

ARTYKUŁ POGLĄDOWY/REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 14.12.2009 • Zaakceptowano/Accepted: 20.12.2009

© Akademia Medycyny

Poczucie czasu a znieczulenie ogólne – rys historyczny

Time perception and general anaesthesia – a historical review

Anna Kluzik

Klinika Anestezjologii Intensywnej Terapii i Leczenia Bólu, Szpital Kliniczny
im. H. Świąteczkiego, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu



Streszczenie

Poczucie czasu jest jedną ze zdolności umysłowych odróżniających człowieka od pozostałych stworzeń. Umożliwia nam odróżnienie teraźniejszości, przeszłości oraz przyszłości a także odczucie trwania jakiegoś zdarzenia. Jako zagadnienie ciekawe było i jest tematem badań filozofów, fizyków, neurobiologów, psychologów a obecnie także i anestezjologów. Stres okołoperacyjny i leki używane do znieczulenia ogólnego są jednym z czynników wpływających na percepcję czasu. Niniejsza praca zawiera zarys historyczny rozwoju anestezjologii, a w szczególności najważniejszych odkryć związanych ze znieczuleniem ogólnym, oraz rozwoju badań nad funkcjami poznawczymi, ze szczególnym uwzględnieniem poczucia czasu. *Anestezjologia i Ratownictwo 2010; 4: 14-20.*

Słowa kluczowe: historia anestezjologii, poczucie czasu, funkcje poznawcze, znieczulenie ogólne

Summary

Time perception is one of mind function that distinguished human from other creatures. It enables to distinguished the present from the past and the future and sensation of time period duration. As an interesting problem it was and still is a topic of researches of physicists, philosophers, neurobiologists, psychologists and now also anaesthesiologists. Perioperative stress and anaesthetics need to the general anaesthesia are common factors effecting on time experience. This paper contains a historical review of the anaesthesia development, particularly most important discoveries related to general anaesthesia and researches on cognitive functions, particularly time experience. *Anestezjologia i Ratownictwo 2010; 4: 14-20.*

Keywords: history of anaesthesia, time perception, time experience, cognitive function, general anaesthesia

Poczucie czasu jest jedną ze zdolności umysłowych odróżniających człowieka od pozostałych stworzeń. Umożliwia nam odróżnienie teraźniejszości, przeszłości oraz przyszłości a także odczucie trwania jakiegoś zdarzenia. Wraz z innymi funkcjami poznawczymi, jak: pamięć, uwaga, zdolność porównywania (z którymi najściślej jest związane), zdolności językowe, orientacja, funkcje wzrokowo-przestrzenne czy funkcje

wykonawcze umożliwia codzienne funkcjonowanie i warunkuje aktywność. Wpływ na poczucie czasu ma wiele czynników, jak: społeczność i otoczenie, w jakim się wychowujemy oraz obecnie żyjemy, stres, zmęczenie, bodźce negatywne (np. niemiłe sytuacje, negatywne emocje) oraz przebywanie w ciemnościach bez zegarka. Zaburzenia percepcji czasu to także wynik uszkodzeń w obrębie mózgowia, zmian

w neuroprzekaznictwie. Ważnym aspektem jest także wpływ naszego życia, zdolności uczenia się człowieka i rozwijania poszczególnych funkcji poznawczych. Czynnikiem wpływającym na percepcję czasu są substancje psychoaktywne oraz leki, w tym leki stosowane w znieczuleniu ogólnym. Monitorując wpływ znieczulenia i samego zabiegu operacyjnego, jaki wywieramy na chorego, jego układ krążenia, układ oddechowy, stopień zwiotczenia mięśni i świadomość pacjenta w okresie okołoperacyjnym, nie możemy zapominać o odległych skutkach naszych działań, którymi mogą stać się zaburzenia funkcji poznawczych.

Znieczulenie (anestezja, gr. *an-* „bez” + *αἴσθησις* *aisthesis* „zmysłu”), którego główne składowe to: zniesienie bólu, świadomości, odruchów oraz zwiotczenie mięśni szkieletowych (jeżeli to konieczne), ma swoje korzenie już w starożytności a właściwie wiąże się z początkiem Świata. Już w Księgach Starego Testamentu znajdujemy wzmiankę: *...wtedy Bóg spuścił na człowieka wielki sen i wyjął mu żebro...* Walka z bólem, tak kategorycznie odrzucanym przez współczesne społeczeństwa, a akceptowanym przez kulturę średniowiecza, to przede wszystkim historia salicylanów oraz opioidów. Okłady z wyciągu z liści mirtu, stosowane na bóle reumatyczne, znane były już cztery tysiące lat temu (papiirus z roku około 1550 p.n.e., opisany w wydanej w 1875 r. w Lipsku w dwóch tomach publikacji pod tytułem *„Papiirus Ebersa, hermetyczna księga o lekach Egipcjan, w piśmie hieratycznym”*). Kolejne historyczne zapisy (z roku około 500 p.n.e.) związane są z osobą ojca medycyny, Hipokratesa, który używał naparów z topoli w chorobach oczu, czy też soku z kory wierzbowej przeciw gorączce i bólowi porodowym. Są to rośliny obfitujące w związki wywodzące się z kwasu salicylowego, który od nich bierze swoją nazwę (*Salix* – wierzba). Najbardziej popularny lek na świecie - Aspiryna, został zsyntetyzowany w roku 1899 w laboratoriach firmy Bayer.

