

Несен Р. С.

*аспірант кафедри теоретичної та консультативної психології
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова*

НЕЙРОПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МУЗИКОТЕРАПІЇ: ВПЛИВ НА АКТИВАЦІЮ МОЗКОВИХ ЗОН

NEUROPSYCHOLOGICAL ASPECTS OF MUSIC THERAPY: INFLUENCE ON ACTIVATION OF BRAIN AREAS

У статті здійснено теоретичний огляд сучасних досліджень, присвячених нейропсихологічним аспектам музикотерапії та її впливу на активацію мозкових зон у різних вікових групах і клінічних популяціях. Розглянуто ключові нейровізуалізаційні (фМРТ, ПЕТ, ДТ-МРТ) та нейрофізіологічні (ЕЕГ, МEG) методики, які використовуються для картографування реакцій мозку на музичні стимули. Описано механізми залучення перифронтальної кори (PFC), гіпокампу, амігдали, слухової та моторної корикальних зон, а також підкоркових структур (таламус, мозочок) у процесах емоційної регуляції, пам'яті, навчання й рухової активності.

Аналіз робіт у педіатричних популяціях демонструє, що музикотерапевтичні інструментальні та вокальні вправи сприяють підвищенню когнітивної гнучкості, поліпшенню емоційної стійкості й моторних навичок у дітей із неврологічними порушеннями. У дорослих пацієнтів із тривожними та депресивними розладами прослуховування музики та виконання музичних вправ корелює зі зниженням реактивності амігдали та активацією дорсолатеральної PFC, що відображається у зниженні симптомів тривоги й депресії. В літніх пацієнтів із нейродегенеративними захворюваннями (хвороба Альцгеймера, Паркінсона) музикотерапія підтримує нейропластичність, полегшує відновлення когнітивних функцій і моторики, зокрема завдяки активації дофамінергічної системи винагороди та обхідних моторних шляхів.

Окремий підрозділ присвячено реабілітації після інсульту, де музично-орієнтована терапія (Music-Supported Therapy) сприяє відновленню рухових функцій через посилення зв'язності аудіо-моторних мереж і підвищення збудливості первинної моторної кори. Підсумовуючи, музикотерапія є ефективним мультисистемним втручанням, яке водночас активує сенсорні, емоційні та виконавчі мережі мозку й може слугувати цінним доповненням до традиційних методів лікування та реабілітації.

Ключові слова: музикотерапія, нейропсихологічні механізми, активація мозкових зон, функціональна МРТ (фМРТ), електроенцефалографія (ЕЕГ), реабілітація після інсульту, нейропластичність.

This article presents a theoretical review of recent research on the neuropsychological aspects of music therapy and its impact on the activation of brain regions across different age groups and clinical populations. Key neuroimaging techniques (fMRI, PET, DTI-MRI) and neurophysiological methods (EEG, MEG) used to map brain responses to musical stimuli are discussed. The mechanisms by which the prefrontal cortex (PFC), hippocampus, amygdala, auditory and motor cortical areas, as well as subcortical structures (thalamus, cerebellum), are engaged in processes of emotional regulation, memory, learning, and motor activity are described.

Analysis of studies in pediatric populations demonstrates that instrumental and vocal music therapy exercises enhance cognitive flexibility, emotional resilience, and motor skills in children with neurological impairments. In adult patients with anxiety and depressive disorders, music listening and performance correlate with reduced amygdala reactivity and increased dorsolateral PFC activation, resulting in decreased symptoms of anxiety and depression. In elderly patients with neurodegenerative diseases (Alzheimer's and Parkinson's), music therapy supports neuroplasticity and facilitates recovery of cognitive functions and motor abilities, notably through activation of the dopaminergic reward system and alternative motor pathways.

A dedicated section addresses post-stroke rehabilitation, where music-supported therapy promotes motor recovery by strengthening audio-motor network connectivity and increasing excitability of the primary motor cortex. In summary, music therapy is an effective, multisystem intervention that simultaneously activates sensory, emotional, and executive brain networks and can serve as a valuable complement to conventional treatment and rehabilitation methods.

