

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Факультет психології
Кафедра психології розвитку

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**ВПЛИВ ЗМІНЕНИХ СТАНІВ СВІДОМОСТІ В ХОДІ
МЕДИТАТИВНИХ ПРАКТИК НА ІНТЕНСИВНІСТЬ
СУБ'ЄКТИВНИХ ПЕРЕЖИВАНЬ БОЛЮ**

Спеціальність 053 «Психологія»
Освітньо-наукова програма «Психологія»

Здобувачки вищої освіти
ОС «Магістр»
Сюзанни ГРАБОВЕЦЬКОЇ

Наукова керівниця:
Кандидатка психологічних наук
Асистент кафедри
психодіагностики
і клінічної психології
Альона ВАВІЛОВА

Допустити до захисту в ЕК
кафедра психології розвитку
протокол № __ від _____
Завідувачка кафедри:
Наталія ДЕМБИЦЬКА
_____ (підпис)

КИЇВ - 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНОГО І ПСИХОЛОГІЧНОГО ПІДҐРУНТЯ НОРМАЛЬНИХ І ЗМІНЕНИХ СТАНІВ СВІДОМОСТІ, МЕДИТАТИВНИХ ПРАКТИК І ПЕРЕЖИВАННЯ БОЛЮ.....	9
1.1 Класифікація мозкової активності.....	9
1.2 Нейрофізіологічні механізми нормальних та змінених станів свідомості у непатологічних формах в повсякденних проявах	15
1.3 Класифікації медитативних практик.....	18
1.4 Нейрофізіологічне підґрунтя медитативного стану, як зміненого стану свідомості.....	27
1.5 Наукові дослідження знеболювальних властивостей медитативних практик.....	30
1.6 Психологічні та нейрофізіологічні чинники переживання болю	32
Висновки до розділу 1.....	34
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АВТОРСЬКОЇ МЕДИТАТИВНОЇ ПРАКТИКИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПЕРЕЖИВАНЬ БОЛЮ СПРИЧИНЕНОГО ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЄЮ М'ЯЗІВ.....	36
2.1 Характеристика вибірки	36
2.2 Дизайн дослідження	39
2.3 Електроенцефалографія	41
2.4 Діагностичні методики	46
2.5 Структурні елементи та механізм дії авторської медитації.....	53
2.6 Електроміостимуляція	54
2.7 Спектральний аналіз	57
2.8 Статистичний аналіз	62
Висновки до розділу 2	63

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕМПІРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНЕБОЛЮВАЛЬНОГО ВПЛИВУ КЕРОВАНОЇ МЕДИТАТИВНОЇ ПРАКТИКИ.....	65
3.1. Зв'язок індивідуально-психологічних чинників із суб'єктивним зниженням больових відчуттів під час медитації	65
3.2 Порівняльний аналіз мозкової активності виявленої в ході спектрального аналізу	71
3.2 Коливання ЕЕГ як предиктори суб'єктивного полегшення болю та зменшення інтенсивності болю під час медитації	92
Висновки до розділу 3.....	95
ВИСНОВКИ.....	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	101
ДОДАТКИ.....	115

ВСТУП

Актуальність дослідження: Люди можуть відчувати біль як гострий, хронічний, періодичний або як комбінацію цих трьох станів. Хронічний біль, який визначається як постійний або епізодичний дискомфорт, що триває понад 3 місяці, є глобальною проблемою охорони здоров'я, яка виходить за рамки лише фізичного страждання, діючи як потужний каталізатор психологічного дистресу та психічних захворювань.

Приблизно 85% пацієнтів з хронічним болем відчують важку депресію (Meehan, 2024). Крім руйнівного впливу на фізичний і психологічний стан, потерпає ще й фінансовий, адже збільшення використання медичної допомоги, втрата продуктивності, а також прямі та непрямі витрати, пов'язані з лікуванням створюють економічний тягар.

За оцінками дослідження по 52 країнам світу в середньому 27,5% дорослого населення світу страждають від хронічного болю (Zimmer, Fraser, Grol-Prokopczyk & Zajacova, 2023).

В таких регіонах що зазнали війни, як Україна, ця статистика має тенденцію до зростання: у 43,1% солдат, які перебували в зоні бойових дій, розвивається хронічний біль, пов'язаний з вогнепальними пораненнями, вибухами мін і психологічними травмами (Horoshko, Kuchyn, Bielka, & Sapunar, 2024). Ця статистика не враховує інших військовослужбовців та цивільне населення, в кого больовий синдром розвився чи загострився на фоні психологічної напруги з моменту повномасштабного вторгнення, однак ми можемо припускати зростання цього явища.

Важливо згадати про менструальний і пологовий біль. Менструальний біль, який клінічно називають дисменореєю, вражає 83,7% (Katib et al., 2024) осіб жіночої статі у всьому світі, що призводить до зниження продуктивності (15% жінок змушені ставити життя на паузу, пропускати навчання і роботу через больовий синдром (Starr et al., 2024),

провокує психологічні проблеми, а також викликає додаткові супутні фізичні складності, такі як передменструальний синдром, мігрень, блювання тощо.

Результати досліджень, спрямованих на вивчення ефекту знеболення, показують приголомшливі результати від використання технік візуалізації у пологах: застосування VR-технологій (різновид практики візуалізації), самогіпноз, поєднання дихальних практик і практик візуалізації є значущими чинниками зниження больових відчуттів.

Актуальність дослідження обумовлена важливістю вивчення здатності медитативних технік управляти болем (особливо гострим болем) як альтернативного засобу медикаментозному лікуванню. Наукові дослідження таких практик є актуальною задачею для дослідників в галузі психології, адже це здатно знизити вживання медикаментозної терапії, а від так і її ризики, покращити психічне здоров'я, ментальне і фізичне самопочуття і позбутися багатьох інших наслідків проживання життя з підвищеними больовими відчуттями, такими як економічна і соціальна вразливість, а також загальне зниження якості життя, що охоплює такі прості речі, до яких всі ми прагнемо: ресурс для наближення мрій, самоактуалізації і необтяженого повноцінного існування.

Розуміння фізіологічні показники респондентів в ході апаратного дослідження, а саме аналіз патернів активності мозкових хвиль отриманих завдяки електроенцефалографії, а також аналіз їх суб'єктивного досвіду в ході методологічного опитування і інтерв'ювання, дозволить зробити висновки про ефективність впливу медитативних практик на стан свідомості і як результат подолання фізичного дискомфорту, викликаного міостимуляцією.

Мета дослідження – З'ясувати вплив керованої медитації з елементами візуалізації і сугестії на інтенсивність суб'єктивних переживань болю.

Завдання дослідження:

1. Здійснити теоретичний аналізі наукових досліджень впливу медитативних практик на силу суб'єктивних відчуттів при переживанні болю.
2. Розробити авторську керовану медитацію, спрямовану на знеболення фізичних відчуттів.
3. З'ясувати вплив медитативних практик на фізіологічні показники електроенцефалограми (ЕЕГ).
4. Виявити відмінності між фоною мозковою активністю мозку, активністю при больовій стимуляції, активністю в медитативному стані і активністю при одночасному поєднанні двох стимулів.
5. Встановити зв'язок емоційного стану і ставлення до болю на перебіг переживання болю і заглиблення в медитативний стан.

Об'єкт дослідження – суб'єктивне переживання болю

Предмет дослідження – зміна інтенсивності суб'єктивних переживань болю під впливом змінених станів свідомості в ході медитативних практик

Методи дослідження: У дослідженні використовуються методи теоретичного аналізу, система емпірично-дослідницьких процедур, зокрема анкетування: сукупність інтерв'ювання, психодіагностичних і фізіодіагностичних методик спрямованих на вивчення досвіду медитацій, психоемоційного стану, ставлення до болю, а також інтенсивність больових відчуттів до і під час медитативної практики. Серед них авторське інтерв'ювання, методика «Опитувальник позитивного і негативного афекту (ОПАНА)» розроблений Кліманською М. Та Галецькою І. на основі «PANAS» Watson, Clark & Tellegen (Кліманська & Галецька, 2020); методика «Шкала катастрофізації болю» запропонована Sullivan 1995 (Чабан, Хаустова, Асанова Трачук & Асонов, 2019); «Цифрова шкала болю» розроблена медичною спільнотою як спрощений аналог Visual

Analogue Scale, Scott & Huskisson (Ткаченко, Новіков, Іванов, & Пенкальський, 2013); «Шкала полегшення болю» (Ткаченко, Новіков, Іванов, & Пенкальський, 2013).

Використовується спектральний аналіз ЕЕГ даних для дослідження активності мозку шляхом розкладання електричних сигналів на частотні складові, що виявляє нейронні коливання (наприклад, дельта-, альфа-, бета-хвилі), пов'язані з когнітивними станами. Програми для спектрального аналізу Meegie, EDFBrowser. Також застосовується математико-статистичні методи обробки даних, а саме кореляційний аналіз Спірмана, t-критерій Стьюдента, регресійний аналіз. Програма для статистичного аналізу BlueSky Statistics.

Характеристика вибірки: лабораторний експеримент проводився на базі здорових добровольців (які не мали скарг та підтвердили відсутність захворювань зі списку протипоказань до участі у дослідження)

з різним досвідом практики медитацій у складі 17 учасників, серед яких 9 жінок і 8 чоловіків віком 18-35 років, середній вік 26 років.

Наукова новизна: в рамках наукової роботи здійснена авторська розробка керованої медитації спрямованої на зниження фізичних больових відчуттів; в Україні вперше проведено дослідження знеболювального ефекту медитацій в реальному часі без навчання і тривалої практики; вперше здійснено дослідження впливу медитації на зовнішньо стимульований гострий біль.

Практичне значення: Результати можуть бути використані в практиці психологічного консультування, індивідуальному використанні в якості саморегуляції, супроводі медичного психолога пацієнтів з больовим синдромом, інтегровані лікарями у комплексну терапію лікування болю разом з фізіотерапією, фармакотерапією і психотерапією, або у якості замісної знеболювальної терапії в окремих випадках.

Достовірність і обґрунтованість: Апаратні методи дослідження забезпечують об'єктивність і достовірність даних, а методологічні опитування збору суб'єктивних оцінок здатні доповнити картину дослідницьких результатів. Використані методи є валідними і надійними.

Структура та обсяг роботи: Наукова робота складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел (загальна кількість джерел - 80 шт., кількість джерел іноземною мовою 77 шт.), додатків (6 шт.). Кількість сторінок основного тексту –98, повний обсяг роботи— 133 сторінки.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНОГО І ПСИХОЛОГІЧНОГО ПІДҐРУНТЯ НОРМАЛЬНИХ І ЗМІНЕНИХ СТАНІВ СВІДОМОСТІ, МЕДИТАТИВНИХ ПРАКТИК І ПЕРЕЖИВАННЯ БОЛЮ

1.1 Класифікація мозкової активності

Людський мозок виробляє електричну активність, яку можна виміряти як мозкові хвилі за допомогою електроенцефалографії (ЕЕГ). Ці коливання відображають синхронну активність нейронів і пов'язані з різними станами свідомості та когнітивними процесами. Медитативні практики, з їх різноманітними техніками та традиціями, створюють чіткі патерни активності мозкових хвиль, які відрізняються від нормальних станів спокою. Ці традиційно визначені діапазони включають дельта-, тета-, альфа-, бета- та гамма-хвилі.

Дельта-ритми (< 4 Гц)

Дельта-коливання є найповільнішими ритмами мозку, які зазвичай відбуваються на частотах нижче 4 Гц. Особливо помітними коливаннями в дельта-діапазоні є повільні кортикальні коливання (< 1 Гц). Цей ритм спостерігається приблизно у 88% зареєстрованих нейронів і переважає під час глибокого сну (Steriade, Nuñez & Amzica 1993), він починає з'являтися в стадії 3 циклу сну, і до стадії 4 переважають майже всю ЕЕГ-активність. На цьому етапі стимулюється загоєння і регенерація, і вони вважаються необхідними для відновлення, як властивості сну.

Дельта-ритми відіграють вирішальну роль у гомеостазі сну, консолідації пам'яті та певних когнітивних процесах. Було встановлено, що у людей з різними типами травм головного мозку виробляються

дельта-хвилі під час неспання, що робить надзвичайно важким виконання свідомих завдань.

Хоча дельта-хвилі правильно асоціюються з глибоким сном, поширеною помилкою є те, що їх наявність під час неспання завжди вказує на патологію або ураження мозку. Насправді дельта-коливань можуть виникати під час виконання складних когнітивних завдань, що вимагають уваги та внутрішньої обробки інформації. До того, дельта-активність в середній лобовій ділянці асоціюється з обробкою винагород та прийняттям рішень у певних контекстах. (Mahato, Bhalerao, Pachori, Gadre & Mahapatra, 2025)

Не зважаючи на те, що дельта-хвилі домінують у глибокому сні, їхня потужність може зростати під час медитації, особливо після практики мантр (наприклад, повторення «Ом»), що свідчить про стан, подібний до відновлення під час сну, але зі збереженою свідомістю (Harne, Bobade, Dhekekar & Niwale, 2019).

Дослідження тибетських буддистів показало, що зменшення дельта-активності в префронтальній корі супроводжувалося підвищенням уваги та емоційним балансом і корелює зі зниженням тривожності (Guo et al., 2022),

Тета-ритми (4-8 Гц)

Тета-коливань зазвичай відбуваються в діапазоні частот 4-8 Гц і мають складний функціональний профіль, який ставить під сумнів спрощені асоціації з релаксацією або медитацією. Сучасна нейробіологія виявила їх важливу роль в увазі, кодуванні пам'яті, регуляції емоцій, просторовій навігації, кодуванні пам'яті та швидкому сні (REM). Ці коливання особливо сильні в гіпокампі, але також відбуваються в різних ділянках кори головного мозку під час когнітивних процесів. Вони працюють у поєднанні з гамма-коливаннями, утворюючи складну нейронну схему кодування, що забезпечує основу для представлення

впорядкованих послідовностей елементів, що є критично важливим як для просторової навігації, так і для процесів пам'яті (Lisman & Buzsáki, 2008).

Є дані, тета-активність кори головного мозку є нейронним центром такої інтеграції, що відображає поєднання сенсорної, емоційної та когнітивної обробки інформації (Xu, Kao, Zhang, Lam & Wang, 2013)

У практиках усвідомленості сплески тета-хвиль корелюють з моніторингом конфліктів (активація АКК) під час відволікання уваги Ester (Nakamura-Palacios et al., 2023).

Виявлення конфліктів у цьому контексті означає здатність мозку ідентифікувати та обробляти суперечливу інформацію під час виконання когнітивних завдань, де можливі кілька відповідей або інтерпретацій. Наприклад, як у завданні Струпа, коли учасник бачить слово «Зелений» червоним кольором. Задня дельта/тета в потиличній частці виявляє невідповідність між значенням слова (зелений) і його кольором (червоний), а середньолобова тета в АКК потім вирішує конфлікт, щоб дати правильну відповідь на питання («червоний»). Цей механізм подвійного процесу оптимізує продуктивність у складних середовищах, де часто трапляються відволікаючі фактори.

