

...i znowu będzie wiosna!

VI. Łaskawa pamięć



Spotkaliśmy się po pięćdziesięciu latach, my – akademicka młodzież, rocznik 1970. Zakończyliśmy siedemnastoletni cykl edukacji i jako dyplomanci Poznańskiej Akademii Medycznej ruszyliśmy w świat, ratować wszystkich chorych. Uszczęśliwieni tym, że stresujące egzaminy dyplomowe są już za nami, pogodnie i wręcz entuzjastycznie rozpoczęliśmy sesję egzaminów z życia. Nie była łatwiejsza od egzaminów teoretycznych na studiach. Egzamin praktyczny z życia każda i każdy z nas zdawał indywidualnie, odpowiadając na indywidualnie dobrany zestaw pytań. Zapomnieliśmy wiele szczegółów z wiedzy teoretycznej, które pamiętaliśmy do egzaminów. Wiele zapomnieliśmy. Staraliśmy się wydobyć z pamięci potrzebną wiedzę, a gdy pamięć jej nie dostarczała, szukać jej u różnych źródeł, gdyż ciągle napotykalismy nowe problemy i szukaliśmy dla nich rozwiązań. Pamięć przeszłości stopniowo blakła i przypominała niebo wczesnym porankiem, na którym większość gwiazd traci swój blask i widoczne są jeszcze te, które błyszczą najjaśniej. Nie wszyscy chcieli lub mogli. Dwie trzecie absolwentów nie uczestniczyło. Część nieobecnych wyprzedziła nas w drodze ku wieczności, część nie czuła się na siłach znieść trudy podróży, część zaś obawiała się spotkania ze świadkami wspólnego okresu przeszłości. Z trudem rozpoznawałem co trzecią koleżankę z roku studiów. Z kolegami było łatwiej, bo ich fryzury i stroje były z grubsza podobne do tych sprzed pięćdziesięciu lat. Obce twarze koleżanek i kolegów stawały się bardziej swojskie, kiedy wybudzały obrazy z pamięci znajomym błyskiem spojrzenia, znanym grymasem i uśmiechem, jaki był także kiedyś charakterystyczną cechą osobowości. Niewiele zmieniły się głosy, śmiech, sposób mówienia. Jedynie sposób poruszania się nabrał dostojeństwa, wymuszonego postępującymi zmianami kostnych połączeń. Szukaliśmy siebie sprzed półwiecza i chyba odnaleźliśmy się. Znowu byliśmy uszczuplonym, ale wspólnym rokiem akademickim, złożonym ze żytych ze sobą grup studenckich. Gdzieś wokół nas straszyla pandemia i światowe kryzysy – przez jeden dzień wróciliśmy do naszej wiosny i początków życiowego lata. Rozstawaliśmy się z przekonaniem, że powinniśmy się znowu częściej widywać. Czy chęć wywieją jesienne wiatry? Czy będziemy o obietnicach i wzajemnie o sobie pamiętać? Codzienne doświadczenia z własną pamięcią, bogatsze z dnia na dzień, podpowiadają ostrożność.

Wczesnym sobotnim rankiem wyszedłem na spacer z psiną Zułą. Osiedlowe ulice były o tej porze weekendowo puste. Jedną z uliczek nagle ożywiła postać żwawej starszej pani, choć nie starszej ode mnie, która szybkim krokiem zmierzała na przedśniadaniowe zakupy. Szła szybko, chyba czymś przejęta, bo twarz miała skupioną a ruchy nerwowe. Pozdrowiliśmy się, bo gdy żył jeszcze jej pies, spotykaliśmy się często na spacerach, wyprowadzani przez nasze czworonogi. Zuła załatwiła mnie i żonie wiele bezinteresownych znajomości na osiedlu. Pani zatrzymała się i z przejęciem zapytała: „Nie spotkał pan gdzieś psa, podobnego do mojego Mikusia? Sąsiedzi wzięli psa ze schroniska kilka dni temu i zginął. Nie spotkał go pan?” „Nie, dzisiaj rano nie spotkałem żadnego psa. A kiedy zginął?” – zapytałem. – „Chyba dzisiaj rano, bo rano mnie pytali. Bardzo się martwią. Jeśli pan spotka taką wolno biegającą wilczurkę, podobną do Mikusia, niech pan zadzwoni na komórkę.” Zmartwiłem się, bo nie miałem przy sobie nic do pisania a podany ustnie numer telefonu, uleciałby z pamięci po kilkuset metrach dalszego spaceru. Na szczęście znajoma pani też nie pamiętała numeru telefonu komórkowego. Po chwili jej twarz rozjaśniła się; „Jak pan spotka gdzieś po drodze, niech ją pan zawoła, to bardzo przyjazny pies – przychodzi na zawołanie”. „Jak się wabi?” – zapytałem. „Oj, nie pamiętam” – odrzekła i zmartwiona poszła dalej, na zakupy. I do niej i do mnie dotarło, że choć jesteśmy zdrowi, czynni, ciągle załatwiamy wiele spraw, to jednak wymaga to zwiększonego wysiłku. Więcej energii trzeba na pokonanie oporu wyrodniałych stawów, słabnących mięśni i coraz bardziej leniwej pamięci. Zmartwieni zgubionym psem, zatroskanymi sąsiadami i własną bezsilnością rozeszliśmy się. Po drodze do domu nie spotkałem żadnego psa ani człowieka.

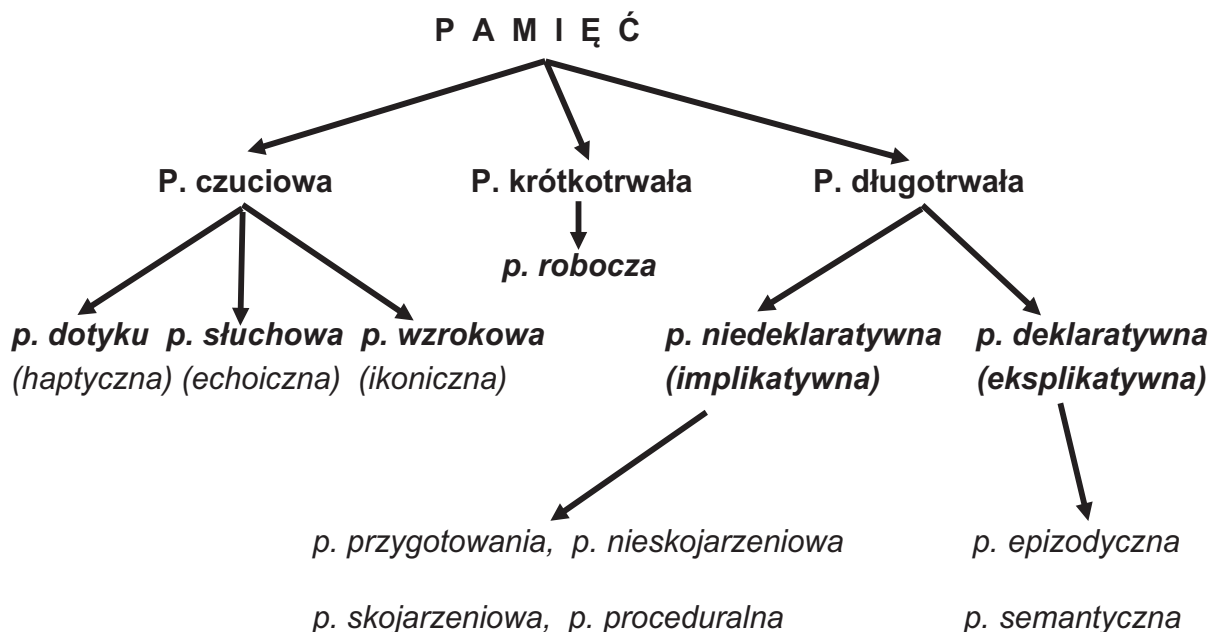
Pamięć człowieka

„Życie składające się z niepowiązanych ze sobą wzajemnie wydarzeń, błędów, które niczego nie nauczyły oraz emocji, których nie można sobie przypomnieć, nie jest wcale życiem. Pamięć jest właśnie tą zdolnością,