Key words: music therapy, neuropsychological mechanisms, brain region activation, functional MRI (fMRI), electroencephalography (EEG), post-stroke rehabilitation, neuroplasticity.

Постановка проблеми. Музикотерапія — це комплексна немедикаментозна методика лікування та реабілітації, яка використовує музику для поліпшення психічного та фізичного стану пацієнтів. Згідно зі звітом GBD 2021, неврологічні та психіатричні захворювання посідають одні з провідних місць серед причин інвалідності та смертності у світі

[3]. Водночас багато з цих розладів пов'язані з дисфункцією перифронтально-гіпокампально-амігдального (PFC–Hip–Amy) нейроконтурів [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження щодо впливу музики на мозок використовують різноманітні нейровізуалізаційні та нейрофізіологічні методики. Найпоширеніші з

них: функціональна магнітно-резонансна томографія (фМРТ) та позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) – для високороздільного просторового картографування активованих зон; електроенцефалографія (ЕЕГ) та магнітоенцефалографія (МЕГ) – для виявлення швидких темпоральних змін активності з мілісекундним розділенням; дифузійно-тензорна МРТ (ДТ-МРТ) – для вивчення структурної та функціональної конективності й пластичності [9]. Також застосовуються методи локалізації джерела ЕЕГ і аналіз мережових взаємозв'язків. Ці методи дозволяють оцінювати, які нейронні мережі та транзакції є залучені під час музичного стимулу.

ФМРТ дослідження демонструють, що музикотерапія задіює лімбічні та префронтальні кола, а також нагородні (дофамінергічні) шляхи мозку [4]. ЕЕГ/МЕГ виявляють зміни ритмів (альфа, бета, гамма-діапазони) у відповідь на музику, що корелюють зі зниженням стресу і поліпшенням емоційного стану. Загалом нейропсихологічний підхід передбачає поєднання поведінкових тестів і нейровізуалізації. У дослідженні на дітей з ураженнями мозку електрофізіологічний аналіз виявив збільшення активності в префронтальних ділянках під час музичного лікування [2]. Методи ДТІ/фМРТ використовують для оцінки змін у структурних зв'язках між слуховою та моторною корою після музичного тренінгу [11]. Загальні спостереження: музика «одночасно задіює кілька областей мозку – слухову кору, емотивні та виконавчі мережі» [12], спричиняючи комплексні та адаптивні нейронні відповіді.

Мета цієї статті полягає в тому, щоб здійснити теоретичний аналіз сучасних робіт, що вивчають нейропсихологічні механізми музикотерапії, та визначити, яким чином музичні стимули впливають на активацію різних мозкових зон у представників різних вікових груп і клінічних популяціях.

Виклад основного матеріалу. У дітей та підлітків музика виконує додатково роль допоміжного засобу для розвитку емоційної регуляції, концентрації уваги та моторики. Залучення до музично-інструментальної діяльності (гри на інструменті, спів) поліпшує емоційну стійкість та здатність до самовираження [12]. Відповідно, музика активує у молодих пацієнтів «численні мозкові області, що відповідають за емоційну регуляцію, когнітивні процеси та соціальну взаємодію». Структурні елементи музики (ритм, мелодія) сприяють вивільненню нейромедіаторів (дофаміну, серотоніну) й активації системи винагороди [12]. ЕЕГ/МЕГ аналіз у дітей показав посилене функціональне з'єднання між слуховими та емоційними центрами (лобна кора, гіпокамп, амигдала) при музичних іграх. У дітей з неврологічними порушеннями заняття музикотерапією призводили до підвищення активності у префронтальних ділянках і пояснювалися змінами в мозковій пластичності [2]. Таким чином, інструментальні і вокальні методики в педіатрії демонструють високу ефективність: вони сприяють полегшенню тривоги, покращують увагу та спрямованість моторних реакцій. У школярів заняття музикою асоціюється зі зростанням

когнітивної гнучкості і поліпшенням навчальних результатів. Відзначається також позитивний вплив на дітей з розладами аутичного спектра або порушеннями уваги: музична діяльність може стимулювати префронтальні та лімбічні зони, що сприяє розвитку соціальних навичок і саморегуляції.

