

Mapa układu nerwowego w mózgu a bóle fantomowe

Mariusz Hubert Kupniewski¹, Maria Królikowska²

¹ Szkoła Podstawowa w Stupnie

² Bursa, Płocka

Kupniewski MH, Królikowska M. Mapa układu nerwowego w mózgu a bóle fantomowe. Med Og Nauk Zdr. 2017; 23(3): 176–178. doi: [10.26444/monz/75839](https://doi.org/10.26444/monz/75839)

Streszczenie

Każda współczesna maszyna wyposażona jest w szereg czujników. Mają one precyzyjnie określone miejsca, w którym są instalowane. Celem pracy jest rozpoczęcie dyskusji na temat tego, czy podobny mechanizm istnieje w mózgu i dotyczy nocyreceptorów.

Zjawisko bólów fantomowych jest wciąż nie w pełni rozwiązana zagadką medycyny. Poznana jest ich przyczyna, schemat ich działania, ale wciąż nie jest to zjawisko w pełni zrozumiane. Wiadomo, że bóle fantomowe pobudzają te same obszary mózgu, które odpowiedzialne są za percepcję fizycznego bólu. Nie wyjaśniono do tej pory natury tego zjawiska. Na chwilę obecną ludzki mózg został zbyt słabo poznany, by stwierdzić, czy bóle fantomowe są fizyczną odpowiedzią na bodziec, czy też ich przyczyna leży w psychice. Badania dowodzą, że odczuwanie bólów fantomowych spada wraz z czasem, który upłynął od amputacji, co może sugerować reorganizację struktur mózgu. Do niedawna uważano, że komórki nerwowe nie mogą się regenerować. Obecny stan wiedzy stwierdza, że jednak jest to możliwe. Prowadzone badania stwierdzają, że DNA może być nośnikiem nieograniczonej liczby danych. Połączenie tych dwóch faktów skłania do zastanowienia się, czy nie istnieje w mózgu bardzo dokładna mapa układu nerwowego z dokładnym adresem każdej komórki nerwowej, w szczególności zakończeń nerwowych, odpowiedzialnych za odczuwanie bólu, co byłoby zjawiskiem analogicznym do czujników w przypadku maszyn. W takim kontekście w przypadku odjęcia kończyny mechanizm produkcji komórek wciąż kierowałby nowopowstałe komórki nerwowe w miejsce w odjętej kończynie, lecz z uwagi na fizyczny brak miejsca docelowego, byłyby one losowo lokowane w inne części ciała. W takim przypadku bóle fantomowe byłyby odzwierciedleniem rzeczywistych sygnałów, czego potwierdzeniem byłoby pobudzenie obszarów mózgu odpowiedzialnych za percepcję bólu. Sygnał interpretowany zostałby jako właściwy dla nieobecnej kończyny, lecz mający zupełnie inne miejsce pobudzenia.

Słowa kluczowe

ból fantomowy, mapa układu nerwowego, adres komórki, nocyreceptory

WSTĘP I CEL PRACY

Każda współczesna maszyna wyposażona jest w szereg czujników. Mają one precyzyjnie określone miejsca, w którym są wykorzystywane. Ich lokalizacja jest opisana w dokumentacji projektowej. Czujniki te są odpowiednikami receptorów w organizmach żywych. Celem pracy jest przedstawienie rozważań na temat tego, czy podobny mechanizm precyzyjnej lokacji istnieje w mózgu i dotyczy nocyreceptorów jako ważnych elementów związanych z przetrwaniem osobnika.