która pozwala nam wiązać ze sobą doświadczenia, uczyć się i nadawać naszemu życiu sens” – napisali przed trzema laty w swojej pracy pogładowej o pamięci Eduardo Camina i Francisco Güell z Uniwersytetu Navarra w Pamplonie [1]. Swoją pamięcią przez lata nie przejmowałem się zupełnie, a pamięcią ludzką o tyle, o ile nieprawidłowości jej działania u chorych mogły podpowiadać aktualny stan mózgowia, narażonego na urazy, uszkodzenia chorobowe i uboczne skutki stosowanego leczenia. Czy udałoby mi się przeżyć do dnia dzisiejszego, gdybym nie dysponował sprawną pamięcią? Wątpię. Bez swojej osobistej pamięci mógłbym przeżyć jedynie dzięki pomocy innych osób, których sprawna pamięć umożliwia świadome życie i działanie, a którzy zechcieliby pomóc. Spotykam wokół siebie i w rodzinie przykłady osób, u których postępujący zanik pamięci uniemożliwiał rozpoznawanie ludzi i otoczenia, a tym samym uczynił ich całkowicie zależnymi od pomocy innych. Niepamięć, jak niewidzialna klamra, oddziela świadome życie człowieka od niezapisanego w świadomości jego początku do bezpamiętnego jego końca. Myśląc i mówiąc o pamięci, odnosimy się zazwyczaj do tych zdolności, do tych funkcji ludzkiego mózgu, które umożliwiają wzajemne oddziaływanie człowieka z innym człowiekiem i z otoczeniem. Odnosimy się więc do uświadomionego zapamiętywania i odtwarzania zapamiętanych informacji, a przecież jest to tylko niewielka część ich bardzo bogatego strumienia, w którym przez całe życie jesteśmy zanurzeni. Kto z nas pamięta, czym kierował się, budując swoje ciało w okresie pełnej zależności życiowej od matki i dalej w dzieciństwie, w młodości, aż do życia dorosłego. Kto z nas pamięta, jak należy postarzać swoje ciało, by ostatecznie uległo zanikowi, po przekroczeniu ostatecznej granicy jego wydolności? Wszystko działa się niejako automatycznie, a świadomość pozwalała dostrzegać te zmiany, na których nieodwracalność i tak nie miało się istotnego wpływu. Uważaliśmy i nadal uważamy, że pamięć człowieka zależy od sprawności komórek nerwowych. W ostatnich latach odkrywa się znaczenie komórek glicynergicznych, uważanych długo jedynie za swoiste „niańki” neuronów. Komórki gwiaździste zdają się nadzorować kontakty synaptyczne komórek nerwowych i odpowiadać za podtrzymywanie pamięci trwałej i stanu świadomości [2]. Gromadzona w ostatnich latach wiedza potwierdza to, czego można było oczekiwać; skoro pamięć stanowi istotny warunek przeżycia, to muszą nią dysponować wszystkie organizmy żywe. Najnowsze badania dowodzą, że nawet bakterie, żyjące w koloniach tworzących żywą błonę (*biofilm*) zapamiętują informacje, płynące ze świata zewnętrznego i wykorzystują je przy ponownym pojawieniu się warunków, w jakich zostały zapamiętane [3,4]. Zatem możliwe jest pamiętanie i korzystanie z pamięci, bez konieczności posiadania komórek nerwowych,

Mówiąc o pamięci u człowieka, mamy na ogół na myśli rozbudowany i niepoznany w pełni system zapisywania i odtwarzania informacji w OUN (ośrodkowym układzie nerwowym), które wykorzystujemy głównie w naszych kontaktach międzyludzkich. Potrzebujemy sprawdzonych informacji dla odpowiedzi na zmiany otoczenia lub na takie wprowadzanie zmian w otoczeniu, które umożliwia osiągnięcie obranego celu. Pamięć człowieka, niezbędna dla podtrzymania życia i świadomości, jest rozbudowana i wielofunkcyjna, tym samym trudna do zdefiniowania. Pamięć jest swoistym, żywym archiwum, wprzęgniętym w życie, z jego chwilami wyjątkowymi i chwilami dni powszednich, w których pozornie dzieje się niewiele. Pamięć człowieka jest częścią jego świadomości, czynną jako jeden złożony system, w którym, jak różne instrumenty muzyczne w orkiestrze, współgrają ze sobą różne ośrodki nerwowe rozproszone w mózgu. Całość tworzy ciągłą symfonię życia. Orkiestra pamięci gra codziennie, a co noc sprawdza zapisy nut, dostraja instrumenty, daje wypocząć muzykom. Dla ułatwienia zrozumiałej mowy o pamięci od lat proponowane są schematy jej podziału na podjednostki funkcjonalne. Schematy ułatwiają rozumienie dyskusji o jakiejś funkcji organizmu, ale obciążone są zarazem pokusą nadmiernie uproszczonego i statycznego widzenia czegoś, co w życiu jest bardzo bogate, bardzo złożone i bardzo dynamiczne. Między jasno wyrażonym celem działania oraz jego pomyślnym lub niepomyślnym skutkiem wykonywana jest w ośrodkowym układzie nerwowym złożona praca w wielu rozbudowanych sieciach komórkowych. Napływające z zewnątrz ludzkiego ciała i oceniane co do znaczenia informacje porównywane są z wcześniejszymi, przetrzymywanymi krótko, długo lub prawie trwale. Informacje porównywane między sobą oraz z zapamiętanymi z przeszłości wzorcami wykorzystywane są do oceny sytuacji i podejmowania bieżących decyzji o działaniach lub ich zaniechaniu.

Popularny wśród neurologów i psychologów schemat rozbudowanego systemu pamięci przedstawia rycina 1, odwzorowana według klasyfikacji, przedstawionej w pracy pogładowej E. Caminy i F. Güella [1].