У дорослих музикотерапія часто застосовується як доповнення до психотерапії чи медикаментозного лікування при тривожних і депресивних розладах. Ліао зазначає, що музикотерапія «зменшує стрес і підвищує когнітивні функції за рахунок залучення лімбічних, префронтальних та дофамінергічних (нагородних) шляхів мозку» [4]. Іншим словами, слухання або виконання «улюбленої музики» спричиняє посилення активності дорсолатеральної префронтальної кори (відповідальної за контроль емоцій) та пригнічення надмірної реактивності амигдали, що пояснює зниження симптомів тривоги. Одночасно музика стимулює гіпокамп, що може поліпшувати пам'ять і навчання новим навичкам згідно з даними деяких КТ/фМРТ-експериментів. Клінічні огляди підтверджують, що регулярні сеанси музикотерапії в пацієнтів з депресією або генералізованою тривогою призводять до статистично значущого поліпшення настрою і зменшення симптомів порівняно з контрольною групою. Додатково відзначено зростання зв'язності між передньою цінгульованою корою та парієтальною областю, що може відображати покращення процесів когнітивної регуляції під впливом музики.

У літніх пацієнтів музикотерапія використовується для підтримки пізнавальних функцій при хворобі Альцгеймера (ХА) та інших деменціях. Систематичний огляд показав, що у людей з ХА інтенсивна музична стимуляція (переважно активна, наприклад спів чи гра на інструменті) може поліпшити глобальні когнітивні показники, пам'ять та мовні функції [10]. Згідно з аналізом Bleibel та ін., в активній групі музикотерапії виявлено більший ефект, ніж при пасивному слуханні [10]. Нейровізуалізаційні дані свідчать, що збережена музична пам'ять при ХА корелює з меншою атрофією правого гіпокампу [9]. ФМРТ-сканування показують, що пригнічена активність гіпокампу та амигдали спостерігається під час прослуховування «сумної» музики. Натомість активний музичний тренінг (спів, імпровізація) може збільшити зв'язність між гіпокампом та префронтальною корою, сприяючи кращому переробленню пам'яті. При хворобі Паркінсона ритмічна музика стимулює моторні центри і обхідні шляхи базальних гангліїв, що полегшує координацію рухів і покращує темп ходьби (аналогічно пост-інсультному реабілітаційному впливу). Таким чином, у пацієнтів із нейродегенерацією музикотерапія підтримує нейропластичність і може затримати прогресування когнітивних розладів, активуючи ключові лімбічні та двигові структури мозку.

У випадку постінсультного стану музика та ритм відіграють роль каталітичного чинника відновлення рухових функцій. Лікування музикально-орієнтованою терапією (Music-Supported Therapy, MST), що

поєднує гру на простих інструментах з ритмічним супроводом, стимулює моторні нейрони і сприяє пластичним змінам у моторній корі [6]. Як показав кейс-звіт Ghai та ін., у двох виживших після інсульту пацієнтів інтенсивний тритижневий курс гри на піаніно призвів до зростання функціональної конективності між слуховою та моторною корою (особливо в ураженій півкулі) та поліпшення функції руки [5]. Подібні дані отримані і в більш масштабних дослідженнях: систематичні огляди показують, що музикотерапія стимулює моторні та сенсорні мережі, а також лобні та скроневі області у реабілітації після інсульту [1]. Зокрема, ритмічне відтворення мелодій супроводжується підвищенням збудливості первинної моторної кори та зв'язності з премоторними і парієтальними ділянками. Це відображає інтеграцію слухової і двигової систем: музичний ритм спрацьовує як зовнішній «пейсмейкер», полегшуючи одночасну активацію моторних ланцюгів та їхніх сенсорних аферентів. МРТ-дослідження також демонструють, що додавання музики до фізичної терапії сприяє переструктуризації нейронних шляхів (task-dependent coupling аудіо-моторних областей). Крім того, музикотерапія покращує настрій і мотивацію хворих, що опосередковано впливає на успіх відновлення.

