

że w Polsce w 2014 roku około 5 tys. osób zmarło na skutek zanieczyszczeń powietrza. Dlatego wykorzystanie informacji dostarczanych przez biomonitring do oceny ryzyka istniejącego dla ludzkiego zdrowia

jest niezwykle ważne. Pozwoli to zidentyfikować najważniejsze zagrożenia oraz podejmować decyzje o zapobieganiu im i o rewaloryzacji środowiska.

Autorzy współtworzyli Zespół Monitoringu Środowiska w Instytucie Nauk o Środowisku UJ w Krakowie, któremu przewodniczyła prof. dr hab. Katarzyna Sawicka-Kapusta. Obecnie dr Łukasz Binkowski jest pracownikiem naukowym Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, Paweł Dudzik jest pracownikiem naukowo-technicznym UJ, Agnieszka Huget wciąż pasjonuje się biologią, prof. Sawicka-Kapusta jest profesorem emerytowanym UJ. E-mail: lbinkowski@gmail.com

W PŁYW CYFROWYCH MEDIÓW NA MÓZG

Urszula Janicka (Kraków)

Zagadnienie cyfrowych tubylców

W 2001 roku na łamach University Press ukazał się artykuł, szeroko cytowany w wielu późniejszych publikacjach: „Digital Natives, Digital Immigrants” Marca Prenskiego. Autor artykułu ze zdziwieniem przyjął fakt, że w szeroko zakrojonej debacie na temat systemu edukacyjnego w Stanach Zjednoczonych nie bierze się pod uwagę faktu, że uczniowie nie są już tymi, dla których system został przewidziany. Stało się to, zdaniem autora, za sprawą rozwoju nowych technologii i wielogodzinnego kontaktu z nimi. Te doświadczenia sprawiły, że uczniowie urodzeni po 1980 roku myślą i przetwarzają informację inaczej, niż ich poprzednicy. Dla określenia tej nowo powstałej grupy osób Prensky przyjął nazwę „cyfrowi tubylcy” (ang. *Digital natives*), dla których, w odróżnieniu od cyfrowych imigrantów (ang. *Digital immigrants*), kontakt z technologiami jest codziennością, w której wyrosli. Autor stawia tezę, że mózgi cyfrowych tubylców są prawdopodobnie odmiennie ukształtowane niż mózgi cyfrowych imigrantów. W kolejnym artykule Prensky na potwierdzenie swojej tezy przytacza między innymi badania dotyczące neuroplastyczności mózgu, dowodzące, że jego struktura może zmieniać się pod wpływem doświadczeń.

Prensky nie jest jedynym autorem, który zwrócił uwagę na zagadnienie związku nowych technologii z myśleniem i zachowaniem człowieka. Podobne tezy wysunął już parę lat wcześniej Don Tapscott, tworząc określenie „net-generacji”. Mimo pewnych różnic w opisie, proponowane przez nich pojęcia stosowane są właściwie wymiennie. Wspomniane artykuły Prenskiego czy Tapscotta wzbudziły duże zainteresowanie w świecie naukowców i pociągnęły kolejne publikacje. Wśród nich nie brak jednak głosów krytyki. Zwrócono uwagę, że tezy dotyczące cyfrowych tubylców zawierają liczne generalizacje i nie

mają poparcia w badaniach empirycznych. Podobne uwagi przedstawił w 2008 roku Bennett z zespołem, zarzucając wspomnianym publikacjom o nowej generacji oparcie na powszechnych przekonaniach czy anegdotach, a nie naukowych dowodach.

Brytyjskie badaczki E. J. Helsper i R. Eyon podjęły próbę empirycznego zweryfikowania założenia, że cyfrowi tubylcy to osoby urodzone w konkretnym czasie (po roku 1980). Grupa cyfrowych tubylców została zdefiniowana, na potrzeby badania, jako osoby wywodzące się ze środowiska bogatego w multimedia, traktujące Internet jako pierwsze źródło poszukiwania informacji i wykorzystujące go do wielu różnych aktywności oraz praktykujący wielozadaniowość. Wyniki przeprowadzonych analiz sugerują, że przynależność do określonej generacji nie jest czynnikiem wystarczającym do określenia, czy ktoś należy do „cyfrowych tubylców” czy też nie. Inne czynniki odrywające rolę to między innymi: płeć, stopień wykształcenia, doświadczenie czy rozległość użytkowania multimediów. Stwierdzono natomiast na podstawie przytoczonych badań, że zaangażowanie młodych ludzi w internetową aktywność jest bardzo zróżnicowane. Przytoczone badania nie dotyczą jednak kwestii najistotniejszej: czy określanie młodych ludzi mianem „cyfrowych tubylców” rzeczywiście jest zasadne z naukowego punktu widzenia?