Rycina 1. Przykład jednego z nowszych modeli klasyfikacji pamięci

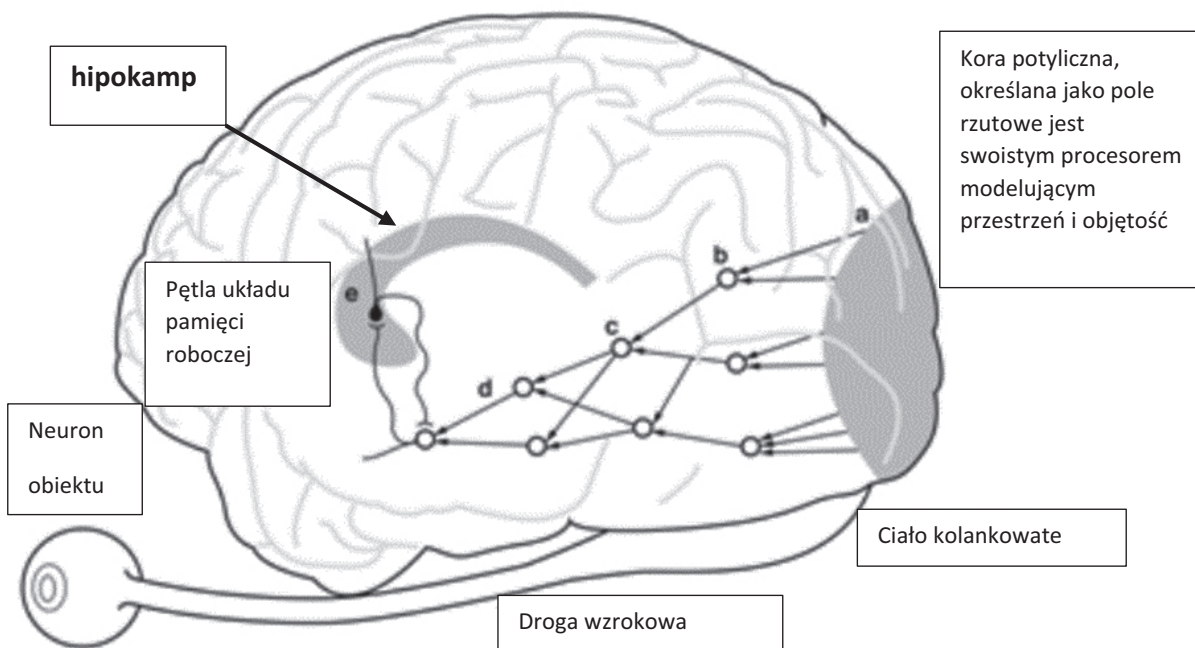
Zmodyfikowany schemat, zapożyczony od Camina E, Güell F. The Neuroanatomical, Neurophysiological and Psychological Basis of Memory: Current Models and Their Origins. *Front Pharmacol.* 2017;8:438. Published 2017 Jun 30. doi:10.3389/fphar.2017.00438

Pamięć czuciowa albo zmysłowa przechowuje informacje dopływające z narządów zmysłów przez bardzo krótki czas, bo od kilkuset milisekund do 1-2 sekund. Zatrzymywane na krótko w pamięci, a docierające z ucha wewnętrznego, odgłosy wypowiedzianych sylab, układają się w spójną i zrozumiałą sekwencję słów i zdań. Zatrzymywane na krótko obrazy, nim nagle zgasną, pozwalają na ich zespalanie w ruchomy obraz, podobny do obrazu oglądanego w okienku kamery, w której ciąg kolejnych, pokazywanych w krótkich odstępach czasu nowszych, statycznych obrazów, pozwala na postrzeganie otoczenia w jego zmienności [1,5-7].

Dotychczas najlepiej zbadano pamięć czuciową wzrokową (ikoniczną). Obraz z siatkówki oka, krótko „zapamiętywany” jest przekazywany przez poszczególne neurony na drodze wzrokowej, by ostatecznie wylądować na moment w polu wzrokowym kory potylicznej V1. Sam obraz jest informacją niepełną, nie sklasyfikowaną znaczeniowo. Wzrokowa informacja, w której obraz został skodyfikowany znaczeniowo utrzymuje się 800 milisekund i wiąże się z przejściem sygnałów wzrokowych z pierwotnej kory wzrokowej V1 do V5 w korze skroniowej dolnej. Patrzenie, widzenie czy inne czucie, odbierane z napiętą uwagą, łatwiej jest zapamiętywane i przekazywane do pamięci krótkotrwałej i roboczej i dalej do pamięci trwałej, w zależności od znaczenia zauważonych zmian dla obserwatora. Pamięć czuciowa wzrokowa (ikoniczna) jest w stanie zatrzymać jednocześnie obrazy sześciu obiektów, krucha krótka pamięć wzrokowa – cztery do pięciu obiektów, a pamięć robocza wzrokowa – dwa obiekty [5]. Naturalnie, na pamięć czuciową zawsze może mieć wpływ stan narządów zmysłów. Zaburzenia ich funkcjonowania oraz uszkodzenia mózgowia w odcinkach ich przenoszenia oraz rejestrowania w korze czuciowej, w przebiegu chorób lub starzenia się, mogą upośledzać pamięć czuciową. Zmniejsza się wtedy spostrzegawczość, zmniejsza się zdolność zapamiętywania i zmieniać się może stan świadomości, w jego części związanej z interakcją z otoczeniem.

Pamięć krótkotrwała i pamięć robocza. Umożliwia przytrzymanie informacji w odpowiednich ośrodkach czuciowych kory mózgu dla szybkiej oceny ich wartości i dalszego wykorzystania w rozumieniu mowy, uczeniu

i planowaniu. Ośrodki OUN, które uczestniczą w utrzymywaniu informacji w pamięci krótkotrwałej i ich wykorzystaniu w pamięci roboczej, rozmieszczone są w różnych częściach kory mózgu i w ośrodkach podkorowych. Informacje czuciowe (przestrzeń, kolor, dźwięk) przytrzymywane są głównie w prawej, natomiast informacje fonologiczne, a więc potrzebne w mówieniu lub rozumieniu mowy, głównie w lewej półkuli mózgu. Rycina 2 obrazuje schematycznie system pamięci roboczej obrazów i ich znaczenia.



Rycina 2. Pamięć robocza tego, co właśnie widziałem

Droga wzrokowa nie kończy się w korze potylicznej, ale wydłuża się do wyższych struktur, umiejscowionych w przedniej części płata skroniowego, gdzie znajdują się neurony obiektu i neurony klasyfikacji pojęciowej widzenia obiektu. Rycina odwzorowana z pracy A. Brodziaka i A. Różyk-Myrty [18].

Jednymi z wrażliwszych elementów układu struktur aktywnych w pamięci roboczej są wydłużone drogi między ośrodkami, których synchronizacja pozwala na utrzymywanie krótkotrwałej pamięci i jej wykorzystanie w bieżącej aktywności dziennej czy w procesach poznawczych. Długie drogi, łączące np. pole wzrokowe V4 z bocznią częścią kory przedczołowej, łatwo mogą ulegać uszkodzeniu w wyniku obrażeń na skutek urazów czaszkowo-mózgowych lub różnych procesów chorobowych. Wynikiem takich uszkodzeń są zaburzenia pamięci świeżej, pamięci roboczej, a z nimi zaburzenia zwykłej, codziennej aktywności życiowej, nie mówiąc już o możliwościach poznawczych [5,7-10].

