

PRZYJEMNE Z POŻYTECZNYM? – BADANIA NAD WPLYWEM GIER KOMPUTEROWYCH NA PROCESY POZNAWCZE

Maksymilian Bielecki (Warszawa)



W 1972 roku na rynku amerykańskim pojawiły się pierwsze konsole pozwalające na korzystanie z gier wideo na ekranie domowego telewizora. Urządzenie „Odyssey” odniosło ogromny sukces – sprzedano go ponad 300 tysięcy egzemplarzy (Ryc. 1). Gry komputerowe zaczęły od tego momentu triumfalny rozwój, który obecnie stawia je wśród najpopularniejszych form spędzania wolnego czasu we wszystkich krajach wysokorozwiniętych. Aktualne statystyki wskazują, że w Stanach Zjednoczonych z gier komputerowych korzysta około połowy populacji, a – w przypadku dzieci i młodzieży – odsetek ten przekracza dziewięćdziesiąt procent. Kraje o niższym poziomie rozwoju gospodarczego szybko nadrabiają dzielący je od liderów dystans, w wielu z nich rynek gier notuje co roku kilkunastoprocentowy wzrost (dotyczy to m.in. Chin i Indii). Gry stają się nie tylko istotnym fenomenem kulturowym, ale także gospodarczym. Obecnie

w USA wartość rynku gier przekracza np. obroty generowane przez przemysł filmowy.

Pomimo tak intensywnej obecności gier wideo w codziennym życiu milionów ludzi, dopiero lata dziewięćdziesiąte minionego wieku przyniosły systematyczny wzrost liczby poświęconych im prac naukowych. Wykładniczo rosnącej liczbie publikacji (por. Ryc. 2) towarzyszy w ostatnich latach poszerzenie zakresu podejmowanej przez naukowców tematyki. Wczesne badania koncentrowały się przede wszystkim na negatywnych aspektach grania. Dominowały tu dwa wątki: problem agresji oraz ryzyko uzależnienia od gier. W zakresie obu tych tematów, pomimo znaczącej ilości zebranych danych, daleko jest jeszcze od konsensusu. W ostatnich latach w debacie na temat zagrożeń związanych z grami dominuje jednak ton umiarkowany. Wydaje się, że nawet jeżeli bardzo intensywne korzystanie z gier ma czasem negatywne konsekwencje, to dotyczą one jedynie niewielkiego odsetka osób (nad)używających tej formy rozrywki.

Badania dotyczące pozytywnych konsekwencji korzystania z gier mają znacznie krótszą historię. Poza nielicznymi wyjątkami, wszystkie niemal publikacje z tego zakresu powstały już w XXI wieku. Zanim jednak rozpoczniemy analizę ich wyników, istotne jest krótkie przedstawienie szerszego kontekstu omawianej problematyki.

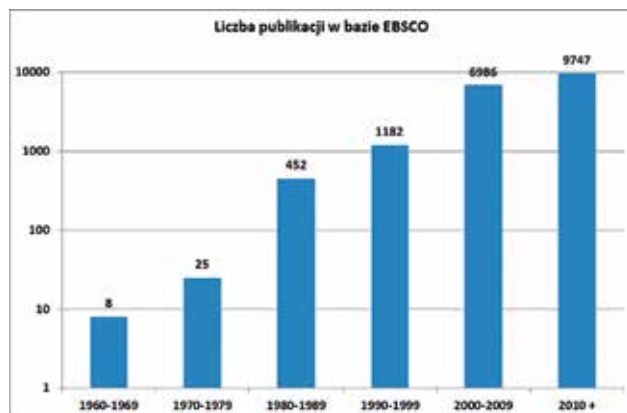
Treningi poznawcze – nadzieje i rzeczywistość

„Oswajanie” gier komputerowych jako istotnego przedmiotu badań zbiegło się w ostatnich latach dwudziestego wieku w czasie z rosnącym zainteresowaniem metodami pozwalającymi poprawić jakość funkcjonowania poznawczego człowieka. Nieuchronna perspektywa starzenia się, obecna nie tylko w wymiarze indywidualnym, ale też jako problem dotyczący całych społeczeństw, okazała się być potężną siłą motywującą. Za jej sprawą powstawały zaczęły różne metody interwencji, mające na celu zapobieżenie negatywnym konsekwencjom upływu czasu. Rozwiązania, zarezerwowane dotychczas do zastosowań neurorehabilitacyjnych, postanowiono wykorzystać do działań profilaktycznych czy też wręcz – jak



