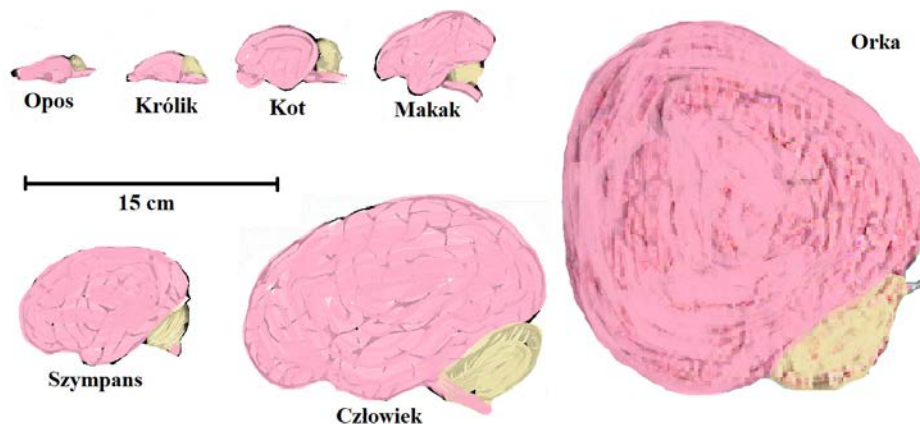


## Chemia a ludzki mózg

**N**a pierwszy rzut oka, ludzki mózg wydaje się być mało interesującym, wręcz niepozornym organem, zajmującym nieco ponad litr objętości czaszki. Średnio masa ludzkiego mózgu stanowi około 2% całkowitej masy ciała człowieka, co oznacza, że przeciętny ludzki mózg waży poniżej 1,5 kg. Jest nieco większy w przypadku mężczyzn (średnio 1375 g) niż w przypadku kobiet (średnio 1225 g) [2, s. 317].

Interesujący jest jednak fakt, iż wielkość mózgu w obrębie gatunku, nie świadczy o poziomie inteligencji, co oznacza, że kobiety wcale nie muszą być mniej inteligentne od mężczyzn. Wśród różnych gatunków również nie zawsze można doszukać się zależności między wielkością mózgu a tak zwaną inteligencją. Mózg orki – bardzo dużego ssaka morskiego, waży dwa razy tyle, co mózg człowieka, a nikt nie poważyłby się spierać z faktem, iż ludzie są nieporównywalnie bardziej inteligentnymi przedstawicielami ssaków **niż one** [8, s. 24]. Porównanie wielkości mózgów różnych gatunków przedstawiono na rysunku 1. Bardzo istotna jest tu kwestia **współczynnika encefalizacji**, będącego stosunkiem masy mózgu do masy ciała, przemnożonego i spotęgowanego przez odpowiednie współczynniki. Współczynnik ten służy oszacowaniu możliwości intelektualnych gatunków i jest najwyższy właśnie dla człowieka (wynosi od 5–8 punktów) [9, s. 3–5]. Właśnie to czyni nasze mózgi najbardziej niezwykłymi narządami na kuli ziemskiej. Parafrazując słynnego ewolucjonistę Richarda Dawkinsa, ludzki mózg można zatem nazwać zwieńczeniem wędrówki na szczyt nieprawdopodobieństwa [4].

<sup>1</sup> Dr inż. Bartłomiej Cieślik, Katedra Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej.



Rys. 1. Porównanie wymiarów mózgu ludzkiego oraz mózgów wybranych zwierząt

Źródło: opracowanie własne.

