

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Tygodnik "Nature"](#)

## The Nature: Kiedy mózg ma wolne?



Neurobiolodzy starają się zrozumieć, dlaczego mózg pracuje ciężko nawet wtedy, gdy zdaje się nie robić nic...

Eksperyment polegający na skanowaniu mózgu może okazać się bardzo wymagający dla ochotników. Ogólnie rzecz biorąc polega on na wykonywaniu poleceń naukowców, które mogą dotyczyć rozwiązywania zadań matematycznych, wyobrażenia sobie ulubionego polityka, czy też znalezienia obiektu lub twarzy na obrazku.

Od kilku lat niektórzy z badaczy dodają też w swoich testach odrobinę czasu na odpoczynek dla mózgu. Podczas gdy ochotnik wciąż podłączony jest do skanera funkcjonalnego magnetycznego rezonansu jądrowego (fMRI) osoba przeprowadzająca eksperyment prosi go, aby starał się opróżnić swój umysł, czyli przez chwilę nie myśleć o niczym. Celem takiego podejścia jest zbadanie, co tak naprawdę dzieje się w nieobciążonym, beczynnym wręcz, mózgu. I jak się okazuje- dzieje się bardzo wiele!

Niektóre obwody muszą pozostać aktywne, gdyż kontrolują automatyczne procesy takie jak oddychanie czy bicie serca. Jednak reszta mózgu także nie przestaje działać własnym wolnym rytmem płacząc się wokół list zakupów, urywków odbytych rozmów, czy po prostu marzeń. Ten rodzaj aktywności został nazwany stanem spoczynku. Neurobiolodzy mają także dowody na to, że angażuje on do pracy te same sieci i połączenia mózgowie, które aktywują się podczas wykonywania różnorodnych zadań.

Aktywność mózgu podczas stanu spoczynkowego jest bardzo ważna, jeśli za punkt odniesienia potraktować ilość energii dostarczanej mu w tym czasie. Przepływ krwi do mózgu w tym stanie jest o około 5 do 10 procent niższy niż podczas eksperymentów wymagających wykonywania poleceń. Badanie „odpoczywającego” mózgu może pomóc także w zrozumieniu, jak działa on kiedy jest bardziej aktywny. Testy prowadzone na sieciach mózgowych w stanie spoczynku pozwalają wyrysować swoiste mapy wewnętrznych połączeń mózgowych poprzez pokazanie na przykład, które części mózgu „lubią” ze sobą pracować i jaki wpływ mogą mieć na to różne choroby.

Ale po co tak naprawdę wszystkie te wysiłki? Jeśli zapytać o to neurobiologów, większość z nich zapewne wzruszy ramionami albo westchnie. „To właściwie dopiero początek, nie można jeszcze za dużo powiedzieć, to wszystko tak naprawdę hipotezy”, mówi Amir Shmuel, specjalista do spraw obrazowania mózgu w McGill University w Montrealu. Stan spoczynkowy może mieć za zadanie podtrzymywanie połączeń mózgowych, gdy nie są używane lub też przygotowywać mózg do odpowiedzi na przyszłe bodźce. Możliwe też, że pozwala utrzymać związek między tymi rejonami mózgu, które często ze sobą współpracują. Co więcej, być może odpowiedzialny jest też za konsolidację informacji czy wspomnień gromadzonych każdego dnia. „To nowe podejście budzi wiele entuzjazmu. Niestety brakuje dla niego jeszcze choćby podstawowego zrozumienia”, komentuje Michael Greicius- neurobiolog z Stanford University w Kalifornii, który zaczął badać mózg w stanie spoczynku już dziesięć lat temu.

## **ZAWSZE AKTYWNY**

Ciąg eksperymentów w połowie lat 90. ubiegłego wieku zdawał się potwierdzać hipotezę, że mózg nie odpoczywa nigdy. Bharat Biswal, wówczas doktorant na Medical College of Wisconsin w Milwaukee, próbował oddzielić sygnały mózgowie pochodzące z wykonywanych zadań od wszelkich innych pojawiających się w tle. „Myśleliśmy, że był to po prostu nic nieznaczący szum”, wspomina Biswal, który obecnie pracuje jako inżynier biomedyczny w New Jersey Institute of Technology w Newark. Kiedy jednak spojrział na wykresy pracy mózgu ludzi odpoczywających, zobaczył, że tworzą one regularne wzory- wahania o niskiej częstotliwości. Eksperyment pokazał, że były one wywołane aktywnością neuronów.

