analogią neokorteksu jest tzw. grzbietowy grzebień komorowy (DVR), długo uważany tylko za nieuporządkowany zlepek neuronów. Dopiero w latach 60. neuroanatomowi **Harveyowi Kartenowi** udało się „zrehabilitować" ptasią inteligencję. Pokazał, że DVR tworzy złożone obwody neuronowe, funkcjonalnie porównywalne z neokorteksem, lecz o innej strukturze. Nie leżą warstwami ani na powierzchni mózgu, lecz są zebrane w połączone grupy wewnątrz tkanki mózgowej.

Nieprzejednane obozy

Karten uznał, że ptaki i ssaki odziedziczyły podstawy inteligentnego mózgu po ostatnim wspólnym przodku kręgowców – gadzie żyjącym 320 mln lat temu. Tym paradygmatem kilka dekad później wstrząsnął jednak inny uczony, **Luis Puelles**. Według niego mózgi ptaków i ssaków powstały oddzielnie, jako produkty niezależnej ewolucji. Między zwolennikami obu teorii rozgorzał wieloletni spór dzielący społeczność neuronaukową. Rozstrzygających dowodów spróbowali teraz dostarczyć badacze z Uniwersytetu w Heidelbergu i Baskijskiego Centrum Neuronauki Achucarro.

FOTO: SANTIAGO URQUIJO

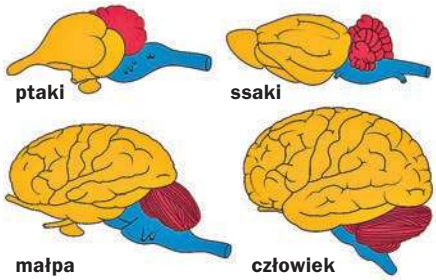
Kruki planują, używają narzędzi i rozwiązują zagadki dzięki inaczej ułożonym, lecz bardzo sprawnym obwodom neuronowym

Nikt się nie pomylił

W serii badań opisanych w 2025 roku w „Science" zmapowali rozwój mózgów u kurcząt, myszy i gekonów za pomocą nowoczesnych technik, jak sekwencjonowanie RNA pojedynczych komórek. Wyniki pokazały, że choć obwody mózgowe są funkcjonalnie bardzo podobne, neurony tworzące neokorteks ssaków i ptasi DVR rozwijają się w różnych obszarach embrionalnych, różnej kolejności i różnym czasie. U ssaków rozwój jest prostszy – komórki z obszaru kory mózgowej zarodka trafiają do kory dorosłego. U ptaków dochodzi jednak do niezwykłej reorganizacji przodomózgowia. Komórki z różnych obszarów embrionalnych mogą w końcu utworzyć te same typy neuronów co u ssaków.

Badania silnie wspierają hipotezę ewolucji konwergentnej – zgodnie z nią inteligencje ptaków i ssaków powstały niezależnie, w odpowiedzi na podobne presje ewolucyjne. A jeśli chodzi o dawny spór Kartena z Puellesem, rację mieli obaj – dorosłe obwody mózgowe są podobne, lecz ich drogi rozwojowe się różnią. «

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Mózgi ptaków i ssaków wyglądają inaczej, ale umieją tworzyć zaskakująco podobne zdolności poznawcze

TO NIE PTASIE MÓŻDŻKI

● Wrony nowokaledońskie łowią owady na haczyki z gałązek i podnoszą poziom wody kamieniami.

● Kruki zwyczajne słyną ze zdolności planowania i strategii przy ukrywaniu pożywienia.

● Papugi szare (żako) wyróżniają się komunikacją. Łączą słowa ze znaczeniami, rozpoznają barwy, kształty, liczby i rozumieją część pojęć abstrakcyjnych.

● Nowozelandzkie kea zasłynęły ciekawością i rozwiązywaniem złożonych zagadek, wykazują też kreatywność przy zdobywaniu pokarmu.

● Gołębie mają świetną pamięć i rozpoznają wzory, w tym ludzkie twarze na zdjęciach. Można je wyszkolić do złożonych zadań.

● Kakadu i ary wykazują złożone zachowania emocjonalne, pod pewnymi względami porównywalne z ludzkimi maluchami. ■

FOTO: YI-KAI, ALBERT RYBA, BERNARD SPRAGG, J.M. GARG A LAURI VÄIN

eprasa.pl 05a7bc66e6

Czas pędzi z prędkością światła. Dawniej, aby lekarze mogli długo monitorować stan zdrowia pacjenta, wymagali od niego pobytu w szpitalu. Innych możliwości prawie nie było. Łóżko szpitalne ma jednak ciemne strony – wyrwanie z codzienności, stres, obciążenie psychiki i ochrony zdrowia.

Epoka czipów:

Człowiek z elektrycznym mózgiem?

Przełom przyniosły dopiero implanty – dyskretni pomocnicy, którzy pozwalają śledzić ciało od środka, gdy pacjent zostaje w domu i żyje mniej więcej normalnie.

Do obserwacji i mapowania sygnałów biologicznych, wsparcia lub wzmacniania funkcji fizjologicznych (temperatura ciała, ciśnienie krwi, poziom glukozy, oddech itp.) oraz łagodzenia skutków niektórych chorób służą dziś implantowane wyroby medyczne. Mikroczipy poprawiają więc jakość życia milionów ludzi na świecie. Dzięki nim lekarz może zdalnie pozyskiwać kluczowe dane o pacjencie – bez częstych kontroli i potrzeby hospitalizacji.

Wszystko zmierza ku miniaturyzacji

Nowoczesna elektronika dąży do ścisłej integracji. Coraz więcej funkcji trafia prosto do układu scalonego – do samego czipu. Celem jest produkcja bezprzewodowych, skrajnie małych implantów do monitorowania procesów fizjologicznych w ciele, na bieżąco i bez operacji.

FOTO: CHEN SHI/COLUMBIA ENGINEERING

Przyszłość medycyny w mikroskali. Badacze z Fraunhofera tworzą czipy tak małe (nie jak na zdjęciu), że można je wstrzyknąć do ciała

Najmniejszy system jednoczipowy, działający jak pełny obwód elektroniczny, opracowali badacze z Columbia Engineering. Ma objętość poniżej 0,1 mm³. Wielkością przypomina roztocze – nie widać go gołym okiem. Do zasilania i łączności zespół używa ultradźwięków. – *Chcieliśmy sprawdzić, jak daleko można przesunąć granice tego, jak mały, w pełni funkcjonalny czip potrafimy zrobić* – mówi kierownik badania **Ken Shepard**. Według ekspertów to istotny zwrot koncepcyjny: czip nie jest tylko częścią systemu, lecz kompletnym organizmem elektronicznym samym w sobie.

Czipy widoczne tylko pod mikroskopem można umieścić w ciele. Przy klasycznych implantach uczeni od dawna napotykają tzw. nieefektywność objętościową: urządzenia wymagają baterii, obudów, przewodów i zewnętrznych przetworników energii.

FOTO: FRAUNHOFER INSTITUT

Medycyna przyszłości jest bezprzewodowa. Czipy podane zastrzykiem mogą monitorować ciało bez baterii, kabli i konieczności operacji

Jak powstał czip

Projekt urządzenia stworzył doktorant **Chen Shi**. Konstrukcja jest wyjątkowa dzięki liczbie funkcji zawartych w jednym czipie. Klasyczna, wysokoczęstotliwościowa łączność bezprzewodowa trafia tu na granice fizyki – długość fali elektromagnetycznej jest zbyt duża wobec rozmiaru urządzenia. Ultradźwięki przy danych częstotliwościach mają dużo krótszą falę, a do tego rozchodzą się wolniej niż światło, co pozwala sprawnie przesyłać energię i dane.