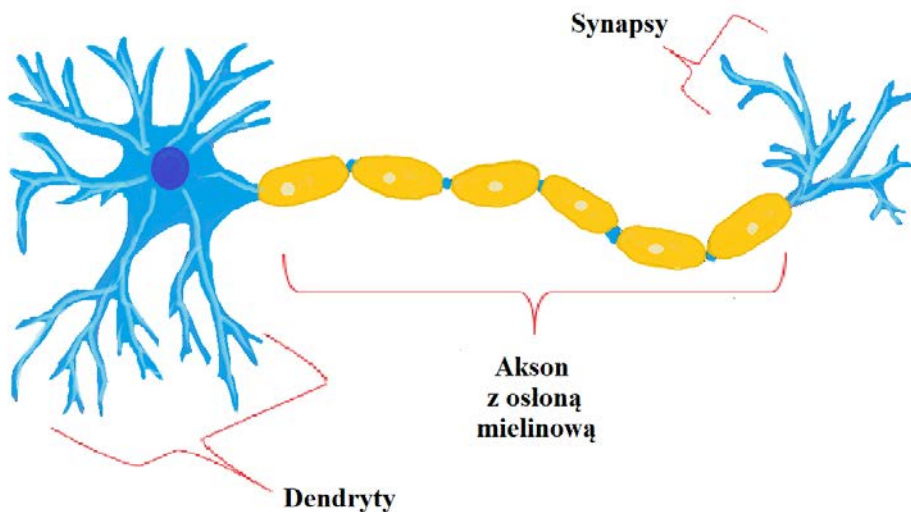
### Chemia żywności w mózgu

Ludzki mózg zużywa ogromne ilości energii. W końcu na jego barkach spoczywa skrajnie trudne zadanie kontrolowania wszystkich procesów zachodzących w naszych ciałach. Kontroluje zarówno te, których jesteśmy świadomi, takie jak pisanie wypracowań czy kopanie piłki, jak i te nad którymi na co dzień nawet się nie zastanawiamy, jak bicie serca czy produkcja łez. Mnogość procesów, które musi kontrolować sprawia, że zapotrzebowanie energetyczne tego niesamowitego narządu jest wprost ogromne. Jest oczywiście tym większe, im więcej go używamy, ale – co nie jest oczywiste – zużycie energii konsumowanej przez mózg jest znacznie większe w wieku dziecięcym. Mózgi noworodków i dzieci konsumują nawet do 50% tlenu dostarczanego do ich organizmów [3, s. 15]. Wynika to z faktu, iż ludzkie dzieci rodzą się o 10–12 miesięcy za wcześnie. Ich mózgi rozwijają się w nieprawdopodobnie szybkim tempie aż do dojrzałości (około 20 roku życia) [8, s. 24–28]. W tym czasie wytwarzają się ogromne ilości nowych połączeń nerwowych, aby „nadrobić” przedwczesne narodziny.

Mózg człowieka od urodzenia do dojrzałości zwiększa swoją objętość nawet do trzech razy. Jego aktywność jest jednak ograniczana nawet dziesięciokrotnie. Spowodowane jest to, już wspomnianym, bardzo wysokim zapotrzebowaniem energetycznym rozwijającego się mózgu. Dorosły człowiek spożywa od 2000 do 3000 kcal/d w zależności od płci, trybu pracy czy nawet pory roku. Gdyby jednak

aktywność naszego mózgu nie była ograniczana, z wiekiem nasze zapotrzebowanie energetyczne sięgałoby 20 000 czy nawet 40 000 kcal/d. Dla porównania byłyby to ilości, które w ciągu dnia zjada 5 krów, z których każda waży około 500 kg [3, s. 15; 7]. Człowiek nie byłby w stanie zaspokoić tak ogromnego zapotrzebowania energetycznego.

Zbilansowana dieta jest bardzo ważna dla prawidłowo rozwijającego się mózgu. Powinniśmy dostarczać naszemu organizmowi odpowiednią ilość białek, cukrów, tłuszczu oraz soli mineralnych. Deficyt któregośkolwiek składnika w diecie może mieć opłakane konsekwencje [1]. Aby lepiej to zrozumieć, należy zacząć od uświadomienia sobie, jak zbudowany jest nasz mózg. Tworzą go tak zwane neurony. Dla zwiększenia czytelności opisu, na rysunku 2 został przedstawiony schemat neuronu.



Rys. 2. Budowa neuronu

Źródło: opracowanie własne.

**Neuron** składa się z dendrytów, będących receptorami różnych bodźców chemicznych, synaps łączących kolejne komórki nerwowe między sobą oraz aksonu, który przenosi wszystkie sygnały elektryczne [8, s. 70–72]. Akson musi być izolowany tłuszczową osłoną mielinową, która jest niezbędna do prawidłowego przenoszenia sygnałów. Bez niej mózg byłby w stanie ciągłego „zwarcia elektrycznego” i nie byłibyśmy w stanie w żaden sposób kontrolować swoich myśli.