W cztery lata po przejściu na emeryturę (w siedemdziesiątym czwartym roku życia), zauważam u siebie pogarszanie się pamięci roboczej. Przejawia się to częstym zapominaniem numeru telefonu w trakcie jego zapisywania, częstszymi błędami gramatycznymi w tekstach, które piszę, także w tym, nad którym się męczę, by jasno i logicznie przekazać coś, co mnie wydaje się zrozumiałe, prawdziwe i ważne. Błędy w tekście można poprawić. Niezakręcony w domu kran można zakręcić, włączony palnik gazowy można zgasić, czy włączony piecyk można wyłączyć, ale potrzebna jest do tego sprawna pamięć robocza. Bez niej robi się niebezpiecznie.

Starzenie się, to zanikanie struktur i funkcji całego organizmu. Zanikanie struktur w mózgowiu i wyrównawcze do tego zanikania przestrajanie czynnościowe pozostałych struktur, łagodzi spadek sprawności mózgowia, ale go nie zatrzymuje. Wiem, że moje zaburzenia pamięci będą narastały, wobec znikających neuronów, zaburzeń funkcji astro-

cytów i zwyrodnienia dróg nerwowych kojarzeniowych. Spadek energii jest naturalnym zjawiskiem w stopniowym wygaszaniu życia. Robię dużo wolniej wszystko to, co jeszcze kilka lat temu wykonywałem błyskawicznie. Wolniej mówię. Wolniej zapamiętuję, ale za to szybciej zapominam. Sypiam dłużej i senny bywam w dzień. Wiem, że dzieje się tak dlatego, że małe węzły energetyczne wszystkich moich komórek organizmu, które są moje i wyjątkowe, bo tworzą jeden organizm, a nie zlepek wielu komórek, a tym bardziej wielkiej kupy pozlepianych komórek, stopniowo słabną. Postępujące z wiekiem zwyrodnienie małych i wydajnych siłowni komórkowych, jakimi są mitochondria, powoduje, że wygasają wszystkie energochłonne funkcje a podatność na dodatkowe schorzenia lub urazy wzrasta [11]. Choć młody ciągle duchem, denerwuję się brakiem energii i fizycznymi ograniczeniami moich sprawności. Badania naukowe, potwierdzające ograniczoną sprawność pamięci krótkotrwałej i roboczej osób starszych, porównywanych z młodymi, stanowią jedynie potwierdzenie tego, co i bez badań widzę wokół siebie i sam odczuwam. Słabą pocięchą jest stwierdzenie, że to, co jest nienormalne u młodego, należy potraktować jako normalne u staroego [12]. Poza okruciami z życia, które zbadano naukowo i opisano w spokojnych, laboratoryjnych warunkach, istnieje codzienna rzeczywistość ciągłych, nierównomiernych zmian. Wymagają one od człowieka szybkich ocen i szybkich reakcji, które bez sprawnej pamięci roboczej i pamięci długotrwałej mogą być spóźnione lub błędne. Przy ograniczonej wydolności energetycznej, a za tym poznawczej, każde dodatkowe obciążenie może dodatkowo ograniczyć wydolność umysłową. Stres, wynikający z nagłego przemieszczenia w nieznanne wcześniej warunki (powiedzenie „starych drzew się nie przesadza”), jak np. pobyt w szpitalu, nagłe emocje, tak dodatnie, jak i ujemne, w jeszcze głębszym stopniu upośledzają sprawność OUN. Z pogorszeniem wzroku pogorszeniu ulega pamięć wzrokowa i pamięć robocza. Moi znajomi, nauczyciele akademicy, najbardziej odczuwają zaburzenia wzrokowe, które uniemożliwiają im czytanie i pisanie, czyli to, co w ich życiu zawodowym było najważniejsze. Zazwyczaj tracili wzrok około 90. roku życia. Nie cieszy mnie perspektywa utraty i dalszego wygaszania kolejnych funkcji mojego organizmu, zmierzającego do końca swojego istnienia, zapisanego w moim materiale genetycznym. Gorszy wzrok i słuch, gorszy dopływ energii do mózgowia, to w następstwie gorsza pamięć i gorsza ocena samego siebie oraz otoczenia, w którym się jest. Mój wyjątkowy kolega, Pan Doktor Stefan Krzywiński, specjalista psychiatrii, powiedział mi kiedyś, że spory odsetek chorych, kierowanych do oddziałów psychiatrii geriatrycznej, wymagało przede wszystkim leczenia ogólnego. Zaburzenia psychiczne wielu starszych ludzi wynikały z nierozpoznanego i nieleczonego zapalenia płuc, infekcji grypowej, cukrzycy i szeregu innych chorób, które nakładając się na związane z wiekiem ograniczenie rezerw energetycznych, dodatkowo ten ujemny bilans pogłębiały. Skutkiem niedoboru energetycznego, czynność mózgu ulegała upośledzeniu. Podobnie dzieje się w różnych postaciach niedotlenienia mózgowia, przy których uszkodzenia struktur mózgowia początkowo nie ma, a pojawiają się one dopiero wtedy, kiedy ujemny bilans energetyczny komórek mózgowia nadal trwa i pogłębia się, przekraczając ich możliwości wyrównawcze.

Pamięć długotrwała zatrzymuje w czasie ogólny obraz i wybrane szczegóły ważnych dla życia doznań, wraz z wartościującą te zdarzenia oceną. W pamięci długotrwałej, jak w bogatym instrumentarium, przechowywane są zdolności ruchowe: chodzenie, skakanie, jazda rowerem lub samochodem, gra na gitarze. W pamięci długotrwałej zapisany zostaje osobisty kalendarz zdarzeń i opisy miejsc, w których te zdarzenia nastąpiły. Ten rodzaj pamięci nazywany jest pamięcią niedeklaratywną, albo implikatywną. Pamięć obejmująca wiedzę i sprawność komunikacji z innym człowiekiem, idee, oceny moralne, samoocenę i oceny innych, określana jest jako pamięć deklaratywna albo eksplikatywna. To przejawy zaburzeń tej części pamięci budzą głównie nasz niepokój i potocznie mówiąc o pamięci, myślimy właśnie o pamięci deklaratywnej.

Pamięć deklaratywna dotyczy przechowywania i przypominania informacji świadomie przyjętych. Pamięć deklaratywna, która obejmuje przetrzymywanie wiadomości dotyczących osobistych doświadczeń określana jest jako pamięć epizodyczna, natomiast pamięć przetrzymująca informacje o faktach nazywana jest pamięcią semantyczną [5].