FOTO: COLUMBIA ENGINEERING / SANDRA GRATTAROLA

Doktorant Chen Shi zaprojektował czip mniejszy niż pyłek

– *Znaczenie ultradźwięków w praktyce klinicznej stale rośnie dzięki nowym narzędziom i technikom. Ta praca wpisuje się w ten trend* – dodaje **Elisa Konofagou**. Antena do łączności ultradźwiękowej jest zintegrowana z czipem. Produkcja urządzenia odbyła się w Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, z dodatkowymi modyfikacjami w tzw. pomieszczeniach czystych (ang. *cleanroom* lub *clean room*) Columbia Nano Initiative i Advanced Science Research Center przy City University of New York.

Mikroczipy mogłyby wyraźnie ograniczyć testy na zwierzętach i stać się jednym z fundamentów prawdziwie spersonalizowanej medycyny.

Jak czip w głowie leczy depresję?

Depresja, często zwana chorobą duszy, to przewlekła choroba psychiczna z grupy zaburzeń nastroju. Wiąże się z zaburzoną równowagą neuroprzekaźników w mózgu, zwłaszcza serotoniny i dopaminy. W ostatnich dekadach stała się chorobą cywilizacyjną nowoczesnego społeczeństwa. Według danych WHO liczba chorych na depresję od 2005 roku wzrosła o około 1/5. Szacunki mówią o setkach milionów ludzi na świecie, przy czym duża część chorych się nie leczy. Depresja należy do głównych czynników ryzyka samobójstw, których liczba globalnie wynosi ok. 800 tys.

eprasa.pl 05a7bc66e6

rocznie. Nic dziwnego, że uczeni szukają nowych dróg leczenia. Jedną z nich jest implant przeciwdepresyjny wprowadzany prosto do mózgu.

Wypędza depresję z głowy

Mózg jest fascynującym organem, a gdy łączy się z nowoczesną technologią, powstaje supernarzędzie, które jeszcze niedawno było domeną

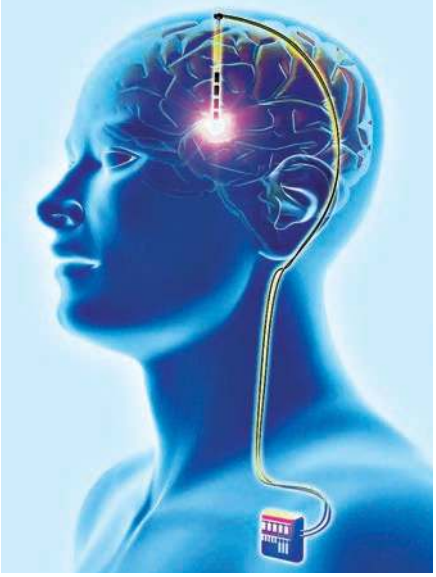
FOTO: UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Implant przeciwdepresyjny w mózgu daje nadzieję pacjentom z depresją

science fiction. Uczeni z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Francisco wszczepili eksperymentalny czip do mózgu 36-letniej pacjentki z ciężką depresją. – *Świat zaczął poprawiać się na moich oczach* – opisała swe odczucia po zabiegu.

Implant miał dwie funkcje: dzięki mikroelektrodom śledził aktywność mózgu, a zarazem delikatnymi impulsami elektrycznymi tłumił patologiczne sygnały związane z epizodami depresji. – *Po raz pierwszy możemy zaoferować spersonalizowaną terapię*

ILUSTRACJA: EMORY UNIVERSITY



Implanty mózgowe to już nie science fiction. Lekarze potrafią zdalnie śledzić aktywność nerwową pacjenta podczas jego pobytu w domu

Musk i jego Neuralink

Projekt Neuralink, za którym stoi Elon Musk, należy do najambitniejszych – i zarazem najbardziej kontrowersyjnych – prób połączenia mózgu z komputerem. Celem firmy jest rozwój implantów mózgowych wielkości monety, które pozwoliłyby odczytywać i wpływać na aktywność nerwową w mózgu.

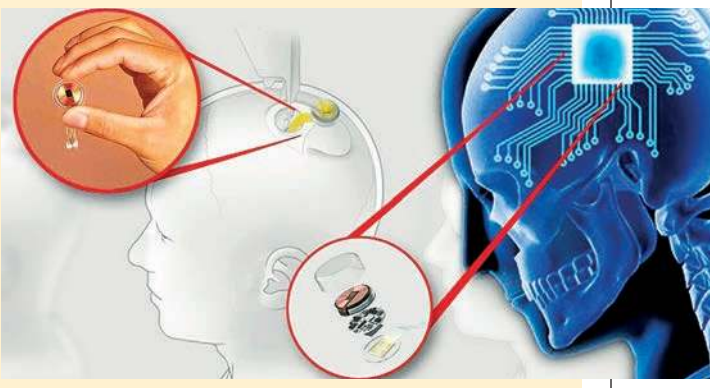
Neuralink po raz pierwszy mocno zwrócił na siebie uwagę eksperymentami na zwierzętach. Publiczność pamięta głównie pokaz ze świnią Gertrudą, u której implant w czasie rzeczywistym rejestrował aktywność neuronów związanych z ryjkiem. – *Ilekroć coś wącha, słychać sygnał* – skomentował wtedy **Musk**. Według firmy implant zaprojektowano tak, by w razie potrzeby dało się go wyjąć i zastąpić nową wersją.

FOTO: MONASH UNIVERSITY

Czip jako samodzielny organizm – zasilanie, komunikacja i przetwarzanie danych odbywają się w jednym miniaturowym obwodzie

Choć te próby należą już do przeszłości, Neuralink w 2023 roku uzyskał zgodę amerykańskiej agencji Food and Drug Administration na rozpoczęcie pierwszej próby klinicznej na ludziach. Skierowano ją głównie do pacjentów z ciężkim paraliżem, którym implant mógłby umożliwić komunikację i sterowanie urządzeniami cyfrowymi bez ruchu. Na początku 2024 roku firma ogłosiła pierwsze udane wszczepienie czipu do mózgu człowieka.

ILUSTRACJA: NEURALINK



Neuralink Elona Muska ma na koncie pierwszy ludzki implant. Sparaliżowany pacjent steruje komputerem za pomocą myśli

Pacjent z paraliżem potrafił dzięki aktywności mózgu sterować kursorem na ekranie, pisać tekst lub grać w proste gry. To, co niedawno brzmiało jak science fiction, po raz pierwszy trafiło do praktyki klinicznej – choć na razie w eksperymentalnej formie.