Przeciwbólowe właściwości opium, uzyskiwanego z soku makówki, były znane już Sumerom (3 tysiące lat p.n.e.), Hipokratesowi, opisywane także przez Pedanios’a Dioscuridesa (I w. n.e.), czy Klaudiusza Galena (131-201 r. n.e.). Wyodrębniona w roku 1804 morfina, nazwana od imienia greckiego boga marzeń sennych Morfeusza, stosowana była w formie wywaru z maku, również w celach narkotycznych i nasennych. Fentanyl, najczęściej obecnie stosowana syntetyczna pochodna morfiny, po raz pierwszy zsyntetyzowany został w Belgii pod koniec lat 50. XX wieku, a wpro-

wadzony do leczenia w latach 60. [1].

W literaturze nowożytnej znaleźć można liczne opisy sposobów walki z bólem, stosowanych przez czarowników i szamanów, jak wyciągi z ziół, czy też chłodzenie kończyn, ale nie odnotowano żadnego przełomu aż do października 1846 roku, kiedy to William Morton z Bostonu zastosował znieczulenie kropelkowe eterem do usunięcia guza szyi w obecności audytorium składającego się ze wszystkich lekarzy i studentów szpitala [2]. Według literatury *„Słodki olej witriolowy”*, czyli eter, wykorzystywał już jednak około roku 1540 szwajcarski lekarz Paracelsus do usypiania kurcząt. W Polsce cztery miesiące po Mortonie, w lutym 1847 roku, eter zastosował profesor Ludwik Bierkowski, urodzony w Poznaniu a pracujący w Krakowie chirurg i ortopeda.

Mimo iż podtlenek azotu odkryty został już w roku 1772 przez Josepha Priestleya, to do momentu przeprowadzenia eksperymentu, któremu poddał się sam badacz Horacy Wells, stosowany był jedynie jako gaz rozwesalający w czasie pokazów na różnych jarmarkach. 11 grudnia 1844 roku stomatolog Wells wypróbował na sobie działanie anestetyczne N₂O, pozwalając wyrwać sobie ząb. Kolejna próba znieczulenia podtlenkiem azotu, która miała miejsce na Wydziale Lekarskim Uniwersytetu Harvarda, nie powiodła się, co związane było zapewne z uzależnieniem od alkoholu chorego poddanego zabiegowi. Należy wspomnieć, że pierwsze pisemne zapisy na temat właściwości anestetycznych podtlenku azotu pochodzą z książki sir Humphry’a Davy pt.: *„Badania chemiczne i filozoficzne, obiekt naczelny – podtlenek azotu”* (rok 1800), który opisuje analgezję związaną z wdychaniem podtlenku. Nazwał go wtedy gazem rozwesalającym. Brak było jednak w tym przypadku konkretnych doświadczeń i dowodów, więc świat zapomniał o odkryciu Davy’ego. W naszym kraju do rozpowszechnienia podtlenku azotu w zabiegach chirurgicznych przyczynili się S. Kasprowicz z Poznania oraz Leon Scheller z Warszawy, a Wielkopoleńskie Stanisław Klikowicz użył podtlenku w położnictwie w roku 1880.

W roku 1831, niezależnie od siebie, Justus von Liebig z Niemiec, Samuel Guthrie z USA i Eugène Soubeiran z Francji odkryli chloroform. Jego właściwości anestetyczne opisał w roku 1847 Pierre Marie Jean Flourens, a szkocki ginekolog-położnik sir James Simpson z powodzeniem stosował go jako pierwszy w położnictwie (rok 1847). Kościół katolicki zarzucał mu sprzeniewierzenie się nakazom Boga:

Księga Rodzaju 3,16 – „I w bólu rodzić będziesz...” *na co Simpson znalazł odpowiedź korzystając ze słów tej samej Księgi, rozdział 2, wiersz 21 - „Wtedy to Jahwe sprawił, że mężczyzna pogrążył się w głębokim śnie, i gdy spał, wyjął jedno z jego żeber...”*. Najbardziej znanym znieczuleniem w położnictwie jest znieczulenie zastosowane przez pierwszego londyńskiego lekarza-anestezjologa, doktora Johna Snow’a, do porodu ósmego potomka Królowej Wiktorii – Księcia Leopolda - w 1853 roku. W Polsce w roku 1852 ukazała się publikacja profesora położnictwa Józefa Kwaśniewskiego, opisująca w języku polskim jego trzyletnią praktykę stosowania chloroformu do zabiegów położniczych.