Niniejszy artykuł podejmuje próbę przeglądu wybranych badań próbujących zweryfikować tezy o wpływie cyfrowych mediów na mózg i zachowanie człowieka.

Wpływ cyfrowych mediów na zapamiętywanie i przetwarzanie informacji

W 2011 roku Betsy Sparrow z Uniwersytetu Columbia w Stanach Zjednoczonych wraz z zespołem przeprowadziła serię eksperymentów na temat wpływu

permanentnego dostępu do informacji, jaki umożliwił Internet, na procesy kognitywne. Artykuł został opublikowany w prestiżowym czasopiśmie „Science”. W pierwszym z eksperymentów badani odpowiadali na serie pytań z wiedzy ogólnej, o zróżnicowanym stopniu trudności, a następnie uczestniczyli w zmodyfikowanej wersji testu interferencji Stroopa. Na ekranie wyświetlano słowa w kolorze niebieskim lub czerwonym. Część z wyświetlanych słów była powiązana z Internetem i komputerem. Zadaniem badanych było jak najszybsze zidentyfikowanie koloru wyświetlanego słowa. Wyniki wykazały istotny efekt interferencji, zarówno w przypadku łatwych, jak i trudnych pytań; badani dłużej identyfikowali kolor słowa, jeżeli dotyczyło ono Internetu bądź komputera. Efekt ten był silniejszy przy udzielaniu odpowiedzi na trudniejsze pytania (średnia wyniosła 712 milisekund dla słów związanych z Internetem i komputerem, a 591 dla pozostałych słów). Świadczy to, iż u badanych w czasie odpowiadania na pytania aktywowała się myśl o Internecie i komputerze. Autorzy interpretują tę aktywację jako chęć wyszukania potrzebnej informacji w internetowej przeglądarce.

Kolejny eksperyment dotyczył kwestii zapamiętywania informacji. Uczestnicy badania zostali poproszeni o wpisanie do komputera prezentowanych im zdań. Po zakończeniu zadania odtwarzali z pamięci przepisywane stwierdzenia. Badani, których poinformowano, że wprowadzone dane zostaną skasowane, zapamiętywali ich znacznie więcej w porównaniu z osobami przekonanymi, że wprowadzone informacje zostaną w pamięci komputera. Nie miało przy tym znaczenia czy badani zostali wcześniej poproszeni o zapamiętanie tych zdań, czy też nie. Wyniki tego eksperymentu tłumaczyć można zjawiskiem lepszego zapamiętywania niedokończonych spraw. Zapisanie informacji w pamięci komputera może sprawić, że użytkownik uzna działanie za zakończone, co niekorzystnie wpłynie na proces zapamiętania tych danych.

Dwa następne eksperymenty polegały również na wpisywaniu zdań do komputera, przy czym dodatkową zmienną była informacja o folderze, w którym dane informacje zostały zapisane. Eksperyment 3 potwierdził, że najlepsze wyniki w zapamiętaniu zdań osiągają osoby przekonane, iż informacje nie zostaną zapisane. Ostatni z eksperymentów ujawnił, że badani częściej zapamiętują miejsce zapisania danego stwierdzenia w pamięci komputera, niż jego treść. Na podstawie wyników tego eksperymentu autorzy sformułowali wniosek, że gdy ludzie oczekują, że informacje są stale dostępne, tak jak w Internecie, skupiają się w większym stopniu na zapamiętaniu jak to odnaleźć, niż na samej treści. Komputer i internetowe

wyszukiwarki mogą stać się więc dla użytkowników czymś w rodzaju systemu zewnętrznej pamięci, z której mogą skorzystać w miarę potrzeby:

Podsumowując wyniki wszystkich eksperymentów Sparrow i jej zespół zauważają, że procesy pamięciowe podlegają adaptacji do nowych warunków związanych z pojawieniem się nowych technologii. Podobny wniosek sformułowali badacze zajmujący się kwestią korzystania ze smartfonów. Przeprowadzili oni serię eksperymentów z użyciem różnorodnych zadań poznawczych, na przykład sylogizmów. Ujawniły one, że osoby myślące bardziej intuicyjnie niż analitycznie przy rozwiązywaniu zadań w większym stopniu polegały na swoich urządzeniach. Zgodnie z wyjaśnieniami autorów demonstrowane to tendencje do przerzucania procesów myślenia na dostępną technologię.