U zarania badań stanu spoczynkowego, niektórzy badacze byli przekonani, że natrafili na coś bardzo

głębokiego. „Kiedy pierwszy raz patrzyłem na te obwody mózgowo, byłem pewny, że wchodzimy w głąb strumienia świadomości. Zostałem jednak dość szybko sprowadzony na ziemię.”, mówi Greicius. Te sieci aktywności pojawiły się także w innych stanach świadomości, takich jak sen czy znieczulenie ogólne, nie były więc ściśle powiązane ze świadomym przetwarzaniem.

Nie były one jednak zupełnie pozbawione znaczenia. Kilka lat po odkryciu Biswel'a, rozpoczęto badania stanu spoczynkowego jako takiego. Ekipa pod przewodnictwem Marcusa Raichle'a- neurobiologa z Washington University w St. Louis, scharakteryzowała aktywność stanu spoczynkowego jako „tryb domyślny mózgu” (ang. brain's default mode), czyli pewnego rodzaju ustawienia fabryczne. Podczas wykonywania zadań, aktywność trybu domyślnego urywała się po to, aby pojawić się znowu wtedy, gdy mózg nie wysiłał się już tak bardzo.

Z siecią trybu domyślnego związanych jest też wiele różnych przejawów stanu spoczynkowego, z których wiele przypomina aktywność powiązaną z uwagą, widzeniem, słyszeniem lub ruchem. Są one takie same wśród wszystkich badanych, jednak zmieniają się w czasie. „Fakt, że są zawsze obecne, choć nie jednostajne świadczy o ich istotności”, mówi Michael Milham, dyrektor Center for the Developing Brain w Nowym Jorku.

Pomimo to, niektórzy badacze zaczęli poddawać pod wątpliwość, jakoby te przejawy odzwierciedlały w ogóle cokolwiek realnego. W końcu fMRI nie mierzy aktywności elektrycznej mózgu w sposób bezpośredni, lecz poprzez pomiar przepływu krwi. Aktywność spoczynkowa mogłaby okazać się po prostu artefaktem. „Wielu ludzi zwałało winę na kiepskie skanery albo szum oddechowy”, mówi Andrea Kleinschmidt, dyrektor badań jednostki odpowiedzialnej za obrazowanie mózgu we French National Institute of Health and Medical Research w Gif-sur-Yvette. Jednak z wykorzystaniem fMRI oraz encefalografów Kleinschmidt wraz ze swoimi współpracownikami udowodnili, że za wykresami stoi rzeczywista aktywność mózgową.

Arim Shmuel i David Leopold- neuropsycholog w US National Institute of Mental Health zrobili właściwie to samo, monitorując stan spoczynkowy u małą i jednocześnie badając aktywność elektryczną mózgu za pomocą sond umieszczonych głęboko w korze wzrokowej. Znaleźli zależności pomiędzy wykresami stanu spoczynkowego a aktywnością elektryczną w paśmie częstotliwości wynoszących około 40 Hertzów. Taka „ $\gamma$ -aktywność” związana jest z komunikacją między odległymi obszarami mózgu, co przekonało Shmuela, że w stanie spoczynkowym mózg faktycznie pracuje. „Głęboko wierzę w istnienie mechanizmu leżącego u podłoża całego tego procesu, który my nazywamy sieciami stanu spoczynkowego”, tłumaczy.