Godnym następcą Snow’a, który przyczynił się do rozwoju anestezjologii był Joseph Thomas Clover, który w 1862 r. jako pierwszy zbudował i zastosował urządzenie do dokładnego pomiaru stężenia par chloroformu w powietrzu i produkcji mieszanki, która miała być wdychana przez pacjenta, a tym samym wprowadził monitorowanie znieczulanych chorych. Podobne urządzenia zbudował też do dystrybucji podtlenu azotu i eteru oraz zwrócił uwagę na potrzebę utrzymania drożności dróg oddechowych. Jako pierwszy opisał zabieg nacięcia krtani między chrząstką pierścieniową a tarczową i wprowadził wcześniej przez siebie skonstruowaną kaniulę w celu udrożnienia dróg oddechowych u pacjenta z guzem w obrębie jamy ustnej.

Pojęcie anestezji zostało wprowadzone w roku 1847 przez amerykańskiego profesora anatomii Oliviera Wendella Holmesa. Kolejnym etapem w rozwoju znieczulenia było wprowadzenie przez Thomasa Skinnera maseczki na twarz, którą skraplało się chloroformem (rozpowszechniona w Niemczech przez Johanna Friedricha Augusta von Esmarch). W dalszych latach rozwój medycyny, w tym także anestezjologii, przebiegał jeszcze szybciej. Wprowadzano do użytku coraz to nowsze inhalatory podtlenu azotu (1869 - Joseph Thomas Clover i Alfred Coleman), który zaczęto stosować w połączeniu z tlenem oraz jako wprowadzenie do anestezji eterowej (1872 - Clover). Clover zapoczątkowuje także monitoring śródoperacyjny, zwracając uwagę na konieczność obserwacji świadomości i oddechów chorego oraz tętna podczas operacji. Dalszy rozwój monitoringu to przede wszystkim uzyskanie zapisu EKG i rejestracja tonów serca przez Einthoven’a (1895, 1907).

W roku 1878 wykonano pierwszą intubację dotchawiczą, która pozostaje do dzisiaj najskuteczniejszą metodą zabezpieczenia dróg oddechowych. W kolej-

nych latach prowadzono liczne badania nad samą rurką, jak i nad wprowadzeniem innych metod udrożnienia dróg oddechowych (Guedel – rurka ustno-gardłowa, mankiet uszczelniający do rurki intubacyjnej w roku 1926) [3]. Rurkę tracheostomijną, wprowadził najpierw u psów, a następnie u ludzi John Snow (1858), udoskonalił natomiast - wprowadzając mankiet - Friedrich Trendelenburg. Rozwój technik intubacji dotchawiczej to niewątpliwie także praca Josepha O’Dwyer’a, Franza Kuhn’a oraz U-kształtny laryngoskop projektu Chevalier Jackson’a. W roku 1920, oficer i lekarz Armii Królewskiej Wielkiej Brytanii, Sir Ivan Magill wymyślił kleszczyki, o charakterystycznym kształcie (niezmienionym do dziś dnia), ułatwiające manipulacje rurką intubacyjną. Kolejne etapy to wynalezienie dwóch klasycznych modeli laryngoskopu: prostego - przez Roberta Miller’a (1941) oraz zakrzywionego - przez Roberta MacIntosh’a [4].

Anestetyki dożylnie pojawiły się stosunkowo późno. W roku 1932 wprowadzono do użytku heksobarbital a dwa lata później zastosowano po raz pierwszy thiopental. Wprowadzenie strzykawki, rozwój wentylacji mechanicznej („żelazne płuca” wynalezione przez Amerykanina Philipa Dinker’a w 1929 - do wentylacji chorych w czasie epidemii polio) a wreszcie odkrycie kurary w 1942 przez Harolda R. Griffitha i Enida Johnsona, to kolejne milowe kroki, które przyczyniły się do utworzenia z anestezjologii odrębnej specjalizacji [1].