Тета-активність пов'язується з раннім виявленням емоційної значущості. Наприклад, тета-спалахи в лобових ділянках після стимулу під час завдань на розрізнення болю/відсутності болю, що позначає початкову емоційну оцінку (Wang, Goerlich, Chen, Xu, Luo & Aleman, 2022) корелює з негативними емоційними станами (наприклад, тривога, стрес), коли вони є асиметричним або надмірним (Attar, 2022).

Надмірна тета-активність у лобових ділянках корелює з неуважністю та порушеннями пам'яті, асоціюється з виконавчими дисфункціями та зниженим захопленням дофаміну у смугастому тілі (Lorek et al., 2023), порушення емоційної регуляції та вегетативного збудження (Bakare, Kuge, Sugandhi, Warad & Panguddi 2024).

Справді поширеною помилковою думкою є те, що тета-активність завжди вказує на розслаблений, медитативний стан. Хоча тета-ритми дійсно присутні під час деяких медитативних станів, вони в першу чергу пов'язані з активною когнітивною обробкою і часом з посиленою інтроспективною увагою. Наприклад, медитація під керівництвом VR збільшує співвідношення альфа-хвиль у лобовій ділянці та тета-хвиль в потиличній ділянці, що відображає вертикальний контроль уваги, а не пасивну релаксацію (Cheng et al., 2024).

Альфа-ритми (8-14 Гц)

Альфа-коливань, що відбуваються в діапазоні 8-14 Гц, були першими мозковими ритмами, виявленими в записах ЕЕГ. Вони найбільш виражені під час розслабленого стану з закритими очима і слабшають при відкритих очах або під час розумового напруження. Альфа-ритми особливо сильні в задній частині мозку, особливо в потиличній і тім'яній областях, але також можуть спостерігатися в сенсомоторних областях (в цьому випадку їх іноді називають мю-ритмами). Функціональне гальмування коливань альфа-діапазону свідчить про те, що альфа-енергія здійснює контроль уваги шляхом вибіркового гальмування нейронних представлень, що не мають відношення до завдання. Ця гіпотеза підтверджується десятиліттями кореляційних досліджень, які демонструють зміни в топографії альфа-енергії, пов'язані з увагою, в очікуванні стимулів, що мають відношення до завдання (Morrow, Elias, Samaha, 2023)

Особливості ЕЕГ альфа-діапазону в стані спокою з відкритими очима показали найсильнішу значущу кореляцію з ефективністю моторної уяви, що свідчить про те, що альфа-ритми надають інформацію, пов'язану з руховою уявою користувача (Wax et al., 2022). Крім того, альфа-коливань відіграють вирішальну роль у процесах уваги, причому вища альфа-потужність зазвичай спостерігається в ділянках кори головного мозку, що обробляють інформацію, не пов'язану з завданням.

Поширеним помилковим уявленням є те, що альфа-хвилі просто вказують на стан розслаблення, пасивний стан або бездіяльності. Однак сучасні дослідження пропонують більш нюансоване розуміння, згідно з яким альфа-коливань активно пригнічують нерелевантні або потенційно відволікаючі нейронні процеси, щоб поліпшити обробку інформації в областях, що мають відношення до завдання (Morrow, Elias, Samaha, 2023).

Бета-ритми (15-30 Гц)

Бета-коливань відбуваються в діапазоні частот 15-30 Гц і зазвичай асоціюються з нормальним станом свідомості в стані неспанья, активною концентрацією, розумовою активністю, пильністю, та руховими функціями. Ці ритми особливо виражені в сенсомоторній корі головного мозку і пригнічуються під час виконання рухів, що є явищем, відомим як десинхронізація, пов'язана з подіями.

Бета-коливань відіграють важливу роль у моторному контролі та беруть участь у підтримці статусу-кво моторної активності. Бета-активність також бере участь у сенсорній фільтрації, увазі та когнітивній обробці.

Роль бета-хвиль у динаміці медитацій: на початкових етапах бета-активність знижується, що відображає пригнічення внутрішнього діалогу, але на глибоких стадіях її синхронізація з гама-ритмами підтримує інтеграцію сенсорних потоків. А у досвідчених медитаторів (стаж 30+ років) бета-ритм посилюється навіть у стані спокою, що пов'язують із тренуванням постійної метакогнітивної усвідомленості.

Гамма-ритм (30-100 Гц)

Гамма-коливань, що охоплюють діапазон 30–100 Гц, є найшвидшими нейронними ритмами і є невід'ємною частиною вищих функцій мозку. Ці високочастотні коливання помітно спостерігаються під час сенсорної обробки, уваги, кодування пам'яті та моторних завдань. На відміну від повільніших ритмів, гамма-активність часто локалізується в певних

ділянках кори головного мозку, що відображає зосереджену нейронну обробку (Guan et al., 2022). Гамма-ритми є тимчасовими і зазвичай виникають в результаті скоординованої взаємодії між збуджувальними та гальмівними нейронами (Buzsáki & Wang, 2012), а їх синхронізація тісно пов'язана з когнітивними потребами (Fries, Nikolić & Singer, 2007).

Гамма-коливань служать тимчасовою основою для нейронної комунікації, забезпечуючи зв'язок ознак у сприйнятті. Наприклад, гамма-коливань, індуковані запахами в піріформній корі, є необхідними для точної ідентифікації запахів, причому потужність гамма-коливань передбачає точність сприйняття (Yang et al., 2022). У зоровій системі синхронізація гамма-коливань сприяє уявленню об'єктів.

Хоча гамма-коливань часто асоціюються зі свідомим сприйняттям, їх наявність у несвідомих станах, таких як певні фази сну, підкреслює їх ширшу роль у нейронній координації, що виходить за межі свідомості (Buzsáki & Wang, 2012). Також міфом є те, що підвищення гама коливань означає підвищену збудженість — у медитаторів підвищена гама-активність супроводжується зниженням тривожності та покращенням когнітивних функцій (Thomas, Jamieson & Cohen, 2014).

Гамма-ритми є прикладом здатності мозку синхронізувати активність в мілісекундних масштабах часу для підтримки складних когнітивних і моторних функцій. Ще його можна назвати нейронним «клеєм» для складних станів. У тибетських ченців під час глибокої медитації гамма-активність у задніх відділах мозку зростала на 300–500%, що корелювало зі змінами серцевого ритму та експресією білків, пов'язаних із нейропластичністю (Guo et al., 2022). Гама-коливання синхронізуються з тета-ритмами, утворюючи «складні» патерни, які, ймовірно, кодують комплексні суб'єктивні переживання (наприклад, почуття єдності).

1.2 Нейрофізіологічні механізми нормальних та змінених станів свідомості в непатологічній формі в повсякденних проявах

Свідомість людини демонструє динамічні зміни, що формують спектр від повного усвідомлення до різних форм змінених станів. Ці стани відрізняються патернами мозкової активності, когнітивними характеристиками та тригерними механізмами, які можуть виникати навіть у звичайних життєвих ситуаціях.

Нормальний стан свідомості (НСС) характеризується цілеспрямованою увагою, логічним мисленням та здатністю до ефективної взаємодії з навколишнім середовищем (Revonsuo, Kallio & Sikka, 2009). У цьому стані людина здатна до послідовного аналізу інформації, прийняття рішень на основі раціональних критеріїв та підтримки соціально адекватної поведінки.

На ЕЕГ НСС проявляється домінуванням бета-ритму (13-30 Гц) у передніх відділах мозку під час активного розв'язання задач та альфа-ритму (8-13 Гц) у потиличних областях у стані розслабленої уваги (Asadi-Pooya & Sperling, 2019). Тета-ритм (4-8 Гц) спостерігається обмежено під час інтенсивного засвоєння нової інформації.

ФМРТ-дослідження виявляють активність дорсолатеральної префронтальної кори, пов'язаної з виконавчими функціями, та збудження сенсорно-моторних областей, що відповідають за обробку зовнішніх стимулів. Нейромережа стандартного режиму (default mode network) демонструє помірну активність, що відображає баланс між зовнішньою увагою та внутрішніми ментальними процесами.

Змінений стан свідомості (ЗСС) визначається як тимчасова зміна якісних характеристик свідомості, що супроводжується порушенням інтеграції когнітивних функцій та зміною сприйняття реальності (Revonsuo, Kallio & Sikka, 2009). До непатологічних форм ЗСС, що виникають в повсякденності належать мрійливість, гіпнагогічні стани, потокові стани, аутогрансові явища під час монотонної діяльності.

Мрійливість/блукання думок (Mind Wandering) виникає спонтанно під час рутинних завдань, що не вимагають повної когнітивної залученості.

Нейрональні кореляти включають:

- Зростання тета-синхронізації між поясною корою та гіпокампом
- Активізацію нейромережі стандартного режиму
- Зниження бета-активності в дорсолатеральній префронтальній корі

Дослідження з використанням SART-тесту показали, що 30-50% часу бадьорості припадає на мрійливість, причому її тривалість корелює з рівнем креативності (Simor et al., 2025).

Гіпнагогічні стани— перехідні стани між бадьорості і сном характеризуються:

- Міграцією альфа-ритму з потиличної до передньої частини мозку
- Спорадичними спалахами тета-хвиль
- Появою вертексних гострих хвиль

Ці стани часто супроводжуються панорамними образами та сенсорними феноменами, що виникають під час засинання (Tanaka, Hayashi & Nogi, 1997).

Потокові стани (Flow) виникають під час виконання завдань з оптимальним балансом складності та навичок. Нейрофізіологічні особливості:

- Синхронізація фронтальної тета (4-8 Гц) із фронтоцентральної альфа (8-12 Гц)
- Підвищена когерентність між тім'яними та потиличними областями
- Пригнічення активності мигдалини (Kataraha et al., 2019).

Автоматизовані дії, монотонні рутинні процеси (водіння, миття посуду) можуть викликати:

- Зсув активності від неокортексу до базальних гангліїв
- Зниження бета-активності в префронтальній корі

- Локальне зростання дельта-ритму в сенсорних областях (Burdett, Charlton & Starkey, 2019).

Загально під час ЗСС ЕЕГ-дослідження виявляють зростання тета-ритму в передніх відділах мозку, особливо фронтального мідлайн тета (FMT), що асоціюється з внутрішньо спрямованою увагою (Katariha et al., 2019). Альфа-активність демонструє парадоксальне збільшення в потиличних областях разом із синхронізацією між лобними та тім'яними ділянками (Tanaka, Hayashi & Hori, 1997). Для потокових станів характерне одночасне підвищення фронтального тета (4-8 Гц) та помірного фронтоцентрального альфа-ритму (Katariha et al., 2019).

ЗСС супроводжується дифузною увагою зі зниженою селективністю, нелінійним асоціативним мисленням, підвищеною сприйняттєвою чутливістю, частковою втратою рефлексії власних ментальних процесів (Revonsuo, Kallio & Sikka, 2009).

ЗСС відіграють важливу роль у консолідації пам'яті через реактивацію нейронних ансамблів, креативному проблеморозв'язанні за рахунок нестандартних асоціацій, емоційній регуляції через реорганізацію лімбічних зв'язків (Simor et al., 2025).

Нормальні та змінені стани свідомості являють собою динамічний континуум, де нейрофізіологічні механізми забезпечують пластичність когнітивних процесів. Повсякденні тригери ЗСС, такі як мрійливість чи автоматизовані дії, демонструють тісний зв'язок між функціональним станом мозку та екологічними вимогами середовища. Медитативні практики викликають перехід від НСС до ЗСС через введення в медитативний стан. Практика медитації викликає помітні зміни в активності мозкових хвиль порівняно з нормальним станом спокою. Дослідження виявили глобальні зміни спектру ЕЕГ, особливо в амплітудах тета, альфа, гамма та бета під час медитації (Duda, Clarke, Barry & Blasio, 2024). Ці зміни відображають унікальні психічні стани, досягнуті під час

медитативних практик. Одним з найбільш послідовних висновків є те, що медитація загалом зміщує мозкову активність у бік вищих частот порівняно зі станом спокою (Guo et al., 2022). Однак конкретні патерни залежать від типу медитації, рівня досвіду практикуючого і навіть соціального контексту практики.

1.3 Класифікація медитативних практик

В сучасному світі через поширення і популяризацію медитативних практик зміст терміну медитація набув свого широкого узагальненого і викривленого значення, однак медитацій буває величезне різноманіття, адже люди різних культур та епох розробили чисельні методи досягнення зміненого стану свідомості без використання психотропних речовин і кожна практика має свої визначальні характеристики, техніки, зони впливу і як результат викликають різні патерни мозкової активності під час практики. Тому поняття медитації вимагає уточнення. Пропоную розглянути різновиди і наукові класифікації методів медитацій.

Методи медитації були визначені як «режими тренування емоційної та регуляції уваги, розроблені для різних цілей, включаючи культивування благополуччя та емоційної рівноваги» (Lutz et al., 2008). У цьому сенсі методи медитації забезпечують схему регулювання (контролю або спрямування) розумових здібностей уваги та емоцій (тобто когнітивних та афективних процесів) для досягнення різних контемплативних цілей.

Техніки медитації класифікуються за допомогою декількох різних таксономічних систем, що відображають складність і різноманітність цих практик.

1.3.1.1 У західній науковій літературі техніки медитації зазвичай класифікуються на дві широкі категорії:

- Фокусована увага (focused attention): передбачає спрямування уваги на конкретні об'єкти або відчуття

- Відкритий моніторинг (open-monitoring): передбачає усвідомлення всіх психічних подій, що входять у поле свідомості

1.3.1.2 Розширена типологічна модель поділяє підходи до медитації на чотири категорії:

- Фокусовані практики: включають дихальну медитацію, трансцендентальну медитацію та візуалізації
- Генеративні практики: розвиток таких якостей, як любов і співчуття
- Рецептивні практики: відкритий моніторинг досвіду
- Рефлексивні практики: систематичне дослідження та споглядання

1.3.1.3 Традиційна буддійська класифікація пропонує подвійну класифікацію:

- Саматха (спокійне перебування): практики, що заспокоюють розум
- Віпассана (проникнення): практики, що досліджують природу реальності

1.3.1.4 Семикластерна модель Матко і Седлмейера пропонує два виміри для класифікації — «активація» і «ступінь орієнтації на тіло» — що дає сім кластерів:

- Уважне спостереження
- Медитація, орієнтована на тіло
- Візуальна концентрація
- Роздуми
- Медитація, орієнтована на афект
- Медитація з мантрами
- Медитація з рухами
- Класифікація за рівнем складності

1.3.1.5 Трирівнева система класифікації Наша та Ньюберга (Nash & Newberg, 2023):

Рівень 1: Розподіл на прості та складні методи

- Прості методи медитації - спрямовані на досягнення одного типу покращеного ментального стану
- Складні методи медитації - спрямовані на досягнення декількох типів станів протягом однієї сесії

Рівень 2: Класифікація за спрямованістю

- Афективно-Направлені Методи (ADM) - спрямовані на досягнення покращеного афективного стану (EAS)
- Когнітивно-Направлені Методи (CDM) - спрямовані на досягнення покращеного когнітивного стану (ECS)
- Нуль-Направлені Методи (NDM) - спрямовані на досягнення покращеного нульового стану (ENS) (розширений психічний стан, що характеризується відсутністю як афективного, так і когнітивного змісту, залишається лише чиста свідомість без контенту, характеризується глибокою пустотою або порожнечою свідомості)

Рівень 3: Таксономічні ключі ключів для подальшої диференціації методів медитації

- Специфічні когнітивні стратегії
- Об'єкти фокусування уваги
- Необхідність певних переконань
- Положення очей
- Статичне чи кінетичне положення
- Вербальне чи невербальне виконання
- Тип постави
- Внутрішня чи зовнішня спрямованість
- Специфіка дихання

Автори (Nash & Newberg, 2023) аналізують дев'ять інших класифікаційних систем, опублікованих з 2007 по 2022 рік, і виявляють, що більшість з них страждають від відсутності теоретичної таксономічної

основи, проблем з ортогональністю категорій, використання незрозумілої термінології, складності перевірки науковими методами.

