

Od teorii bramki bólu do macierzy neuronalnej

From the gate to the neuromatrix
Pain 1999 Aug; Suppl 6: S121–126

Ronald Melzack

Department of Psychology, McGill University, Montreal, Quebec, Canada

Abstract: The gate control theory's most important contribution to understanding pain was its emphasis on central neural mechanisms. The theory forced the medical and biological sciences to accept the brain as an active system that filters, selects and modulates inputs. The dorsal horns, too, were not merely passive transmission stations but sites at which dynamic activities (inhibition, excitation and modulation) occurred. The great challenge ahead of us is to understand brain function. I have therefore proposed that the brain possesses a neural network – the body-self neuromatrix – which integrates multiple inputs to produce the output pattern that evokes pain. The body-self neuromatrix comprises a widely distributed neural network that includes parallel somatosensory, limbic and thalamocortical components that subserve the sensory-discriminative, affective-motivational and evaluative-cognitive dimensions of pain experience. The synaptic architecture of the neuromatrix is determined by genetic and sensory influences. The «neurosignature» output of the neuromatrix – patterns of nerve impulses of varying temporal and spatial dimensions – is produced by neural programs genetically build into the neuromatrix and determines the particular qualities and other properties of the pain experience and behavior. Multiple inputs that act on the neuromatrix programs and contribute to the output neurosignature include: (1) sensory inputs (cutaneous, visceral and other somatic receptors); (2) visual and other sensory inputs that influence the cognitive interpretation of the situation; (3) phasic and tonic cognitive and emotional inputs from other areas of the brain; (4) intrinsic neural inhibitory modulation inherent in all brain function; (5) the activity of the body's stress-regulation systems, including cytokines as well as the endocrine, autonomic, immune and opioid systems. We have traveled a long way from the psychophysical concept that seeks a simple one-to-one relationship between injury and pain. We now have a theoretical framework in which a genetically determined template for the body-self is modulated by the powerful stress system and the cognitive functions of the brain, in addition to the traditional sensory inputs.

Keywords: Gate control theory; Neuromatrix; Neurosignature

Streszczenie: Najważniejszym wkładem teorii bramki w zrozumienie bólu było zwrócenie w niej uwagi na neuronalne mechanizmy ośrodkowe. Teoria przekonała naukowców zajmujących się biologią i medycyną do zaakceptowania mózgu jako aktywnego układu, który filtruje, selekcjonuje i moduluje doptywające bodźce. Również rogi grzbietowe rdzenia kręgowego nie pozostały jedynie biernymi stacjami przekaźnikowymi, lecz miejscami, gdzie zachodzą dynamiczne zjawiska (hamowanie, pobudzenie i modulowanie). Wielkim wyzwaniem stojącym przed nami jest zrozumienie funkcji mózgu. Zaproponowałem w związku z tym, że mózg posiada sieć neuronalną, czyli własną strukturę macierzy neuronalnej, która integruje doptyw wielorakich bodźców, tak aby powstał wzorzec wyjściowy wywołujący ból. Macierz neuronalna mieści w sobie szeroko rozciągniętą sieć neuronalną, która obejmuje równoległe składowe somatosensoryczne, limbiczne i wzgórzowo-korowe decydujące o odbieraniu czuciowo-dyskryminacyjnych, afektywno-motywacyjnych, krytyczno-poznawczych wymiarów bólu. Na architekturę synaptyczną macierzy neuronalnej wpływają czynniki genetyczne i czynniki związane z procesami odczuwania. „Neuro-podpis”, czyli wytwór macierzy neuronalnej obejmujący wzorce impulsów nerwowych w różnych czasowych i przestrzennych wymiarach, jest wytwarzany

przez programy neuronalne wbudowane genetycznie w macierz neuronalną, a kształtowany przez szczególne rodzaje i inne właściwości doświadczania bólu i zachowania. Dopływ różnorodnych impulsów działających na programy macierzy neuronalnej i wpływających na kształt „neuro-podpisu” obejmuje: (1) bodźce czuciowe (skórne, trzewne i z innych receptorów somatycznych); (2) bodźce wzrokowe i inne, które wpływają na poznawczą interpretację sytuacji; (3) fazowe i toniczne bodźce poznawcze i emocjonalne z innych obszarów mózgu; (4) wewnętrzną modulację neuronalną właściwą wszystkim funkcjom mózgowym; (5) czynność układów odpowiedzi na stres, w skład których wchodzi zarówno cytokiny, jak i układ wewnątrzwydzielniczy, wegetatywny, odpornościowy i opioidowy. Przebyliśmy długą drogę od psychofizycznego podejścia, w którym poszukiwano prostego związku jeden do jeden, między uszkodzeniem a bólem. Obecnie mamy teoretyczny zarys, w którym zdeterminowany genetycznie szablon dla „ciała jako ja”, oprócz tradycyjnych bodźców czuciowych, moduluje skuteczne układy odpowiedzi na stres oraz czynności poznawcze mózgu.

Słowa klucze: Teoria bramki bólowej; Macierz neuronalna; Neuro-podpis