Rozwój technik znieczulenia, wprowadzanie nowych leków, rosnące zapotrzebowanie i ciągłe doskonalenie kadr pozwalają na głębsze spojrzenie na skutki naszych działań. Żadna ingerencja w organizm ludzki nie pozostaje bez wpływu na jego homeostazę. Oprócz wpływu znieczulenia i stresu okołoperacyjnego na układ krążenia, oddechowy czy nerwowo-mięśniowy, znamienne jest też oddziaływanie na ośrodkowy układ nerwowy i ściśle związane z nim funkcje poznawcze. Skutki tego oddziaływania obserwowane są zarówno krótkotrwale, bezpośrednio po zakończeniu znieczulenia, jak i w odległych odstępach czasowych.

Badanie zaburzeń funkcji poznawczych do niedawna było domeną psychiatrów i psychologów. Jeżeli weźmiemy pod uwagę poczucie czasu jako jedną z funkcji poznawczych, dołączają się tu doświadczenia fizyków, filozofów, neurofizjologów a w obecnej dobie rozwoju medycyny - także i anestezjologów, którzy w swojej codziennej praktyce wpływają na procesy poznawcze.

Zainteresowanie mózgiem ma swoje początki już w dziejach starożytnych. Z jednej strony mózg był bardzo „atrakcyjny kulinarnie”, ze względu na substancje odżywcze, jakie zawiera, z drugiej jako źródło mocy „właściciela”. Mózg uznany został za siedlisko myśli już przez Platona i Hipokratesa.

Zapewne jednym z pierwszych, który pisał na temat upływu czasu był filozof żyjący w V wieku p.n.e., Heraklit z Efezu: „Nie można wejść dwa razy do tej samej rzeki”. O obecności tematu czasu i przemijania w starożytności świadczy też w mitologii greckiej postać Kronosa (Chronos gr. Χρόνος – „Czas”), woda tytanów przedstawianego w mitologii jako mężczyznę poruszającego „Koło Zodiaku”, który zabijał i pożerał wszystkie swoje dzieci zaraz po ich urodzeniu. Miało to uchronić go przed losem, jaki sam zgotował swojemu ojcu Uranowi. Opowieść ta miała oddać sedno pojęcia czasu jako „twórcy i niszcyciela swych własnych stworzeń” [3].

Ludzkość pragnęła jednak w jakiś sposób ujarzmić czas. Uzyskać nad nim władzę, moc kontrolować. W roku 1657 Christiaan Huygens zgłosił do opatentowania zegar z wahadłem, który według autora miał spóźniać się jedynie 10 sekund w ciągu doby. Choć na owe czasy był to wynalazek, który spowodował ogromny skok, zarówno w technice, jak i w poglądach, to wymagał on jednak dalszych udoskonaleń. Poddany warunkom atmosferycznym, tj. wahaniom temperatury, ze względu na materiały, z jakich został zbudowany, nie był już tak dokładny jak założył astronom. W roku 1759 londyńczyk John Harrison przedstawił swój chronometr H4, zbudowany ze srebra, mosiądzu oraz diamentów. Znacznie dokładniejszy, niepoddający się wpływowi temperatury czy ruchom podłoża, co umożliwiało zastosowanie go w trakcie podróży morskich [5].

Równocześnie z rozwojem techniki powstawały nowe koncepcje, nowe poglądy oraz idee. I tak w roku 1687 Izaak Newton wydając swoje dzieło „*Principia mathematica*”, stworzył koncepcję „zegara absolutnego”, opierając myślenie o całej naturze, w tym też o czasie, na liczbach. Rozróżnił też czas absolutny, „prawdziwy”, zależny od „zegara kosmicznego” od czasu przeżywanego, czyli „pozornego”, względnego, który odczuwamy na co dzień. Z wizją Newtona nie zgadzał się inny fizyk żyjący na przełomie XVII i XVIII wieku, Gottfried Wilhelm Leibniz, według którego czas i przestrzeń nie istnieją w sensie absolutnym, lecz są złudzeniami. Stworzył on przyczynową koncepcję

czasu, opierając się na tezie, że doskonały świat jest zbiorem rzeczy, które można scharakteryzować przez podanie miejsca i czasu, w jakim zachodzą. Najbardziej znaną jest jednak teoria względności stworzona przez Alberta Einsteina na początku XX wieku, obowiązująca do dziś dnia, a oparta na zasadzie względności oraz niezmienności prędkości światła [5].