1.3.2 Різноманітність медитативних практик:

1.3.2.1 Медитація, зосереджена на диханні

Дихальна медитація (науковий термін: «Respiratory-centered attentional training») Ця базова практика передбачає зосередження на диханні та глибоку концентрацію на кожному етапі дихального процесу. Дослідження показали, що вона може зменшити тривожність, перериваючи реакцію на стрес, поліпшити серцевий ритм і допомогти боротися з депресією.

Анапанасаті (буддійська медитація усвідомлення дихання) — традиційна буддійська техніка, що фокусується на диханні, вважається методом саматха (концентрації). Вона використовує концентрацію як основну когнітивну стратегію, зосереджуючись на диханні та тілесних відчуттях, пов'язаних з диханням (Nash & Newberg, 2023) .

1.3.2.2 Медитація на основі мантр

Медитація на мантрах (Науковий термін: «Phonological loop meditation») передбачає повторення слова, фрази або звуку для фокусування розуму та виключення відволікаючих думок.

Трансцендентальна медитація розроблена Махаріші Махеш Йогі, передбачає досягнення зміненого стану свідомості. Практика включає сидіння з закритими очима, досягнення «спокійної пильності» та повторення певних мантр протягом 20-25 хвилин двічі на день. Джонатан Шир класифікує трансцендентальну медитацію як техніку «автоматичного самотрансцендування», що відрізняється від зосередженої уваги та відкритого моніторингу.

1.3.2.3 Медитація, зосереджена на тілі

Медитація сканування тіла (Науковий термін: «Somatic awareness meditation») передбачає систематичне сканування тіла в уяві на наявність

болю, травм або м'язової напруги. Техніка передбачає послідовне закривання очей, зосередження на диханні, центрування себе, ігнорування зовнішніх подразників, зв'язок з тілесними відчуттями та зосередження уваги на конкретних частинах тіла або на всьому тілі.

Техніка прогресивного м'язового розслаблення Джейкобсона (JPMR) рекомендована клінічними психологами для пацієнтів з тривожністю, яка передбачає систематичне напруження та розслаблення груп м'язів для зняття напруги. Вона поєднує розслаблення з керованими уявленнями для створення медитативного стану (Ваків, 2022).

1.3.2.4 Рефлексивна медитація

Рефлексивна медитація (науковий термін: «Analytical meditation») наголошує на інтроспекції, коли людина задає собі рефлексійні питання, щоб глибше пізнати себе. Процес включає в себе зосередження, починаючи з дихальних вправ, формулювання значущих питань (наприклад, «Яка моя мета?»), усвідомлення питання та терпляче очікування відповіді.

1.3.2.5 Практики візуалізації

Візуалізаційна медитація (Науковий термін: «Guided imagery») передбачає заспокоєння розуму та тіла шляхом уявлення спокійних сценаріїв та занурення у візуалізацію. Практикуючі вибирають ідеальну ситуацію (наприклад, спокійну природну обстановку), за бажанням використовують відповідну музику для настрою і можуть практикувати під керівництвом або самостійно (Robinson, 2024).

Цун (даоська візуалізація). Практикуючі візуалізують або актуалізують сонячну та місячну сутності, світло та божества всередині свого тіла, що, як вважається, призводить до здоров'я та довголіття.

1.3.2.6 Медитація на основі співчуття

Медитація Метта (Науковий термін: «Loving-kindness meditation») — генеративна практика, зосереджена на розвитку якостей любові та співчуття до себе та інших. Цей підхід класифікується як медитація,

орієнтована на афекти, спрямована на культивування позитивних емоційних станів.

1.3.2.7 Медитація на основі руху

Медитація ходьби (буддійська кінетична медитація). Техніка, яка зазвичай викладається в буддійських монастирях і на медитаційних ретритах, прикладом якої є підхід Тік Нат Хана до культивування уважності. Вона використовує усвідомлення як основну когнітивну стратегію, зосереджуючи увагу на ногах і відчуттях від ходьби з відкритими очима і повільною, нормальною ходою (Nash & Newberg, 2023).

Медитація з рухом (кінестетична медитація) Включає такі практики, як специфічні форми тайцзі і танцювальної медитації, які поєднують усвідомленість під час контрольованих рухів.

1.3.2.8 Техніки свідомого дихання

Спеціальні дихальні практики представляють окрему категорію методів зміни свідомості, які можуть мати глибокий фізіологічний і психологічний ефект.

Дихання животом (Науковий термін: «Diaphragmatic breathing») — техніка релаксації, яка допомагає заспокоїти тіло і розум за допомогою глибокого дихання животом, а не грудьми. Переваги включають зменшення тривожності і стресу, поліпшення насичення тканин киснем і сприяння розслабленню м'язів.

Дихання по квадрату (Науковий термін: «Box breathing») — збалансований ритм дихання, що включає вдих через ніс на чотири рахунки, затримку на чотири секунди, видих через рот на чотири рахунки та затримку порожніх легенів на чотири секунди. Переваги включають збалансування нервової системи, поліпшення концентрації та зниження частоти серцевих скорочень.

Дихання по черзі ноздрями (науковий термін: «Nadi Shodhana»). Ця техніка, що походить з йоги, врівноважує півкулі головного мозку та заспокоює розум. Вона передбачає сидіння в прямому положенні, почергове закривання ніздрів пальцями та дихання за певною схемою.

Техніка дихання 4-7-8 — практика, що сприяє розслабленню та зменшенню тривожності шляхом вдиху на 4 рахунки, затримки дихання на 7 рахунків та видиху на 8 рахунків у сидячому або лежачому положенні.

1.3.2.9. Просунуті системи дихання

Голотропне дихання (Науковий термін: «Evoked hyperventilation therapy») — це терапевтична дихальна практика, розроблена для емоційного зцілення та особистого зростання. Вона полягає в швидкому диханні протягом тривалого часу під керівництвом інструктора, супроводжуваному музикою, а потім у творчому самовираженні та обговоренні. Ця техніка використовується для лікування різних станів, включаючи депресію, стрес, залежність, ПТСР та хронічний біль. (Willson, 2018)

Дихальна техніка Віма Хофа. Цей метод, створений голландським екстремальним спортсменом Вімом Хофом, передбачає контрольовану гіпервентиляцію з подальшим затримкою дихання. Техніка спрямована на підвищення рівня кисню в організмі і складається з трьох компонентів: спеціальних дихальних вправ, холодової терапії та відданості практиці (Robinson, 2024).

1.3.2.10. Гіпнотичні та трансівні методи

Ці техніки змінюють свідомість за допомогою сугестії, релаксації та керованих переживань.

Метод зворотного відліку — гіпнотична індукція, під час якої терапевт пропонує пацієнту відраховувати від певного числа, поступово поглиблюючи релаксацію з кожним відліком. Цей метод ефективний для

тих, хто відчуває заспокоєння та стабільність від числових послідовностей (Sivacumar, 2024).

Швидка індукція — техніка, що використовує швидкі, впевнені команди для швидкого введення в гіпноз. Часто застосовується в клінічних умовах, коли час обмежений, або з пацієнтами, які мають досвід гіпнозу (Sivacumar, 2024).

Левітація руки—метод індукції, при якому терапевт навіює пацієнту, що його рука стає легшою і підніметься самостійно, надаючи скептично налаштованим пацієнтам відчутне підтвердження стану трансу (Sivacumar, 2024).

Фракціонування—техніка поглиблення, при якій терапевт неодноразово вводить пацієнта в стан гіпнозу і виводить його з нього, поглиблюючи транс з кожним циклом. Це корисно для посилення гіпнотичного стану під час тривалих сеансів (Sivacumar, 2024).

Техніка заплутування—метод, що використовує складні та суперечливі інструкції для перевантаження свідомості, що дозволяє підсвідомості стати більш сприйнятливою. Цей підхід ефективний для осіб з сильним аналітичним мисленням (Sivacumar, 2024).

Самогіпноз (аутогіпноз) — процес, під час якого особи навчаються самостійно вводити себе в стан трансу для самостійної практики, що є цінним для тих, хто прагне отримати довгострокові терапевтичні ефекти (Sivacumar, 2024).

1.3.2.11. Аутогенне тренування

Аутогенне тренування (науковий термін: «Autonomic self-regulation therapy») —техніка релаксації, розроблена німецьким психологом Йоганом Генріхом Шульцем у 1920-х роках. Вона зосереджена на сприянні відчуттю спокою та розслаблення в тілі для зменшення стресу та тривоги шляхом впливу на фізичні прояви стресу за допомогою релаксаційних вправ (Legg, Lindberg & Frank Crooks, 2019).

1.3.2.12. Шаманське та ритмічне введення в транс

Шаманське барабанення (Науковий термін: «Rhythmic auditory stimulation») — практика, що використовує ритмічні, монотонні барабанні патерни (зазвичай 3-7 ударів на секунду) для індукції змінених станів свідомості. Техніка передбачає барабанення, супроводжуване наміром подорожувати в незвичайну реальність, взаємодіяти з духовними наставниками, зцілюватися або здобувати мудрість. Дослідження показують, що вона викликає збільшення потужності гамма-хвиль мозку під час трансових станів, що корелює з візуальними змінами (Huels et al., 2021; Копораскі, 2016).

1.3.2.13. Особливі практики буддизму

Дзадзен (дзен-медитація) — японська дзен-буддійська практика, що поєднує аспекти самадхи та віпасани, включає сидячу медитацію з певною позою, диханням та техніками зосередження уваги.

Дзогчен—тибетська буддійська практика, що має на меті усвідомлення та спочинок у природі розуму, поєднуючи аспекти підходів самадхи та віпасани.

Практика касіна — форма медитації саматха (концентративної), що передбачає фокусування на візуальних об'єктах, таких як кольорові диски, елементи або світло, для розвитку концентрації.

1.3.2.14. Практики Нью-Ейдж та сучасні практики

Керована медитація — форма медитації, що використовує різні техніки під керівництвом, особисто або за допомогою засобів масової інформації. Часто поєднує медитативну музику, рецептивну музичну терапію, керовані образи, релаксацію, усвідомленість та ведення щоденника.

1.4 Нейрофізіологічне підґрунтя медитативного стану, як зміненого стану свідомості

Методи медитації створені аби занурити людину в медитативний стан — покращений психічний стан (EMS) з визначальними нейрофізіологічними та феноменологічними властивостями/характеристиками. У контексті цієї типології термін «покращений» використовується для відрізнення від звичайного стану свідомості в стані неспання і має на меті позначити такі поняття, як «глибший», «вищий», «інтенсивніший», «розширений» та «більш глибокий». Ця ітерація відповідає трьом різним EMS за Нашом і Ньюберном — афективний, когнітивний та нульовий EMS.

Тета-активність часто збільшується під час медитації. Це підвищення тета-хвиль, особливо тета-хвиль у середній лобовій ділянці (FMT), є одним з найнадійніших результатів ЕЕГ-досліджень медитації (Treves et al., 2024). Тета-коливань пов'язані з внутрішньою увагою і можуть відображати зосереджений психічний стан, досягнутий під час медитації. (Hudak et al., 2020) Однак, тета-ритм може зростати на ранніх етапах (наприклад, при подоланні відволікань), але при глибокій медитації його активність часто пригнічується (Katyay & Goldin, 2021).

Альфа-активність також демонструє значну модуляцію під час медитативних практик. Дослідження показали підвищення альфа-активності, особливо в лобових ділянках, під час різних медитативних технік⁹¹⁶ (Engelbregt, Bass, Grauw & Deign, 2021).

Спостерігається зниження потужності центральної бета-активності (13-25 Гц) та центральної низької гамма-активності (25-48 Гц) у медитуючих під час глибшого поглинання. Натомість виявляється підвищення потужності тета-активності в лобовій середній лінії та скронево-тім'яній ділянці у медитуючих, знову ж таки, під час глибшого

поглинання. Альфа-активність підвищується у всіх медитативних станах, незалежно від глибини. Це дослідження демонструє, що суб'єктивні переживання поглиблення медитації частково відповідають вимірам ЕЕГ. Результати узгоджуються з попередніми дослідженнями некласифікованих медитативних станів. Ці результати також узгоджуються з підвищенням тета-активності, що корелює з напруженістю фокусу, та зниженням бета/гамма-активності з десинхронізацією, пов'язаною з підвищеною пильністю.

Бета- та гамма-активність часто посилюється під час певних фаз або типів медитації. Дослідження тибетських буддистських ченців показали, що медитація зазвичай починається зі зниження префронтальної дельта-активності та підвищення префронтальної високої бета- та гамма-активності. У міру того, як практикуючі входять у глибші медитативні стани, також посилюється задня високочастотна активність, що потенційно може слугувати біомаркером глибокої медитації (Guo et al., 2022).

Оскільки, вище ми вже визначили, що існує велика кількість типів медитативних практик— зосередимо свою увагу на визначенні патернів мозкової активності чотирьох основних з них, а саме медитації фокусованої уваги (focused attention), медитації відкритого моніторингу (open-monitoring), трансцендентальної медитації (transcendental meditation) та медитації люблячої доброти (loving-kindness meditation)

1.4.1 Ключові відмінності між типами медитації (Спираючись на роботу (Lee, Kulubya, Goldin, Goodarzi & Girgis, 2018):

1.4.1.1. Тета-активність (4-8 Гц)

- Медитації фокусованої уваги та медитації відкритого моніторингу: супроводжуються зростанням переднього мідлайн тета-ритму (FMT), пов'язаного з концентрацією та внутрішньою увагою. У Медитації

фокусованої уваги також спостерігається збільшення тета-активності в задніх відділах мозку.

- Трансцендентальні медитації та медитації люблячої доброти: демонструють підвищену тета-синхронізацію між центральними, скроневими та потиличними областями, що може відображати емоційну регуляцію.

1.4.1.2. Альфа-активність (8-13 Гц)

- Медитації фокусованої уваги: Характеризується білатеральним збільшенням альфа-потужності у передніх відділах, що пов'язано зі зниженням зовнішньої уваги .
- Медитації відкритого моніторингу: Супроводжується зменшенням альфа-активності в лівих відділах мозку, що відображає ширший спектр сприйняття.
- Трансцендентальні медитації: Викликають підвищення альфа-ритму в задній поясній звивині та прекунеусі – областях, пов'язаних із дефолтною мережею .