Pamięć epizodyczna jest pracowitym pisarzem autobiografii. Koduje ciągle informacje o tym co, gdzie i kiedy nas spotyka. Nawet wtedy, gdy nie wysilamy swego intelektu, by rozwiązać jakieś zadanie, a więc w czasie odpoczynku, określanym przez badaczy posługujących się w ocenie czynności mózgu czynnościowym rezonansem

magnetycznym (fMRI) jako „default mode”, czyli stan, w którym mózg pracuje swobodnie. Swobodna praca mózgu, podglądana w rezonansie magnetycznym, odbija wędrówki myśli w czasie, wspomnianie tego, co było i wyobrażanie sobie tego, co będzie. Angażuje te ośrodki OUN, których działanie wiąże się z pamięcią epizodyczną. Nic dziwnego, że ten rodzaj pamięci uznawany jest za jeden z najczulszych mierników umysłowego starzenia człowieka. Zaburzenia pamięci epizodycznej mogą wyprzedzać rozwiniętą chorobę Alzheimera o dziesięć lub więcej lat. Ośrodkami kluczowymi dla pamięci epizodycznej są w mózgu środkowe płaty skroniowe, kora hipokampa oraz kora wewnątrzwęchowa (*entorhinal cortex*). Ta ostatnia stanowi przekątnik informacji zbiegających się z rozproszonych ośrodków w korze obu półkul mózgu; czuciowych oraz sterujących okolic kory przedczołowej. Kora wewnątrzwęchowa tworzy czynną sieć, w której kodowane są bieżące informacje przestrzenne, czasowe oraz zmysłowe i przekazywane do kory zakrętu hipokampa. Kora hipokampa zwrótnie wysyła sygnały, pozwalające na rejestrację i odtwarzanie odcinków czasowych, a tym samym zapamiętywanie i odtwarzanie kolejności wydarzeń. Hipokamp stanowi więc reaktywny ekran dla filmu wyświetlanego przez ośrodek scalający napływające informacje, które przez tenże ekran są porządkowane na osi czasu [13-15]. Bardzo intensywnie pracująca sieć komórek kory hipokampa jest wrażliwa na każde zmniejszenie dopływu energii. Stąd każde niedotlenienie, wskutek niewydolności oddechowej, zaburzeń przepływu krwi, blokowania czynności mitochondriów toksynami w trakcie zakażeń lub zmian pourazowych, powodować może zaburzenia pamięci epizodycznej. Kryzys energetyczny na tyle głęboki lub długotrwały, by przekroczyć rezerwy wyrównawcze komórek, prowadzi do ich wyginięcia. Dotyczy to zwłaszcza neuronów piramidowych pola CA1 kory hipokampa. Ryzyko zaburzeń umysłowych, wywołanych uszkodzeniem wydolności struktur mózgowia odpowiedzialnych za funkcjonowanie pamięci epizodycznej, podstawowej w świadomym przeżywaniu każdego dnia życia, zwiększa się z wiekiem wskutek narastających zmian zwyrodnieniowych w mózgu [13,16].

Pamięć semantyczna

Przechowuje myśli i wyobrażenia, potrzebne człowiekowi w rozumieniu siebie i otaczającej go rzeczywistości, wspomnianiu przeszłości i planowaniu przyszłości. „Ludzie bardziej wykorzystują wiedzę z przemyśleń niż samych informacji pozyskiwanych z bezpośrednich oddziaływań z przedmiotami. Cała ludzka kultura człowieka, łącznie z nauką, literaturą, społeczną organizacją, religią i sztuką zbudowane są w oparciu o wiedzę umysłu [19]. Od dawna pamięć semantyczną wiązano z działaniem kory hipokampa, który jednocześnie warunkuje sprawne działanie pamięci epizodycznej. Pamięć semantyczna, podobnie jak pamięć epizodyczna, nie jest statycznym zbiorem informacji, przypominającym bogaty słownik, ale stanowi twór ciągle rozrastający się i zmieniający w miarę pozyskiwania nowych wiadomości, ich integracji i odkrywania nowych związków między określeniami a ich dynamicznym znaczeniem. Pamięć semantyczna osób anglojęzycznych zawiera około 12,5 miliona bitów informacji, w większości pojęciowych. Nie są one odizolowane od siebie, a połączone są w układy racjonalnych związków z przeszłości lub nowo odkrywanych, pozwalających na zrozumiałą dwustronną komunikację ze światem zewnętrznym [20]. W językach polskim, chińskim czy japońskim pojemność pamięci, spowodowana strukturą języka, może być jeszcze większa niż u osób wyłącznie anglojęzycznych. „Wyświetlane” w hipokampie bieżące informacje są krótko zatrzymywane i porównywane z przywołanymi z pamięci trwałej i także przytrzymywanymi krótko informacjami. Umożliwia to człowiekowi zgodne z aktualną wiedzą i osobistym doświadczeniem zachowanie w codziennym życiu. Pamięć semantyczna pozwala przywołać ze zbioru zapisanych informacji te, które są aktualnie potrzebne i przekazać je w mowie albo ocenić te, które są przekazywane za pomocą mowy przez innego człowieka. Sensownie i szybko dobrany zbiór informacji do chwilowego zapotrzebowania wymaga złożonej organizacji pracy ośrodków nerwowych, wyspecjalizowanych w przyjęciu, opracowaniu i przechowaniu informacji. Wymaga to sprawnego działania ośrodków sterujących odpowiedziami emocjonalnymi oraz motoryką. Istotną rolę w prezentacji myśli pełnią ośrodki kory czuciowo-ruchowej [19]. Ożywiony dyskutant, rozmawiający przez telefon komórkowy, jeśli jest pobudzony emocjonalnie, gdy „załatwia” coś ważnego, często chodzi, macha wolną ręką, robi grymasy, gestykuje. Mówiący rzadko zachowuje kamienną twarz i posągową postawę. Porusza się i w tym czasie wspiera mobilizowanie ośrodków korowych mózgu w przetwarzaniu zapamiętanych informacji w spójny sygnał ciągu myśli, stanowiących pytanie, odpowiedź, ostrzeżenie lub polecenie [1].

Pamięć niedeklaratywna (implikatywna)

Nie pamiętam, jak nauczyłem się chodzić i jeździć rowerem. Kosztowało mnie to z pewnością wiele wysiłków i wiele siniaków. Z szacunkiem patrzyłem przed laty na mojego wnuka Adasia, który jeszcze nie nauczył się mówić, ale już zaczął chodzić. Chwytał mnie za rękę i prowadził do schodów, które budziły w nim lęk i trzymając się mocno ćwiczył wchodzenie i schodzenie. Zmęczyłem się pierwszy. Adaś dzisiaj biega po schodach i ku utrapieniu rodziców uczy się grać na perkusji. Uczy się, a wszystko, czego się nauczył jest zapisywane i pozostać powinno do końca życia w jego pamięci deklaratywnej, tak zwanej pamięci proceduralnej. Świeżo nabyte umiejętności wymagają konsolidacji, czyli zaprogramowania w spójny plan działań i jako taki zapamiętany. Dzieje się to podczas pełnego snu, z kolejno zmieniającymi się fazami REM i NREM. Nie przypadkiem dzieci wymagają wiele snu, bo w tym czasie następuje przesunięcie wydatków energetycznych organizmu z hałaśliwej ruchliwości na cichą pracę powtórki i zapamiętania wyuczonych umiejętności. W pracy sprawdzenia, poprawienia i zapamiętania wyuczonych umiejętności uczestniczą związane ze sterowaniem motoryki człowieka jądra przypodstawne mózgu, mózdzek, a także odpowiedzialny za emocje i napięcie uwagi układ limbiczny (brzeżny) oraz aktywne w procesach poznawczych ośrodki kory okolic czołowych i ciemieniowych [1,21,22].

Pamięć łaskawa, czy pamięć fałszywa?