Małymi krokami do sukcesu

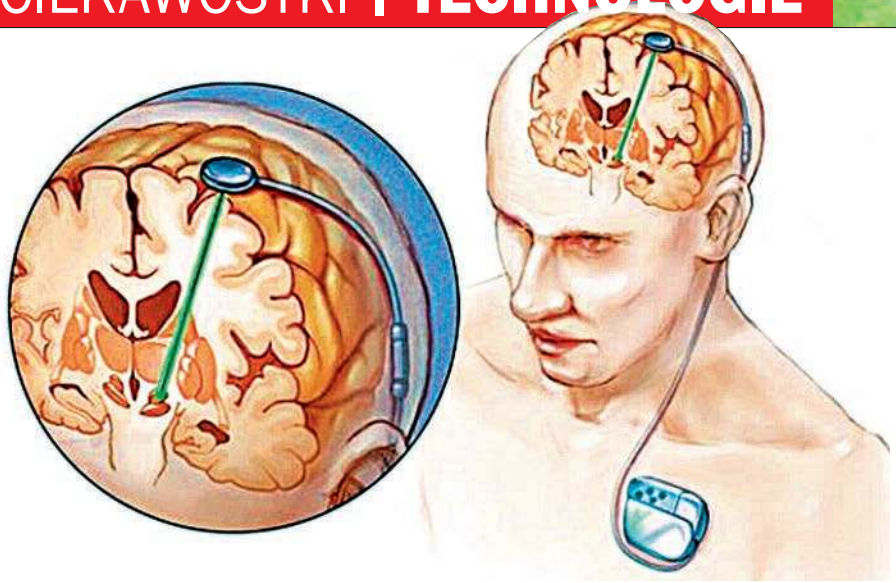
Obecna wersja implantu Neuralink ma około 1024 elektrody połączone skrajnie cienkimi i giętkimi włóknami, cieńszymi niż ludzki włos. Włókna te wprowadza się prosto do tkanki mózgowej, gdzie rejestrują aktywność neuronów. Dane są potem bezprzewodowo przesyłane do jednostki zewnętrznej i przetwarzane algorytmami uczenia maszynowego. – *Gdy taki system zacznie generować wielkie ilości danych, trafimy na zasadniczy problem, gdyż wciąż nie rozumiemy mózgu dość dobrze* – ostrzega neurobiolog **Ari Benjamin** z Uniwersytetu Pensylwanii.

To właśnie złożoność ludzkiego mózgu pozostaje największym hamulcem podobnych technologii.

Wprowadzenie implantu do organizmu człowieka

Musk, który współzałożył Neuralink w 2016 roku, wielokrotnie mówi, że celem technologii jest pomoc osobom z urazem rdzenia kręgowego lub chorobami neurologicznymi w odzyskaniu utraconych zdolności. Wspomina też o przyszłym użyciu technologii przy zaburzeniach wzroku lub słuchu. Leczenie chorób psychicznych, jak depresja czy lęki, pozostaje na razie raczej długofalową wizją niż bliskim celem. «

eprasa.pl 05a7bc66e6



ILUSTRACJA: JAGTAP CLINIC

Głęboka stymulacja mózgu pomaga dziś tysiącom pacjentów. Testuje się ją też jako nadzieję w leczeniu ciężkiej depresji

psychiatryczną – powiedziała kierująca badaniem **Katherine Scangos**.

Ogromny postęp neuronauki

Choć metodę wypróbowano dotąd tylko u jednej pacjentki, to ważny dowód, że obwody mózgowe związane z chorobami psychicznymi można nie tylko wykrywać, ale i celowo regulować. Jak długo efekt się utrzyma i jak często trzeba będzie powtarzać stymulację, pozostaje kwestią otwartą. Badania wciąż trwają.

Głęboka stymulacja mózgu (DBS, ang. *deep brain stimulation*) od dekad jest stosowana u pacjentów z chorobą Parkinsona czy epilepsją. – *Wyniki są realne i klinicznie istotne* – twierdzi neuropsychiatra **Eileen Joyce** z University College London. Depresja jest jednak chorobą z częstymi nawrotami i indywidualną reakcją na leczenie, dlatego potrzebne będą szerzej zakrojone badania z większą liczbą pacjentów.

Chiny o krok dalej

Badania implantów mózgowych trwają też w Chinach, gdzie uczeni w Szanghaju skupiają się na pacjentach niereagujących na klasyczne antydepresanty. Technologia BCI (ang. *brain-computer interface*) łączy mózg z komputerem i pozwala celowo stymulować aktywność nerwową. – *Po analizie danych przy pomocy sztucznej inteligencji aktywujemy elektryczną stymulację mózgu* – opisuje procedurę neurochirurg **Sun Po-min**. Nad podobnymi systemami pracują też europejskie zespoły, które planują większe testy kliniczne w drugiej połowie dekady.

Interaktywne implanty jako nowa generacja medycyny

Urazy fizyczne, udary mózgu czy guzy mogą trwale uszkodzić obwodowy lub ośrodkowy układ nerwowy. Skutkami bywają utrata ruchu, zaburzenia czucia albo paraliż. Tradycyjne leczenie często potrafi jedynie spowolnić postęp choroby lub złagodzić jej skutki. Nowe podejście, z użyciem interaktywnych mikroimplantów, próbuje pójść dalej i celowo działać prosto w uszkodzonych obszarach układu nerwowego.

FOTO: COCKRELL

Interfejs mózg – maszyna. Sygnały neuronów zamieniają się w dane, które można czytać, analizować, a kiedyś może i modyfikować

W odróżnieniu od klasycznych samodzielnych implantów (jak np. rozruszniki serca) niemiecki projekt badawczy Intakt skupia się na sieciach wzajemnie połączonych implantów. Systemy te rozwija konsorcjum 18 partnerów z branż przemysłu, nauki i medycyny, które finansowane jest przez niemieckie Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań. Celem jest stworzenie wysoce zminiaturyzowanych urządzeń, które komunikują się ze sobą i wspólnie reagują na stan ciała pacjenta.

Szerokie zastosowanie nie tylko w medycynie

Badacze – m.in. z Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering – wierzą, że połączenie rejestracji sygnałów nerwowych i celowej elektrostymulacji może u części pacjentów choć częściowo przywrócić utracone funkcje ruchowe lub fizjologiczne.

ILUSTRACJA: WILDDESIGN

Nie jeden implant, lecz cały rój. Sieci mikroczipów komunikują się ze sobą i wspólnie reagują na stan układu nerwowego pacjenta

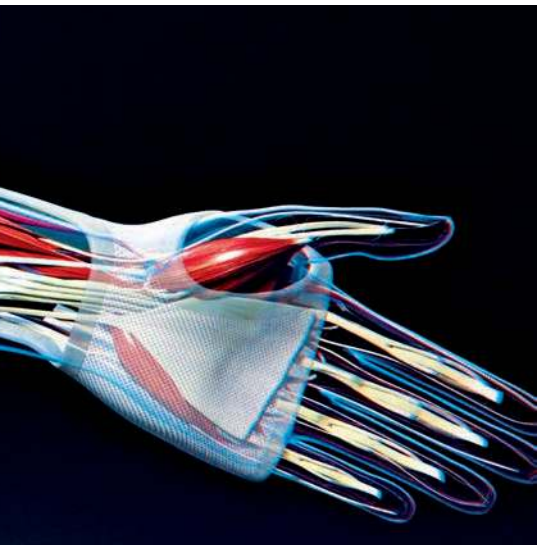
Sieci mikroimplantów mogłyby w przyszłości służyć np. jako tłumiki tinnitusu (przewlekłego szumu w uszach), chwytne neuroprotezy dla pacjentów z paraliżem albo „rozruszniki" przewodu pokarmowego pomagające sterować ruchem jelit. Pojedyncze systemy mogłoby tworzyć nawet kilkanaście mikroimplantów umieszczonych tuż przy chorej tkance. Dużą zaletą jest to, że nie trzeba prowadzić kabli przez skórę. Implanty komunikują się ze sobą i przesyłają dane do zewnętrznego interfejsu dostępnego dla lekarza i pacjenta. – *Czujniki i elementy wykonawcze można zintegrować wprost z obudową implantu, co eliminuje potrzebę wrażliwych połączeń kablowych* – wyjaśnia **Roman Ruff** z instytutu Fraunhofera. Jeśli któryś mikroimplant zawiedzie, można go też wymienić dużo łatwiej niż w systemach scentralizowanych.