Pierwsze doświadczenia związane z czasem dotyczyły naszego zegara wewnętrznego, który - jak się okazało - steruje każdą żywą istotą, nie wyłączając roślinności oraz organizmów tak prostych jak pierwotniaki. Na początku XVIII wieku Francuz Jean Jacques de Mairan obserwował zachowanie mimoz, które rozwijały swoje liście zawsze o tej samej porze, bez względu na to czy przebywały na słońcu czy też w ciemnym pomieszczeniu [5]. Swoje wielokrotnie powtarzane doświadczenie opublikował w roku 1729. Wewnętrzny mechanizm zegarowy potwierdzono także u tak prostych stworzeń, jak eugleny, które regularnie co 6 godzin unoszą się i opadają, zarówno w swoim naturalnym środowisku, jak i po przeniesieniu do słoika [5]. Zegar biologiczny, którego istnienie potwierdzono badaniami u wszystkich żywych stworzeń, steruje nami w ciągu doby, ale nie umożliwia nam odczytywania odmierzanego przez niego czasu. Od wielu lat naukowcy próbowali odnaleźć, gdzie znajduje się zmysł czasu w ciele ludzkim. Istnienia takiego zmysłu nie potwierdziły jednak żadne z przeprowadzonych doświadczeń czy badań. Pod koniec XIX wieku, wiedeńczyk Ernst Mach poszukiwał powiązań chronometru ze zmysłem słuchu, czego dowodem miało być poczucie rytmu podczas słuchania muzyki. Kilka lat później, w 1868 roku Karl von Vierordt sformułował i opublikował („*Der Zeitsinn; nach Versuchen*”) prawo, zgodnie z którym czas trwania krótkich odcinków czasu jest przeszacowywany, zaś długotrwałe interwały są postrzegane jako krótsze, niż są w rzeczywistości. Badania, które przeprowadził wraz ze swoim asystentem polegały na odtwarzaniu przez naukowca odcinków czasowych wybijanych gongiem przez asystenta, przy wykorzystaniu jedynie własnego poczucia czasu. Magiczną granicą, okazały się 3 sekundy.

Czasem zainteresował się także Wilhelm Wundt (1832-1920), który stworzył w swoim laboratorium w Lipsku „Taktir – Aparat”, urządzenie z możliwością ustawienia głośności i szybkości wytwarzanych dźwięków. Dzięki tej maszynie naukowiec wykazał jak łatwo można oszukać nasze poczucie czasu tj. jak umysł poddaje się złudzeniu, że całkiem równomierny

rytm słyszany coraz głośniejszemu zdaje się przyspieszać. Jest to efekt często wykorzystywany w muzyce.

David Harvey filozof i lekarz żyjący w XVIII wieku, zainteresowany neurologią, w swoim dziele wydanym w 1749 roku pt. „*Observations on Man*”, analizując uszkodzenia w mózgu oraz zaburzenia neurologiczne, twierdzi, że wszystkie dysfunkcje układu nerwowego związane są ze zmianami myślenia. Tłumaczył też, powiązanie funkcji fizjologicznych i psychicznych organizmu drganiem nerwów - jako sztywnych struktur oraz drganiem małych cząsteczek w mózgu.

Koniec XIX wieku to również początki powstania koncepcji psychologicznych pamięci i prace Hermana Ebbinghousa, a w szczególności jego dzieło *O pamięci* (1885) oraz badania Francisa Galtona [6]. Natomiast pierwszym, który zapoczątkował nowe podejście do procesów toczących się w umyśle, odsuwając tym samym filozofię jako punkt wyjścia, był Franciscus Cornelis Donders. Wprowadził on pomiar czasu reakcji i ocenę liczby popełnionych błędów.

W latach 40. XX wieku Karl Lashley, amerykański neuropsycholog współpracujący z Johnem Broadusem Wastonem, uznawany za współtwórcę behawioryzmu, prowadził badania nad miejscem odpowiedzialnym w naszym mózgowiu za pamięć. Wsunął on tezę uznawaną do dziś za słuszną, iż nie ma jednego ośrodka odpowiedzialnego za pamięć, a jednym z ważniejszych miejsc biorących udział w koordynowaniu pamięci jest hipokamp [7]. Uczeń Lashleya Donald Hebb, zajął się badaniami nad procesem uczenia się ściśle związanym z funkcjami poznawczymi. Hebb sugerował, że neurony kory mózgu mogą być modelowane przez nasze doświadczenie i środowisko, w którym przebywamy. Uczenie się, jest więc fizycznym procesem łączenia się oraz wzmacniania połączeń już istniejących między komórkami nerwowymi. Koncepcję zespołu neuronów i neuronowego podejścia do funkcji poznawczych opisał w najsłynniejszej ze swoich książek „*The Organization of Behavior*” (1949). Jednocześnie z Lashleyem, lecz niezależnie, swoje badania prowadził Kanadyjczyk Wilder Penfield, który usuwał ogniska padaczkowe u swoich pacjentów stosując trepanację czaszki. Zaobserwował on, iż drażnienie elektrodami kory mózgu wywoływało u chorych wspomnienia zapachu, melodii czy też zdarzeń z przeszłości. Badacz wywnioskował, że za wspomnienia te odpowiedzialne są jedynie pewne rejony mózgowia.