## **ZABURZONE MYŚLENIE**

Ten mechanizm może ulec wypaczeniu w różnego rodzaju chorobach mózgu. Ludzie ze wczesnymi objawami choroby Alzheimer'a na przykład, wykazują nietypowe cechy stanów spoczynkowych, które mogą być wykryte już w bardzo łagodnych formach demencji i które zmieniają się także w miarę pogłębiania się schorzenia. U dzieci z autyzmem, sieci stanu spoczynkowego charakteryzują się nadmierną ilością połączeń, znacznie większą niż u dzieci zdrowych. Przyczyny tych rozbieżności są nieznane i niekoniecznie interesujące dla lekarzy, których interesuje głównie znajdowanie markerów jakiejś choroby. „Z klinicznego punktu widzenia nie musisz zawsze rozumieć dlaczego jakiś biomarker służy za biomarker”, mówi Milham. Jednak niektórzy neurobiolodzy są zafascynowani naturą tych wahań. „Spędza mi to sen z powiek”, mówi Timothy Ellmore z University of Texas Health Science Center w Houston, który bada stan spoczynkowy u pacjentów z Parkinsonem.

Niektórzy naukowcy twierdzą teraz, że stan spoczynkowy ma za zadanie przygotować mózg do

reakcji na bodźce. „System nie siedzi sobie po prostu nie robiąc nic i czekając”, mówi Kleinschmidt. Cykliczne formy aktywności w sieciach mogą pomagać mózgowi w wykorzystywaniu przeszłych doświadczeń do przyszłych decyzji. „Kalkulowanie wszystkiego i podejmowanie decyzji w mgnieniu oka wymaga niesamowitej sprawności”, mówi Maurizio Corbetta z Washington School of Medicine w St. Louis. Bada on stan spoczynkowy z wykorzystaniem magnetoencefalografii, czyli techniki, która mierzy pola magnetyczne związane z aktywnością elektryczną neuronów. „Jeśli mam mechanizm, który potrafi przewidzieć, co zdarzy się w moim życiu, to nie muszę wszystkiego na bieżąco kalkulować, tylko korzystać z doświadczeń”, wyjaśnia. Porównuje ten rodzaj aktywności do pojazdu: „jeśli siedzisz w samochodzie z zapalonym silnikiem możesz ruszyć z miejsca naprawdę szybko”.

Jednak nie chodzi tu tylko o oszczędność czasu. Sieci stanu spoczynkowego mogą także, choć nieświadomie, wpływać na percepcję. Aby zbadać, jak spontaniczne wejście w ten stan może zmienić sposób odbierania bodźców, Kleinschmidt i jego koledzy przeskanowali mózgi ludzi, którym pokazano obrazek, który można było interpretować na dwa sposoby- jako wazon lub twarz ludzką. Ci z nich, którzy zobaczyli na obrazku twarz wykazywali większą aktywność w rejonie mózgu, odpowiedzialnym za rozpoznawanie twarzy jeszcze zanim pokazano im ilustrację. Kleinschmidt podejrzewa, że mózg przetwarza kilka wersji świata gdzieś na tyłach, przygotowany na to, że jedna z nich pojawi się naprawdę. „To tak jakbyś zawsze był przygotowany na to, co nastąpi”, mówi.

Corbetta z kolei odkrył dowody na to, że u ludzi z uszkodzeniami mózgu, stan spoczynkowy może powodować zmiany w zachowaniu. W swoich jeszcze nieopublikowanych badaniach pokazał, że uszkodzenia w czołowych częściach mózgu, wywołane przez udar na przykład, mogą wpływać na zmiany w aktywności spoczynkowej bardziej odległych obszarów. „To jasny dowód na to, że upośledzenie działania stanu spoczynkowego ma wpływ na dobór odpowiednich połączeń mózgowych podczas wykonywania zadań”.

## **ŁAD I SZTUKA PIELEGNOWANIA SIECI MÓZGOWYCH**

Raichle jest zdania, że aktywność w odpoczywającym mózgu pomaga w utrzymywaniu w nim porządku. Połączenia między neuronami stale zmieniają się w miarę jak ludzie się starzeją i uczą, jednak człowiek zachowuje poczucie własnej tożsamości przez cały ten czas. Spontaniczna aktywność może mieć wpływ na podtrzymywanie tej ciągłości. „Połączenia między neuronami zmieniają się w ciągu minut, dni, miesięcy i lat. Struktura naszego mózgu będzie inna jutro, a pomimo to nie zapomnimy o tym, kim jesteśmy”, tłumaczy Raichle.