Trójka jako liczba wyjściowa

Na podstawie danych z czujników dostępnych w czasie rzeczywistym systemy mogłyby dostosowywać stymulację struktur nerwowych i mięśniowych do bieżących potrzeb

eprasa.pl 05a7bc66e6

pacjenta. Badacze skupiają się na razie na trzech obszarach: regulacji ruchu jelit przez rozproszone implanty, łagodzeniu tinnitusu stymulacją elektryczną i budowie chwytnych neuroprotez dla pacjentów z częściowo zachowaną aktywnością mięśni. – *Aby zapewnić długie i niezawodne działanie całej sieci implantów, każdy z nich musi być jak najmniejszy i energooszczędny* – podkreślają eksperci z Instytutu Fraunhofera ds. Układów Scalonych (IIS).



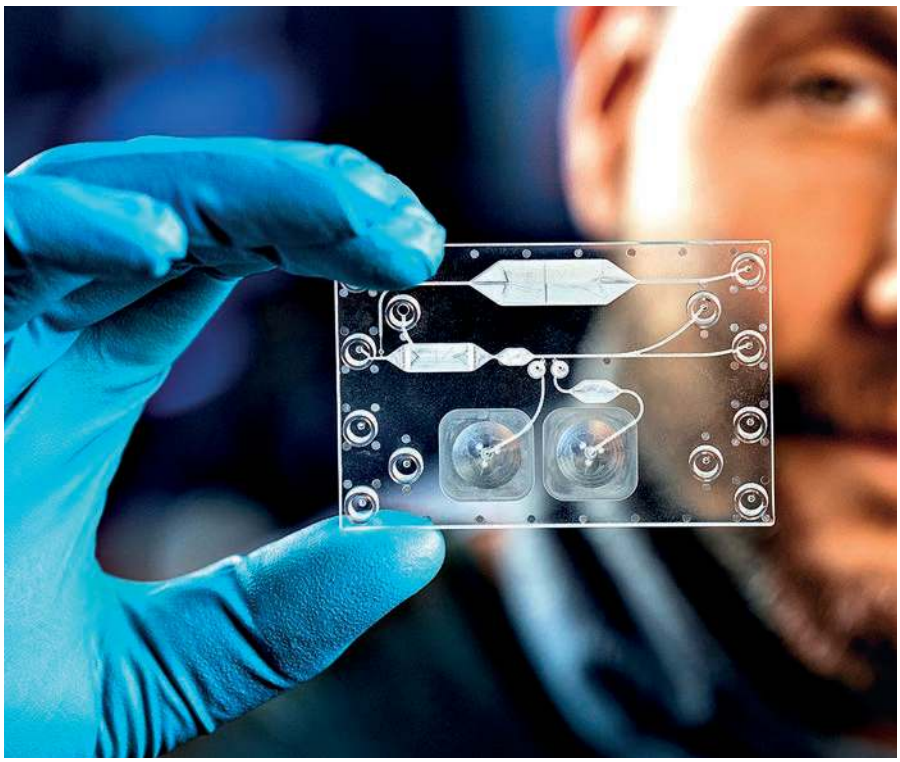
Celem jest skuteczność, nie cuda

Kluczem do miniaturyzacji jest użycie specjalizowanych układów scalonych typu ASIC, projektowanych do konkretnych zastosowań medycznych. IIS rozwija tzw. układy mieszanych sygnałów, które mogą jednocześnie rejestrować sygnały biologiczne (np. EMG czy EEG) i zapewniać elektryczną stymulację tkanki nerwowej. Celem jest zmniejszenie zużycia energii, redukcja zasilania i zwiększenie komfortu pacjenta. W przyszłości takie systemy mogłyby dawać lekarzom bezpieczny dostęp do ważnych danych i umożliwić subtelniejszą, naprawdę spersonalizowaną terapię.

Z czipem ku zdrowiu?

Podczas gdy większość implantów skupia się na długich problemach neurologicznych, inny kierunek badań wspiera regenerację tkanek. Metoda zwana nanotransfekcją tkankową (TNT) ma przy pomocy małego urządzenia czipowego umieszczonego w ciele pacjenta aktywnie wpływać na gojenie. Zasada jest prosta: zamiast biernego czekania na regenerację ciało dostałoby impuls do tworzenia dokładnie tych komórek, które są w danym miejscu potrzebne – np. naczyniowych lub nerwowych.

FOTO: SIMPLE-IVD



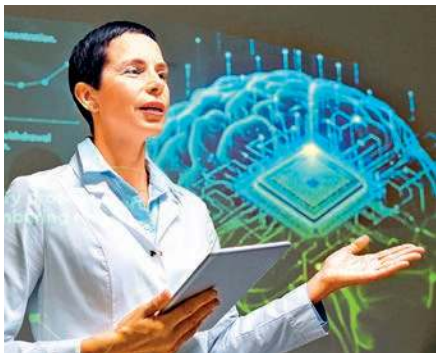
Florian Schmieder testuje prototyp kasety diagnostycznej, która z kropli krwi szybko oddziela poszczególne składniki. Miniaturyzacja procesów laboratoryjnych usprawnia zaawansowaną diagnostykę

Pobudzenie prądem

Metoda TNT używa miniaturowego czipu przykładanego do skóry. Zawiera on syntetyczne DNA lub RNA i dzięki bardzo słabemu polu elektrycznemu umożliwia im wejście do komórek skóry. Te mogą potem przeprogramować się w inny typ komórek. Ciało działa wtedy jak naturalny „bioreaktor”.

Technologię testowano dotąd tylko na zwierzętach. Naukowcom z Ohio State University udało się za pomocą TNT wesprzeć regenerację ciężko uszkodzonej kończyny myszy, którą inaczej trzeba byłoby amputować. – *Nasze urządzenie potrafi dostarczać duże biomolekuły do komórek przy minimalnej inwazyjności* – wyjaśnia **James Lee** z tej uczelni.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Mózg jako stacja docelowa. Eksperymentalne implanty potrafią nie tylko rejestrować sygnały nerwowe, ale i tłumić te patologiczne

Nadzieja z dużym „ale”...

Kolejne eksperymenty pokazały, że dzięki TNT z komórek skóry da się tworzyć też komórki nerwowe, co mogłoby wspierać regenerację po udarze. Mimo to eksperci są ostrożni. Działanie metody jest miejscowe i ograniczone – nie można oczekiwać, że zastąpi się w ten sposób amputowaną kończynę lub w pełni wyleczy udar. TNT trzeba traktować jako technologię wspierającą, a nie cudowne rozwiązanie. Choć jej zasady nie są nowe, a niektóre warianty badano wcześniej także w onkologii, nie ukończono dotąd żadnego badania klinicznego na próbie ludzi. W 2024 roku metoda pozostawała jeszcze na etapie badań laboratoryjnych i zwierzęcych. Wyniki są obiecujące, lecz droga do zwykłego użycia w medycynie będzie długa. Kiedyś jednak czipy w organizmach ludzi nie będą niczym nadzwyczajnym. «

eprasa.pl 05a7bc66e6

Zagra w proste gry komputerowe, rozwiąże podstawowe zadania matematyczne – na tym jednak kończy się podobieństwo organoidu mózgowego do mózgu typowego trzecioklasisty. Te „minimózgi" mają tylko kilka milimetrów, rosną w laboratorium i trafiły nawet na Międzynarodową Stację Kosmiczną. Mogą zrewolucjonizować medycynę i informatykę, lecz za jaką cenę?