Rozwój psychologii poznawczej, zajmującej się

badaniem struktur i procesów poznawczych to głównie lata 60. i 70. XX wieku. Sama nazwa wprowadzona została w roku 1967, po wydaniu pierwszego podręcznika z tej dziedziny autorstwa Ulrica Neissera o tytule „*Psychologia poznawcza*”. 10 lat później zaczęto wydawać „*Cognitive science*”, pierwsze czasopismo poświęcone wszystkim naukom związanym z kognitywistyką.

Ciekawe doświadczenie przeprowadził geolog pochodzący z Francji Michel Siffre, który w roku 1962 spędził czas od 16 lipca do 14 września w jaskini w Alpach, pozostawiony samotnie, ze zgromadzonymi zapasami, latarką oraz notesem, w którym dokonywał codziennych zapisków. Jedyny kontakt ze światem zewnętrznym utrzymywał przez krótkofalówkę, meldując przyjacielom pomagającym go w tym doświadczeniu, co robi w danym momencie. Jego poczucie czasu wydłużyło dobę do 24,5 godziny, przy czym okres czuwania wynosił 16 godzin. Brak punktów odniesienia, takich jak wschód i zachód słońca, obecność innych osób, codzienne czynności związane z posiłkami i pracą zatarły odczuwanie czasu u badacza. Dlatego ogromne było jego zdziwienie, kiedy we wrześniu, wyciągnięty z jaskini przez przyjaciół usłyszał, że minęło o 20 dni więcej, niż wynikało z jego zapisków. Podobnemu doświadczeniu poddała się kobieta Veronique Bore-Le Gue, która przebywała pod ziemią 11 dni, oraz naukowcy z Instytutu Fizjologii Behawioralnej imieniem Maksa Plancka w bunkrze pod Monachium. Sam Siffre powtarzał swój eksperyment wielokrotnie, współpracując z NASA [5].

Rozwój techniki, a tym samym medycyny, znacznie przyspieszył badania nad czasem. Niemiecki lekarz Hans Berger, pionier w badaniach nad aktywnością elektryczną mózgu, nazywany „ojcem encefalografii” w 1924 dokonał pierwszego zapisu EEG, wprowadzając do dziś używaną nazwę. Metoda ta umożliwia wykrycie wielu patologii mózgowia. Posłużyła też jako baza do stworzenia wielu innych umożliwiających neuromonitoring. Wynalezienie tomografu komputerowego (1972, Godfrey N. Hounsfield, noblista w dziedzinie fizjologii i medycyny) a następnie tomografii pozytronowo-emisyjnej (1974, M. E. Phelps, E. J. Hoffman i M. M. Ter Pogossian) oraz rezonansu magnetycznego umożliwiło dokładniejsze wyjaśnienie, które rejony mózgu odpowiedzialne są za nasze poczucie czasu.

Duży wkład w uzyskanie odpowiedzi na niektóre pytania o wewnętrzny chronometr człowieka wnieśli pacjenci, u których doszło do uszkodzenia tych rejonów mózgu, które - jak się okazało - kryją nasze

poczucie czasu. Przełomem, który pozwolił połączyć mózg i umysł był przypadek robotnika kolejowego, który wydarzył się we wrześniu 1848. W trakcie prac budowlanych kolei Rutland i Burlington, 25-letni Phineas P. Gage uległ wypadkowi, w trakcie którego doszło do przebiccia metalowym prętem całego mózgowia, z uszkodzeniem płata czołowego oraz niewielkimi ubytkami w zakresie mowy, uczenia się oraz poruszania. W późniejszym czasie zaobserwowano zmianę charakteru i zachowania ofiary wypadku, co skłoniło ówczesny świat medyczny do przypisania siedziby duszy, mózgowiu [8]. Jednym z najbardziej znanych i najczęściej opisywanych przykładów XX wieku jest mężczyzna o inicjałach H.M., Amerykanin, zamieszkujący w domu seniora w Connecticut [9]. Chory, z powodu uporczywych napadów padaczki (padaczka występowała także u jego kuzynów ze strony ojca, doznał on także urazu głowy), które uniemożliwiały normalne funkcjonowanie, poddany został w 1953 roku radykalnej operacji usunięcia części obu płatów skroniowych, przy okazji której wycięto też fragment hipokampa. Po zabiegu chory utracił pamięć długotrwałą i żyje wyłącznie w teraźniejszości. W testach potrafi odtworzyć jedynie odcinki czasu nieprzekraczające 20 sekund, nie pamięta przeszłości, nie wie co to przyszłość, pozostając przy tym niezwykle pozytywnie nastawionym do życia człowiekiem.