Z chemicznego punktu widzenia mózg składa się głównie z wody (około 80%). Drugim najważniejszym jego składnikiem są właśnie tłuszcze, niezbędne do budowania osłon mielinowych. Gdyby w naszej diecie zabrakło tłuszczu nasz mózg nie byłby w stanie prawidłowo się rozwijać. Należy nadmienić, że nasze ciało jest w stanie wytwarzać wiele substancji, takich jak wspomniane wcześniej łyzy, mocz, hormony czy też różnego rodzaju neuroprzekaźniki. Istnieje jednak grupa substancji egzogennych, które muszą być dostarczane wraz z pokarmem z zewnątrz. Do nich należą między innymi kwasy tłuszczowe omega-3 [8 s. 184–185]. Do kwasów omega-3 zaliczyć można: kwas  $\alpha$ -linolenowy, który występuje w dużych ilościach w oleju lnianym; kwas eikozapentaenowy często stosowany w terapii zaburzeń koncentracji czy też kwas dekozaheksaenowy, będący składnikiem tłuszczów zwierzęcych [5]. Wyeliminowanie tłuszczu z diety jest absolutnie niemożliwe, aby mózg, będący tak naprawdę „tłuszczową galareta”, mógł prawidłowo się rozwijać [8, s. 186–187].

Wcześniej wspomniano już o ogromnym zapotrzebowaniu energetycznym mózgu. Najlepszym źródłem energii z pokarmów są oczywiście węglowodany, czyli inaczej cukry. Gdy spożywamy słodkie lub owoce, w naszym mózgu wytwarza się pewien hormon – leptyna [8 s. 182]. Związek ten służy do regulowania apetytu. Informuje nas o tym, że zjedliśmy już wystarczająco dużo i możemy spokojnie zająć się czym innym niż jedzeniem. W momencie spożywania słodkich pokarmów do mózgu uwalniana jest również dopamina. Jest to neuroprzekaźnik „nagradzający” mózg za dostarczanie mu energii w postaci węglowodanów [8 s. 113–193]. Dzięki niemu każdy człowiek czuje się zadowolony po skonsumowaniu litrowego „kubeczka” lodów. Zaraz po ich zjedzeniu nie zastanawia się nad tym, czy uda mu się zachować wagę przy takiej diecie. Gdy jednak będziemy próbować przejść na dietę i wspomagać się sztucznymi słodzikami, aby „oszczędzić” na kaloriach, nasz mózg może poczuć się oszukany. Podczas spożywania sztucznych słodzików, takich jak aspartam czy sacharyna, wcześniej wspomniana leptyna nie jest wydzielana. Nasz mózg „myśli”, że powinien zaraz dostać dawkę energii z węglowodanów, ponieważ wyczuł słodki smak, ale ta energia „nie przychodzi”. Mózg zaczyna się obawiać, że całość węglowodanów została spożyta przez mięśnie i inne narządy. „W panice” nasze łaknienie zwiększa się, przez co czujemy coraz większą chęć na sięgnięcie po coś słodkiego. To może doprowadzić do pewnych zaburzeń w odżywianiu. Powinniśmy zatem bardzo świadomie używać sztucznych zamienników cukru.

## Używki i ich wpływ na ludzki mózg

Nie tylko żywność, którą dostarczamy do naszego mózgu z zewnątrz, może wpływać na jego funkcjonowanie. Używki różnego rodzaju mogą zaburzać jego pracę znacznie bardziej niż można by się spodziewać. Można je podzielić na dwie podstawowe podgrupy: stymulanty oraz depresanty [8 s. 188]. Jednym z najbardziej popularnych stymulantów naszych czasów jest kofeina. Niewielkie jej ilości, choć wystarczające, by wpływać na funkcjonowanie mózgu, zawiera kawa. Wiele osób ma w zwyczaju picie kawy w celu pobudzenia organizmu, gdy zaczyna „brakować nam snu”. Stymulant ten blokuje odbiór neuroprzekaźnika odpowiedzialnego za uczucie senności. Gdy dostarczamy kofeinę do naszego mózgu, wytwarzana jest dopamina oraz adrenalina przez co czujemy się bardzo pobudzeni. Po pewnym okresie regularnego spożywania kawy mózg zaczyna się orientować, że usiłujemy go oszukiwać. Wie, że potrzebuje snu, więc zaczyna dosłownie zmieniać swoją budowę. Z czasem wytwarza coraz więcej receptorów neuroprzekaźnika odpowiedzialnego za uczucie senności, by zmusić organizm do zregenerowania się i odpoczynku mimo ciągłego dostarczania kofeiny. Po pewnym czasie receptory „senności” są tak rozbudowane, że w przypadku, gdy regularne dostarczanie kofeiny zostaje przerwane, mózg zaczyna odbierać sygnały neuroprzekaźnika „senności” bardzo intensywnie. Sygnały te nie są już blokowane przez kofeinę. Mózg tak mocno się do niej przyzwyczaja, że bez niej, człowiek bez przerwy odczuwa senność. Następuje fizyczne przebudowanie mózgu, co doprowadza do silnego uzależnienia [8, s. 190–192]. Na tej samej zasadzie na nasze mózgi oddziałują inne stymulanty, takie jak amfetamina czy kokaina. Tutaj jednak, problem polega na tym, że zmiany w mózgu zachodzą tak szybko, że możemy nie być do końca ich świadomi. Uzależnienie związane z przebudową naszych receptorów zachodzi nagle. Bodźce chemiczne, jakim poddawany jest ludzki mózg podczas spożycia wspomnianych stymulantów, są tak silne, że w zasadzie nic nie może ich zastąpić. Po bardzo krótkim czasie, fizyczne zmiany w naszym mózgu są już tak głębokie, że w pewnym sensie zmienia się sam człowiek. Zaczyna zaniedbywać wszystko, co wcześniej miało znaczenie: szkołę, pracę, rodzinę, jedzenie. Dzieje się tak, ponieważ nic nie stymuluje naszego mózgu wystarczająco mocno. Ze względu na fizyczne zmiany, spowodowane ciągłą aktywnością stymulujących związków chemicznych, żadna czynność nie przynosi nam satysfakcji, a z nałogu niezwykle bardzo trudno wyjść [8, s. 188–194].