Badania nad procesami przetwarzania informacji u osób zaangażowanych w media cyfrowe prowadzi się również z wykorzystaniem nowoczesnych technik neuroobrazowania. Jedną z nich jest funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI). W 2009 roku w Semel Institute w Los Angeles Gary W. Small i współpracownicy przy pomocy tego urządzenia porównywali pracę mózgu osób z minimalnym lub żadnym doświadczeniem w korzystaniu z wyszukiwarki Google z osobami bardzo zaangażowanymi w taką aktywność. Badanym zakładano specjalne okulary, dzięki którym mogli czytać tekst książki lub śledzić wyświetlane strony internetowe, a fMRI rejestrował aktywność ich mózgow. Rezultaty eksperymentu wykazały różnice w aktywności mózgu w porównywanych grupach podczas śledzenia stron internetowych, ale nie podczas czytania tekstu książki. W trakcie obserwacji procesu wyszukiwania informacji w Internecie u osób doświadczonych w tym zakresie aktywowały się dodatkowe obszary mózgu: grzbietowo-boczna część kory przedczołowej, przedniej skroniowej, kory obręczy i formacji hipokampa, natomiast u osób z mniejszym doświadczeniem zaobserwowano minimalną aktywność tego obszaru lub całkowity jej brak. Obszar ten jest odpowiedzialny za podejmowanie decyzji i złożone procesy myślowe.

W kolejnej części eksperymentu grupę osób mniej doświadczonych poddano kilkudniowemu treningowi aktywności w Internecie. W rezultacie po ponownym badaniu u osób poddanych treningowi zaobserwowano aktywność tego samego obszaru, co w grupie osób doświadczonych. Komentując wyniki tego eksperymentu jego autorzy stwierdzają, że nowoczesna technologia cyfrowa zmienia nie tylko sposób życia i komunikacji, ale również prowadzi do zmian adaptacyjnych w mózgu.

Wielozadaniowość

Z tematyką korzystania z cyfrowych mediów w dużym stopniu wiąże się zjawisko wielozadaniowości (ang. *multitasking*), czyli wykonywania kilku czynności jednocześnie. W wielu obecnie prowadzonych badaniach pojęcie wielozadaniowości zostaje sprowadzone do równoczesnego korzystania z wielu cyfrowych urządzeń. Zjawisko to zostało określone jako wielozadaniowość medialna (ang. *media multitasking*). W wydanej w 2010 roku i przetłumaczonej na język polski książce „Cyfrowa dorosłość. Jak pokolenie sieci zmienia nasz świat” kanadyjski autor Don Tapscott twierdzi, że medialna wielozadaniowość jest typową cechą „pokolenia sieci”, które jest w stanie operować w tym samym czasie wieloma strumieniami informacji. Sami zainteresowani, a więc osoby, które preferują taki styl odbioru informacji, twierdzą, że jest on efektywny. Wśród specjalistów nie brak jednak krytycznych głosów. Clifford Nass, profesor Uniwersytetu Stanforda, stoi na stanowisku, że mózg nie jest w stanie kontrolować wykonywania dwóch lub więcej czynności w tym samym czasie. Wyjątkiem są tu czynności automatyczne, na przykład jedzenie czy chodzenie. Możliwe jest również słuchanie muzyki przy wykonywaniu innych zadań, gdyż mózg posiada odrębny ośrodek do odbioru informacji dźwiękowych. Obecnie prowadzone są więc badania empiryczne, mające przynieść odpowiedź na pytanie o skuteczność takiego stylu odbioru informacji.