W roku 1981 wypadkowi motocyklowemu uległ pewien 31-letni Kanadyjczyk o inicjałach K.C. Z powodu urazu doszło u niego do krwiaka podtwardówkowego, ewakuowanego w trybie pilnym a w późniejszym okresie do przewlekłego krwiaka obu okolic czołowych. W wyniku powikłań związanych z urazem utracił zupełnie poczucie czasu, pamięć o wydarzeniach z przed wypadku a także perspektywę przyszłości [10].

Inny chory to pacjent opisany w roku 1996 przez neurologa z Lubeki Ferdinanda Bienkofski'ego w „*Neurocase*”, u którego w wyniku guza płata czołowego doszło do przyspieszenia odczucia czasu. Chory odczuwał, że wszystko dookoła niego odbywa się kilkakrotnie szybciej [11]. Zarówno czynności i wypowiedane słowa, jak wykazały przeprowadzone na chorym testy, były dla niego pięciokrotnie przyspieszone.

W roku 1973 dwóch badaczy, Timothy Bliss i Terje Lomo, opisało długotrwałe wzmocnienie synaptyczne (*long-term potentiation*, LTP). Zjawisko to polega na przygotowaniu synaps nerwowych przez intensywne bodźce plastyczne, wywołujące zmiany na synapsach,

do odbierania słabych sygnałów w późniejszym czasie, które normalnie nie wywołałyby odpowiedzi. Jest ono uważane za jeden z podstawowych procesów biorących udział w tworzeniu pamięci i procesie uczenia się. Eric R. Kandel, profesor Uniwersytetu Columbia (laureat nagrody Nobla w 2000 roku), badając układ nerwowy ślimaka morskiego *Aplysia* (od roku 1966), doszedł do wniosku, iż to zmiana stężenia neuroprzekazników (cAMP, PKA) w synapsach odpowiedzialna jest za uczenie się nowych reakcji, poprzez osłabienie bądź wzmocnienie połączeń nerwowych [12]. Inne wytłumaczenie znalazł Gary Lynch (1971), który badając komórki mózgu szczura udowodnił, iż powstawanie śladów pamięci związane jest z tworzeniem nowych połączeń, pod wpływem substancji powodujących zmianę kształtu neuronu, a następnie tworzenie się dendrytów i nowych synaps.

Rozwój poczucia czasu u małych dzieci stał się tematem wielu badań naukowych, a pierwsze prace pojawiły się już na przełomie lat 60. i 70. XX wieku. Kolejny okres zainteresowania tematem rozwoju dziecka, ze szczególnym uwzględnieniem poczucia czasu i rozwoju tych funkcji poznawczych, to przełom XX i XXI wieku. Wykazano, iż dziecko mając zaledwie miesiąc może rozpoznawać różnice między dwoma dźwiękami, przyswaja sobie poczucie rytmu a zdolności te rozwijają się dość szybko. I tak w wieku 6 miesięcy, żyjąc co prawda tylko w teraźniejszości, rozpoznaje rytmy dość skomplikowane a w dziewiątym miesiącu życia zaczyna patrzeć w przyszłość, co przejawia się możliwością oczekiwania na reakcje opiekuna przez 6 sekund. Czas ten wydłuża się do 10 sekund w dziewiątym miesiącu naszego życia. Według Levina, stopniowe dojrzewanie układu nerwowego, a przede wszystkim rozwój płatów czołowych sprawia, że w wieku 18 miesięcy dziecko może już mieć pierwsze wspomnienia. Inni badacze twierdzą natomiast, że odczuwanie przeszłości przychodzi nam dopiero w wieku 30 miesięcy. Rozwój funkcji poznawczych nierozłącznie związany jest z rozwojem mowy, zdolności porozumiewania się i rozumienia otaczającego je świata [13-16].

Od połowy XX wieku do chwili obecnej powstało wiele prac opisujących wpływ różnych czynników na funkcje poznawcze m.in. amfetaminy, LSD, marihuany, haloperidolu, psylocybin, trójcyklicznych leków antydepresyjnych, alkoholu. Badano też pacjentów po urazach mózgowych, poddanych zabiegom w obrębie mózgu z powodu guzów, chorych po udarach, z zakażeniami mózgu i opon mózgowo-rdzeniowych

oraz cierpiących na chorobę Alzheimera, Parkinsona, depresję, schizofrenię, ADHD. Nie pominięto też wpływu wieku, płci, środowiska, czy hormonów oraz zaburzeń metabolicznych. Dzięki rozwojowi technik neuroobrazowania możliwe stało się dość dokładne określenie struktur, w których natura umiejscowiła naszą pamięć, uwagę, orientację, koordynację oraz proces myślenia. Wszystkie te badania pomagają nam lepiej poznać i zrozumieć samych siebie jako ludzi. Zgłębić najbardziej skomplikowany twór przyrody, jakim jest nasz mózg [17-24].