Ryc. 1. Magnavox Odyssey – pierwsza konsola do gier wideo przeznaczona do użytku domowego. (http://pl.wikipedia.org/wiki/Magnavox_Odyssey, licencja CC BY-SA 2.0).

często sugerowały to reklamy – odmładzających nasz mózg. Interwencje tego rodzaju przyjmowały najczęściej formę skomputeryzowanych programów treningowych, które kusiły użytkowników zwiększeniem możliwości umysłowych. Najczęściej miało ono nastąpić poprzez ćwiczenie podstawowych funkcji poznawczych takich jak pamięć krótkotrwała czy rozmaite aspekty funkcjonowania uwagi.



Ryc. 2. Wykładniczy przyrost publikacji na temat gier w pismach naukowych indeksowanych w bazie EBSCO (wykorzystano hasła „computer games” oraz „video games”, stan na styczeń 2015).

Początkowy entuzjazm zwolenników podejścia określanego w mediach efektownie jako „brain fitness” miał swoje uzasadnienie w odkryciach neurobiologii, m.in. dotyczących plastyczności układu nerwowego oraz występowania neurogenezy w niektórych częściach mózgu osób dorosłych. Skoro mózg, nawet w wieku dojrzałym, może w istotny sposób zmieniać się pod wpływem doświadczeń, rozsądne wydawało się być oczekiwanie, że podlegać też będzie treningowi. Zakładano, że dzięki ćwiczeniom możliwe będzie zwiększenie podstawowych zasobów poznawczych warunkujących sprawność przebiegu wielu różnych procesów umysłowych, a w efekcie – podniesienie jakości życia.

Rzeczywistość ujawniona w badaniach przyniosła jednak obraz znacznie bardziej złożony. Dziś wiemy już, że treningi poznawcze działają, ale korzyści, które oferują są bardzo odległe od pierwotnych oczekiwań. Radykalnej poprawie ulega bowiem głównie wykonanie zadań, które były intensywnie ćwiczone. Transfer umiejętności na zadania inne niż użyte w treningu jest często niewielki, a przełożenie tych efektów na funkcjonowanie w życiu codziennym – jeszcze bardziej wątpliwe. Ten pesymistyczny wniosek wspierają zarówno dostępne w ostatnich latach wyniki meta-analiz podsumowujących istniejący stan badań, jak i oświadczenie wiodących ekspertów zajmujących się tą problematyką opublikowane po koniec 2014 roku z inicjatywy naukowców z berlińskiego instytutu Maxa Plancka i Uniwersytetu Stanforda (*A Consensus*

on the Brain Training Industry from the Scientific Community). Sygnatariusze oświadczenia podsumowują je konkluzją, iż nie ma obecnie naukowych podstaw pozwalających stwierdzić, że uczestnictwo w treningach poznawczych przynosi lepsze efekty niż aktywny umysłowo i społecznie tryb życia. Obietnica „wiecznej młodości” okazała się być (który to już raz?) złudna, a największym beneficjentem ruchu „brain fitness” stały się... firmy oferujące treningi poznawcze w celach komercyjnych.

Uwarunkowania skuteczności treningów

Powyższe krótkie podsumowanie nie oznacza bynajmniej, że badania nad treningami poznawczymi nie dostarczyły nam żadnej cennej wiedzy. Uzyskane w nich wyniki pozwoliły zidentyfikować szereg czynników, które zwiększają szansę poprawy poziomu funkcjonowania w przypadku stosowania oddziaływań o charakterze treningowym. Do najistotniejszych zmiennych tego rodzaju zaliczyć można dużą intensywność treningu oraz wykorzystanie ćwiczeń o charakterze adaptacyjnym, pozwalających na stawianie osobie trenującej ciągłych wyzwań. Istotnym uzupełnieniem tej listy jest też utrzymanie odpowiedniego poziomu motywacji uczestników. Osoby niezainteresowane treningiem nie będą chciały poświęcać dużych ilości czasu na zmaganie się z trudnymi zadaniami, w czasie treningu będą mniej zaangażowane i, w konsekwencji, nie odnotują oczekiwanych postępów.