Minimózgi z probówek: Myślą, więc są?

W laboratoriach na całym świecie uczeni stworzyli miniaturowe kopie ludzkiego serca, płuc, jelit, jajników czy kubków smakowych. Ze względu na podobieństwo do prawdziwych narządów człowieka nazwano je organoidami. Być może najciekawszy z nich jest organoid mózgowy – miniaturowy mózg. Dokąd może nas zaprowadzić rozwój tych urządzeń?

Postępu nie zatrzymasz

Ważący 1,5 kg organ ukryty w czaszce nadal jest pod wieloma względami czarną skrzynką. – *Istnieją podstawowe pytania – np. jak działa mózg albo jak tworzą się sieci korowe, o których nie mamy pojęcia* – mówi **Alysson Muotri**, profesor pediatrii oraz medycyny komórkowej i molekularnej na Uniwersytecie Kalifornijskim w San Diego. – *Organoidy mogą pomóc nam na nie odpowiedzieć* – dodaje.

Na wstępie trzeba wyjaśnić, że określenie „minimózgi" jest tylko obrazowe. Ich poziom złożoności nie może równać się z procesami zachodzącymi w najbardziej złożonym organie, jaki znamy we wszechświecie – prawdziwym ludzkim mózgu. Nie umniejsza to jednak ich wartości naukowej. Ta kula tkanki mózgowej o średnicy ok. 4 mm ma potencjał otworzyć nieznane dotąd obszary neuronauki i sztucznej inteligencji (AI). Metodę ich wytwarzania pierwszy opisał w 2008 roku japoński biolog **Yoshiki Sasai**, ale minęło jeszcze pięć lat, zanim zespołowi **Madeline Lancaster** udało się wyhodować pierwszy organoid mózgowy. Od tamtej pory organoidy coraz lepiej naśladują strukturę i funkcje ludzkiego mózgu.

FOTO: WILL KIRK/JOHNS HOPKINS UNIVERSITY

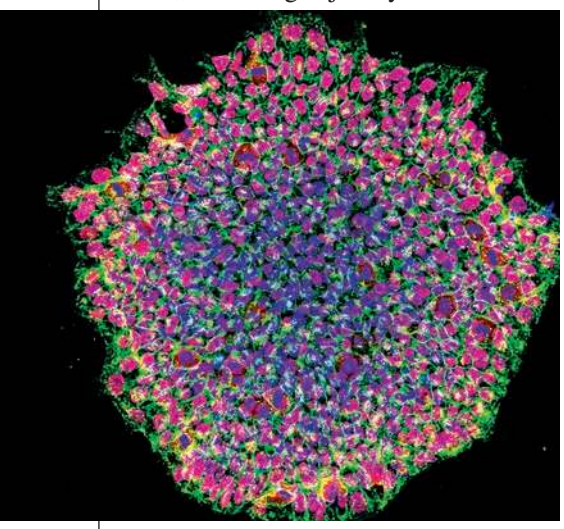


FOTO: NIH

Kolonia pluripotencjalnych komórek macierzystych. To podstawowy materiał, z którego można wyhodować miniaturową kopię ludzkiego mózgu

Inteligencja na szalce

Wyhodowanie organoidu mózgowego wymaga komórek macierzystych. Ponieważ pozyskiwanie ich z naturalnego źródła, ludzkiej tkanki embrionalnej, budzi problemy etyczne, częściej używa się tzw. pluripotencjalnych komórek macierzystych. Są to zwykłe komórki skóry od dorosłych dawców, przeprogramowane do stanu podobnego do komórek macierzystych w pluripotencji, z której może powstać każda tkanka ciała.

Następnie komórki pobudza się do wzrostu. Umieszcza się je w odpowiednim środowisku, daje im „rusztowanie" do rozrastania się w trzech kierunkach i karmi odżywczą „zupą" bogatą w białka, stymulanty wzrostu i inne cząsteczki wskazujące ich końcową postać. Efektem jest miniaturowy i uproszczony model ludzkiego mózgu we wczesnym stadium rozwoju, z neuronami zdolnymi łączyć się ze sobą i tworzyć uproszczoną sieć neuronową.

Świat za kurtyną

Rodzi się pytanie, po co w ogóle chcieć „minimózgu" z probówki? Powodów jest zaskakująco wiele. Za grubą ścianą czaszki i warstwami ochronnych tkanek ludzki mózg bardzo trudno obserwować w działaniu. Chcąc zrozumieć jego funkcjonowanie, uczeni długo byli zdani najpierw na sekcje, później na modele zwierzęce i techniki obrazowania. Te metody mają jednak ograniczenia. Wiele zaburzeń rozwija się np.

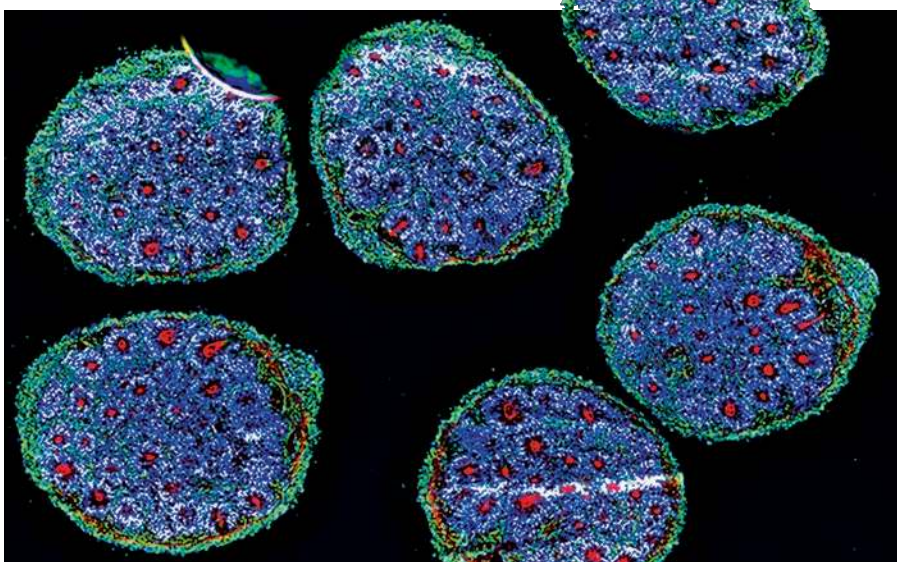
eprasa.pl 05a7bc66e6

inaczej u zwierząt niż u ludzi, a bezpośrednia analiza pacjentów nie uchwyci najwcześniejszych stadiów choroby. Trójwymiarowy organoid, działający pod wieloma względami podobnie do ludzkiego mózgu, jest dla neuronaukowców prawdziwym skarbem. Mogą na nim badać np. rozwój ludzkiego mózgu we wczesnej fazie prenatalnej. I nie tylko. Organoidy da się wyhodować

Połączenie organoidów mózgowych z elektroniką otwiera drogę do biokomputerów, które mogłyby się uczyć i liczyć przy minimalnym zużyciu energii

tak, by odzwierciedlały różne stany dotykające mózgu – od chorób zakaźnych (typu wirus Zika), przez guzy mózgu i choroby neurorozwojowe (jak zespół Timothy'ego czy Angelmana), po zaburzenia neurodegeneracyjne (np. choroba Alzheimera i Parkinsona). Dzięki temu dają pole testowe

FOTO: HSCI



Organoidy mózgowe mają już neurony i ich dendryty oraz potrafią tworzyć proste sieci czynnościowe podobne do tych w ludzkim mózgu

do opracowywania potencjalnych terapii i śledzenia ich wpływu na mózg pacjenta (na żywo i z możliwością eksperymentalnej ingerencji).