1.4.1.3. Гамма-активність (30-100 Гц)

- Медитації фокусованої уваги та медитації відкритого моніторингу: досвідчені практики демонструють збільшення гамма-коливань у потиличних областях, що корелює з підвищеною перцептивною чутливістю.
- Медитації люблячої доброти: Супроводжується синхронізацією гамма-ритмів у фронто-тім'яних ділянках, яка може відображати емпатію та соціальну взаємодію.

1.4.2 Вплив досвіду медитації

- Перший досвід медитації: Зниження альфа і тета коливань. Одна з імовірних інтерпретацій цих суперечливих меті медитації результатів полягає у підвищеному рівні пильності учасників, пов'язаною із задачами медитації, а не з досягненням цільового медитативного

стану (Śliwowski, Jastrzębska, Holas, Żygierewicz & Suffczyński, 2021).

- Початковий етап (до 4 років практики): Переважає збільшення низькочастотних коливань (тета та альфа) у правих передніх відділах мозку.
- Просунутий етап (понад 20 років практики): З'являється підвищена високочастотна активність (бета та гамма) у тих самих зонах, що свідчить про неопластичні зміни.
- Тривалість сесій: Довші медитативні практики посилюють глобальну синхронізацію коливань, особливо в дефолтній мережі.

Кожен тип медитації має унікальний "нейронний підпис", що визначає його вплив на когнітивні функції та психічний стан. Розуміння цих механізмів відкриває шляхи для персоналізованих терапевтичних інтервенцій, зокрема шляхом комбінації медитації з нейромодуляцією.

1.5 Наукові дослідження знеболювальних властивостей медитативних практик

Сучасні наукові дослідження свідчать про наявність помірного, але статистично значущого знеболювального ефекту медитативних практик,

Хронічний біль є однією з провідних причин зниження якості життя, втрати працездатності та соціальної дезадаптації у світі. Традиційні фармакологічні підходи до лікування болю часто мають обмежену ефективність, супроводжуються ризиками побічних ефектів і не завжди забезпечують довготривале полегшення симптомів. У цьому контексті зростає інтерес до немедикаментозних методів впливу на біль, серед яких особливе місце займають медитативні практики

Останніми роками опубліковано численні систематичні огляди та мета-аналізи, присвячені вивченню ефективності медитативних практик у лікуванні різних больових синдромів, включаючи хронічний

неспецифічний біль у спині, фіброміалгію, остеоартрит, головний біль, нейропатичний біль, а також гострий біль, наприклад, під час пологів.

Вісімнадцять досліджень включених в систематичний огляд Fan et al., 2024 показує, що активація острівця, передньої частини мозолистого тіла та орбітофронтальної кори позитивно пов'язана з медитацією для полегшення болю, тоді як активність у таких ділянках, як мигдалина та медіальна префронтальна кора, негативно корелюють з полегшенням болю. Мета-аналіз послідовно виявив участь різних ділянок мозку, включаючи острівкову ділянку, путамен, мигдалеподібне тіло, передню поясну кору, прецентральну звивину, постцентральну звивину, нижню тім'яну частку, верхню скроневу звивину, нижню лобову звивину та хвостате ядро, у полегшенні болю, спричиненому медитацією. Ці результати свідчать про те, що медитація впливає на конкретні ділянки мозку, пов'язані з болем, настроєм і когнітивними функціями, що дає уявлення про потенційні механізми, які лежать в основі знеболюючого ефекту медитації як на больові відчуття, так і на емоційні переживання.

Дослідження що визначає вплив медитації на гострий біль (Wipplinger et al., 2023) демонструє, що медитація змінює роботу мозку в зонах, відповідальних за сприйняття болю. У новачків медитація пригнічує передачу больових сигналів у таламусі та знижує активацію зон, що відповідають за емоційну оцінку болю. У досвідчених медитаторів зменшується саме неприємність болю (а не його інтенсивність), відбувається "роз'єднання" сенсорного та емоційного компонентів болю.

Нейровізуалізація та рандомізовані контрольні дослідження підтверджують, що медитація усвідомленості надійно зменшує експериментально викликаний та клінічний біль за допомогою залучення множинних, унікальних, неопіоїдергічних механізмів, які відрізняються від плацебо та варіюються залежно від рівня медитативного тренування (Jinich-Diamant et al., 2020).

Клінічні дослідження та практичні результати (Wipplinger et al., 2023) показують, що:

- Навіть короткі сесії медитації (10–20 хвилин) можуть зменшувати інтенсивність гострого болю та неприємність, а також знижувати тривожність і потребу в анальгетиках.
- У госпіталізованих пацієнтів із гострим болем 15-хвилинна майндфулнес-медитація зменшувала біль на рівні, порівнянному з 5 мг оксикодону.
- У пацієнтів перед ортопедичними операціями коротка медитація зменшувала передопераційний біль, тривожність і бажання отримати знеболювальні.
- У стоматологічних та гінекологічних процедурах медитація знижувала тривожність, але ефект на сам біль був менш вираженим.
- Деякі дослідження показали зменшення потреби в опіоїдах під час пологів та після операцій.

1.6 Психологічні та нейрофізіологічні чинники переживання болю

Згадуючи вище про ефект зниження тривоги, варто згадати і про користь медитації для пацієнтів з високим рівнем депресії і катастрофізації болю.

Цей ефект медитації є безпосередньо важливим для зниження больових відчуттів, адже психологічні чинники теж значною мірою впливають на проживання фізичних відчуттів. Загалом катастрофізація болю підвищує інтенсивність болю в дослідженнях хронічного болю, остеоартриту, дисменореї і ендометріозу (Rabinowitz, Sayer & Delahanty, 2023; Fonseca-Rodrigues et al., 2021) і збільшує ризик переходу гострого болю в хронічний, погіршує больовий синдром після хірургічних втручань (Zhao, Li, Zhang, Feng, He & Sun, 2023). Катастрофізація активує нейронні мережі, пов'язані зі страхом (амігдала, гіпоталамус), посилюючи больову

перцепцію (Hirsh, George, Bialosk & Robinson, 2008). Депресія збільшує перцепцію болю через дисрегуляцію серотонінових шляхів. Тривога знижує поріг больової чутливості через гіперчутливість ноцицепторів.

Дуже важливо розглянути і мозкову активність під час відчуттів гострого болю, оскільки саме на основі гострого болю буде проводитись дослідження впливу медитації.

Гострий ноцицептивний біль виникає через активацію спеціальних рецепторів (ноцицепторів) у відповідь на фізичне ушкодження або подразнення тканин. Він має захисну функцію, сигналізуючи про небезпеку та стимулюючи реакцію уникнення

Характеристики гострого ноцицептивного болю:

- Локалізований – чітко пов'язаний з ділянкою ушкодження
- Гострий характер – описується як колючий, ріжучий, пульсуючий або пекучий
- Супроводжується набряком, почервонінням або обмеженням руху в ураженій зоні
- Тривалість – зникає після усунення причини (наприклад, загоєння травми)

Типовими причинами можуть бути травми, опіки або обмороження, гострий запальний процес, головний біль напруги, менструація і т.д

Гострий ноцицептивний біль – комплексний нейрофізіологічний феномен, що супроводжується характерними змінами в електричній активності мозку (ЕЕГ) та гемодинамічних реакціях (фМРТ). Сучасні дослідження виявляють динамічну взаємодію між сенсорною, емоційною та когнітивною обробкою больових стимулів.

Під час гострих больових стимулів спостерігається локальне збільшення дельта-активності в префронтальній корі (дорсолатеральна та медіальна частини). Це пов'язано з активацією мезолімбічного шляху та емоційним компонентом болю. Мета-аналізи демонструють кореляцію між

амплітудою дельта-хвиль і суб'єктивною інтенсивністю болю (Lipnitski, 2023).

Тета-синхронізація у передній поясній корі та гіпокампі відображає процеси когнітивної оцінки болю і активацією больових шляхів (наприклад, таламо-кортикальною дисритмією) (Kenefati et al., 2023). Підвищення потужності тета-ритму на 25-40% корелює з активацією ендогенних опіоїдних систем. У пацієнтів із гострим зубним болем зафіксовано зростання тета-кореляцій між ППК та острівцем.

Характерна десинхронізація альфа-ритму в первинній соматосенсорній корі S1 та потиличних областях. Зниження альфа-потужності на 30-50% відображає зосередження уваги на больовому стимулі. Паралельно спостерігається зростання альфа-активності в медіальній префронтальній корі – механізм когнітивного дистанціювання від болю (Lipnitski, 2023).

Локальне збільшення бета-активності S1 та S2 корелює з просторовою локалізацією болю. Пікова амплітуда бета-коливань досягається через 150-200 мс після стимулу, що відповідає механізмам А δ -волокон. У пацієнтів із гострим радікулярним болем виявлено підвищення бета-потужності в контралатеральних S1/S2.

Висновки до розділу 1

Мозкова активність людини відображається у вигляді різних ритмів, що вимірюються за допомогою ЕЕГ. Кожен ритм: дельта (<4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа(8–14 Гц), бета, (15–30 Гц), гамма (30–100 Гц) – має унікальні функціональні характеристики та асоціюється з певними станами свідомості й когнітивними процесами.

Свідомість людини є динамічною і може змінюватися у відповідь на зовнішні і внутрішні стимули. Нормальний стан свідомості (НСС) характеризується домінуванням бета- та альфа-ритмів, цілеспрямованою увагою і раціональним мисленням. До повсякденних змінених станів

свідомості (ЗСС) відносяться мрійливість/блукання думок, потокові стани чи автоматизовані дії, супроводжуються змінами у співвідношенні мозкових ритмів. Такі стани сприяють креативності, емоційній регуляції, консолідації пам'яті та адаптації до середовища. Медитативні практики є контрольованим способом переходу з НСС у ЗСС, що супроводжується специфічними змінами у мозковій активності, залежно від типу медитації, досвіду практикуючого і контексту.

Медитація - це не чітко окреслене явище, а цілий спектр практик, розроблених різними культурами і школами для досягнення покращеного медитативного стану свідомості. Кожна техніка має свої унікальні цілі, стратегії, об'єкти фокусування та "нейронний підпис", який значною мірою відрізняються від практики до практики і також залежать від досвіду медитатора.

При використанні медитації з метою досягнення ефекту знеболення, практика впливає на конкретні ділянки мозку, пов'язані з сенсорним, емоційним та когнітивним компонентами болю, знижуючи як інтенсивність, так і неприємність больових відчуттів. Доведено, що навіть короткі сесії медитації можуть зменшувати гострий і хронічний біль, тривожність і потребу в анальгетиках. Психологічні чинники, такі як катастрофізація болю, депресія і тривога, суттєво впливають на сприйняття болю, а медитація допомагає знизити їхній негативний вплив, сприяючи кращому емоційному стану та підвищенню якості життя.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АВТОРСЬКОЇ МЕДИТАТИВНОЇ ПРАКТИКИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПЕРЕЖИВАНЬ БОЛЮ СПРИЧИНЕНОГО ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЄЮ М'ЯЗІВ

2.1. Характеристика вибірки

У вибірку включені особи, що досягли повноліття і не перевищують вік молоді, який визначений законом України про основні засади молодіжної політики, тобто особи віком 18-35 років. Для участі у дослідженні бажаною умовою була наявність досвіду медитативних практик для уникнення неочікуваних реакцій на перший досвід практики, однак він є не обов'язковим. Обов'язковим критерієм виключення з вибірки є наявність захворювань з переліку протипоказань для міостимуляції і медитації (Хоча наразі в Україні відсутній спеціалізований нормативний акт, який би безпосередньо затверджував перелік протипоказань до медитативних практик, були взяті до уваги загальні світові рекомендації). Відповідальність за відповідність критерію здоров'я несуть самі здорові добровольці, що затверджують це підписово інформованій згоді.

2.1.1 Перелік протипоказань:

- Інфекційні та неінфекційні захворювання у гострій фазі
- Відкриті рани на литках
- Патології серця
- Імплантовані кардіовертер-дефібрилятор, кардіостимулятор та інші медичні пристрої
- Металеві імпланти, робота яких може бути порушена (не стосується зубних імплантів)

- Артеріальна гіпертензія
- Вагітність
- Епілепсія
- Хронічна венозна недостатність, важка ступінь варикозу, атеросклероз, тромбоз вен, тромбофлебіт та важка артеріальна непрохідність
- Гемофілія
- Важка неврологічна патологія
- Онкологія
- Введення інсуліну в м'язові групи ніг
- Посттравматичний стресовий розлад у фазі декомпенсації
- Депресія з суїцидальними тенденціями
- Шизофренія та шизотипові розлади
- Гострі психотичні епізоди

Вибірка для спектрального і статистичного аналізу складає 10 з 17 респондентів, через те що, 7 учасників мали неповний запис ЕЕГ, що обумовлено технічними проблемами і несправністю приладу Enobio 8 на базі лабораторії. Частково збережені дані не дозволяють комплексно оцінити ефективність медитативної практики для цих учасників, а також порівнювати їх енцефалограми з енцефалограмами інших учасників, тому їх було виключено з спектрального і статистичного аналізу. До того ж 2 з цих 7 учасників підпадають під викиди. Неможливість включи учасників SUB6_M27 і SUB14_F25 (коди учасників) аргументується перебігом експерименту і особливостями їх нервової системи.

SUB6_M27 продемонстрував надмірне хвилювання з приводу можливості заснути посеред медитації, що і сталося: учасник занурився у сон і повністю, від початку до кінця, не сприймав зміст медитації. Додатково під час больової стимуляції учасник забув, що може зупинити процес і терпів судому, викликати, яку в жодному разі не було наміру.

Однак, при міостимуляції така реакція м'язів литки є типовою при перенапруженні, що провокується комплексом факторів, починаючи від загальної психологічної і фізичної напруги, рівнем макро- і мікроелементів в організмі, тренуваністю м'язів, індивідуальною схильністю до судом, закінчуючи занадто інтенсивними налаштуваннями міостимулятора. Оскільки учасник не слухав медитацію через концентрацію на тривожних думках про збереження стану бадьорості і занурення у сон — його дані не можна використовувати як такі, що здатні продемонструвати вплив медитації на перебіг болю.

SUB14_F25 повідомила про діагностований РДУГ, що потенційно міг вплинути на сприйняття медитації і підвищену м'язеву напругу, через що на у I частині дослідження (вимірювання фонові активності і електростимуляція без медитації) ставались судами на попередньо визначеному комфортному рівні стимуляції. Зі згоди і бажання учасниці продовжувати, при подальшому значному зниженні стимуляції — судами литки продовжували ставатись незалежно від того права чи ліва нога були задіяні. Додатково учасниця ділилася, що медитація була заповільна для неї і її охоплював потік думок у тиші. Крім цього учасниця часто впадала в дрімоту, однак не піддавалася цьому стану, а намагалася втримати себе від сну, повертаючись у реальність когнітивними зусиллями, які заважали досягнути розслаблено-сконцентрованого медитативного стану. Дослідження впливу медитацій на людей з діагностованим РДУГ є цікавим напрямом для нових наукових досліджень.