W jednym z badań wykonanych przez E. Ophir wraz z zespołem testowano wpływ wielozadaniowości medialnej na zdolność kontroli poznawczej. W tym celu wyodrębniono dwie grupy badanych określonych przez autorów jako „twardych” oraz „miękkich” wielozadaniowców medialnych (ang. *heavy and light media multitaskers*). Pierwsza grupa charakteryzowała się częstym korzystaniem z wielu cyfrowych mediów równocześnie, natomiast w drugiej znalazły się osoby preferujące wykonywanie jednej czynności w danym czasie. Obie grupy zostały poddane właściwemu testowi, w którym zastosowano również nieistotne dla zadania bodźce rozpraszające. Eksperyment ujawnił, że wraz ze wzrostem liczby bodźców rozpraszających poziom wykonania zadania spadał znacząco w grupie „twardych wielozadaniowców”, natomiast w drugiej grupie utrzymał się na względnie stałym poziomie. Autorzy badań tłumaczą te wyniki możliwym upośledzeniem zdolności odfiltrowania nieistotnych informacji u osób korzystających z wielu mediów w tym samym czasie.

Inne badania, z 2014 roku, dotyczyły wpływu wielozadaniowości medialnej na funkcje wykonawcze (pamięć, przełączanie uwagi i hamowanie) u młodzieży we wczesnym okresie dorastania. Osoby, które deklarowały korzystanie z kilku cyfrowych urządzeń jednocześnie, deklarowały więcej problemów z wymienionymi komponentami funkcji wykonawczych w codziennym życiu w porównaniu z osobami niepreferującymi wielozadaniowości medialnej. Natomiast w standaryzowanych testach wykonawczych osoby określone jako „wielozadaniowcy” w większym stopniu potrafili ignorować nieistotne bodźce zakłócające. Wyniki tego badania stoją więc w sprzeczności z prezentowanymi powyżej wynikami Ophir i zespołu, którzy wykazali gorszą sprawność „wielozadaniowców medialnych” w analogicznej umiejętności. Opisana sprzeczność obrazuje potrzebę większej ilości kontrolowanych badań w tym zakresie.

Badania osób uzależnionych

Dowodów na istnienie zmian w funkcjonowaniu mózgu spowodowanych kontaktem z cyfrowymi mediami mogą dostarczyć wyniki badań osób, które są od takich kontaktów uzależnione. Uzależnienie od gier internetowych (ang. *Internet Gaming Disorder – IGD*) znalazło się w najnowszej klasyfikacji zaburzeń psychicznych Amerykańskiego Towarzystwa Psychologicznego. Charakteryzuje się między innymi występowaniem tolerancji, kontynuowaniem aktywności pomimo negatywnych konsekwencji czy niepowodzeniami w zaprzestaniu. Są to więc zmodyfikowane kryteria diagnozy dla uzależnień od substancji. W jednym z badań na temat tego zaburzenia porównano wyniki MRI 17 nastolatków, u których stwierdzono IGD, z 16-osobową grupą kontrolną. Stwierdzono istotne zakłócenia w połączeniach funkcjonalnych w mózgu osób uzależnionych, szczególnie pomiędzy płatami czołowym, ciemniowym i potylicznym. Autorzy badania stawiają tezę, że to właśnie uzależnienie od gier internetowych jest przyczyną obserwowanych zmian.

Kolejne badanie z wykorzystaniem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego dotyczyło osób dorosłych nadmiernie zaangażowanych w internetową aktywność. W eksperymencie uczestniczyły 62 osoby, które wypełniały kwestionariusz Uzależnienia od Internetu (ang. *Internet Addiction Test – IAT*). Badanie wykazało negatywną korelację pomiędzy wynikami testu, a objętością istoty szarej w prawym płacie czołowym. Przyniesione wyniki mogą więc wskazywać na to, że zbyt intensywne korzystanie z gier internetowych negatywnie wpływa na strukturę i funkcje mózgu.