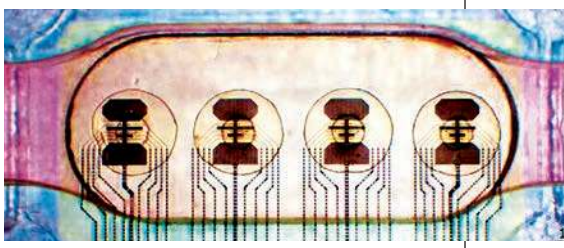
Gdy mózg trzeba pobudzić

Praktyczne zastosowanie nie ustępuje potencjałowi. Pod koniec 2023 roku do fazy badań klinicznych weszła technologia otwierająca nowe możliwości leczenia rzadkiej choroby genetycznej, zespołu Pitta-Hopkinsa (PTHS), wywołanej mutacją genu TCF4, którą cechują niepełnosprawność intelektualna i zaburzenia ze spektrum autyzmu. Brazylijsko-amerykański zespół pobrał komórki od dzieci z PTHS i ich rodziców bez PTHS. Następnie stworzył organoidy dla obu grup, by sprawdzić wpływ terapii genowej z dostarczeniem naprawionego genu TCF4. Okazało się, że uczonym udało się odwrócić postęp zespołu. Organoidy z PTHS i bez niego szybko stały się nie do odróżnienia. Eksperyment otworzył drogę do opracowania leków i terapii genowej.

– *Na razie jestem wielkim optymistą, bo wszystkie choroby, które badaliśmy, są odwracalne na poziomie organoidów, co jest świetnym przykładem plastyczności mózgu* – powiedział profesor **Muotri**, członek zespołu.

Nie jest to odosobniony przypadek. Na Uniwersytecie Kalifornijskim w Los Angeles powstał projekt finansowany

FOTO: SCIAM



Koncepcja biokomputera, w którym biologiczna sieć neuronowa współpracuje z AI

przez Narodowy Instytut Zdrowia Psychicznego, wykorzystujący organoidy mózgowe, badający schizofrenię, depresję i inne stany neuropsychiatryczne. Eksperci planują systematyczne mutowanie setek genów związanych z tymi

CZY CZAS NA PRZESZCZEPY MÓZGU?

Naukowcy z Wydziału Medycyny Perelmana Uniwersytetu Pensylwanii w 2022 roku próbowali przeszczepić organoidy mózgowe z ludzkich komórek macierzystych do uszkodzonego ośrodka wzroku gryzoni.

Celem było sprawdzenie, czy urazy mózgu można leczyć organoidami wyhodowanymi w laboratorium, które w przeciwieństwie do pojedynczych komórek z wcześniejszych badań mają przewagę uporządkowania i struktury.

FOTO: HONGJUN SONG I SENG HOSPITAL

W eksperymencie tkanka naprawdę zintegrowała się z mózgiem szczura (gospodarza). Przez kolejne trzy miesiące organoidy lekko się rozrosły i połączyły z komórkami mózgowymi laboratoryjnych gryzoni. Gdy laboranci skierowali światło na siatkówkę zwierzęcia, komórki organoidu się aktywowały.

Jak podał członek zespołu, neurochirurg Han-Chiao Isaac Chen,

przed przeszczepianiem organoidów ludziom trzeba będzie lepiej zrozumieć cały proces: ***Pokazaliśmy, że integracja jest możliwa. Nie znamy reguł, które rządzą tym procesem.***

eprasa.pl 05a7bc66e6

zaburzeniami i śledzenie skutków na organoidach.

W prehistorii i w kosmosie

Na zastosowaniu w medycynie ich możliwości się nie kończą. Dzięki organoidom mózgowym antropologowie niedawno ustalili, które geny były odpowiedzialne za wzrost ludzkiego mózgu do obecnej wielkości. Inni badali, czym mózg człowieka różni się od mózgu małpy człekokształtnej lub neandertalczyka. – *Ponieważ nie mamy komórek neandertalczyków, używamy edycji genomu narzędziem CRISPR, by ożywić wymarłe, bardzo unikalne mutacje* – powiedział Muotri. – *Umieszczając je w organoidach mózgowych, możemy zyskać wgląd w to, jak działały ich mózgi* – dodał. Dane wskazały, że mózgi neandertalczyków dojrzewały

FOTO: NASA

Organoidy mózgu na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej starzeją się szybciej niż te na Ziemi i służą jako model do badania chorób neurodegeneracyjnych

szybciej niż ludzkie, co dawało im przewagę w przetrwaniu, ale zarazem skracało okres rozwoju złożonego myślenia i więzi społecznych.

Organoidy na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej testują z kolei wpływ mikrograwitacji na mózgi astronautów. Ich wysiłki opierają się na wcześniejszych badaniach modeli zwierzęcych i testach poznawczych u osób, które po podróży w kosmos zgłaszały problemy z uczeniem się i pamięcią. Organoidy w kosmosie podlegają przyspieszonemu starzeniu, co daje uczonym na Ziemi model chorób o późnym początku, jak choroba Alzheimera.

Węgiel i krzem wchodzą do gry

Niektórzy uczeni idą jeszcze dalej i chcą użyć zdolności uczenia się organoidów. W pierwszym udanym eksperymencie tego typu, z 2022 roku, nauczyli organoid mózgowy grać w Pong – jedną

FOTO: OI

Eksperyment DishBrain wykazał, że syntetyczna sieć neuronowa zbudowana z komórek mózgowych potrafi nauczyć się prostej gry komputerowej

z najstarszych gier wideo, arkadową wersję elektronicznego tenisa. Najpierw badacze z australijskiej firmy Cortical Labs wyhodowali syntetyczną sieć neuronową z ludzkich i mysich komórek mózgowych na układzie elektrod nazwanym DishBrain. Miała ok. 800 tys. neuronów, czyli mniej więcej tyle, ile mózg pszczoły. Potem sieć połączono z programem komputerowym, który sygnałami elektrycznymi aktywował komórki i zmusił je do gry. Na podstawie danych o tym, czy trafiły piłkę, czy chybiły, neurony w ciągu kilku minut same zaczęły zmieniać sposób gry. Jak podali uczeni, po raz pierwszy sztuczna biologiczna sieć neuronowa nauczyła się samodzielnie wykonywać celowo ukierunkowane zadanie.