Druga grupa związków – depresanty, działa niejako w drugą stronę, „zapychając” nasz mózg i uszkodzając jego strukturę. Te, mogą zatem doprowadzić do sytuacji, w której nasze komórki mózgowe zaczną obumierać. W Polsce najczęściej przyjmowaną substancją należącą do grupy desperatów jest alkohol etylowy, obecny we wszystkich rodzajach napojów wysokowych. W przypadku alkoholików, ciągle jego spożywanie może doprowadzić do dezaktywowania nawet 20% neuronów. Według najnowszych doniesień naukowych istnieje możliwość zregenerowania się części z nich, gdy odstawiamy alkohol. Niestety niektóre obszary naszego mózgu zostają na zawsze uśmiercone [8, s. 194–197]. Innymi przykładami depresantów są tetrahydrokanabinol, będący substancją aktywną marihuany oraz morfina. Ta wykorzystywana jest w medycynie jako bardzo silny środek przeciwbólowy. Niestety w przypadku długotrwałego zażywania morfiny istnieje bardzo duże ryzyko silnego uzależnienia. Używanie stymulantów i depresantów zawsze niesie ze sobą ryzyko, dlatego jeśli nie znajdziemy się w sytuacji wymuszającej na nas ich użycie, powinniśmy unikać ich stosowania [8, s. 197–201].

### Higiena mózgu

Ze względu na to, że tak wiele aspektów związanych z naszym trybem życia może wpływać na funkcjonowanie mózgu, higiena tego nadzwyczajnego organu jest niezwykle istotna. Przyjmowane przez nas syntetyczne substancje i farmaceutyki, jak np. amfetamina czy morfina, mogą wywoływać uzależnienia, a na dłuższą metę prowadzić do groźnych, często nieodwracalnych zmian w mózgu. Niektóre substancje pochodzenia naturalnego, jak np. tetrahydrokanabinol występujący w marihuanie, również może doprowadzić do uszkodzenia tak ważnego dla nas narządu [8, s. 199]. Dlatego świadome korzystanie z leków czy unikanie używek jest kluczowe w zachowaniu dobrego zdrowia.

Dbanie o odpowiednią ilość snu również jest niezwykle istotne, aby zachować mózg w dobrym zdrowiu. Mózg człowieka jest w stanie wytrzymać bez snu do około 100 godzin. Również mózgi szczurów bardzo negatywnie reagują **na braki we śnie** [8]. Chroniczny brak snu może doprowadzić do nieodwracalnych zmian w mózgu, w skrajnych przypadkach doprowadzając do poważnych objawów schizofrenicznych. Współcześni naukowcy wciąż tak naprawdę nie wiedzą, czemu dokładnie ma służyć sen. Uważa się, że potrzeba snu wynika z konieczności przeorganizowania danych zebranych w ciągu dnia oraz „oczyszczenia



mózgu” ze związków chemicznych, które mogą gromadzić się w nim podczas jego aktywności w ciągu dnia [10]. Sen jest zatem kluczowy w celu pełnej jego regeneracji i nie może zostać zastąpiony przez kofeinę czy inne stymulanty chemiczne.