Amputacje to bardzo złożony proces medyczny i psychiczny. Zmienia on nie tylko fizyczne funkcjonowanie osoby, lecz powoduje również skutki psychologiczne. Jednym z nich mogą być bóle fantomowe, które są wciąż zagadką dla medycyny. Mogą one być błędem interpretacyjnym faktycznego pobudzenia receptora. Badania wskazują, że ból fantomowy aktywuje te same obszary w mózgu, które odpowiedzialne są za percepcję bólu [1]. Może to powodować odczuwanie fizycznego bólu. Rozważając amputacje w tym kontekście, można założyć, że w mózgu istnieje nie tylko mapa części ciała [2], ale być może wręcz nieodkryty dotychczas mechanizm, polegający na wytworzeniu szczegółowej mapy układu nerwowego. Amputacja sprawia, że mózg nieświadomie pracuje na nieaktualnej mapie, a aktualizacja z jakichś powodów nie jest natychmiastowa.

MAPA UKŁADU NERWOWEGO W MÓZGU A BÓLE FANTOMOWE

Ewolucja wytwarza projekty o niebywałej złożoności [3]. Taką złożoność wykazuje ludzki mózg, którego możliwości są niedoścignione. W 2013 roku zasymulowanie 1 sekundy pracy 1% mózgu zajęło superkomputerowi złożonemu z 82 944 procesorów 40 minut [4]. Naukowcy twierdzą wręcz, że sam mózg nigdy nie zostanie odwzorowany [5], gdyż żaden ze znanych modeli nie bierze pod uwagę niezwyklej cechy mózgu – plastyczności organizacyjnej. Mózg jest gotowy do czegoś, co nie ma odpowiednika w świecie techniki i najprawdopodobniej czego nigdy nie uda się właściwie zamodelować, a więc i odtworzyć – by w razie potrzeby i w pewnych okolicznościach zdrowy obszar mózgu postarał się przejąć i odzyskać funkcje utracone. Jest to tylko jeden z wielu przykładów niezwyklej właściwości mózgu, którego nie poznano jeszcze w pełni. Włodzisław Duch stwierdza wręcz, że próba zrozumienia działania umysłu to najbardziej interdyscyplinarne, fascynujące i trudne przedsięwzięcie, a wręcz wyzwanie, przed jakim stoi nauka [6].

W badaniach udowodniono, że komórki nerwowe są w stanie odtworzyć pamięć, nawet gdy komórki za nią odpowiedzialne zostaną fizycznie zniszczone [7]. Naukowcy są zdania, że nośnikiem danych o praktycznie nieskończonej pojemności może być DNA [8]. Pamięć komórkowa w połączeniu z pamięcią zakodowaną w DNA tłumaczyłaby przypadki zmiany osobowości po przeszczepach serca [9].

Adres do korespondencji: Mariusz Hubert Kupniewski, Szkoła Podstawowa w Stupnie
E-mail: hubertkupniewski@gmail.com

Nadesłano: 10.05.2017; zaakceptowano do publikacji: 12.07.2017

Ludzki układ nerwowy jest bardzo skomplikowany. Jego funkcją jest m.in. przekazywanie informacji o stanie ciała do sterowniczej jednostki centralnej – mózgu. Jednym z elementów gromadzenia informacji jest mechanizm odczuwania bólu. Nocyceptory występujące w postaci wolnych zakończeń nerwowych pobudzane są przez bodźce zewnętrzne. Impulsy przekazywane są za pośrednictwem włókien nerwowych do rdzenia kręgowego, którym wędrują do górnej części płata ciemieniowego. Opisanym jest wiele rodzajów bólu [10], a wśród nich bardzo intrygujące tzw. bóle fantomowe. Jest to stan, w którym istnieje iluzja doświadczania bólu w nieobecnej części ciała [10]. Wnioskować można z tego, że amputacje są nie tylko problemem fizycznym, ale również zakorzenione są w psychice. Według badań bólu fantomowego doświadczają od 60 do 80% osób po amputacji [11]. Badacze zjawiska twierdzą, że występowanie tego rodzaju bólu jest niezależne od płci, strony czy przyczyny amputacji. Patomechanizm bólu fantomowego nie jest do końca poznany. Ciekawe jest to, że ból fantomowy częściej występuje u dorosłych niż u dzieci [6]. Obserwacja ta pozwala na pewne wnioski. Można założyć, że w umyśle dorosłego istnieje obraz samego siebie, swojego ciała oraz jego funkcjonowania. Ciało dziecka podlega ciągłym zmianom, a więc z perspektywy mózgu jest niestabilne. Połączenie faktu, że DNA może pomieścić praktycznie nieograniczoną ilość informacji z tym, że mózg nie został jeszcze poznany, pozwala wysnuć tezę o istnieniu możliwości przechowywania adresu każdej komórki układu nerwowego w mózgu.