5 учасників, чії дані ЕЕГ не були збережені в потрібному вигляді, будуть враховані окремо від загальної вибірки, оскільки для наукової достовірності результатів не маю підґрунтя у вигляді об'єктивного апаратного дослідження аби стверджувати, що ці 5 учасників дійсно увійшли в медитативний стан, що безпосередньо повпливав на відчуття

знеболення. Однак їхніні суб'єктивні дані свідчать про істотний ефект анальгезії в ході медитації, тому їхні дані дуже цінні.

Отже, можна вважати, що вибірка становить 15 учасників, тоді як для статистичного і кореляційного аналізу можна використати дані 10 з них.

2.2 Опис дизайну дослідження

Гіпотеза: Керована медитація здатна знижувати інтенсивність гострих больових відчуттів в реальному часі без тривалої регулярної практики.

Тривалість експерименту: 1.5-2 години

Кількість груп: 1

У даному лінійному експерименті одна й та ж група учасників спочатку використовується як контрольна група (до введення стимульного матеріалу), а потім як експериментальна група (після введення стимульного матеріалу)

Опис ходу експерименту:

Підготовка

Експеримент починається з підготовки, що займає близько 45 хвилин і містить:

- Повторне ознайомлення з інформаційним листом та підписання інформованої згоди. Примірник інформованої згоди розміщений у Додатку А
- Усний інструктаж
- Монтаж електродів міостимулятора, ознайомлення з характером больової стимуляції і вибір максимально допустимої інтенсивності стимуляції.
- Збір персональних даних, інтерв'ю з закритими запитаннями, Опитувальник позитивного і негативного афекту (ОПАНА), Шкала катастрофізації болю (PRS).
- Монтаж електродів ЕЕГ

I частина експерименту

I частина експерименту займає близько 15 хвилин. В ході I частини завдяки ЕЕГ відбувається запис фонові активності головного мозку в спокійному стані, після чого поступово вводиться електростимуляція від мінімально відчутного показника до максимального (максимальний показник визначається досліджуванним при знайомстві з міостимуляцією, а також за допомогою stop-слова в будь-який момент експерименту). Больова стимуляція відбувається для фіксації викликаних потенціалів на ЕЕГ і для суб'єктивної оцінки інтенсивності больових відчуттів досліджуваного в звичайному стані без використання медитації з метою вивчення знеболювального ефекту медитації пізніше. Між підходами підвищення електростимуляції передбачені паузи для відновлення стану спокою. Всього передбачено 3 рівні інтенсивності стимуляції. По завершенню підходу максимального стимулу досліджуваному буде запропоновано цифрову шкалу болю (NPS), після чого буде перерва 5-10 хвилин для розслаблення м'язів задіяних в електростимуляції і повернення учасника в спокійний стан.

II частина

У II частині передбачена медитація з аудіосупроводом тривалістю 30 хвилин 13 секунд. На ЕЕГ фіксується вхід в медитативний стан. Після настання стану плато, через 25 хвилин після початку медитації повторно вводяться больові стимули за тією самою градацією, з тими самими інтервалами, що і на початку дослідження. Міостимуляція триватиме 3 хвилини безперервно, де з кожною хвилиною стимуляція збільшується на 1 рівень. Після 3 хвилин міостимуляції учасник продовжує медитувати і плавно поверти свідомість у зовнішній світ протягом останніх 2 хв медитації.

По закінченню медитації досліджуваному буде запропонована Шкала полегшення болю (PRS), повторне проходження Цифрової шкали болю (NPS) і декілька закритих питань-інтерв'ю.

Фінал

Фіналом дослідження є демонтаж електродів, і зняття залишків електропровідного гелю, а також розділення досвіду і за бажанням учасника застосування мануальних техніки розслаблення м'язів для відновлення комфорту м'язу литки, на який здійснювався вплив міостимуляції.

Протокол енцефалографічного дослідження:

1. Фонова активність - 3 хв.
2. Мінімальний стимул - 3 хв.
3. Пауза -1 хв
4. Больова стимуляція - 3 хвилини (експозиція стимулу 1 хв):
 - а) 1 рівень
 - б) 2 рівень
 - в) 3 рівень
5. Пауза 3 хвилини
6. Вхід в медитативний стан 00:00-25:20
7. Больова стимуляція під час медитації
 - а) 25:20- 1 рівень
 - б) 26:20- 2 рівень
 - в) 27:20- 3 рівень
8. Медитація - 2 хв

2.3 Електроенцефалографія

Електроенцефалографія (ЕЕГ) - це неінвазивний метод реєстрації сумарної електричної активності нейронів головного мозку через покриви голови. Графічне представлення цих сигналів, відоме як електроенцефалограма, відображає ритмічні коливання потенціалів, які

класифікуються за частотою та амплітудою. Спочатку ЕЕГ використовувалась для вивчення епілепсії, але з часом її застосування розширилося на діагностику пухлин, травм, інфекцій та оцінку функціональних станів мозку.

Під час дослідження знеболювального ефекту медитативних практик був використаний бездротовий електроенцефалограф EnoBio 8 від Neuroelectrics.

Завдяки високій динамічній роздільній здатності (24 біти, 0,05 мкВ) і частоті дискретизації EnoBio 8, за даними наданими виробника, є однією з найточніших систем у своєму класі. Прилад пропонує смугу пропускання від 0 до 125 Гц. Програмне забезпечення інтегрує маркери з зовнішніх джерел даних через LSL, TCP або апаратні тригери. Виробник стверджує, що всі дані зберігаються з точністю вибірки. EnoBio 8 включає програмний інтерфейс NIC2 з можливостями для аналізу в реальному часі. Він дозволяє проводити частотно-часовий аналіз з візуалізацією спектру, спектрограми та потужності частотного діапазону, а також рендеринг відфільтрованих даних в реальному часі на карті скальпа та кори головного мозку. Додаткові технічні характеристики можна переглянути у Додатку Б.

Для моніторингу були використані комплектні електроди NG Geltrode конструкцією Next Generation, що забезпечує доступ до шкіри голови після надягання шапочки.

Правильне розміщення електродів має критичне значення для діагностики та інтерпретації результатів. Нижче представлена **систем розміщення електродів**, що була використана при проведенні ЕЕГ дослідження в рамках кваліфікаційної роботи та їхнього функціонального значення.

Система 10-20 - це міжнародно визнаний стандарт для опису та застосування розташування електродів на поверхні черепа під час ЕЕГ досліджень. Назва системи походить від принципу розміщення, де відстані

між суміжними електродами становлять або 10%, або 20% від загальної відстані між анатомічними орієнтирами.

Система використовує чотири ключові анатомічні орієнтири:

- Назіон (перенісся)
- Ініон (потиличний виступ)
- Два преаурикулярні точки (перед вухами)

2.3.1. Маркування електродів

Кожен електрод має буквенно-числове позначення, що відображає зону мозку, яку він покриває:

- Fr - (префронтальна або фронтальна полярна)
- F - frontal (фронтальна)
- C - central (центральна лінія)
- T - temporal (скронева)
- P - parietal (тім'яна)
- O - occipital (потилична)

Числа при буквах вказують на розташування відносно серединної лінії: непарні числа (1,3,5,7) вказують на ліву півкулю, парні (2,4,6,8) - на праву, а літера "z" позначає електроди на середній лінії.

2.3.2. Функціональне значення зон мозку

Розміщення електродів ЕЕГ тісно пов'язане з функціональними зонами мозку, що дозволяє пов'язувати електричну активність з певними функціями (The Bitbrain team, 2024):

- Лобна частка (F) Функції: міркування, мовлення, контроль руху, емоції, вирішення проблем
- Центральна зона (C) Функції: сенсоромоторна діяльність
- Тім'яна частка (P) Функції: увага, сприйняття та обробка стимулів (температура, дотик, тиск, біль)
- Потилична частка (O) Функції: обробка зорової інформації

- Скренева частка (T) Функції: пам'ять, інтерпретація та обробка слухових стимулів

2.3.3. Монтаж електродів під час дослідження

При дослідженні був здійснений референціальний монтаж, що вимірює напругу відносно одного референтного електрода і є корисним для відображення глобальних патернів активності мозку. При дослідженні було використано 4 пари електродів, а саме у префронтальній, скроневій, центральній і потиличній зоні по 2 на кожну, а також 1 вушний референтний електрод. Подібний монтаж аргументується функціональним значенням зон мозку, які є важливими для аналізу впливу медитації і больових стимулів. На рис.2.1 проілюстрований монтаж електродів, використаний у дослідженні.

Завдяки електродам Fp1 і Fp2 можна зчитати активність префронтальної кори, зафіксувати підвищення тета ритму під час медитації, що може вказувати на концентрацію внутрішньої уваги, а також зниження бета-активності як маркер затишення внутрішнього діалогу і когнітивного розвантаження. Однак існує ймовірність підвищення високочастотних бета-коливань (18–25 Гц)/гамма-коливань (35–45 Гц) у префронтальних областях, що відображає підвищену пильність та когнітивний контроль, але варто врахувати, що такі результати демонструють досвідчені тибетські медитатори.

Зниження альфа може вказувати на блукання думок і позитивними емоційними станами, також можливе спостереження нормалізації асиметрії альфа-активності в лівій і правій лобних долях, що пов'язує з емоційною регуляцією. Підвищення альфа, що могла б вказувати на зниження пильності і зовнішньої уваги, спокій часом важко відрізнити через технічні обмеження в ізоляції фронтальної альфа-активності від

задньої/артефактних джерел (Aguiar Neto & Garcia Rosa, 2023) а також через м'язеву активність брів і лоба.

C3 і C4 можуть продемонструвати зниження бета-активності (12–25

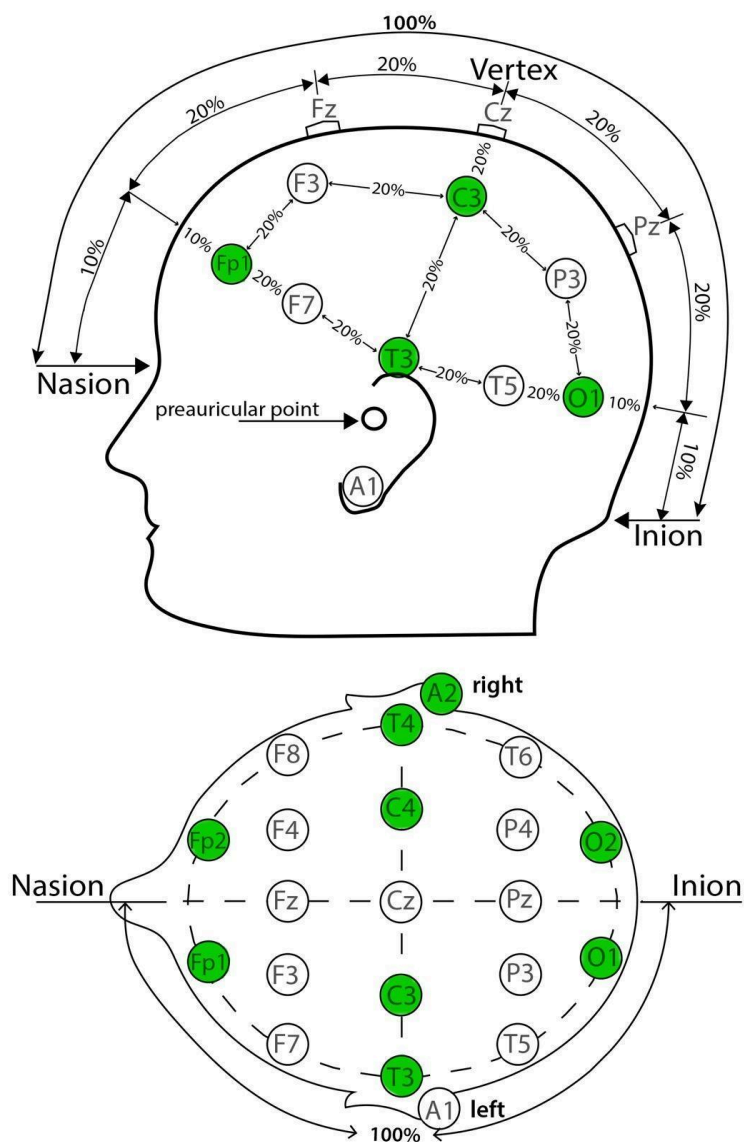


Рис. 2.1. Ілюстрація монтажу електродів в дослідженні

Гц) під час медитації, що пов'язують зі зниження м'язевої напруги, однак можна спостерігати і підвищення SMR-ритму (12-15 Гц), що може вказувати на підвищену усвідомленість власного тіла в ході медитативної практики.

T7 і T8 можуть визначити зростання альфа, бета і гамма-активності в скроневих відділах, що вказує на зосереджену увагу на слуховій і змістовій когнітивній обробці почутої медитації.

O1 і O2 електроди потиличної зони можуть демонструвати зростання альфа-потужності під час медитації із закритими очима, вказує на стан спокою кори головного мозку та зниження зорової обробки [113](#). Асиметрія потужності альфа-хвиль $O2 > O1$ між правою і лівою півкулею під час практики корелює зі зниженням стресу. Медитативні сплески альфа-хвиль відображають роз'єднання сенсорних функцій та розслаблену пильність. Однак збільшення потужності гамма-хвиль (35–45 Гц) у зоровій корі головного мозку, навіть із закритими очима вказує на підвищену обробку яскравих уявних ментальних образів. Амплітуда тета-хвиль може збільшуватись на O1/O2 під час фаз відволікання на блукаючі думки, що пов'язано з активацією мережі дефолтного режиму (Rodriguez-Larios & Alaerts, 2021).

2.4 Діагностичні методики

2.4.1 Опитувальник позитивного і негативного афекту (ОПАНА/PANAS)

ОПАНА (українська адаптація PANAS - Positive and Negative Affect Schedule) Кліманська & Галецька, 2020) представляє собою інструмент для оцінки двох основних вимірів емоційного стану: позитивного та негативного афекту. Методика складається з 20 прикметників, що описують різні емоційні стани, з яких 10 відносяться до позитивного афекту (ПА) та 10 - до негативного афекту (НА). Респонденти оцінюють, наскільки кожне з запропонованих визначень відповідає їхньому поточному емоційному стану за 5-бальною шкалою Лайкерта. Методика дозволяє оцінювати стан за різні проміжки часу, прямо зараз, сьогодні, останній тиждень, два, місяць. Текст методики з повним переліком тверджень представлений у Додатку В.

PANAS спеціально розроблений для вимірювання двох незалежних вимірів емоційного стану, що критично важливо для дослідження болю, який тісно пов'язаний із негативним афектом. Дослідження показують, що підвищений негативний афект збільшує сприйняття болю на 23-37%. Методика фіксує короткочасні зміни емоційного стану (стандові характеристики), що дозволяє відстежувати динаміку афекту.