Świadoma dieta, mająca stymulować nasz mózg do poprawnego rozwoju oraz zdrowy tryb życia, również mogą wpłynąć na to, jak będzie zmieniać się nasza kondycja psychiczna z wiekiem. Dostarczanie w diecie substancji egzogennej, takich jak kwasy omega-3 jest ważne, aby dookoła aksonów powstawała niezbędna osłona mielinowa. Niemniej jednak, jeśli będziemy spożywać znaczne ilości tłuszczów od wieku dziecięcego, zaniedbując węglowodany, nasz mózg będzie żył na ciągłym deficycie energetycznym. To może doprowadzić do poważnych zaburzeń łaknienia i otyłości w dorosłym życiu [8, s. 187].

Ponadto nie wolno zaniedbywać ćwiczenia mózgu. Wypasany mózg nie musi odpoczywać jak typowy mięsień. Można zatem wykorzystywać go również w czasie wolnym, np. czytając książki, grając w gry planszowe czy też komputerowe gry strategiczne. Takie spędzanie czasu wolnego może skutkować nawet podwyższaniem ilorazu naszej inteligencji, zwłaszcza jeśli w ten sposób wykorzystujemy go w wieku dziecięcym [3, s. 8]. Wykonywanie nieangażujących czynności jak bezmyślne wpatrywanie się w telewizor lub tak zwane „myślenie o niebieskich migdałach” może powodować powolne ograniczanie naszych zdolności umysłowych. Należy jednak mieć na uwadze, że jeśli czujemy, iż nasz mózg pracuje wciąż na zbyt wysokich obrotach (jest przebodźcowany) należy zadbać również o jego wyciszenie. Powszechnymi praktykami mogą być praktyki medytacyjne lub tak zwany *mindfulness* [6].

Świadoma higiena mózgu jest więc pojęciem wieloaspektowym. Aby poprawnie dbać o nasz mózg, należy przede wszystkim zdawać sobie sprawę z tego, jak funkcjonuje, co mu szkodzi, a co jest dla niego dobre. W celu zachowania prawidłowej higieny mózgu poleca się zatem przede wszystkim dokształcanie się oraz zdobywanie wiedzy, również o nim samym.

## **Bibliografia**

1. BALL Stefan. *Toksykologia żywności bez tajemnic*. Warszawa: Wydaw. Oficyna Medyk, 1998. ISBN 978-83-200-3421-9.
2. BOCHENEK Adam, REICHER Michał. *Anatomia człowieka. T. 4, Układ nerwowy ośrodkowy*. Wyd. 1(2). Warszawa: PZWL, 1981. ISBN 83-200-0368-7.



3. CIEŚLIK Bartłomiej. *Informatyka i obróbka danych. „Sztuczna inteligencja”* [wykład niepublikowany]. Gdańsk, 7.11.2019.
4. DAWKINS Richard. *Wspinaczka na szczyt nieprawdopodobieństwa*. Warszawa: Wydaw. Pruszyński i S-ka, 1996. ISBN 83-7180-323-0.
5. Kwasy tłuszczowe omega-3. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kwasy\\_t%C5%82uszczowe\\_omega-3](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kwasy_t%C5%82uszczowe_omega-3). Stan z dnia 16.11.2019.
6. Medytacja mindfulness. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Medytacja\\_mindfulness](https://pl.wikipedia.org/wiki/Medytacja_mindfulness). Stan z dnia 16.11.2019.
7. NAŁĘCZ-TRAWICKA Teresa (red.). *Rolnictwo. Cz. II, Produkcja zwierzęca: bydło i trzoda chlewna*. Wydaw. Hortopress, 2015, ISBN 978-83-615-7486-6.
8. NORDENGEN Kaja. *Mózg rządzi*. Warszawa: Wydaw. Marginesy, 2018. ISBN 978-836-5780-84-3.
9. ROTH Gerhard, DICKE Ursula. *Evolution of the brain and intelligence*. „Trends in Cognitive Sciences”. 2005, vol. 9, no. 5, s. 250–257. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.005>. Stan z dnia: 16.11.2019.
10. ROTH Thomas, ROEHRS Timothy. *Insomnia: Epidemiology, characteristics, and consequences*. „Clinical Cornerstone”. 2003, vol. 5, no. 3, s. 5–15. Tryb dostępu: [https://doi.org/10.1016/S1098-3597\(03\)90031-7](https://doi.org/10.1016/S1098-3597(03)90031-7). Stan z dnia: 16.11.2019.