Często ludzie, produkując maszyny, wzorują się na mechanizmach organizmów żywych. W tym przypadku można pokusić się o odwrócenie myślenia – próbując zrozumieć złożoność organizmu żywego, można rozważać go jako maszynę z ogromną liczbą czujników w postaci zakończeń nerwowych. Zakładając, że słuszną jest teza o zapisaniu w mózgu położenia i funkcji każdej z komórek układu nerwowego, należy zastanowić się, jak ma się ona do bólów fantomowych. Stosunkowo długo nie było do końca jasne, czy komórki nerwowe mogą się regenerować. Obecnie można stwierdzić, że w organizmie tworzone są nowe komórki nerwowe [12]. Wiadomo też, że części ciała mają swoją reprezentację korową [13]. Idąc dalej – czy tylko części ciała? Być może każdy nocycceptor jako element układu zbierania danych o stanie organizmu ma swoją reprezentację, a bóle fantomowe są pomyłką interpretacyjną. Zakładając, że receptor bólu wysyłany jest z dokładnością do jednej komórki, w przypadku amputacji niemożliwe jest dotarcie do celu. Można to porównać do podróży taksówką do danego miejsca z nieaktualną mapą, ale z idealnie dobranym zapasem paliwa. W przypadku braku drogi może zacząć się kluczenie losowo wybraną trasą. Sam „pasażer” będzie przekonany o dotarciu do zaplanowanego miejsca, gdzie zaczyna funkcjonować. Przekazywane impulsy byłyby błędnie interpretowane. Za słusnością tezy o omyłkowym przypisaniu adresu przemawia fakt, że u dorosłych częściej występują bóle fantomowe niż we wciąż kształtującym się organizmie dziecka, gdzie rozwój jest tak intensywny, że mózg nie byłby w stanie precyzyjnie „zinentaryzować” wszystkich nowo powstałych komórek. Dodatkowo na korzyść tezy przemawia fakt, że bóle fantomowe występują w 92,3% przypadków w pierwszym tygodniu po amputacji oraz wciąż utrzymują się u 78,8% chorych 6 miesięcy po amputacji [13].

Dotychczas nie poznano jeszcze tego mechanizmu. Sam fakt zmniejszania się bólów fantomowych w czasie sugeruje, że reorganizacja w mózgu mapy komórek ciała może być właściwością lub mechanizmem, którego nauka jeszcze nie poznała. Można jedynie stwierdzić, że jeśli istnieje, to nie jest procesem na tyle dynamicznym, by zachodził w czasie rzeczywistym. Wpływ na to ma też liczba komórek ciała człowieka, gdyż szacuje się, że w każdym calu kwadratowym skóry jest ok. 1300 zakończeń nerwowych [14].

PODSUMOWANIE

Amputacje to bardzo złożony problem fizyczny i psychiczny. Bóle fantomowe są niejako następstwem amputacji. Wiemy, że komórki przechowują pamięć, co może tłumaczyć zmiany osobowości po przeszczepach serca. Należy zastanowić się, czy w mózgu nie istnieje coś jeszcze bardziej złożonego – mapa komórek całego ciała z ich dokładną lokalizacją. W przypadku gdy następuje regeneracja komórek ciała, komórki wysyłane są pod adresy tych, które mają zastąpić. Gdy dany fragment ciała został amputowany, komórka wysyłana jest losowo w inne miejsce. Gdy receptor bólu reaguje, interpretowany jest jako impuls z miejsca, które było mu przypisane, a nie następuje faktycznie jego reakcja. W związku z tym bóle fantomowe mogą być wywołane rzeczywistym pobudzeniem receptora, lecz błędnie interpretowane przez mózg.