Podsumowanie i kierunki badań

Podsumowując zebrane informacje należy stwierdzić, że dysponujemy wciąż zbyt małą ilością badań na temat wpływu nowych technologii na mózg. Obecnie posiadania wiedza dotyczy tylko wybranych obszarów lub niektórych funkcji układu nerwowego. Coraz większe zainteresowanie badaczy tematyką cyfrowych mediów i upowszechnienie badań z wykorzystaniem technik neuroobrazowania z dużą dozą pewności przyczyni się do zwiększenia zakresu posiadanych informacji. Nie ulega jednak wątpliwości, że zagadnienie wpływu cyfrowych mediów na mózg człowieka jest kwestią złożoną. Doniesienia publikowane do tej pory wskazują, że nowe technologie istotnie mogą przyczynić się do pewnych zmian, szczególnie z zakresie funkcji poznawczych. Otwartym pozostaje pytanie o ich kierunek. Niemiecki psychiatra i neurobiolog Manfred Spitzer w swojej książce

z 2013 roku o wymownym tytule „Cyfrowa demencja” jednoznacznie stawia tezę, że kontakt z cyfrowymi mediami, szczególnie w wieku rozwojowym, niesie za sobą negatywne skutki, między innymi dla procesów pamięci, przetwarzania informacji, kontaktów społecznych czy samokontroli. Nie brak jednocześnie doniesień wskazujących na pozytywne rezultaty takich kontaktów. Niektóre publikacje wskazują, że granie w gry komputerowe przyczynia się do poprawy wybranych poznawczych umiejętności, szczególnie procesów uwagi. Przytaczane tu badania dotyczące wielozadaniowości również wykazują sprzeczne rezultaty. Mimo trudności w prowadzeniu takich badań i możliwych sprzecznych wyników takie analizy powinny być w dalszym ciągu prowadzone. Cyfrowe media stały się w obecnych czasach elementem naszej codzienności, dlatego niezbędna jest rzetelna wiedza dotycząca wpływu tych urządzeń na myślenie i funkcjonowanie człowieka.

Mgr Urszula Janicka, absolwentka Psychologii Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: urszulajanicka@onet.pl

DROSOPHILA MELANOGASTER JAKO MODEL BADAŃ MECHANIZMÓW SNU

Paulina Oklejewicz (Kraków)

Sen to jedna z największych i najbardziej fascynujących zagadek nauki. Mimo ciągle rosnącego zainteresowania naukowców tym tematem, funkcja snu na poziomie molekularnym jest nadal nieznana. Poznanie genetycznego podłoża i mechanizmów biorących udział w regulacji snu może umożliwić w niedalekiej przyszłości skuteczne leczenie jego zaburzeń. Uważa się, że takie same mechanizmy leżą u podłoża snu wszystkich gatunków, dlatego też obiektem badań oprócz ssaków stały się takie organizmy modelowe, jak danio pręgowany czy muszka owocowa *Drosophila melanogaster*. Muszka owocowa jest znakomitym organizmem do takich badań, przede wszystkim dlatego, że jej spoczynek jest w dużej mierze podobny do snu ssaków. W związku z tym określenia „spoczynek” i „sen” używane będą zamiennie. Sen u muszki owocowej cechują długie okresy bezruchu, zmiany w aktywności elektrycznej mózgu w czasie snu w porównaniu ze stanem czuwania oraz zwiększony próg pobudzenia, a po deprywacji snu następuje homeostatyczne wyrównanie jego poziomu. W regulację snu i aktywności zaangażowane są neurony zegara okołodobowego, głównie dwie grupy

neuronów brzuszno-bocznych (s-LN_v i l-LN_v). Sen ulega fragmentacji wraz z wiekiem, a także podlega modulacji lekami. Podczas snu zachodzą również zmiany w ekspresji genów w mózgu, podobne do tych obserwowanych u ssaków.

Sen u *Drosophila melanogaster*

Sen definiuje się u *D. melanogaster* w oparciu o pomiary aktywności lokomotorycznej jako każdy okres bezruchu trwający powyżej 5 min. Muszka owocowa zapada w sen kilka razy w ciągu doby, z najdłuższym odcinkiem czasowym, który w ponad 80% składa się z epizodów snu, przypadającym na środek nocy (Ryc. 1). Oprócz całkowitego bezruchu, jedynie z oddechowymi ruchami brzuszными, sporadycznie występują także nieznaczne ruchy narządu gębowego – wysuwanie i wciąganie proboscis, drgania odwłoka lub rzadziej ruchy kończyn. Spoczynek u *D. melanogaster* charakteryzuje się również zwiększonym progiem pobudzenia, czyli bodźcem czuciowym potrzebnym, aby wywołać behawioralną odpowiedź oraz względną obojętnością na słabe bodźce. W początkowym