Na kluczową rolę motywacji zwracali także uwagę badacze zajmujący się nieco inną niż programy treningowe kategorią aplikacji komputerowych – tzw. *serious games*. „Poważne gry” to programy mające za zadanie nie tylko dostarczyć uczestnikom rozrywki czy relaksu, ale jednocześnie – wykorzystując środowisko gry – osiągnąć inne cele, najczęściej o charakterze edukacyjnym. Pierwsze programy tego rodzaju, proste symulacje procesów biznesowych lub gier decyzyjnych, próbowano tworzyć już w latach sześćdziesiątych. Obecnie aplikacje takie wykorzystywane są w niezliczonych zastosowaniach, służą m.in. do trenowania żołnierzy, edukowania pacjentów cierpiących na choroby przewlekłe lub nowotwory (Re-Mission), a nawet przeprowadzania oddziaływań o charakterze zbliżonym do psychoterapii (SPARX). Autorzy wszystkich tych rozwiązań zmagają się jednak zawsze z problemem, który obrazowo porównuje się do jedzenia brokułów w czekoladzie. Ta zaskakująca metafora kulinarna ilustruje immanentny konflikt zachodzący pomiędzy „rozrywkowymi” i „poważniejszymi” aspektami tego rodzaju gier. Programy mające „poważne” cele

oceniane są w badaniach jako systematycznie mniej interesujące i atrakcyjne w porównaniu do tych stawiających na pierwszym planie samą satysfakcję płynącą z grania. Z tym samym dokładnie wyzwaniem konfrontować muszą się twórcy treningów poznawczych. To co pożyteczne, często nie jest wystarczająco przyjemne...

Gry komputerowe jako środowisko treningowe

Wszystkie opisane powyżej wyniki stanowiły istotne tło dla pojawiania się na początku dwudziestego pierwszego wieku nowego, obecnie bardzo intensywnie rozwijanego, nurtu badań dotyczącego wpływu komercyjnie dostępnych gier komputerowych na nasz umysł. Logika stojąca za badaniami tego rodzaju jest stosunkowo prosta. Jeżeli warunkiem skutecznego treningu określonej funkcji poznawczej jest wystarczający poziom trudności zadań i wysokie zaangażowania gwarantujące dużą intensywność treningu, to komercyjnie dostępne gry są idealnym narzędziem oddziaływań.

Wszystkie niemal gry opierają się na mechanizmach dostosowujących poziom trudności do aktualnych kompetencji uczestnika. Wysokie zaangażowanie gracza i atrakcyjność gier są warunkami *sine qua non* ich sukcesu, możemy więc powiedzieć, że gry komercyjne poddane są tu bardzo istotnej presji selekcyjnej ze strony rynku. Jednocześnie, ze względu na stały postęp technologiczny, współcześnie produkowane gry stwarzają nieograniczone niemal możliwości stymulacji, nieporównywalne właściwie – zwłaszcza jeżeli chodzi o szybkość i złożoność bodźców wzrokowych – z żadnym innym medium.

Powyższy opis jest oczywiście znaczącym uogólnieniem. Istnieje wiele kategorii gier, często w bardzo istotny sposób różniących się co do stawianych graczowi wymagań. W obecnie prowadzonych badaniach najczęściej wykorzystuje się różnego rodzaju *action games*, czyli gry akcji. Wspólnym mianownikiem łączącym te gry z typowymi treningami poznawczymi jest, poza adaptacyjnością, stała presja czasu wymuszająca na graczach jak najszybsze wykonywanie ogromnej liczby operacji umysłowych. W przypadku gier strategicznych (tzw. RTS – ang. *real time strategy games*) są to przede wszystkim procesy związane z koordynacją dużej liczby wykonywanych równolegle zadań: monitorowaniem zasobów, podejmowaniem decyzji, realizacją wybranej strategii, a także przełączaniem się pomiędzy poszczególnymi czynnościami. W przypadku gier „strzelanek” (FPS, ang. *first person shooter*) źródłem obciążenia poznawczego jest m.in. konieczność przetwarzania

ogromnej ilości informacji wzrokowych, sprawnego poruszania się w przestrzeni gry oraz wykrywania pojawiających się w polu widzenia obiektów. Gry akcji, oceniane z perspektywy psychologii poznawczej, okazują się być w istocie zadaniami złożonymi i bardzo wymagającymi. Często spotykana opinia, iż są one jedynie sposobem na „bezmysłne marnowanie czasu” jest niewątpliwie krzywdząca.