„Trzyfundtowa masa komórek nerwowych i ich wypustek, kierująca naszymi działaniami, jest najwspanialszym, a zarazem najbardziej tajemniczym,

produktem aktu stworzenia”. Tymi słowami prezydent USA George Bush senior, rozpoczął swoje przemówienie, w trakcie którego ostatnie dziesięciolecie XX wieku ogłosił „*Dekadą Mózgu*”.

Adres do korespondencji:

Anna Kluzik

Klinika Anestezjologii, Intensywnej Terapii
i Leczenia Bólu

Szpital Kliniczny im. H. Święcickiego, Uniwersytet
Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

Tel.: (+48 61) 8691357

E-mail: akluzik@wp.pl

Piśmiennictwo

- Schott H (red.). Kronika medycyny. Warszawa: Wydawnictwo Bertelsmann Media; 2002.
- Bładowski M. Stomatologia zachowawcza w znieczuleniu ogólnym. Tryb ambulatoryjny. Historia i odkrycie. Nowa Stomatologia 2001;1:31-3.
- Ajdukiewicz K. Zagadnienia i kierunki filozofii. Kęty: Wydawnictwo Antyk; 2004.
- Podwińska E, Joško J, Kuczewicz-Czech E, Misiołek H, Klimasara J, Szozda M. Pionierzy anestezjologii - Arthur Ernest Guedel (1883-1956). Anest IntenTer 2008;40:192-4.
- Klein S. Zeit. Der Stoff, aus dem das Leben ist. Frankfurt a.M.: S. Fischer; 2006.
- Maruszewski T. Okruchy pamięci. Academia 2008;2:4-7.
- Lashy KS. Brain mechanisms and intelligence: A quantitative study of injuries to the brain. Chicago: University of Chicago Press; 1929.
- Hazen RM, Singer M. Mózg człowieka: jaka jest fizyczna podstawa pamięci? Turlejska E (tłum.). W: Dlaczego czarne dziury nie są czarne? Warszawa: Wydawnictwo Prószyński i S-ka; 2001.
- Corkin S. What's new with the amnesic patient H.M.? Nat Rev Neurosci 2002;3:153-60.
- Rosenbaum SR, Kohler S, Schacter DL, Moscovitch M, Westmacott R, Black SE, et al. The case of K.C.: contributions of a memory-impaired person to memory theory. Neuropsychologia 2005;43:989-1021.
- Bienkofski F, Block R. Accelerated time experience after left frontal cortex lesion. Neurocase 1996;2:486-93.
- <http://www.hhmi.org/research/investigators/kandel.html>
- Piaget J. The child's conception of time. Pomerans AJ (trans.). London: Routledge & Kegan Paul; 1969.
- Gogtay N, Sporn A, Clasen L, Nugent T III, Greenstein D, Nicolson R, et al. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. Proc Natl Acad Sci USA 2004;101:8174-9.
- Eliot L. Was geht da drinnen vor? Die Gehirnentwicklung in den ersten fünf Lebensjahren. Berlin 2001.
- Whitrow GJ. Czas w dziejach. Wyd. I. Warszawa: Prószyński i S-ka; 2004.
- Malapani CH, Rakitin B, Levy R, Meck WH, Deweer B, Dubois B, et al. Coupled temporal memories in Parkinson's disease: a dopamine-related dysfunction. J Cogn Neurosci 1998;10:316-31.
- Baudouin A, Vanneste S, Isingrini M, Pouthas V. Differential involvement of internal clock and working memory in the production and reproduction of duration: A study on older adults. Acta Psychologica 2006;121:285-96.
- Pouthas V, Perbal S. Time perception depends on accurate clock mechanisms as well as unimpaired attention and memory processes. Acta Neurobiol Exp 2004;64:367-85.
- Haier RJ, Jung RE, Yeo RA, Head K, Alkire MT. The neuroanatomy of general intelligence: sex matters. NeuroImage 2005;25:320-7.
- Lewis PA, Miall RC. Remembering the time: a continuous clock. Trends in Cognitive Sciences 2006;10:401-6.
- Gibbon J, Church RM. Representation of time. Cognition 1990;37:23-54.
- Richter P, Benzenhofer U. Time estimation and chronopathology in endogenous depression. Acta Psychiatr Scand 1985;72:246-53.
- Buhusi CV, Meck WH. Differential effects of methamphetamine and haloperidol on the control of an internal clock. Behav Neurosci 2002;116:291-7.