

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-655-3-21>

**FEATURES OF DISORDERS OF SENSORIMOTOR CONTROL
IN PEOPLE OF DIFFERENT AGES: COMPARATIVE ANALYSIS
OF MECHANISMS OF FORMATION, COMPENSATION
AND REDUCTION OF MOVEMENT PROGRAMS**

**ОСОБЛИВОСТІ ПОРУШЕНЬ СЕНСОМОТОРНОГО
КОНТРОЛЮ У ЛЮДЕЙ РІЗНОГО ВІКУ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ
АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ФОРМУВАННЯ, КОМПЕНСАЦІЇ
ТА РЕДУКЦІЇ РУХОВИХ ПРОГРАМ**

Homoliako A. A.

*Student at the Educational and Scientific
Institute of Medicine
Bogomolets National Medical
University
Kyiv, Ukraine*

Гомоляко А. А.

*студент Навчально-наукового
інституту медицини
Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця
м. Київ, Україна*

У сучасній нейрофізіології сенсомоторний контроль розглядається як інтегративний процес, що виникає внаслідок взаємодії сенсорної обробки, когнітивного прогнозування та моторного виконання. Його вікова динаміка має різноспрямований характер: у дитячому віці відбувається формування внутрішніх моделей руху, у зрілому – їх стабілізація та оптимізація, а в похилому – поступова перебудова або часткова редукція раніше сформованих рухових програм. Актуальність дослідження визначається зростанням поширеності малорухливого способу життя, що прискорює зміни сенсомоторної інтеграції та сприяє втраті автоматизованих рухових навичок.

Становлення сенсомоторного контролю в дитячому віці пов'язане з переходом від реактивного до предиктивного управління рухом. Згідно з концепцією внутрішніх моделей, запропонованою Д. Вулпертом та співавторами, центральна нервова система формує прогностичні уявлення про сенсорні наслідки руху, що дозволяє коригувати моторну команду до отримання зворотного сигналу [5, с. 1880–1882]. Дослідження моторного розвитку показують, що на ранніх етапах онтогенезу рухи характеризуються значною варіабельністю, яка відображає процес відбору ефективних стратегій взаємодії з середовищем. У подальшому зменшується залежність від зовнішнього зворотного зв'язку та посилюється роль feedforward-механізмів, що забезпечує підвищення точності й економічності рухів [5, с. 1880–1882]. Відповідно, у дітей

порушення сенсомоторного контролю частіше пов'язані з незавершеністю формування рухових програм, а не з їх деградацією.

У дорослому віці сенсомоторна система функціонує найбільш ефективно завдяки узгодженості сенсорних і моторних процесів. Водночас навіть за відсутності клінічно виражених порушень можуть поступово формуватися зміни, пов'язані зі зниженням нейрональної стабільності та пластичності. Дані нейробіологічних досліджень свідчать, що порушення взаємодії між нейронами та гліальними клітинами можуть супроводжуватися змінами аксонального цитоскелета і погіршенням проведення сигналу, що у патологічних умовах призводить до моторних розладів [4, с. 459–469]. Хоча такі процеси найбільш виражені при нейродегенеративних захворюваннях, вони демонструють загальні механізми, через які структурні зміни нервової тканини можуть впливати на точність сенсомоторного контролю. У поведінковому аспекті це проявляється підвищенням варіативності рухів і зменшенням здатності до формування нових моторних стратегій при збереженні добре автоматизованих навичок.

Для похилого віку характерним є посилення компенсаторних механізмів. Модель HAROLD, запропонована Р. Кабеза, описує зменшення функціональної асиметрії півкуль як адаптивну відповідь мозку на вікове зниження нейрональної ефективності [1, с. 85–100]. Доповненням до цього є модель PASA, яка демонструє зміщення функціональної активності від задніх сенсорних областей до передніх відділів кори, що відображає зростання ролі когнітивного контролю при виконанні рухових дій [1, с. 85–100]. У повсякденній поведінці це проявляється тим, що дії, які раніше виконувалися автоматично, починають вимагати більшої уваги та свідомого контролю, зокрема під час підтримання рівноваги або швидких реакцій.

Важливим чинником вікових змін сенсомоторної системи є вплив досвіду та умов середовища. Дослідження ранніх стресових впливів демонструють, що зміни нейроендокринної та запальної регуляції можуть мати довготривалі наслідки для функціонування нервової системи, впливаючи на емоційні та поведінкові реакції [2, с. 782–790]. Хоча ці процеси безпосередньо не описують моторний контроль, вони підкреслюють роль системних біологічних механізмів у формуванні адаптивних або дезадаптивних реакцій мозку впродовж життя, що опосередковано впливає і на сенсомоторну інтеграцію.

Окреме значення має рівень рухової активності. Показано, що навіть тимчасова іммобілізація кінцівок супроводжується змінами кортикального представництва та функціональної організації мозку, що свідчить про високу чутливість сенсомоторних систем до використання або його відсутності [3, с. 182–188]. Зниження рухової активності

особливо негативно впливає на дорослих і літніх осіб, оскільки відновлення рухових програм у цих вікових групах потребує більших часових і когнітивних ресурсів. У дитячому віці завдяки високій нейропластичності такі зміни є більш оборотними.

Порівняльний аналіз свідчить, що порушення сенсомоторного контролю доцільно розглядати як безперервний процес, у межах якого формування, стабілізація та редукція рухових програм є послідовними фазами єдиного нейрофізіологічного циклу. У дітей домінує незрілість прогнозуючих механізмів, у дорослих – поступове зниження ефективності сенсорної інтеграції, а у літніх – компенсаторна перебудова нейронних мереж. Відповідно, складність відновлення рухових функцій зростає з віком: якщо в ранньому періоді достатнім є повторний моторний досвід, то в похилому необхідне поєднання фізичної активності, сенсорного тренування та когнітивної активації.

Отже, сенсомоторний контроль слід розглядати як динамічну систему, чутливу як до вікових змін, так і до рівня рухової активності. Розуміння механізмів формування, компенсації та редукції рухових програм створює підґрунтя для розробки ефективних підходів до профілактики рухових порушень, збереження функціональної незалежності та підтримання якості життя протягом усього онтогенезу.

Література:

1. Cabeza R. Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*. 2002. Vol. 17, № 1. P. 85–100. DOI: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.1.85>
2. Early attachment-figure separation and increased risk for later depression: potential mediation by proinflammatory processes / M. B. Hennessy et al. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 2010. Vol. 34, № 6. P. 782–790. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.03.012>
3. Effects of limb immobilization on brain plasticity / N. Langer et al. *Neurology*. 2012. Vol. 78, № 3. P. 182–188. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31823fcd9c>
4. Neuron-glia interactions underlie ALS-like axonal cytoskeletal pathology / A. E. King et al. *Neurobiology of aging*. 2011. Vol. 32, № 3. P. 459–469. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2009.04.004>
5. Wolpert D. M., Ghahramani Z., Jordan M. I. An internal model for sensorimotor integration. *Science*. 1995. Vol. 269, № 5232. P. 1880–1882. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.7569931>