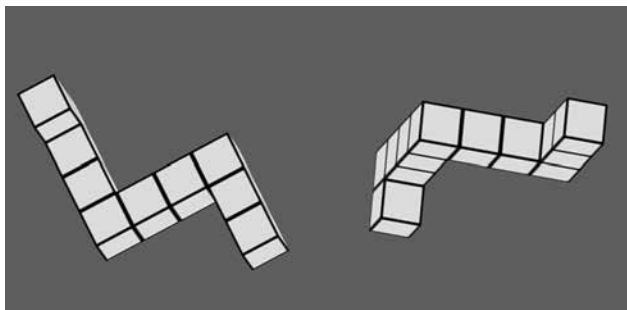
Poznawcze korzyści wynikające z grania

Pomimo przekonujących przesłanek teoretycznych, odpowiedź na podstawowe pytanie – czy rzeczywiście gracze mogą liczyć na poprawę sprawności procesów umysłowych – opierać się musi na wynikach badań. Na szczęście obecnie mamy już wystarczającą ilość wiarygodnych danych, by udzielić na nie odpowiedzi: gry komputerowe niewątpliwie przyczyniają się do istotnych, korzystnych zmian w sprawności wielu różnych procesów poznawczych. Należy podkreślić, że stwierdzenie to nie tylko opisuje różnice pomiędzy osobami grającymi i nie-graczami, ale też wskazuje na przyczynową rolę gier w powstawaniu pozytywnych zmian. Jest to konkluzja mająca solidne uzasadnienie empiryczne. Obecnie dysponujemy bowiem nie tylko wynikami badań różnicowych, porównujących istniejące grupy graczy i osób niegrających, ale też danymi pochodzącymi z eksperymentów wykorzystujących grupy trenujące i odpowiednio dobrane grupy kontrolne. Efekty wywołane intensywnym graniem są replikowalne i – co równie ważne – nieprzypadkowe, to znaczy w systematyczny sposób powiązane z charakterem gier stanowiących przedmiot badań: gry strategiczne wywierają na nas odmienny wpływ od gier zręcznościowych.

Jakie są udokumentowane korzyści wynikające z grania? Po pierwsze, gracze – zwłaszcza ci korzystający z gier typu FPS („strzelanek”) – są zdecydowanie sprawniejsi w wykonywaniu szeregu zadań percepcyjnych. Dotyczy to m.in. korzystania z informacji prezentowanych na peryferiach pola widzenia, dostrzegania bodźców mało kontrastowych oraz szybkości przeszukiwania pola widzenia i wykrywania w nim zmian. Użytkownicy gier mają też większe zdolności w zakresie korzystania z zasobów uwagi wzrokowej – jej dynamicznego alokowania w różnych częściach pola percepcyjnego, równoczesnego śledzenia wielu poruszających się obiektów. Są też lepsi w zadaniach wymagających dokonywania wyobraźeniowej rotacji figur trójwymiarowych (Ryc. 3).

Przewaga graczy nie jest jednak ograniczona jedynie do działań związanych bezpośrednio z przetwarzaniem bodźców wzrokowych. Szereg korzyści dotyczy też funkcji poznawczych o większej

złożoności, związanych z procesami kontroli uwagi. U graczy obserwujemy m.in. redukcję czasu potrzebnego na przełączanie się pomiędzy różnymi zadaniami (przede wszystkim w grupie osób korzystających z gier strategicznych), a także lepsze funkcjonowanie pamięci roboczej – zwłaszcza w zakresie związanym z szybkością „wymiany” przechowywanych w niej treści oraz hamowaniem dystraktorów.



Ryc. 3. Typowe bodźce wykorzystywane w zadaniach wymagających dokonywania rotacji mentalnych. Zadaniem osoby badanej jest zdecydowanie, czy na obu częściach rysunku przedstawiona jest sama, czy też dwie różne bryły.

Co ważne, wszystkie te efekty obserwowane są przy wykorzystaniu standardowo stosowanych przez psychologów metod pomiarowych. Są one często dość odległe w swojej formie od wirtualnych światów, w których poruszają się gracze. Oznacza to, że korzyści wynikające z grania podlegają, przynajmniej częściowo, skutecznemu transferowi na inne rodzaje zadań. Poza zdecydowanie większą atrakcyjnością treningów wykorzystujących gry, czynnik ten wydaje się być ich najistotniejszą przewagą nad omawianymi wcześniej platformami treningowymi. Co więcej, choć zdecydowana większość badań dotyczących graczy prowadzona jest na populacjach osób młodych, eksperymenty prowadzone z udziałem innych grup wiekowych sugerują, że korzystne zmiany w zakresie ćwiczonych funkcji możemy także zaobserwować wśród osób starszych.