Minicyborgi

Technika obliczeniowa i sztuczna inteligencja są siłą napędową rewolucji technologicznej, ale dochodzą do maksymalnego pułapu. Obecne limity technologii mogłyby pokonać właśnie biokomputery i powstająca interdyscyplinarna dziedzina organoidowej inteligencji (OI). Jej celem jest stworzenie nowego typu biologicznego systemu obliczeniowego przez połączenie organoidów mózgowych z systemami AI/uczenia maszynowego. Obiecuje to bezprecedensowy postęp w szybkości obliczeń i mocy, przy niższym zużyciu energii, bo jak dotąd, podczas gdy np. ludzki mózg do całodziennego działania potrzebuje ok. 20 W, mikroprocesory oparte na AI wymagają aż 8 mln W. Pierwsze jaskółki już wyleciały z gniazda. W badaniu opublikowanym w grudniu 2023 roku w „Nature Electronics" amerykańscy uczeni z Indiana University w Bloomington podają, że wyhodowali organoid mózgowy i podłączyli go do obwodów obliczeniowych oraz AI. Tak powstał hybrydowy system cybernetyczny nazwany Brainoware, któremu zlecono dwa typy zadań – rozpoznawanie japońskich samogłosek w nagraniach dźwiękowych i rozwiązywanie równań nieliniowych. Zwłaszcza w zadaniach matematycznych Brainoware nie ustępował tradycyjnym typom uczenia maszynowego.

Rozmiar ma znaczenie

Jak podkreślają sami uczeni, od prawdziwych biokomputerów dzielą nas dekady rozwoju. Znacznie wcześniej organoidy mózgowe mogłyby zastąpić testy leków na zwierzętach i dać pole do tworzenia terapii wielu zaburzeń neurologicznych. Na drodze do rewolucji w technice obliczeniowej stoi jednak wiele przeszkód. Obecnie organoid dorasta najwyżej do ok. 4 mm i zbudowany jest z miliona komórek nerwowych, a potem, po mniej więcej roku życia, obumiera. Nie potrafi jeszcze wytworzyć naczyń krwionośnych, które prawdziwemu organowi dostarczają składniki odżywcze i odprowadzają odpady. Do obsługi złożonych obliczeń trzeba będzie jednak hodować znacznie większe organoidy złożone z co najmniej 10 mln neuronów. «

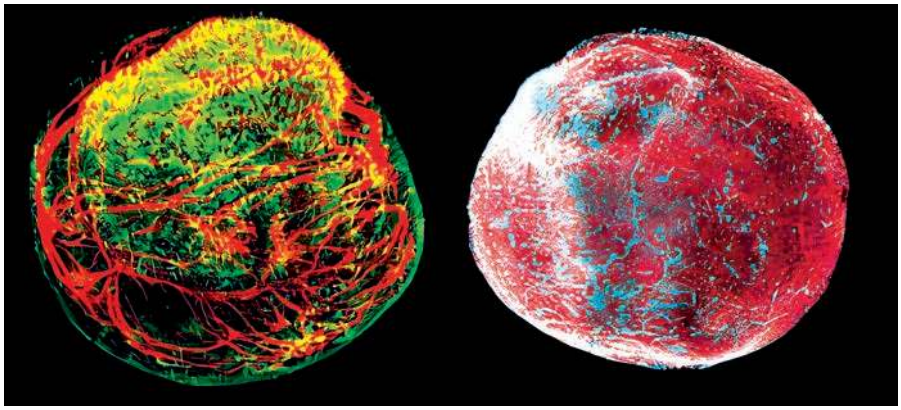


FOTO: EJ TECH

System Brainoware łączy organoid mózgu z technologią obliczeniową i potrafi zarówno rozpoznawać dźwięki, jak i rozwiązywać problemy matematyczne

eprasa.pl 05a7bc66e6

Znasz to uczucie, gdy czyjś wzrok przywiera do ciebie jak niewidzialna ręka? Podnosisz oczy i widzisz obcego, który szybko spuszcza wzrok. Ludzkie zmysły, zwłaszcza wzrok, często działają bardzo osobliwie.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Czasem możemy widzieć rzeczy i reagować na bodźce, na które nie zwracamy świadomie uwagi

Ślepowidzenie: Gdy oczy i mózg widzą więcej, niż wiemy

Może zdarzyło ci się to na spacerze w parku albo gdy mijał cię autobus. Innym razem wyczułeś czyjeś spojrzenie, choć zajmowałeś się czymś innym – na przykład czytaniem książki. Zarejestrowałeś je kątem oka, mimochodem, niemal nieświadomie. Za zwykłe widzenie, którego używamy i potrzebujemy do czytania, orientacji w przestrzeni, oglądania filmów czy rozpoznawania przedmiotów, odpowiada potyliczny płat mózgu. Naukowcy sądzą jednak, że oprócz świadomego wzroku mamy też wtórne, mimowolne widzenie, które może ostrzegać nas przed tym, co oczy pomijają. Niektórzy mówią o ślepym widzeniu, dzięki któremu ludzie, którzy stracili wzrok wskutek wypadku, mimo wszystko zachowują podświadomą orientację w przestrzeni.

Widzenie niewidomych

Z myślą, że płat potyliczny nie jest jedynym ośrodkiem oceny informacji wzrokowej, jako pierwszy wystąpił brytyjski psycholog **Lawrence Wieskrantz** (1926–2018), który wprowadził też pojęcie „ślepowidzenia" (ang. *blindsight*). Zauważył, że pacjenci z uszkodzeniem kory wzrokowej mózgu, tzw. korowo niewidomi, nadal potrafią reagować na bodźce wzrokowe. W testach umieją np. wskazywać położenie źródła światła z prawdopodobieństwem większym niż czysty przypadek, choć nie powinni być do tego zdolni. Kolejne badania pokazały, że osoby z podobnym uszkodzeniem potrafią też rozpoznawać emocje w wyrazie twarzy znajdującej się przed nimi albo zauważać nagłe ruchy. Kilkuletnie badanie prowadzone w Szpitalu Uniwersyteckim w Genewie rozszerzyło ten zakres o kolejną dziedzinę – odbiór cudzego spojrzenia.

Kto patrzy?

Alan J. Pegna z oddziału neuropsychologii eksperymentalnej i jego zespół pracowali z mężczyzną oznaczonym jako **TD** (inicjały chroniące tożsamość uczestników eksperymentu), któremu udar zniszczył korę wzrokową i pozostawił go w stanie ślepoty korowej. W badaniu pokazywano mu zdjęcia twarzy zwróconych albo w bok, albo ku niemu, a funkcjonalnym rezonansem magnetycznym mapowano aktywność obszarów jego mózgu. Poproszono też, by TD próbował ocenić, gdzie dokładnie patrzy osoba na zdjęciu. Zapis z rezonansu pokazywał, że nasz mózg naprawdę działa daleko poza granicami świadomości. Choć TD sam tego nie wiedział, za każdym razem, gdy pokazano mu zdjęcie z oczami utkwionymi w niego, reagowała część jego mózgu (ciało migdałowate), o której sądzi się, że odpowiada za rozpoznawanie twarzy i przetwarzanie emocji. Choć jego słowne odpowiedzi miały tylko poniżej przeciętną skuteczność, jego nieświadomość widziała to inaczej.

Bez oczu się nie obejdzie

Prawdopodobnie podstawowa forma instynktownego widzenia, którą zachowują ludzie z uszkodzonym ośrodkiem wzroku, należy do ewolucyjnie najstarszego, odruchowego wyposażenia naszego układu nerwowego. Zdolność rozpoznania, że jesteśmy obserwowani, może być bardzo przydatna w środowisku z drapieżnikami lub innymi wrogami. Nawet jeśli dziś świadomie tylko omiatamy ich wzrokiem, ten szósty zmysł ostrzega nas w porę i nie pozwala stać się czyjąś kolacją albo ofiarą stalkera… «

FOTO: UOW

SOKOLI CZY OWADZI WZROK?