Są w mojej przeszłości zdarzenia, które wspominam z przyjemnością i są zdarzenia, których wolałbym nie pamiętać, stąd rzadko sięgam po nie do pamięci. Często odkrywam, że wymieniając się z kimś wspomnieniami mam wrażenie, że i ja, i moi współrozmówcy, odnosimy się do odmiennej sytuacji, choć wspólnie uczestniczyliśmy w tej samej. Pamiętamy inne szczegóły, inaczej oceniamy znaczenie wydarzenia oraz szczególnie własną rolę, jaką w nim odegraliśmy. Pamięć pozwala przeżyć, bo uwrażliwia i przygotowuje na groźne dla życia sytuacje. Kiedy student medycyny, a później lekarz, ciągle zapamiętuje krytyczne sytuacje w czasie pracy w szpitalu i zapamiętuje najnowszą wiedzę o człowieku, o schorzeniach, jakim on ulega, o ograniczeniach i niebezpieczeństwach stosowanych metod leczenia, chroni swą pamięcią życie i zdrowie chorego, a i sam nie staje się krzywdzicielem innego człowieka. W życiu przeplatają się momenty wymagające mobilizacji i zwiększonych wydatków energetycznych oraz chwile spokojnego życia, pozwalające na regenerację zużywanych ciągle struktur ciała. W mózgu powstają nowe połączenia i nowe kontakty między neuronami. W zapracowanym utrzymywaniem więzi doczesnego życia z przeszłością hipokampie pojawiają się nowe neurony i to nawet w podeszłym wieku [23]. Istoty żywe ratują swe życie albo czynnie – walką lub ucieczką – albo biernie, wpadając w samoznieczulenie biologiczne (endorfiny, trofiny, proteginy) lub psychiczne (udawanie nieobecności, pozorna bagatelizacja zagrożenia czy też głęboka, ufna wiara w kogoś, kto może pomóc). Zabiegi chirurgiczne w znieczuleniu stanowią kumulację dwu przeciwstawnych sobie kierunków reakcji; obrony przed bolesnym naruszeniem tkanek ciała z jednej strony, i wywołanym środkami anestetycznymi paraliżem odruchów obronnych z drugiej. Przypomina to sytuację samochodu z pracą silnika na pełnych obrotach, przy tak silnej blokadzie kół, że samochód nie jedzie do przodu (nie ucieka), lecz stoi w miejscu lub nawet się cofa. Nawet najstaranniej przeprowadzone znieczulenie, umożliwiając konieczne leczenie, nie chroni świadomości przed skutkami stresu przedoperacyjnego, śródoperacyjnego i pooperacyjnego. Mimo wyłączenia czucia bólu podczas znieczulenia ogólnego, mogą być rejestrowane i zapamiętywane bodźce słuchowe, w tym fragmenty rozmów prowadzonych podczas zabiegu, kiedy wszystkim wydaje się, że znieczulony chory jest nieobecny. Pełne znieczulenie ogólne nie wyłącza jednak całkowicie życia i związanej z nim świadomości. Czym innym są wybudzenia podczas spłyconej narkozy, zapisywane w pamięci deklaratywnej, a czym innym zapisywane w pamięci implikatywnej sygnały zmysłowe, przejęte odruchowo i zapisane w pamięci [24,25]. W praktyce samoznieczulenia alkoholem, przy odpowiednim jego stężeniu w organizmie konsumenta, wyłączone jest czucie bólu i dotyku, tak iż twarz zdaje mu się być drętwa, ale nadal próbuje prowadzić rozmowy i rozwiązywać najważniejsze problemy tego świata.

Uważam, że dysponuję pamięcią, która jest surowa w zagrożeniach życia, ale łaskawa na tyle, bym nie nabrał do siebie niechęci i był w stanie utrzymywać stan płynnej równowagi ducha. Unikam kontaktu z ogniem, tonąłem i lęk przed utonięciem pozostał. Nie pamiętam wielu urazów z dzieciństwa i przykrych chwil, kiedy byłem strofowany przez starszych, ośmieszany i lekceważony przez rówieśników. Muszę się starać, żeby coś sobie przypomnieć. Nie

muszę się starać, bo jak najczęściej czytana książka, trwa we mnie pamięć moich chorób w dzieciństwie, zwłaszcza pobyt w szpitalu, w którym po raz pierwszy wyrwany z domu siedmiolatek, ciężko przeżywałem rozstanie. Ładunek emocjonalny pamięci związanej z bólem łagodniał z czasem, natomiast dłużej utrzymywał się w bólu psychicznym. Ciężko zawsze przeżywałem sytuacje, w których czułem się przez kogoś skrzywdzony niesłusznym oskarżeniem, fałszywą oceną, pogardą, nienawiścią, odrzuceniem. Poczucie krzywdy natarczywie pobudzało moją pamięć do odtwarzania sytuacji, w których doznałem w moim odczuciu krzywdy i umożliwiała ciągle roztkliwianie się nad własnym nieszczęściem i planowaniem odwetu. Inaczej wyglądało odniesienie do krzywd, jakie ja wyrządzałem komuś. W takich przypadkach moja pamięć pozostawała na surowej diecie. Samo wewnętrzne przyznanie, że kogoś się skrzywdziło, przychodziło z dużym trudem, wobec gorączkowego usprawiedliwiania siebie, że przecież nie mogłem postąpić inaczej, niż postąpiłem. Bywała to zwykła racjonalizacja własnych błędów, zapamiętywanych potem jako mało ważne, tak naprawdę przeze mnie niezawinione i niegodne wspomnienia. Moje błędy pozapadały się w pamięci głęboko, ale choć nieprzywoływane, pozostają w mojej psychice jak głębokie skaleczenia, których nie umiem jeszcze zagoić. Skrzywdzony przez innych, z poranioną miłością własną, nauczyłem się wybaczać. Ta trudna nauka trwała długo, ale przynosiła ulgę i ostatecznie pozwalała patrzeć na świat i ludzi bez uprzedzeń. Wybaczenie stało się dla mnie nauką odzyskiwania wolności, przy jednoczesnym zapamiętaniu sytuacji, która uczyła ostrożności we własnym postępowaniu. Krzywdy wyrządzone innym? Z trudem przychodziło przyznanie się do winy i przeproszenie kogoś, patrząc mu w oczy. Własna pycha bywała wysoką barierą, którą niełatwo było pokonać. A przecież walka z własną pychą i ciągle poznawanie własnych zalet i, co jeszcze ważniejsze, własnych słabości, powinna być dla mnie, katolika, czymś naturalnym i codziennym. Ba! Starłem się i staram rozciągać miłość do samego siebie na miłość obejmującą też innych ludzi. Idzie to ciężko, bo między chęcią zrobienia czegoś a zrobieniem, za każdym razem odkrywam szeregi nieoczekiwanych przeszkód.

Podobne przeżycia z pamięcią surową, pamięcią łaskawą i pamięcią zepchniętą do podświadomości ma chyba wiele osób, skoro rozpoznano ostatnio szereg mechanizmów nerwowych, jakimi dysponuje człowiek, by chować głęboko wspomnienia przykre, a chętnie przywoływać wspomnienia o dodatnim ładunku emocjonalnym [26,27]. Nie boją wspomnienia krzywd, które się wybaczyło, ani krzywd, które się wyrządziło. Krzywdy wyrządzone przeze mnie traciły swój jad i znikwały w niepamięci, gdy udało mi się je naprawić.