PANAS широко використовується для:

- Оцінки поточного емоційного стану
- Моніторингу змін емоційного стану до, під час та після терапевтичних втручань
- Вивчення взаємозв'язку між афективними станами та різними психологічними та фізіологічними процесами

Валідність і надійність:

Психометричні дослідження PANAS демонструють стабільно високі показники надійності та валідності в різних культурних контекстах:

- Внутрішня узгодженість: коефіцієнт Кронбаха $\alpha = 0,85$ для шкали позитивного афекту та $\alpha = 0,83$ для шкали негативного афекту (Кліманська & Галецька, 2020)
- Факторна структура: підтверджено двофакторну структуру опитувальника через конфірмаційний факторний аналіз з задовільними показниками відповідності моделі
- Конвергентна валідність: виявлено значущі кореляції з інструментами оцінки депресії, тривоги, а також з показниками нейротизму та екстраверсії
- Дискримінантна валідність: шкали позитивного та негативного афекту демонструють незалежність одна від одної

Адаптація PANAS на різні мови зберігає його психометричні властивості, що підтверджено в багатьох країнах, включаючи Чилі, Індію,

Китай та Туреччину. Українська адаптація PANAS пройшла повну психометричну валідацію, що виключає культурні артефакти в інтерпретації результатів.

2.4.2 Шкала катастрофізації болю (Pain Catastrophizing Scale, PCS)

Шкала катастрофізації болю розроблена для кількісної оцінки больового досвіду людини, запитуючи її про те, як вона почувається і про що думає, коли відчуває біль. Порівняно з іншими способами вимірювання думок, пов'язаних з болем, цей опитувальник є унікальним тим, що людина не повинна відчувати біль під час його заповнення.

Катастрофізація зазвичай описується як перебільшена негативна орієнтація на шкідливі стимули і відіграє важливу роль у переживанні та подоланні болю. PCS складається з 13 тверджень, що містять низку думок і почуттів, які людина може відчувати під час болю. Респонденти оцінюють кожне твердження за 5-бальною шкалою від 0 ("ніколи") до 4 ("завжди") (Чабан, Хаустова, Асанова Трачук & Асонов, 2019). Текст методики з повним переліком тверджень представлений у Додатку В.

Катастрофізація підсилює больову перцепцію через активацію передньої поясної кори (dACC). PCS з $\alpha=0,92$ надійно вимірює три компоненти, пов'язані з підсиленням больових сигналів у ЦНС:

- Румінація - нав'язливі думки про біль
- Магніфікація - перебільшення загрози від болю
- Безпорадність - відчуття неможливості подолати біль

Виділення румінації, магніфікації та безпорадності дозволяє виявляти конкретні механізми когнітивного спотворення

Також на відміну від загальних шкал тривожності, що безумовно впливають на характер проживання болю, PCS спеціалізована на оцінці саме больової катастрофізації, яка до того ж є предиктором переходу гострого болю в хронічний (OR = 3,4; 95% CI 2,1-5,5).

PCS застосовується для:

- Оцінки психологічних реакцій на больові відчуття
 - Прогнозування розвитку хронічного болю
 - Виявлення осіб з підвищеним ризиком несприятливих наслідків після больових втручань
 - Оцінки ефективності психологічних інтервенцій при болю
- Валідність і надійність (Sullivan, Bishop & Pivi, 1995)

Мета-аналіз психометричних властивостей PCS демонструє високі показники надійності:

- Внутрішня узгодженість: $\alpha = 0,92$ (95% CI 0,91-0,93) для загального балу - Надійність тест-ретест: коефіцієнт кореляції Спірмена $\rho = 0,88$ (95% CI 0,83-0,93)
- Факторна структура: підтверджено трифакторну структуру, хоча надійність окремих субшкал нижча за надійність загального балу[2]

Це один з найпоширеніших інструментів для вимірювання катастрофічного мислення, пов'язаного з болем, який широко використовується в клінічній практиці та дослідженнях. Версія для дорослих доступна англійською та 20 іншими мовами.

2.4.3. Цифрова шкала болю (Numeric Pain Scale, NPS)

Цифрова шкала болю є лінійною шкалою, де пацієнт оцінює інтенсивність болю від 0 (відсутність болю) до 10 (найсильніший можливий біль). NPS є спрощеним аналогом Візуальної аналогової шкали (VAS), але має перевагу в простоті використання і кількісній інтерпретації результатів (Fadayevatan et al., 2019).

NPS широко застосовується в клінічній практиці та наукових дослідженнях для:

- Швидкої оцінки інтенсивності болю
- Моніторингу динаміки болю під час лікування
- Порівняння ефективності різних методів знеболення
- Стандартизованої оцінки болю в наукових дослідженнях



Рис. 2.4.1 Цифрова шкала болю (NPS)

Валідність і надійність (Fadayevatan et al., 2019):

Дослідження підтверджують надійність та валідність NPS:

- Сильна кореляція з іншими шкалами оцінки болю: наприклад, з 11-бальною шкалою оцінки болю за обличчями (FPS-11-IR) виявлено кореляцію $r = 0,91$ ($p < 0,01$)
- Простота використання робить NPS доступною для широкого кола пацієнтів, включаючи людей похилого віку та пацієнтів із когнітивними порушеннями
- Числові шкали демонструють кращу чутливість до змін інтенсивності болю порівняно з категоріальними шкалами

NPS є стандартом у 94% рандомізованих клінічних досліджень болю через:

- Лінійну залежність між балами NPS та об'єктивними маркерами болю
- Мінімальну когнітивне навантаження на респондента (час заповнення ≤ 15 сек)

Зміна на 2 бали вважається клінічно значущою, що відповідає 30% зменшенню інтенсивності болю, що також супроводжується зменшенням амплітуди P2-компонента викликаних потенціалів на ЕЕГ.

2.4.4. Шкала полегшення болю (Pain Relief Scale, PRS)

Шкала полегшення болю оцінює суб'єктивне відчуття зменшення болю після застосування знеболювальних методів. PRS зазвичай

представлена як відсоткова шкала від 0% (відсутність полегшення) до 100% (повне зникнення болю), або як числова шкала від 0 до 10.

PRS використовується для:

- Оцінки ефективності аналгетичних втручань
- Порівняння різних методів знеболення
- Моніторингу динаміки полегшення болю у часі
- Визначення клінічно значущого рівня полегшення болю



Рис. 2.4.2 Шкала полегшення болю (PRS)

Валідність і надійність:

PRS є стандартизованим інструментом оцінки в медичних протоколах. Хоча мені не вдалось знайти показники валідності та надійності PRS, ця шкала широко використовується в клінічній практиці завдяки її здатності безпосередньо оцінювати ефект від знеболювальних втручань.

2.4.5. Інтеграція психометричних методик з ЕЕГ-дослідженням мозкової активності має декілька важливих обґрунтувань:

Комплексна оцінка суб'єктивного та об'єктивного компонентів болю:

ЕЕГ забезпечує об'єктивні дані про мозкову активність, пов'язану з обробкою больових стимулів, тоді як психометричні методики надають інформацію про суб'єктивний досвід болю. Поєднання цих підходів дозволяє створити цілісну картину больового досвіду

Нещодавні дослідження виявили специфічні ЕЕГ-маркери болю, зокрема:

- Зміни потужності бета-ритму (13-30 Гц) у контралатеральній моторній ділянці корелюють з інтенсивністю болю (Segning, Silva & Ngomo, 2024)

- Запропоновано новий EEG-індикатор $Piq\beta$ як об'єктивний маркер для ідентифікації та кількісної оцінки болю (Segning, Silva & Ngomo, 2024)
- Асиметрія потужності бета ($r = -0,375$) та гамма-ритмів ($r = -0,433$) корелює з інтенсивністю болю (Ryu, Gwon, Park, Ha & Ahn, 2024)

Поєднання цих об'єктивних EEG-показників із суб'єктивними оцінками за NPS та PRS забезпечує багатовимірну оцінку больового досвіду. До того ж інтеграція обраних методик з EEG дозволяє провести кореляційний аналіз між суб'єктивними оцінками болю (NPS, PRS), та об'єктивними параметри EEG, що дає можливість виявити, наскільки зміни в суб'єктивному досвіді відповідають змінам у мозковій активності.

Встановлення зв'язку між емоційним станом та нейрофізіологічними реакціями на біль:

ОПАНА дозволяє оцінити емоційний стан учасників, що є критично важливим, оскільки дослідження показують, що емоційний стан модулює нейрофізіологічні реакції на больові стимули (Anthropol, 2024).

Оцінка когнітивної обробки болю:

Шкала катастрофізації болю дозволяє оцінити когнітивні аспекти сприйняття болю, які можуть впливати на нейрофізіологічні реакції. Дослідження показують, що когнітивні процеси, пов'язані з катастрофізацією, модифікують не лише суб'єктивне сприйняття болю, але й активність мозку під час больових стимулів (Wheeler, Williams & Morley, 2019).

Відстеження змін у суб'єктивному досвіді та нейрофізіологічних реакціях до і під час медитації:

Комбінація NPS і PRS дозволяє кількісно оцінити зміни в інтенсивності болю та його полегшенні до і під час медитації, а EEG надає інформацію про відповідні зміни в мозковій активності. Це дозволяє

встановити нейрофізіологічні механізми, через які медитація може впливати на сприйняття болю.

Останні дослідження у галузі нейронаук підтверджують доцільність такої інтеграції, демонструючи, що специфічні патерни ЕЕГ, зокрема у бета та гамма-діапазонах, можуть служити об'єктивними маркерами болю, а також що інтервенції, спрямовані на зміну психологічного стану (як медитація), впливають як на суб'єктивне сприйняття болю, так і на активність мозку (Thappa, Arora, Kukanti, Dey, Meshram & Kumar, 2024)

Ефективність такого вибору методик ґрунтується на специфічних психометричних характеристиках та здатності виявляти тонкі взаємодії між психологічними та соматичними компонентами болю.

2.5 Структурні елементи та механізм дії авторської медитації знеболення

2.5.1. Структурні елементи

Когнітивне переформулювання болю

Техніка: Психосвітній інтроспективний монолог

- Декатастрофізація болю через нейробіологічне пояснення («біль - сигнал мозку»).
- Формування установки на неприйняття опору (пасивне спостереження)

Соматосенсорна реорганізація

Техніки:

- Модифікований Body Scan 2.0 (Візуалізація тіла як свічки з поділом на 5 сегментів, дихальна синхронізація з рухом уваги (топ-даун контроль))
- Кінестетична дисоціація (Спостереження за тілом з третьої особи, об'ємне усвідомлення просторової геометрії тіла)

2.5.1.3. Нейродинамічне перепрограмування

Техніки:

- Мультисенсорна візуалізація:
 - Трансформаційні метафори (свічка → вода → пара → хмара → дощ)
 - Тактильне перцептивне перекодування ("відчуття тепла/ваги")
- Фракційна індукція:
 - 4 цикли поглиблення з прогресуючим множником (5× → 20×)
 - Окуломоторне якорювання (погляд угору → вестибулярна дезінтеграція)

Мультимодальний ефект

Техніки:

- Сенсорне гейтування (Візуалізація сліпучого світла → конкурентне пригнічення ноцицептивної обробки)
- Інтероцептивне перенавчання (Метафора "тіло-вода" → зміна interoceptive precision weighting)
- Епізодичне переконсолідування (Сценарій океану → ревізія rain memory traces через reconsolidation)

Гіпнотичні елементи

Техніки:

- Суперечливі інструкції («Спробуйте відкрити очі» парадоксальна інгібіція рухових команд)
- Ідеомоторне програмування («Мої очі злипаються в 20 раз сильніше» підсилення ideodynamic response)
- Метод зворотного відліку (10, 9, 8, 7...1)

Запропонована медитація інтегрує ефективні елементи різних видів медитативних практик.

2.6 Електроістимуляція

Вивчення аналгезії медитації в лабораторних умовах роботи зробило можливим використання міостимуляції.

Міостимуляція (EMS, electromyostimulation) - це метод стимуляції м'язів за допомогою електричних імпульсів, які імітують сигнали центральної нервової системи (Swiner, 2023). Пристрій, що генерує такі імпульси, називається міостимулятором. Він складається з генератора струму, електродів та системи контролю параметрів (частота, тривалість, інтенсивність).

Зазвичай міостимуляція застосовується в реабілітаційній терапії, лікуванні і спортивній медицині. Сюди входить попередження атрофії м'язів, відновлення після травм, утилізація глюкози при діабеті 2 типу, зменшення жирових відкладень з естетичною метою, тренування і підвищення витривалості м'язів, а також зменшення больових відчуттів.

У наукових дослідженнях міостимулятори адаптуються для активації ноцицептивних волокон, що дозволяє вивчати механізми больової чутливості.

Існує кейс соціального експерименту, японських дослідників в компанії EXEO Group, в якому використовували методи симуляції менструального болю для чоловіків, спрямовані на покращення розуміння гендерних відмінностей у робочому середовищі. Найвідомішим прикладом є експеримент компанії EXEO Group, проведений у березні 2024 року. Пристрій Regionoid, розроблена спільно з Nara Women's University та стартапом Osaka Heat Cool, використовує електричну м'язову стимуляцію (EMS) для імітації спазмів під час менструації (Asada et al., 2021). Під час дослідження фіксували фізіологічні реакції: частота серцевих скорочень, міміка, поза; суб'єктивні відгуки: опис відчуттів за шкалою VAS (Visual Analogue Scale); когнітивні функції: здатність виконувати прості завдання під час болю (Oyake, 2024).

В рамках мого дослідження був використаний двоканальний міостимулятор Kongzee 4-in-1 TENS Unit, що має в собі функціонал EMS,

TENS, Massage і D.I.Y. режимів. Технічні характеристики пристрою представлені у Додатку Г.

Наявність D.I.Y. Режим зіграв ключову роль при виборі пристрою для проведення дослідження. Він має такі налаштування: Rate 1-100Hz, Pulse 1-240 μ s, Cycle 1-30s. Для створення больової стимуляції були використані налаштування Rate 85 Hz, Pulse 50 μ s, Cycle 30 s при максимальній тривалості стимуляції без пауз 3 хв і загальній стимуляції за весь час експерименту —9 хв , що цілком відповідає визнаним міжнародним стандартам безпеки електростимуляції м'язів.

Використання міостимуляторів для генерації больових стимулів регулюється стандартом IEC 60601-2-10, який спеціалізується на вимогах до нейро-м'язової стимуляції. Цей стандарт є частиною серії IEC 60601 для медичного електрообладнання та включає критичні обмеження для параметрів, що впливають на больову чутливість. Налаштування міостимулятора в рамках дослідження відповідає вимогам безпеки і не перевищує нормативних значень.

Налаштування частоти, тривалості імпульсів і циклу були незмінними для всіх учасників експерименту, а інтенсивність стимуляції обиралась згідно з больовою чутливістю кожного окремого здорового добровольця. Учасники мали право зупинити стимуляцію в будь-який момент дослідження.

Місцем кріплення електродів міостимулятора було обрано литку, оскільки це найвіддаленіший від серця і інших органів великий м'яз.

Дозвіл на проведення дослідження з використанням електростимуляції м'язів був отриманий у Етичної комісії факультету психології Київського Національного Університету імені Т.Шевченка (див. Додаток Д), а дослідження проводилось на базі лабораторії прихованих медіаефектів в інституті журналістики Київського Національного Університету імені Т.Шевченка.