Jak zmienia się mózg pod wpływem gier?

Badania dotyczące neuronalnych korelatów korzystania z gier prowadzone są od niedawna. Jeszcze krótsza jest historia badań mających na celu zrozumienie mechanizmów wyjaśniających pozytywne zmiany wywołane przez gry. Obecnie dysponujemy w tym obszarze bardzo wyrzutową wiedzą. Eksperymenty wykorzystujące metodę funkcjonalnego rezonansu magnetycznego pozwoliły zidentyfikować szereg obszarów intensywnie wykorzystywanych w czasie grania. Są to m.in. struktury związane z uwagą i pamięcią roboczą (m.in. zakręt obręczy i kora oczodołowo-czołowa), co potwierdza dużą

złożoność wykonywanych w czasie rozgrywki czynności poznawczych.

Najnowsze badania wskazują, że w zadaniach angażujących funkcje poznawcze istotne w grach, siła obserwowanej aktywacji powiązana jest negatywnie z wprawą badanego gracza. Efekty takie obserwowano niezależnie w kilku różnych eksperymentach, m.in. dotyczących neuronalnych kosztów filtrowania dystraktorów pojawiających się w polu widzenia. Wyniki te sugerują, że gracze dysponują większymi rezerwami zasobów, dzięki czemu wykonanie niektórych zadań jest dla nich relatywnie mniej angażujące w porównaniu do grup kontrolnych.

Do zbliżonych wniosków prowadzą badania elektrofizjologiczne wykorzystujące analizę wzrokowych potencjałów wywołanych stanu ustalonego (SSVEP z ang. *Steady state visually evoked potential*). Tu także okazało się, że gracze są skuteczniejsi od grupy kontrolnej w filtrowaniu nieistotnych informacji w polu widzenia. Miało to swoje odzwierciedlenie zarówno w lepszym wykonaniu samego zadania, jak i mniejszej amplitudzie sygnału związanego z pojawiającymi się na ekranie informacjami, które trzeba było ignorować.

Drugi istotny nurt badań nad graczami koncentruje się na pomiarze zmian strukturalnych. Wykorzystuje on zarówno technikę morfometrii opartej na wokselach (VBM), wykazującą np. większą objętość istoty szarej w obszarach zaangażowanych w procesy pamięci i nawigacji przestrzennej (hipokamp, grzbiotowo-boczna kora przedczołowa), jak i technikę obrazowania tensora dyfuzji (DTI) pozwalającą na wykrycie zmian w strukturze włókien nerwowych i stopniu ich mielinizacji. Nieliczne publikacje wykorzystujące tę metodę wydają się być bardzo obiecujące, ze względu na jej wyjątkową czułość i zdolność wykrywania nawet niewielkich zmian w mikrostrukturze mózgu. W opublikowanych niedawno badaniach udało się np. za pomocą DTI wykazać istotne statystycznie zmiany w hipokampie i włóknach nerwowych z niego wychodzących już po jednej, dwugodzinnej sesji treningowej z użyciem gier.

Ten wysoce wybiórczy i – z konieczności – skrótowy przegląd ilustruje niewykorzystane jeszcze w pełni możliwości, jakie najnowsze techniki neuroobrazowania oferują badaczom zainteresowanym zrozumieniem zmian wywołanych przez gry. Opisanie mechanizmów neuronalnych wydaje się być niezbędnym warunkiem wyjaśnienia skuteczności tego rodzaju treningów, a w przyszłości – obiecującą drogą do ich udoskonalenia.

Plany na przyszłość

Z perspektywy dostępnych dziś danych nie ulega wątpliwości, że gry komputerowe mają duży potencjał poprawy jakości naszego funkcjonowania. Jak zawsze jednak w historii nauki, jedna uzyskana odpowiedź prowadzi do nieskończonej wręcz ilości kolejnych pytań badawczych. Od czego zależy skuteczność treningu wykorzystującego gry? Czy wszyscy skorzystają z takich treningów w takim samym

stopniu? Czy uzyskane efekty będą trwałe? Jakie elementy gier są kluczowe dla uzyskania znaczącej poprawy i czy można zoptymalizować gry tak, aby efekty korzystania z nich były jeszcze lepsze? Wszystkie te kwestie są obecnie przedmiotem intensywnych prac badawczych. Na konkluzywne odpowiedzi trzeba będzie jeszcze poczekać. Obecny stan badań pozwala jednak z czystym sumieniem przeznaczyć ten czas na coś pożytecznego i przyjemnego... Zagramy?