Підсумовуючи дані досліджень, можна виділити ключові нейробіологічні ефекти музики на різні структури мозку. При виконанні музики чи прослуховуванні відбувається активація префронтальної кори, що відповідає за виконавчі функції та емоційну регуляцію. Учасники експериментів демонстрували підвищену активність дорсолатерального PFC та передньої поясної кори, що корелювало зі зниженням рівнів тривоги [4]. Амігдала (центр страху/емоцій) також реагує на музичні стимули – інтенсивність її активації залежить від емоційного забарвлення мелодії. Сумна та меланхолічна музика викликає помітні зміни у правій амігдалоподібній області [9]. Гіпокамп залучений у музичну пам'ять та контекстну емоційну обробку; при прослуховуванні музики, що викликає задоволення чи ностальгію, спостерігалася підвищена активність правого гіпокампу. У цілому музика задіює двигові зони: первинну та премоторну

кору, базальні ганглії і мозочок. Ритмічна стимуляція сприяє коерентації аудіо-моторних мереж, поліпшуючи автоматизм рухів [5]. Одночасно слухова кора (скроневі ділянки) інтенсивно обробляє мелодійну інформацію, що призводить до тісної взаємодії з моторними центрами. Крім того, структурні та емоційні ефекти музики пов'язані з роботою іншої сенсорної системи – острівка та таламуса, які інтегрують вестибулярні й соматосенсорні входи. Комплексний аналіз фМРТ показав, що музикотерапія змінює конективність між островком, таламусом та лімбічними зонами (гіпокампом, амігдалою) [8]. Це може пояснювати знеболговальну дію музики і її вплив на вегетативні реакції: у дослідях спостерігалось, що музика «змінює зв'язність» між цими структурами, викликаючи помірний аналгетичний ефект. Отже, музикотерапія активує як асоціативні когнітивні мережі (PFC, поясна кора), так і лімбічні емоційні центри (амігдала, гіпокамп), а також сенсомоторні ланки (слухова та моторна кори, мозочок) та пов'язані з ними підкоркові структури (таламус, мідіолонгий відділ стовбура).

В таблиці 1 представлено узагальнюючі результати досліджень щодо активації ключових зон мозку внаслідок музикотерапії.

Висновки. Отже, музикотерапія має комплексний вплив на мозок пацієнтів всіх вікових груп і при різних захворюваннях. Вона активує широку мережу структур – від слухової кори та моторних центрів до префронтальних і лімбічних відділів. Цей широкий спектр дії пояснює, чому музика позитивно впливає на емоції, пам'ять, навчання і рухи одночасно. Особливо відзначається, що активне залучення хворого (спів, гра) дає кращі результати, ніж пасивне прослуховування. Висока пластичність мозку дозволяє музичному стимулу сприяти перебудові нейронних шляхів: у дорослих це веде до зниження тривоги і поліпшення виконання завдань на увагу, у літніх – до підтримки пам'яті і мовлення, у дітей – до розвитку емоційної та моторної сфери. З нейропсихологічної точки зору, музика «вимикає» надмірну активність структур страху (амігдалу) і одночасно «увімкнює» регуляторні центри (PFC), що сприяє зниженню симптомів тривоги і депресії. У реабілітації після

Таблиця 1

Основні мозкові зони, що активуються під час музикотерапії, їхні функції та вплив від музикотерапії