2.7 Спектральний аналіз

Спектральний аналіз даних ЕЕГ є критичним аналітичним підходом, який перетворює сигнали ЕЕГ у часовій області в частотну область, виявляючи розподіл потужності сигналу в різних частотних діапазонах. На відміну від аналізу в часовій області, який показує коливання напруги з часом, спектральний аналіз кількісно визначає енергію або потужність, що міститься в певних частотних діапазонах, що відповідають різним нейронним процесам. Це перетворення є важливим, оскільки активність людського мозку природним чином коливається на різних частотах, кожна з яких пов'язана з певними когнітивними станами або нейрофізіологічними процесами.

Основною метою спектрального аналізу є розкладання складних ЕЕГ-сигналів на складові частотні компоненти. Як пояснюється в літературі, фактичні ЕЕГ-сигнали являють собою суміш різних частот, які можна математично розділити на суперпозицію синусоїдів на різних частотах і фазах. Це розкладання показує, яка активність існує в кожній частотній смузі, такій як дельта, тета, альфа, бета та гамма. Ці частотні смуги корелюють з різними когнітивними станами та фізіологічними процесами, що робить спектральний аналіз особливо цінним для досліджень, що досліджують психічні стани, такі як медитація.

Існує кілька методів проведення спектрального аналізу даних ЕЕГ. Швидке перетворення Фур'є (ШПФ) є найпоширенішим підходом, який перетворює сигнали часової області на представлення частотної області шляхом обчислення спектральної щільності потужності (СПГ). СПГ представляє розподіл потужності сигналів ЕЕГ у частотній області, що дозволяє дослідникам оцінювати специфічні патерни активності мозку. Альтернативні методи включають метод Велча, який застосовує ШПФ до сегментів даних, що перекриваються та усереднює їх для зменшення шуму,

а також авторегресивні (AR) моделі, які можуть забезпечити кращу роздільну здатність за частотою для коротших сегментів даних.

У дослідженнях когнітивних станів, таких як медитація, спектральний аналіз пропонує кількісний спосіб виявлення незначних змін активності мозку, які можуть бути не помітні в необроблених даних ЕЕГ. Зокрема, для дослідження болю спектральний аналіз дозволяє ідентифікувати частотно-специфічні нейронні сигнатури, пов'язані з обробкою та модуляцією болю, надаючи розуміння того, як такі втручання, як медитація, можуть змінювати ці патерни

2.7.1 Покрокова обробка даних ЕЕГ:

- Сортування і первинна обробка даних в EDFBrowser
- Імпорт даних та монтаж електродів в Meggie

Першим кроком у конвеєрі обробки було імпортування необроблених даних ЕЕГ у середовище аналізу. Цей початковий етап є вирішальним, оскільки він закладає основу для всіх наступних аналізів. В програмі була використана система монтажу електродів 10-20, що відповідало розміщенню електродів під час експерименту.

- Процедури фільтрації

Був застосований смуговий фільтр з відсіканням високих частот на частоті 4 Гц та відсіканням низьких частот на частоті 40 Гц. Ця стратегія фільтрації була ретельно обрана на основі кількох методологічних міркувань. Фільтр високих частот на частоті 4 Гц мав ефективно видаляти артефакти повільного дрейфу, які можуть забруднювати записи ЕЕГ, включаючи артефакти від дихання, потовиділення шкіри голови та незначних рухів голови або проводів електродів. Ці низькочастотні артефакти проявляються як повільні дрейфи в сигналі ЕЕГ протягом багатьох секунд і можуть значно спотворювати спектральний аналіз, якщо їх не видалити.

Низькочастотний фільтр на частоті 40 Гц був впроваджений для усунення високочастотного шуму, включаючи електромагнітні перешкоди від сусіднього електронного обладнання та артефакти, пов'язані з м'язами (особливо від м'язів обличчя та шиї).

Ця точка відсікання була точно підібранаю, оскільки вона зберігала частотні смуги, що цікавлять дослідження медитації (в першу чергу тета, альфа та бета), одночасно видаляючи перешкоди від мережі живлення 50 Гц, які часто забруднюють записи ЕЕГ. Тривалість фільтра 10 секунд була обрана для забезпечення адекватної роздільної здатності за частотою та мінімізації часового спотворення сигналу.

- Реалізація усередненого опорного значення

До даних ЕЕГ було застосовано усереднене опорне значення, яке передбачає віднімання середньої напруги всіх електродів від кожного окремого електрода. Цей метод опорного значення був обраний, оскільки він забезпечує більш нейтральне опорне значення порівняно з одноелектродними опорними значеннями, такими як соскоподібний відросток або мочка вуха. Для оцінки джерела ЕЕГ та просторового аналізу усереднення особливо корисне, оскільки допомагає розподілити помилку моделі по всіх каналах, а не концентрувати її в одній точці відліку. Цей підхід особливо важливий під час аналізу даних з різних ділянок мозку, як у цьому дослідженні, де порівнюються лобові, тім'яні, скроневі та потиличні реакції на біль та медитацію.

- Видалення артефактів за допомогою ICA

Для видалення артефактів було використано аналіз незалежних компонентів (ICA) з порогом поясненої дисперсії 0,750 та максимумом 2000 ітерацій. ICA - це метод сліпого розділення джерел, який розкладає сигнал ЕЕГ на часово незалежні компоненти, що дозволяє ідентифікувати та видаляти артефакти, зберігаючи при цьому нейронну активність.

Поріг поясненої дисперсії 0,750 гарантував, що розкладання ІСА враховувало щонайменше 75% дисперсії вихідного сигналу, забезпечуючи надійне розділення нейронних та ненеуронних компонентів.

Максимальна кількість ітерацій була встановлена достатньо високою, щоб дозволити алгоритму виконати достатню кількість ітерацій для збіжності до стабільного рішення. ІСА мала ефективно видаляла артефакти руху очей, моргання та м'язову активність, які могли б забруднити спектральний аналіз.

Цей крок був особливо важливим для цього дослідження, оскільки медитація іноді може викликати повільні рухи очей та розслаблення м'язів, які можна помилково прийняти за нейронну активність, якщо їх не видалити належним чином.

Однак оскільки дані з енцефалограма EnoBio 8 виявились з надмірною кількістю шумів і артефактів — і жодна програма чи інструмент гарно не могли ефективно впоратись з видаленням артефактів, тому частину даних довелось видаляти вручну.

- Частота дискретизації

Частота дискретизації 500 Гц підтримувалася протягом усього аналізу, що значно перевищує частоту Найквіста, необхідну для точного захоплення верхньої межі аналізу 40 Гц.

Ця частота дискретизації забезпечила достатню часову роздільну здатність для виявлення швидких змін нейронної активності, пов'язаних зі стимуляцією болю, уникаючи при цьому артефактів аліасингу, які могли б виникати при нижчих частотах дискретизації. Висока частота дискретизації також забезпечила адекватну роздільну здатність для часо-частотного аналізу, який може бути виконаний у майбутніх розширеннях цього дослідження.

2.7.2 Впровадження спектрального аналізу:

Спектральна щільність потужності (PSD) сигналів EEG була обчислена за допомогою швидкого перетворення Фур'є (FFT), зокрема, з використанням авторегресивного (AR) методу Бурга. Цей підхід було обрано, оскільки він забезпечує кращу роздільну здатність по частоті та зменшує спектральні втрати порівняно з класичними методами швидкого перетворення Фур'є.

Фактор розподілу щільної матриці (PSD) кількісно визначає, як потужність сигналу EEG розподіляється по частотній області, що дозволяє оцінити специфічні зміни ритмів мозку, пов'язані зі стимуляцією болю та медитацією.

Спектральний аналіз включав кілька стратегічних порівнянь, розроблених для ізоляції впливу як больової стимуляції, так і медитації на активність мозку.

Розшифровка умов мозкової активності:

BGA - фоновая активність

MINSTIM - мінімальна електростимуляція м'язу литки

STIM1 - рівень 1 електростимуляції м'язу литки

STIM2 - рівень 2 електростимуляції м'язу литки

STIM3 - рівень 3 електростимуляції м'язу литки

MDT - Медитація

MDTSTIM1 - рівень 1 електростимуляції м'язу литки під час медитації

MDTSTIM2 - рівень 2 електростимуляції м'язу литки під час медитації

MDTSTIM3 - рівень 3 електростимуляції м'язу литки під час медитації

Спектральний аналіз охоплював порівняння:

1. BGA, MinStim, STIM1-3, MDTSTIM1-3
2. BGA to MDT
3. BGA, STIM1, MDTSTIM1
4. BGA, STIM2, MDTSTIM2
5. BGA, STIM3, MDTSTIM3

6. MDT, MDTSTIM1-3

Були зроблені 6 групових і 60 індивідуальних спектральних аналізів 10 з 17 респондентів. Були зроблені графіки в програмі спектрального аналізу і отриманий масив даних для подальшого статистичного порівняльного аналізу.

2.8 Статистичний аналіз

Статистичний аналіз — це процес збору, опрацювання, інтерпретації та узагальнення даних з метою виявлення закономірностей, перевірки гіпотез та формулювання висновків на основі кількісних показників

В рамках аналізу даних діагностичних мені потрібен був кореляційний аналіз діагностичних методик і інтерв'ювання. Для малої вибірки, де можуть бути порушення нормальності чи наявні рангові шкали краще обрати непараметричні кореляції, було обрано Коефіцієнт рангової кореляції Спірмана. Аналіз проводився в програмі BlueSkyStatistics.

На основі даних отриманих під час спектрального аналізу були сформульовані частотні групи альфа, бета, тета, гама, що складаються з частот:

Alfa: 8.789 - 14.160 Гц

Beta: 14.648 - 29.785 Гц

Gamma: 30.273 - 39.551 Гц

Theta: 4.395 - 8.301

Була обчислена медіана частотних груп, що в подальшому була використана в порівняльному аналізі. Для порівняльного аналізу на основі раніше обчислених медіан частотних груп були створені порівняльні таблиці у відсотках. Відсотки для таблиці 1 розраховувалися за формулою $(mdt_median - bga_median) / bga_median * 100$. Цей принцип обчислення відсотків був використаний у всіх подальших порівняльних таблицях. Був проведений груповий аналіз і аналіз кожного респондента окремо за допомогою порівняльних таблиць.

Був проведений аналіз ієрархічної лінійної регресії між показниками PintDiff і PRlvl як залежних змінних і відсотковою різницею MDTSTIM1, MDTSTIM2, MDTSTIM3 від BGA, як незалежних змінних для всіх зон мозку і частотних діапазонів.

Після першої лінійної регресії, враховуючи невелику кількість респондентів (10) та велику кількість предикторів по кожному респонденту (96) – майже всі значення p-value були незначними і було прийнято рішення відібрати топ 20 предикторів і провести повторну лінійну регресію. P-values моделей покращились, проте все одно були незначні і довелось зменшити кількість предикторів моделі до 10 найбільш впливових. Третя ітерація високу значущість.

Висновки до розділу 2

Другий розділ дипломної роботи викладає методологічної основи дослідження і обґрунтовує вибір і інтеграцію методів дослідження: ЕЕГ як основний метод, обраний з метою фіксації об'єктивного входу в медитативний стан, а також виявлення різниці між різними умовами, переліченими у протоколі ЕЕГ-дослідження; ОПАНА для визначення позитивного і негативного афекту, який потенційно міг вплинути на перебіг сприйняття болю чи здатності увійти в медитативний стан; Шкала катастрофізації болю для оцінки когнітивної складової ставлення до болю, що за дослідженнями має значний вплив на суб'єктивні і об'єктивні, такі як мозкова активність, показники інтенсивності болю; Цифрова шкала болю для первинної і повторної суб'єктивної оцінки больових переживань, а також Шкала полегшення болю для контролю Цифрової шкали болю.

У другому розділі розкрито дизайн дослідження з детальним описом ходу експерименту (підготовка, три частини, фінал), способу монтажу (10-20: Fp1, Fp2, C3, C4, T7, T8, O1, O2), протоколу енцефалографічного дослідження (фонова активність, мінімальна стимуляція, пауза, три рівні стимуляції, пауза, медитація, парна стимуляція з медитацією, медитація). А

також розглянуто технічні характеристики ЕЕГ-пристрою EnoBio 8 та міостимулятора Kogzee 4-in-1 з висвітленням і обґрунтування налаштувань (Rate 85 Hz, Pulse 50 μ s, Cycle 30 s).

Детально подано структурні елементи авторської керованої медитації (когнітивне переформулювання, соматосенсорна реорганізація, нейродинамічне перепрограмування, і т.д гіпнотичні техніки)

Дані емпіричного дослідження оброблені і проаналізовані за допомогою спектрального аналізу та статистичного аналізу t-критерієм, r-Спірмана, ієрархічною лінійною регресією і порівняльним аналізом.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕМПІРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНЕБОЛЮВАЛЬНОГО ВПЛИВУ КЕРОВАНОЇ МЕДИТАТИВНОЇ ПРАКТИКИ

3.1 Кореляційний аналіз зв'язків індивідуально-психологічних чинників на перебіг медитативної практики, переживання і сприйняття болю

У межах дослідження впливу медитативного стану свідомості на інтенсивність переживання болю був проведений кореляційний аналіз даних діагностичних методик.

В аналізі використанні наступні змінні:

MP_Exp - наявність попереднього досвіду медитативних практик

MP_aff - позитивне чи негативне враження від попереднього досвіду медитацій

MP_reg- регулярність практики медитації

ANX - суб'єктивна оцінка тривожності в повсякденному житті

OT - потік думок, що заважає в повсякденні або перед сном

PainFear- суб'єктивна оцінка страху болю

PainSens- суб'єктивна оцінка чутливості до болю

CAT_GEN - загальна оцінка рівню катастрофізації болю

CAT_R - румінація як складова катастрофізації болю

CAT_M - перебільшення як складова катастрофізації болю

CAT_H - відчуття безпорадності від болю як складова катастрофізації болю

OPANA_PA - позитивний афект учасників

OPANA_NA- негативний афект учасників

PINT - інтенсивність суб'єктивних больових відчуттів від стимуляції до медитації

PINT_MP - інтенсивність суб'єктивних больових відчуттів від стимуляції під час медитації

PINT_DIFF - різниця між інтенсивністю больових відчуттів до та після медитації, що вказує на полегшення

PR_LVL - ступінь полегшення інтенсивності больових відчуттів під час медитації

MAX_STIM - максимальний больовий стимул, який обрав собі учасник

PainLS- показник збільшення інтенсивності болю під час останнього больового стимулу під час медитації, ніж під час останнього больовий стимулу до медитації

ATT- рівень складності концентрації уваги під час медитації

OT_MP- потік думок, що заважав під час медитації

Nar - впадання у дрімоту (сон) під час медитації

Нижче представлено кореляційну матрицю у вигляді теплової карти heatmap (див. Рис. 3.1.1) , яка відображає силу і напрямок зв'язків між усіма змінними дослідження на 10 респондентах, що мають збережені електроенцефалограми. Червоний колір означає позитивні кореляції, синій - негативні. Чим ближче значення до 1 або -1, тим сильніший зв'язок між змінними.