Dr Maksymilian Bielecki. Katedra Psychofizjologii Procesów Poznawczych, Szkoła Wyższa Psychologii Społecznej. E-mail: mbielecki@swps.edu.pl.

MÓZG I SEN

Tadeusz Marek (Kraków)



Sen – w kontekście aktywności mózgu – kojarzony jest głównie jako czynnik modulujący ślady pamięciowe, powstające w ciągu dnia w wyniku uczenia się. Na znaczenie snu dla konsolidacji śladów pamięciowych wskazywał już w latach czterdziestych XX wieku wybitny psycholog kanadyjski Donald Hebb. Zgodnie z jego teorią w trakcie snu dochodzi do wzmacniania połączeń synaptycznych pomiędzy neuronami tworzącymi tak zwane systemy rewerberacyjne. Systemy owe stanowią materialny nośnik śladu pamięciowego. Powstają one w ciągu dnia w trakcie procesu uczenia się, a rozbudowywane i wzmacniane są w trakcie snu. W ten sposób dochodzi do utrwalenia wzorców pamięciowych wykorzystywanych przez mózg w przyszłości. Proces ten w literaturze przedmiotu określany jest jako „Hebbian synaptic upscaling”. Jego występowanie potwierdza cały szereg badań prowadzonych na poziomie fizjologicznym, jak i molekularnym. Zasadniczym elementem owego procesu są receptory alpha-Amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazole-propionic acid (AMPAr). Wzmocnienie synaptyczne jest bezpośrednio zależne od ilości AMPAr. Ich obecność w synapsie (komórka postsynaptyczna) decyduje o efektywności funkcjonowania układu rewerberacyjnego.

W ostatnim dziesięcioleciu pojawiły się badania wskazujące, iż w trakcie snu dochodzi do procesu będącego przeciwieństwem procesu wzmacniania połączeń synaptycznych. Tononi i Cirelli przytaczają wyniki badań, z których jednoznacznie wynika, że w trakcie snu dochodzi do osłabiania połączeń synaptycznych w wyniku usuwania AMPAr. Jak pokazują badania Liu, Gasperini, Foa i Small z 2010 roku, za usuwanie AMPAr odpowiedzialne są beta amyloidy. Proces doprowadzający do osłabiania połączeń

synaptycznych określany jest jako „synaptic downscaling”. Do osłabiania połączeń synaptycznych dochodzi dodatkowo poprzez usuwanie tak zwanych wyrostków kolczystych, na których osadzone są synapsy. Wygląda na to, że w trakcie snu system neuronalny podlega „czyszczeniu”, w wyniku którego usuwane są połączenia synaptyczne nieprzydatne dla efektywnego funkcjonowania. Innymi słowy usuwane są nieefektywne ślady pamięciowe, a pozostawiane te, które dają gwarancję efektywnego funkcjonowania. Proces osłabiania połączeń synaptycznych tworzy w efekcie możliwości budowania nowych połączeń. Oczyszczona ze zbędnych AMPAr synapsa jest gotowa na wbudowywanie nowych połączeń, poprzez tworzenie nowych AMPAr.

W opinii Sidara Ribeiro przedstawionej w 2012 roku obydwa procesy (wzmacniania i osłabiania połączeń synaptycznych) działają w czasie snu komplementarnie. W fazie snu fal wolnych alfa (w zapisie EEG) zachodzi osłabianie połączeń, natomiast w fazie snu REM (faza marzeń sennych) następuje wzmacnianie. Wzmacniane jest to, co efektywne i przydatne, zaś wymazywane to, co nieefektywne i nieprzydatne.

W zupełnie nowym świetle funkcjonowanie mózgu w stanie snu ukazały wyniki badań grupy z Uniwersytetu w Rochester opublikowane w listopadzie 2013 roku w Science. Badacze pokazali, jak w czasie snu otwiera się w mózgu myszy tak zwany system glimfatyczny (nazwa pochodzi od gleju, gdyż system ten zarządzany jest przez komórki glejowe mózgu – astrocycy). Jego funkcja polega na oczyszczaniu mózgu z toksyn, śmieci metabolicznych i innych odpadów białkowych (w tym z amyloidów i resztek