Мозкова зона	Функція	Вплив музикотерапії
Префронтальна кора (PFC)	Виконавчі функції, регуляція емоцій	Підвищення активності, посилення когнітивного контролю, зниження тривоги.
Амігдала	Обробка емоцій (страх, тривога)	Модуляція відповіді: музика може знижувати гіперреактивність на стрес.
Гіпокамп	Пам'ять, контекстна обробка стресу	Активується при музичній пам'яті та позитивних емоціях; сприяє зміцненню пам'яті (особливо правий гіпокамп).
Моторна кора	Підготовка та виконання рухів	Ритмічна музика збільшує збудливість моторних нейронів та конективність аудіо-моторних мереж.
Сенсорні зони (слухова кора, острівець, таламус)	Обробка сенсорної інформації, інтеграція (звук, вестибулярний сигнал)	Музика задіює первинну слухову кору; посилює зв'язність островка й таламуса із лімбічними центрами, послаблюючи больові відчуття.

інсульту музика «перепрограмує» моторні мережі, підвищуючи їхню здатність до відновлення. Таким чином, музикотерапія є унікальним мультисистем-

ним втручанням: вона поєднує сенсорний, руховий і емоційний аспекти, і цей синергетичний ефект підтверджують численні дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. A systematic review: enhancing stroke recovery through complementary interventions—Clinical outcomes and neural activity insights / U. N. Ismail et al. *Frontiers in Neuroscience*. 2024. Vol. 18. DOI: 10.3389/fnins.2024.1437130
2. Effectiveness of music therapy as an aid to neurorestoration of children with severe neurological disorders / M. L. Bringas et al. *Frontiers in Neuroscience*. 2015. Vol. 9. DOI: 10.3389/fnins.2015.00427
3. Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021 / M. Naghavi et al. *The Lancet*. 2024. DOI: 10.1016/s0140-6736(24)00367-2
4. Jiao D. Advancing personalized digital therapeutics: integrating music therapy, brainwave entrainment methods, and AI-driven biofeedback. *Frontiers in Digital Health*. 2025. Vol. 7. DOI: 10.3389/fdgth.2025.1552396
5. Neurophysiological Changes Induced by Music-Supported Therapy for Recovering Upper Extremity Function after Stroke: A Case Series / S. Ghai et al. *Brain Sciences*. 2021. Vol. 11, no. 5. P. 666. DOI: 10.3390/brainsci11050666
6. Potential Benefits of Music Therapy on Stroke Rehabilitation / C. Xu et al. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2022. Vol. 2022. P. 1–11. DOI: 10.1155/2022/9386095
7. Potential common targets of music therapy intervention in neuropsychiatric disorders: the prefrontal cortex-hippocampus-amygdala circuit (a review) / Y. Dan et al. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2025. Vol. 19. DOI: 10.3389/fnhum.2025.1471433
8. Powers J. M., Ioachim G., Stroman P. W. Music to My Senses: Functional Magnetic Resonance Imaging Evidence of Music Analgesia Across Connectivity Networks Spanning the Brain and Brainstem. *Frontiers in Pain Research*. 2022. Vol. 3. DOI: 10.3389/fpain.2022.878258
9. Schaefer H.-E. Music-Evoked Emotions—Current Studies. *Frontiers in Neuroscience*. 2017. Vol. 11. DOI: 10.3389/fnins.2017.00600
10. The effect of music therapy on cognitive functions in patients with Alzheimer's disease: a systematic review of randomized controlled trials / M. Bleibel et al. *Alzheimer's Research & Therapy*. 2023. Vol. 15, no. 1. DOI: 10.1186/s13195-023-01214-9
11. Xiao X., Chen W., Zhang X. The effect and mechanisms of music therapy on the autonomic nervous system and brain networks of patients of minimal conscious states: a randomized controlled trial. *Frontiers in Neuroscience*. 2023. Vol. 17. DOI: 10.3389/fnins.2023.1182181
12. Yiwei X. Evaluating the efficacy of music-based therapy in children and adolescents with physical and mental health challenges: a systematic review // *Psychology research and behavior management*. 2025. Vol. 18. P. 1181–1198. DOI: 10.2147/PRBM.S510544.