

Czy sumowanie bólu podlega prawom arytmetyki?

Ból nie jest prostym sygnałem, lecz dynamicznym doświadczeniem, które powstaje w wyniku złożonej aktywności różnych obszarów ośrodkowego układu nerwowego. Jednym z ważnych, lecz wciąż słabo poznanych zjawisk, jest tzw. **przestrzenne sumowanie bólu**. Oznacza ono, że im większy obszar ciała zostaje drażniony stymulacją o charakterze nocyceptywnym (inaczej, czym uraz jest bardziej rozległy), tym silniejsze jest odczuwanie bólu – nawet jeśli intensywność bodźca w pojedynczym punkcie ciała się nie zmienia. Wystarczy wyobrazić sobie przeniesienie szklanki z gorącą wodą z jednego miejsca w inne. Najprawdopodobniej osoba wykonująca takie zadanie będzie starała się uchwycić gorący przedmiot jak najmniejszą powierzchnią skóry, aby zredukować sumowanie przestrzenne bólu. Zrozumienie mechanizmów tego efektu ma ogromne znaczenie: zbyt słabe sumowanie może prowadzić do niewykrycia urazu, a zbyt silne – do nadmiernego nasilenia bólu, co często obserwujemy u osób z przewlekłymi zespołami bólowymi.

Naukowcy – w tym zespół Laboratorium Badania Bólu Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach – podejrzewają, że sumowanie przestrzenne zależy nie tylko od miejsca i rozmiaru bodźca, lecz także od sposobu, w jaki mózg „rozlewa” odczuwany ból po ciele, a także od mechanizmów nerwowych, które mogą ten ból tłumić lub nasilać. Co ciekawe, sumowanie bólu **wyduje się nie respektować klasycznych zasad arytmetyki** – tzn. uraz o dwukrotnie większej rozległości nie powoduje dwukrotnie większego nasilenia bólu, lecz nieproporcjonalnie mniejszy wzrost. Dlaczego tak się dzieje i jakie mechanizmy leżą u podstaw tego zjawiska – wciąż pozostaje w sferze hipotez, choć coraz więcej dowodów wskazuje, że wiedza z innych układów sensorycznych, takich jak wzrokowy czy słuchowy, może znacząco wzbogacić nasze rozumienie takich efektów jak przestrzenne sumowanie.

Głównym celem niniejszego projektu badawczego jest **kompleksowe zbadanie, w jaki sposób układ nerwowy integruje bodźce nocyceptywne o różnych parametrach przestrzennych** oraz pochodzące z różnych zmysłów. Stawiamy hipotezę, że przestrzenne sumowanie można opisać matematycznie, wykorzystując narzędzia z innych dziedzin nauki – np. model funkcjonowania tzw. pól recepcyjnych, w którym każda nocyceptywna komórka nerwowa ma swoje przestrzenne granice pobudzenia i hamowania. W projekcie spróbujemy przetestować ten model i rozbudować go o parametry zaczerpnięte z dogłębnego ilościowego przeglądu literatury (meta-analizy). Co więcej, model zostanie zasilony danymi z dwóch nowatorskich eksperymentów, które pozwolą nie tylko lepiej zrozumieć mechanizmy sumowania przestrzennego bólu, ale także dostarczą wiedzy o ogólnych zasadach percepcji, możliwej do zastosowania również w innych modalnościach, np. słuchowej. W jednym z eksperymentów uczestnicy będą oceniać ból wywołowany jednocześnie przez dźwięki o wysokim poziomie głośności oraz przez bodźce elektryczne oddziałujące na nocyceptory skórne w małżowinie usznej. Uwzględniając zupełnie inne „szlaki” przewodzenia tych informacji, projekt pozwoli na izolację mózgowych mechanizmów sumowania. W drugim eksperymencie sprawdzimy, czy sumowanie przestrzenne lepiej opisuje postrzegana lokalizacja bólu (percept), niż faktyczna powierzchnia stymulacji (bodziec). Po realizacji eksperymentu z modelowaniem projekt przejdzie do ostatniej fazy – eksperymentu z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego zbliżonych do tych stosowanych w sztucznej inteligencji w celu wyodrębnienia „ukrytych” cech nocycepcji, które mogą wpływać na siłę przestrzennego sumowania bólu.

Niniejszy **projekt może znacząco zmienić nasze rozumienie tego, jak powstaje ból i jakie czynniki przestrzenne wpływają na jego nasilenie**. Co najważniejsze – ze względu na interdyscyplinarny charakter łączący psychofizykę, badania nad bólem oraz neuronaukę – **projekt ten ma realną szansę na przesunięcie granic ludzkiego poznania o tym, jak postrzegana jest rzeczywistość poprzez przestrzenne sumowanie informacji z różnych zmysłów**. Poza wymiarem naukowym projekt ma również potencjalne znaczenie kliniczne – może stanowić podwaliny pod przyszłe badania kliniczne, których to rezultat może pomóc przewidywać, kiedy i dlaczego ból się nasila oraz jak skutecznie go ograniczać u osób cierpiących na przewlekły ból. Wyniki projektu mogą stać się podstawą do opracowania bardziej precyzyjnych terapii, które będą uwzględniały przestrzenne aspekty bólu i nocycepcji.