W świecie przyrody **wzrok człowieka** właściwie **niczym się nie wyróżnia**.

Choć mamy zakodowane **mechanizmy** szybkiego **zauważania** cudzego **spojrzenia**, w **wykrywaniu ruchu przewyższa**

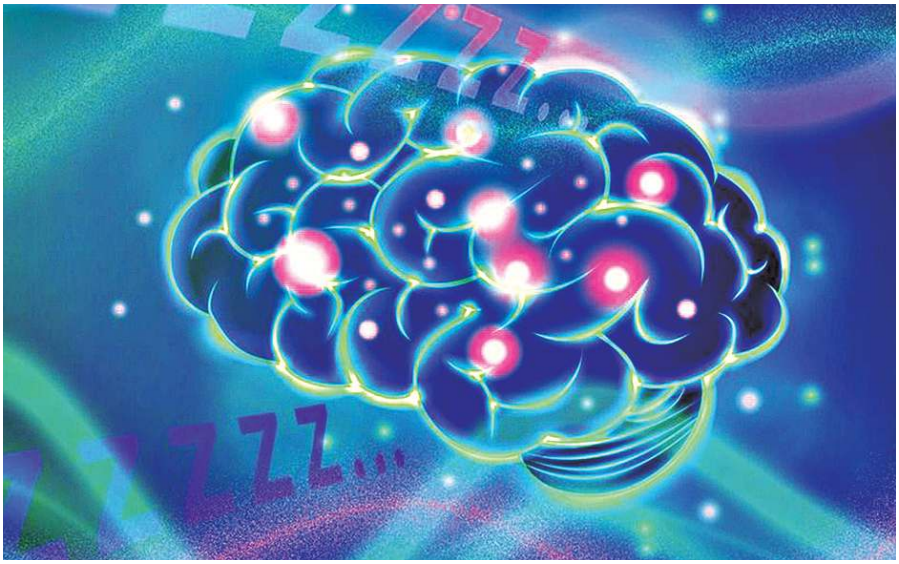
nas nawet zwykła **mucha domowa**. Dzięki złożonym oczom i **360° pola widzenia** niewiele jej umknie. A już na pewno nie **człowiek** „niepostrzeżenie" skradający się z packą.

Jeśli chodzi o **wrażliwość na światło**, najlepszy aparat wzroku ma nie kot, lecz **zadrzechnia** (z rodziny pszczołowatych). Jej fotoreceptory działają nawet przy **oświetleniu 0,000063 luksa** (jednostka natężenia oświetlenia). Dla porównania – ludzkie oczy potrzebują co **najmniej 1 luksa**, czyli odpowiednika pełnej ciemności. ■

eprasa.pl 05a7bc66e6

1. Mózg zjada własne odpady

W nocy trwa sprzątanie

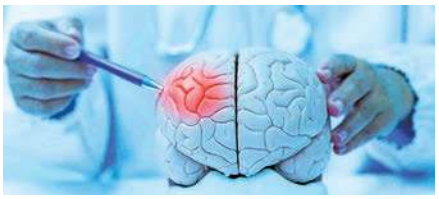


Podczas snu nie jesteśmy wyłączeni. Mózg przełącza się w tryb „serwisowania". Komórki lekko się kurczą, a między nimi otwierają się kanały z płynem mózgowo-rdzeniowym. Wypłukuje on toksyny, resztki białek i odpady metabolizmu. Sen jest więc jak nocna zmywarka. Bez niego brud się gromadzi i rośnie ryzyko chorób neurodegeneracyjnych. «

2. Połowa mózgu może zniknąć, a ty będziesz żyć dalej

Neuroplastyczność jest silniejsza niż sądzimy

FOTO: FREEPIK



Przy ciężkiej padaczce dzieciom czasem chirurgicznie usuwa się jedną półkulę mózgu, a one na nowo uczą się mówić, chodzić, myśleć. Druga połowa przejmuje funkcje brakującej części. Dlatego wiemy już, że mózg nie jest stałym projektem. To dom do przebudowy. «

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

4. Mózg cię zwodzi – i lubi to

Iluzje są częścią systemu

Złudzenia optyczne nie są błędem. Dowodzą, że mózg zgaduje. Stale przewiduje, co zobaczy, usłyszy, poczuje. Gdy się myli, powstaje iluzja. Mózg jest maszyną predykcyjną, nie aparatem. «

3. Mózg zużywa więcej energii niż mięśnie

2% masy, 20% energii

Mózg waży ok. 1,5 kg. To ledwie 2% masy naszego ciała. Mimo to zużywa ok. $^{1}/_{5}$ całej energii. To dlatego myślenie jest męczące i po egzaminie lub trudnym dniu boli cię głowa i czujesz się jak po przebiegnięciu maratonu. To był tylko neuronalny sprint. «

FOTO: PUBLIC HEALTH

5. Wspomnienia nie są archiwum – są rekonstrukcją

Pamięć jest twórcza

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Gdy coś sobie przypominasz, nie wyciągasz pliku z dysku. Mózg na nowo składa wspomnienie i przy każdym „otwarciu" może je lekko zmienić. Dlatego dwaj świadkowie tego samego wypadku pamiętają inną historię. Irytujące, prawda? «

6. Mózg jest najbardziej złożoną strukturą, jaką znamy

86 mld neuronów i biliony połączeń

FOTO: BELOKHONOV NIKITA

Każdy neuron może mieć tysiące połączeń. Łączną liczbę synaps szacuje się na setki bilionów. Możliwe, że masz w czaszce najbardziej złożony obiekt w obserwowalnym wszechświecie. I właśnie używasz go do czytania tego zdania. «

eprasa:1105a7bc66e6

POZNAJ CZASOPISMO DLA WSZYSTKICH

ŚWIAT NA DŁONI POKAŻE WAM ZAGINIONE SKARBY, KTÓRYCH WCIĄŻ SZUKAMY

ŚWIAT NA DŁONI ZDRADZI, KTÓRY SPORT JEST NAJTRUDNIEJSZY NA ŚWIECIE?

ŚWIAT NA DŁONI ZAPREZENTUJE MIEJSCA, KTÓRE UZDRAWIAJĄ

100 STRON ZACHWYCAJĄCYCH ZDJĘĆ I UNIKATOWYCH GRAFIK

NARESZCIE MOŻECIE ZROZUMIEĆ TAJEMNICZE ZJAWISKA NATURY!

epraso.pl User: c66e6

CZEGOŚ NIE WIESZ?
PRZECZYTAJ O TYM

NAUKA, KTÓRA STANIE SIĘ ROZRYWKĄ

NAJPOCZYTNIEJSZY MAGAZYN O TAJEMNICACH

FASCYNUJĄCY ŚWIAT WOKÓŁ NAS

GDY CHCESZ CZYTAĆ, NIE TYLKO PRZEGLĄDAĆ

---

1 FAKTY 2 NAUKA 3 HISTORIA 4 ZAGADKI

KAŻDA STRONA WYPEŁNIONA INFORMACJAMI

AMCONEX

WYDAWNICTWO AMCONEX

www.amconex.pl

eprasa.pl 05a7bc66e6