Moja pamięć jest częścią mojego JA, podobnie jak każdego człowieka. Jest moim instrumentem, którym posługuję się całe życie. Dobra pamięć potrzebna była w nauce szkolnej i w życiu codziennym. Uważałem, że skoro moja pamięć pozwala mi zapamiętywać dużo i posługiwać się tym, co zapamiętałem, to jest ona jak talent, którym się w życiu posługuję. Słyszałem często potoczne oceny ludzi, obdarzonych dobrą pamięcią i powściągliwych w kontaktach z innym, jako ludzi utalentowanych, wykształconych, więc wartościowych.

Czyżby więc pamięć i zdolności umysłowe miały być miarą wartości człowieka? Jeśli tak by było, to człowiek w okresie życia płodowego, przedszkolnego i szkolnego przed maturą byłby powszechnie uznany za bezwartościowego. Moja pamięć staje się stopniowo mniej sprawna, jej zaburzenia będą się nasilały i stanę się bezradnym, pokrzywionym fizycznie i umysłowo staruszkiem. Stanę się więc człowiekiem bez wartości, zdany, jak wielu innych, na łaskawą pomoc ludzi, dumnie prezentujących cywilizację wartości. Jakich wartości? Takich, według których wartość człowieka jest jedynie wartością umowną, czasową, zależną od mód i kaprysów coraz bardziej egoistycznego świata?

Zaskoczyły mnie, zaniepokojonego szaleństwem narastającego we współczesnym świecie chaosu, wypowiedzi o wartości człowieka, przedstawione przez księdza Trzaskowskiego w artykule z końca XIX wieku:

zwyczajnie bystra pamięć i żywa wyobraźnia talentem się nazywa. Kto tę zdolność posiada i za pomocą niej nabył dużo wiadomości, tak, iż potrafi o wszystkim mówić, ten zwyczajnie nazywa się człowiekiem wykształconym. Otóż zaznaczyć musimy, że taka zdolność na miano talentu nie zasługuje. O tym, który taką tylko zdolność posiada, nie możemy mówić, że to człowiek wykształcony, ale – co najwięcej – że ten człowiek ma wykształcenie, tj. wyrobioną pamięć i wyobraźnię. Taki człowiek zwyczajnie wiele umie, bo wiele czytał i wiele się uczył, ale mało rozumie, bo mało myślał; on wszystko brał na pamięć, ale nie na rozum; jego umysł tak jest zaprzątnięty i obładowany myślami cudzymi, że w tym nawale nie potrafi zająć się tworzeniem myśli własnej.

Pierwszy i najważniejszy czynnik wartości człowieka, to prawy charakter. Charakter bez talentu – to dom, który ma mało światła, ale pomimo tego użytecznym być może; talent zaś bez prawego charakteru – to miecz w ręku szalonego.

To ściśle połączenie religii i charakteru okazuje się stąd, iż wtedy i tam, kiedy i gdzie upada religia, tj. kiedy i gdzie zasady religijne nie ożywiają społeczeństwa, upadają także charaktery, nikną ludzie zasad, a miejsce ich zajmują ludzie...namiętności. Toteż w dzisiejszych czasach, w czasach bezwyznaniowości i materializmu, coraz mniej ludzi zasad, coraz mniej charakterów silnych, coraz mniej wybitnych typowych postaci, jakoby z jednego granitu wykutych, a coraz więcej ludzi podobnych do owego bałwana, którego we śnie widział Nabuchodonozor... [28].

Chciałem i chcę być szczęśliwy teraz i zawsze, ale sama pamięć, a nawet sprawny umysł w całości, nie gwarantował szczęścia. Jak warstwy nakładanych na siebie obrazów, archiwum pamięci zapisywało wszystko, co czułem i myślałem.

Siłaczowi sztuki, popularnemu w czasach mojej młodości, malarzowi Pablo Picasso, nim stał się sławny i bogaty, życie nie skąpiło trudności. Znany jego obraz „Stary gitarzysta” został namalowany w roku 1903, gdy Picasso był biedny. Brak środków do życia i własne cierpienie uwrażliwiły artystę na cierpienia innych. Obraz ślepego gitarzysty przedstawia starego ślepcę, w postawie ciała przypominającej odruch przyjmowania embrionalnej pozycji ciała. Lęk przed obcym, coraz bardziej oddalającym się światem podpowiada ucieczkę do bezpiecznej przeszłości, gdy opieka matczyzna dawała poczucie bezpieczeństwa. W załączonej kopii obrazu gitarzysty, technikami warstwowej analizy ujawniono, że obraz starszego mężczyzny został namalowany na dwu innych obrazach. W górnej części obrazu widać naburmuszoną lekko twarz i część figury młodej kobiety, fragmenty obrazu poprzedniego. Pamięć malarza i jego wspomnienia zmieniały się więc w czasie i w czasie zmieniała się ocena świata i własnego w nim życia.



Rycina 3. Pablo Picasso. Stary gitarzysta 1903, zdjęcie rentgenowskie, Muzeum Sztuki w Chicago, z kolekcja Birch Bartlett Memorial, <https://www.pablocicasso.org/old-guitarist.jsp> [29]

Spotkałem starszych ludzi, którzy rozwijali nić pamięci ku tyłowi, przechodząc fazy wspomnień od dorosłości do wczesnego dzieciństwa i w mowie, i w zachowaniu, tak iż prawie stulecie wracał do okresu nauki chodzenia. U innych pamięć przypominała ser szwajcarski, z dużymi, rozrzuconymi dziurami niepamięci. U innych jeszcze dostrzegałem stopniowe, równomierne przygasanie pamięci.

Zapamiętywanie i przypominanie jest osobistym zapisem życia i zawsze jest to zapis bogaty, czasami trudny i zawsze pokolorowany emocjami. Jeśli te negatywne nadal powodują ból, chciałoby się je zapomnieć. Ucieczka w zapomnienie jest czymś głęboko ludzkim, bo jest to ucieczka od bólu, od strachu przed utratą życia, od strachu przed odrzuceniem. Coraz bliższy wydaje mi się Zbigniew Herbert i jego Pan Cogito:

„Pan Cogito
chciałby do końca
śpiewać urodę przemijania
dlatego nie łyka *Gele Royale*
nie pije eliksirów
nie paktuje z Mefistem
z troską dobrego ogrodnika
hoduje zmarszczki na twarzy
pokornie przyjmuje wapno
które odkłada się w żyłach
cieszą go luki pamięci
był udęczony pamięcią” [30].

Choć rozumiem Pana Cogito, planującego długie życie, to jednak nie zgadzam się z nim i jego ucieczką od pamięci, bo przecież ucieczka od pamięci jest ucieczką od życia, jest lichą egzystencją w znieczuleniu. Ucieczka od bólu, od cierpienia jest naturalną obroną życia, ale ucieczka od pamięci o nich lub unikanie trudów i cierpienia za wszelką cenę stanowić może śmiertelną pułapkę pozornego szczęścia, w której traci się życie lub prowadzi życie toksyczne, życie bez nadziei, życie bez sensu, życie na wyczerpanie wszystkiego, co w zasięgu aż do samozatręcenia. Paraliż pamięci, paraliż dobrej woli, zwłaszcza paraliż sumienia, oznacza klęskę. Pamięć bywa ciężarem, ale pamięć jest łaskawa, bo pozwala przeżyć i pozwala szanować siebie samego i innych.