PIŚMIENNICTWO

1. Makin TR, Scholz J, Filippini i wsp. Phantom pain is associated with preserved structure and function in the former hand area: *Nature Communications*; 4/2013: 1570.
2. Lewis T, New Theory Explains Why Amputees Feel Phantom Pain: <http://www.livescience.com/27641-phantom-pain-linked-to-brain-mapping.html>.
3. Dawkins R, Bóg urojony. Warszawa: 2013.
4. Kumahata K, Minami K, Maruyama N. High-performance conjugate gradient performance improvement on the K computer: *International Journal of High Performance Computing Applications*. 2016; 20: 55–70.
5. Regalado A. The Brain Is Not Computable: <http://www.technologyreview.com/view/511421/the-brain-is-not-computable/>.
6. Duch W. Czym jest kognitywistyka? *Kognitywistyka i Media w Edukacji*; 1/1998: 9–50.
7. Cosier S. Where Memories Live: *Scientific American Mind*; 14/2015.
8. Goldman N, Bertone P, Chen S i wsp. Towards practical, high-capacity, low-maintenance information storage in synthesized DNA: *Nature*; 494: 77–80.
9. Bunzel B, Schmidl-Mohl B, Grundböck A i wsp. Does changing the heart mean changing personality? A retrospective inquiry on 47 heart transplant patients: *Qual Life Res*. 1992; 4: 251–256.
10. Dobrogowski J, Zajączkowska R, Dutka J i wsp. Patofizjologia i klasyfikacja bólu: *Polski Przegląd Neurologiczny* 2011; 7: 20–30.
11. Dobrogowski J, Wordliczek J. *Ból przewlekły*. Kraków: 2007.
12. Nikolajsen L. Phantom limb pain. W: C Stannard, E Kalso, J Ballantyne (red.). *Evidence-based chronic pain management*. Chichester: 2010: 237–247.
13. Richardson C, Glenn S, Nurmikko T i wsp. Incidence of phantom phenomena including phantom limb pain 6 months after major lower limb amputation in patients with peripheral vascular disease. *Clin J Pain*. 2006; 22: 353–358.
14. Lee RCK. *Standing on the edge of Your tomorrow. Take charge and WIN!* Bloomington: 2010.

Map of the nervous system in the brain and the phantom pain

■ Abstract

Every contemporary machine is equipped with a number of sensors which have a precise location where they are installed. The objective of the study is to start a discussion on whether a similar mechanism exists in the brain and concerns nociceptors. The phenomenon of phantom pain still remains a not fully resolved mystery of medicine. Their cause, the scheme of action has been recognized; however, this phenomenon has not been fully understood. It is known that the phantom pain stimulates the same areas of the brain that are responsible for perception of physical pain. The brain is still very enigmatic. At present, human brain has not been sufficiently recognized to determine whether the phantom is a physical response of nociceptor to a stimulus, or its cause is in the psyche. Studies show that the sensation of phantom pain decreases with time elapsed since the amputation, which may suggest the reorganization of brain structures. For years it was considered that nerve cells do not regenerate; however, the current knowledge shows that they can regenerate. Today, it is known that neurons can regenerate like any other body cells. Researchers have discovered that DNA can be the carrier of an unlimited amount of data. Therefore, it should be considered if there is a very precise map of the nervous system in the brain with the exact address of each neuron cell, especially nociceptors. In the case of amputation, the mechanism of cell production still directs newly formed neurons to the subtracted limb, but due to the physical lack of a target placement they would be randomly deposited in other parts of the body. In such a case, phantom pain would be the reflection of actual signals, as confirmed by the stimulation of brain areas responsible for the perception of pain. The signal would be interpreted as proper for the absent limb; however, with a completely different stimulation site. The combination of these facts could confirm the thesis of the map.

■ Key words

phantom pain, nervous map, cell address, nociceptors