Być może aktywność ta jest także częścią systemu, który „dostraja” połączenia podczas gdy my odpoczywamy. Kilka ekip zarejestrowało zmiany w połączeniach spoczynkowych po wykonaniu zadań pamięciowych lub językowych. Chris Miall, neurobiolog behawioralny z Uniwersytetu w Birmingham w Wielkiej Brytanii, wraz ze swoimi kolegami, pokazali, że na spontaniczną aktywność spoczynkową mają wpływ poprzedzające ją zdarzenia. W swoim doświadczeniu badali uczestników w stanie spoczynku, a następnie dali im do wypełnienia zadanie polegające na trafieniu w cel z użyciem joysticka. Kiedy ochotnicy zostali zbadani ponownie w stanie odpoczynku, w sieciach mózgowych widać było efekty wykonywanego wcześniej polecenia. To badanie i kilka innych, które nastąpiły po nim, dało do zrozumienia, że „mózg nie tylko z wyprzedzeniem myśli o twojej kolacji, ale też przetwarza różne przeszłe zdarzenia w długoterminowe wspomnienia”, mówi Miall. Zmiany w sieciach są ściśle określone przez wykonywane zadania.

Badania nad konsolidacją pamięci u zwierząt zdają się potwierdzać tę konkluzję. Kiedyś myślano, że wspomnienia, które tworzymy w dzień wzmacniają się w nocy podczas snu. Po szeregu eksperymentów na szczurach jednak, Loren Frank i Mattias Karlsson- neurobiolodzy z Uniwersytetu

Kalifornijskiego odkryli, że mózg przetwarza wspomnienia przy każdej możliwej okazji, w dowolnej chwili dnia czy nocy. „Badania pokazały, że ma to miejsce w momentach, w których zwierzę wydaje się nic nie robić”, wyjaśnia Frank. Twierdzi, że to samo może mieć miejsce w mózгах ludzkich. Przy tym wszystkim, aktywność w stanie spoczynku może też normować i porządkować mózg. „Jak sprawić, żeby mózg był sprawny i elastyczny? Gdy podczas odpoczynku pojawia się w nim spontaniczna aktywność, to odciąża ona ścieżki, które odpowiedzialne są za to, czego się właśnie nauczyliśmy”, zwraca uwagę Frank, „być może jest to jedna z ról tego stanu”.

Shmuel podkreśla jednak, że nie można wykluczyć hipotezy, że aktywność spoczynkowa jest po prostu produktem ubocznym życia mózgu. „Impuls może przepływać po prostu dlatego, że gdzieś musi. Mózg nie jest martwy, a anatomiczne struktury uniemożliwiają temu rodzajowi aktywności przyjęcia losowej formy”, mówi. Po chwili dodaje jednak: „Mam nadzieję, że tak nie jest. To by było bardzo nudne...”.

Zawężenie szerokiego wachlarza możliwości zajmie trochę czasu, zwłaszcza biorąc pod uwagę, że sama natura stanu spoczynkowego utrudnia jego badanie. Kiedy naukowiec podłącza kogoś do skanera i każe mu nie myśleć o niczym, ciężko jest przetestować jakąś konkretną hipotezę. Badacze muszą więc po prostu gromadzić sterty danych i na ich podstawie wysnuwać wnioski. „To, że uczestniczę w czymś takim to prawie herezja!”, żartuje Milham, który z wykształcenia jest neurobiologiem poznawczym, czyli kimś, kto ściśle opiera swoje badania na hipotezach.

Jakikolwiek cel ma aktywność mózgu w momentach odpoczynku, jej istnienie jasno dowodzi jednego. Miall stwierdza to bez ogródek: „Mózg odpoczywa tylko wtedy, gdy nie żyjesz”.

**Opracowała: Katarzyna Chrzyszcz**

**Źródło:** <http://www.nature.com>

<http://laboratoria.net/naturecom/15044.html>

**Informacje dnia:** [Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14](#)

**Partnerzy**