Pamięć pozwala też mieć nadzieję, że po jesieni i zimie powróci radość wiosny. Wczoraj zaczął się czas przygotowań do Świąt Bożego Narodzenia. Były to dla mnie zawsze święta rodzinnego ciepła, święta wybaczenia sobie wzajemnie. Zawsze były to święta ufności w sens ludzkiego życia, które choć niedoskonałe, do doskonałości tęskni i wierzę, że takie znowu będą.

Leon Drobnik

Piśmiennictwo

1. Camina E, Güell F. The Neuroanatomical, neurophysiological and psychological basis of memory: Current models and their origins. *Front Pharmacol.* 2017;8:438. doi:10.3389/fphar.2017.00438.
2. Pinto-Duarte A, Roberts AJ, Ouyang K, Sejnowski TJ. Impairments in remote memory caused by the lack of Type 2 IP3 receptors. *Glia*, 2019; DOI: 10.1002/glia.23679.
3. Crystal JD, Glanzman DL. A biological perspective on memory. *Curr Biol.* 2013;23(17):R728-R731. doi:10.1016/j.cub.2013.07.082.
4. Yang Chi-Yu, Bialecka-Fornal M, Weatherwax C, Larkin JW i wsp. Encoding membrane-potential-based memory within a microbial community. *Cell Systems.* 2020; DOI: 10.1016/j.cels.2020.04.002.
5. Slighte IG, Vandenbroucke AR, Scholte HS, Lamme VA.: Detailed sensory memory, sloppy working memory. *Front Psychol.* 2010;1:175. Published 2010 Oct 21. doi:10.3389/fpsyg.2010.00175.
6. Pratte MS. Iconic memories die a sudden death, *Psychol Sci.* 2018;29:877-87. doi:10.1177/0956797617747118.
7. Simone L, Di Pace E, Chiarella SG, Raffone A. Visual attention modulates phenomenal consciousness: evidence from a change detection study. *Front Psychol.* 2019;10:2150. doi:10.3389/fpsyg.2019.02150.
8. Cowan N. What are the differences between long-term, short-term, and working memory?. *Prog Brain Res.* 2008;169:323-38. doi:10.1016/S0079-6123(07)00020-9.

9. Meijer KA, Steenwijk MD, Douw L, Schoonheim MM, Geurts JGG. Learning and long-range connections are more severely damaged and relevant focognition in multiple sclerosis. *Brain*. 2020;143:150-60. doi:10.1093/brain/awz355.
10. Sharp DJ, Scott G, Leech R. Network dysfunction after traumatic brain injury. *Nat Rev Neurol*. advance online publication 11 February 2014; doi:10.1038/nrneurol.2014.15.
11. Sun N, Youle RJ, Finkel T. The Mitochondrial Basis of Aging. *Mol Cell*. 2016;61:654-66. doi:10.1016/j.molcel.2016.01.028.
12. Klencklen G, Lavenex PB, Brandner C, Lavenex P. Working memory decline in normal aging: Is it really worse in space than in color? *Motivation*. 2017;57:48-60.
13. Dickerson BC, Eichenbaum H . The Episodic Memory System: Neurocircuitry and disorders. *Neuropsychopharmacology Rev*. 2010;35:86-104.
14. Bright IM, Meister MLR, Cruzado NA, Tiganj Z i wsp. A temporal record of the past with a spectrum of time constants in the monkey entorhinal cortex *PNAS*. 2020;117:20274-83; DOI: 10.1073/pnas.1917197117.
15. Rolls ET, Mills P. The Generation of time in the Hippocampal Memory System. *Cell Rep*. 2019;28:1649-58.
16. Castelli V, Benedetti E, Antonosante A, Catanesi M i wsp. Neuronal cells rearrangement during aging and neurodegenerative disease: metabolism, oxidative stress and organelles dynamic. *Front Mol Neurosci*. 2019;12:132. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnmol.2019.00132/full>
17. Duff MC, Covington NV, Hilverman C, Cohen NJ Semantic memory and the Hippocampus: revisiting, reaffirming, and extending the reach of their critical relationship. *Front Hum Neurosci*. 2020;13:471. doi: 10.3389/fnhum.2019.00471.
18. Brodziak A, Różyk-Myrta A. The simple, intuitive model of neural circuits, which memorize data, recognize an image and recall it as imagination. *ARC J Neurosci*. 2018;3:1-5. doi:dx.doi.org/10.20431/2456-057X.0303001.
19. Binder JR, Desai RH. The neurobiology of semantic memory. *Trends Cogn Sci*. 2011;15:527-36. doi:10.1016/j.tics.2011.10.001.
20. Mollica F, Piantadosi ST. Humans store about 1.5 megabytes of information during language acquisition. *R Soc Open Sci*. 2019;6:181393. doi: 10.1098/rsos.181393.
21. Walker MP, Brakefield T, Morgan A, Hobson JA, Stickgold R. Practice with sleep makes perfect: sleep-dependent motor skills learning. *Neuron*. 2002;35:205-11.
22. Mochizuki-Kawai H. Neural basis of procedural memory, *Brain and nerve = Shinkei kenkyū no shinpo*. *Brain NBerve*. 2008;60:825-32.
23. Boldrini M, Fulmore CA, Tartt AN, Dwork AJ i wsp. Human hippocampal neurogenesis persists throughout aging. *Cell Stem Cell*. 2018;22:589-99.
24. Rosendahl J, Koranyi S, Jacob Zech N i wsp. Efficacy of therapeutic suggestions under general anesthesia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiol*. 2016;16(125). (<https://doi.org/10.1186/s12871-016-0292-0>).
25. Leslie M. Will surgery sap your brain power? *Brain Behavior*. 2017. doi:10.1126/science.aan6903.
26. Jovasevic V, Corcoran K, Leaderbrand K, Yamawaki N i wsp. GABAergic mechanisms regulated by miR-33 encode state-dependent fear. *Nat Neurosci*. 2015;18:1265-71. <https://doi.org/10.1038/nn.4084>.
27. Brainerd CJ, Stein LM, Silveira RA, Rohenkohl G, Reyna VF. How does negative emotion cause false memories? *Psychol Sci*. 2016;19:919-25.
28. Trznadel A. Co stanowi prawdziwą wartość człowieka? *Przegląd Powszechny, r. dziesiąty, t. XXXVIII, r. 1893, cyt. z© Ultra montes (www.ultramontes.pl) Cracovia MMXX, Kraków 2020*.
29. *The Old Guitarist, 1903 by Pablo Picasso, Pablo Picasso Paintings, Quotes, & Biography*, <https://www.pablopicasso.org/old-guitarist.jsp>
30. Herbert Z. *Wiersze zebrane. Pan Cogito a długowieczność*. Krakow: Wydawnictwo a5; 2008. str. 466