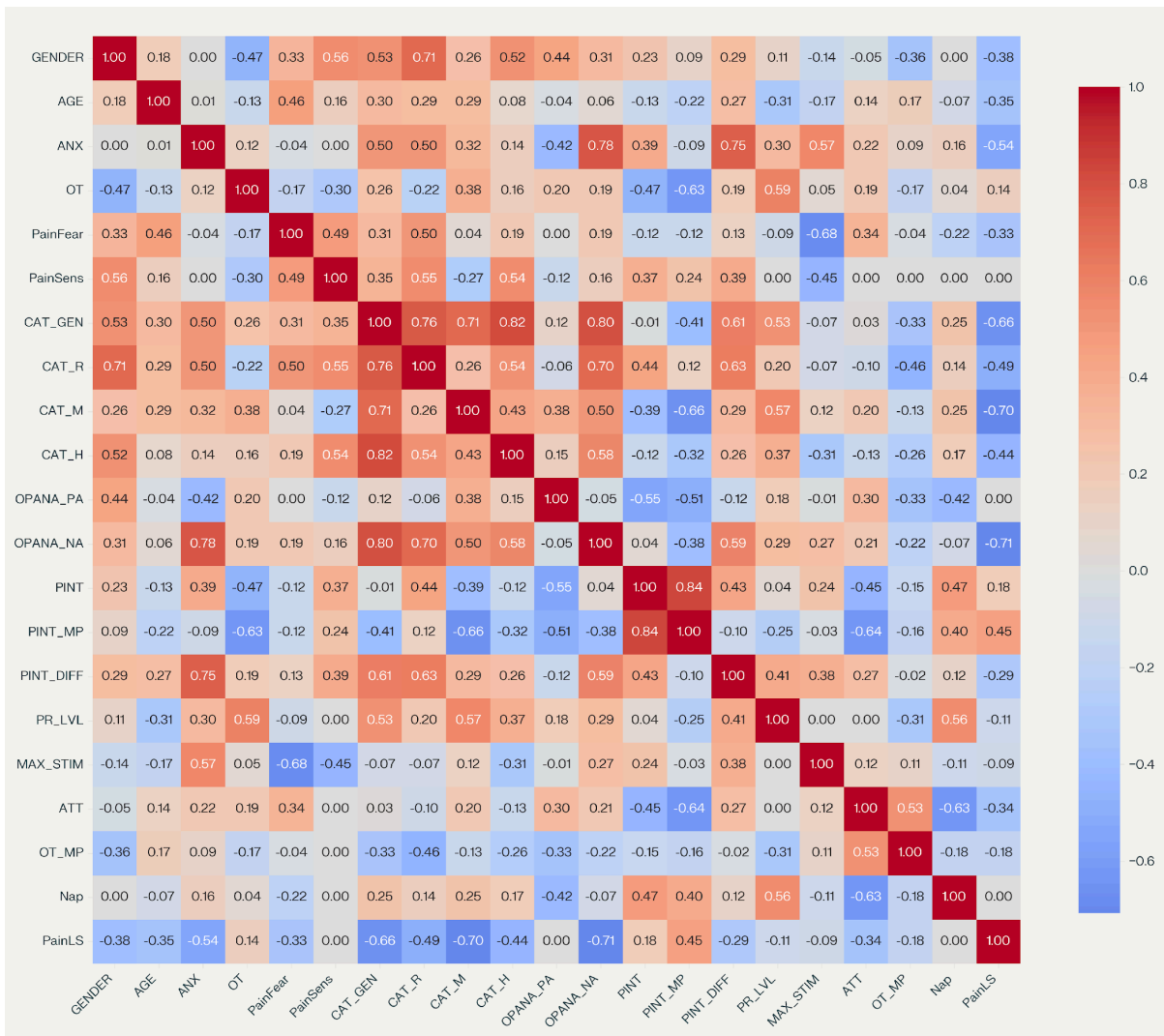


Рис.3.1.1. Кореляційна матриця heatmap

Кореляційний аналіз демонструє наступні значущі зв'язки:

Катастрофізація болю є багатовимірним конструктом, що відіграє критичну роль у сприйнятті болю. Аналіз демонструє сильні взаємозв'язки між загальним показником катастрофізації (CAT_GEN) та його компонентами: румінацією (CAT_R: $r = 0.76$, $p < 0.0001$), перебільшенням (CAT_M: $r = 0.71$, $p < 0.0001$) та відчуттям безпорадності (CAT_H: $r = 0.82$, $p < 0.0001$). Ці значущі кореляції підтверджують, що CAT_GEN надійно відображає всі три складові катастрофізації, з найсильнішим зв'язком саме з компонентом безпорадності.

Особливо варто відзначити, що катастрофізація болю характеризується схильністю перебільшувати загрозливу цінність больового стимулу, відчуттям безпорадності в умовах болю та відносною нездатністю пригнічувати думки, пов'язані з болем (Bonafé, Campos, Magôco & Campos, 2019). Така тривимірна структура катастрофізації підтверджується в численних дослідженнях.

Дані аналізу демонструють надзвичайно сильну кореляцію між загальним показником катастрофізації та негативним афектом ($r = 0.80$, $p < 0.0001$). Цей зв'язок підтверджується науковою літературою, яка вказує на потужний зв'язок катастрофізації з депресією та негативними емоційними станами (Quartana, Campbell & Edwards, 2010). Важливо, що серед компонентів катастрофізації саме румінація показала найсильнішу кореляцію з негативним афектом ($r = 0.70$, $p < 0.0001$), що свідчить про її особливу роль у формуванні негативного емоційного фону.

Дослідження демонструють, що катастрофізація болю асоціюється з підвищеною больовою чутливістю в експериментальних парадигмах тестування болю як серед здорових учасників без болю, так і серед осіб із різними хронічними больовими станами (Bonafé, Campos, Magôco & Campos, 2019).

Аналіз демонструє декілька важливих кореляцій, що висвітлюють механізми впливу медитації на сприйняття болю:

Потік думок у повсякденному житті (OT) показав сильну негативну кореляцію з інтенсивністю болю під час медитації (PINT_MP: $r = -0.63$, $p < 0.0001$). Це означає, що учасники з більш інтенсивним потоком думок у повсякденному житті відчували менший біль під час медитації, що може свідчити про вищу ефективність медитативних технік саме для осіб зі схильністю до надмірних думок через особливу здатність затишувати внутрішній діалог.

Складність концентрації уваги під час медитації (ATT) негативно корелює з больовими відчуттями під час медитації ($r = -0.64$, $p < 0.0001$), що підтверджує важливість здатності зосереджуватись для ефективного зменшення болю.

Страх болю (PainFear) негативно корелює з максимальним обраним больовим стимулом ($r = -0.68$, $p < 0.0001$), що підтверджує теоретичні моделі, згідно з якими страх болю зумовлює уникаючу поведінку. Цікаво, що вік позитивно корелює зі страхом болю ($r = 0.46$, $p < 0.0001$), що свідчить про посилення цього страху з віком.

Перебільшення болю (CAT_M) демонструє найсильнішу негативну кореляцію з PainLS ($r = -0.70$, $p < 0.0001$), що свідчить про його особливу роль у посиленні больових відчуттів під час медитації.

Кореляція між складністю концентрації під час медитації (ATT) та потоком думок під час медитації (OT_MP: $r = 0.53$, $p < 0.0001$) підкреслює важливість механізмів уваги у медитативних практиках.

Тривожність (ANX) демонструє сильні кореляції з різницею больових відчуттів до та після медитації (PINT_DIFF: $r = 0.75$, $p < 0.0001$) та негативним афектом ($r = 0.78$, $p < 0.0001$). Це свідчить про те, що більш тривожні учасники потенційно отримують більше користі від медитацію для знеболення відчуттів, хоча і страждають від вищого негативного афекту.

Ступінь полегшення інтенсивності больових відчуттів (PR_LVL) корелює з перебільшенням як компонентом катастрофізації ($r = 0.57$, $p < 0.0001$), тобто потенційно медитація знижує вплив на перебільшення болю на процес переживання болю.

На повній вибірці з 17 учасників був проведений аналіз t-критерієм Стьюдента двох груп чоловіків і жінок, оскільки майже рівна кількість 8 чоловіків проти 9 жінок дозволяла відслідкувати певні закономірності у сприйнятті болю перш ніж почалось дослідження впливу медитації, яка

безпосередньо вимагала практики і збережених показників ЕЕГ. Дані для цього типу аналізу були стандартизовані.

Згідно з отриманими даними чоловіки демонструють статистично значуще нижчу суб'єктивну чутливість до болю порівняно з жінками, однак жінки обирають статистично значуще вищі рівні больового стимулу під час експерименту порівняно з чоловіками.

Попри вищу чутливість, жінки часто демонструють кращу толерантність до болю. Однак цей парадокс абсолютно збігається із світовими науковими дослідженнями, що свідчать, що попри нижчий больовий поріг і вищу чутливість до болю, жінки здатні витримувати вищу інтенсивність болю через соціокультурні фактори, такі як терплячість.

Чоловіки мають тенденцію до нижчого рівня катастрофізації болю (а саме фактору румінації), але результат не досяг статистичної значущості. Крім цього жінки статистично значуще частіше повідомляють про потік думок, що заважає у повсякденному житті або перед сном, порівняно з чоловіками.

Не зважаючи на певні відмінності за статтю, медитативна практика була однаково ефективна для обох статей у зниженні болю (відсутність відмінностей у PINT_MP_std, PR_LVL_std) згідно з суб'єктивними оцінками.

15 з 15 учасникам, що впорались з участю в дослідженні від початку до кінця згідно з вимогами експерименту, медитація принесла суб'єктивно визначене полегшення больових відчуттів на значущі ~ 35%, що в 10 з них також супроводжувалося зміщенням ЕЕГ під час електром'язової стимуляції протягом медитації у порівнянні зі стимуляцією у звичайному стані. Ефект спостерігався у всіх осіб, незалежно від досвіду медитації – навіть новачки, що медитували вперше отримали значне полегшення. В середньому учасники до медитації оцінювали больові відчуття на 6.4 бали

з 10, а під час медитації на 4 бали згідно з Цифровою шкалою болю від 0 до 10. Учасники оцінювали ступінь як середній.

3.2 Порівняльний аналіз мозкової активності, виявленої в ході спектрального аналізу

Цей аналіз вивчає нейрофізіологічні ефекти медитації на сприйняття болю, використовуючи дані ЕЕГ у різних частотних діапазонах. У дослідженні порівнювали активність мозку у вихідному стані, при різних рівнях електричної стимуляції та під час медитації. Результати показують значну модуляцію коливань мозку під час медитації, що може пояснити її знеболювальні ефекти.

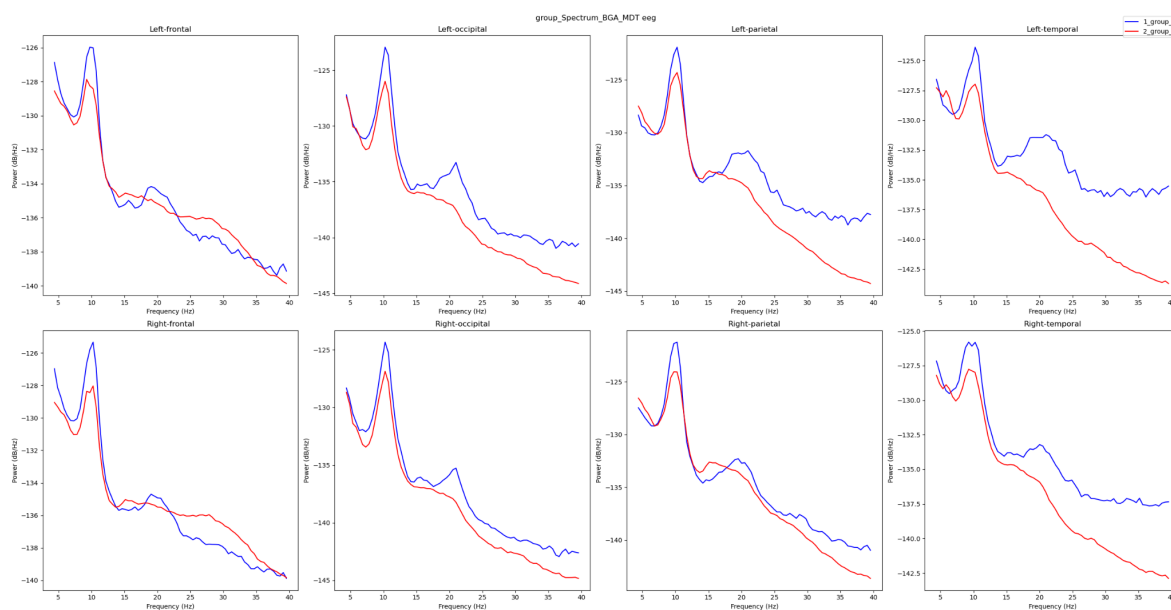


Рис. 3.2.1. Графік спектрального аналізу BGA, MDT

На рис. 3.2.1 і подальших графіках зображено порівняння частотного і амплітудного діапазону мозкових хвиль під час різних умов дослідження. горизонтальна вісь Hz визначає частоту хвилі (альфа, бета, гамма, тета), а вертикальна db/Hz – амплітуду хвилі.

- BGA - фонові активності в спокійному стані
- MDT - активність під час медитації

BGA vs. MDT

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
Alpha	-19.8%	-38.5%	-39.2%	-33.7%	-29.3%	-29.1%	-39.4%	-41.3%
Beta	10.1%	10.2%	-38.1%	-36.9%	-33.6%	-17.0%	-13.3%	-29.7%
Gamma	8.7%	18.3%	-16.5%	-9.9%	-46.2%	-23.9%	-17.6%	-27.6%
Theta	-9.4%	-10.0%	4.2%	8.7%	18.0%	6.2%	-9.9%	-27.4%

Альфа-діапазон

Потужність альфа-діапазону значно зменшилася під час медитації порівняно з фоною активністю, показавши виражене зниження на -33,79% на всіх електродах. Таке значне пригнічення альфа-діапазону свідчить про посилену обробку уваги та змінений стан свідомості під час медитації, що узгоджується з попередніми висновками про зниження потужності альфа-діапазону під час зосередженої уваги.

Бета-діапазон

Медитація призвела до помірного зниження потужності бета-діапазону (-18,54%). Бета-колебання зазвичай пов'язані з активною когнітивною обробкою та сенсомоторними функціями. Це зменшення вказує на перехід від активної обробки до більш розслабленого психічного стану, що може сприяти модуляції болю.

Гамма-діапазон

Під час медитації спостерігалось помірне зниження потужності гамма-діапазону (-14,34%). Гамма-коливання пов'язані з вищими когнітивними функціями та зв'язуванням ознак. Це зниження може відображати змінені процеси інтеграції інформації під час медитації, які можуть впливати на те, як обробляються больові сигнали.

Тета-діапазон

Тета-діапазон показав мінімальні зміни під час медитації, лише незначне зниження (-2,45%). Відносне збереження тета-активності, яка пов'язана з обробкою пам'яті та регуляцією емоцій, свідчить про підтримку цих функцій під час медитації, тоді як інші частотні діапазони показали більш виражені зміни.

Отже, медитація спричинила найсуттєвіші зміни в активності альфа-діапазону, з поступово меншими ефектами в бета- і гамма-діапазонах і мінімальним впливом на тета-коливання. Ця закономірність свідчить про те, що медитація в першу чергу впливає на процеси уваги (альфа) і когнітивну обробку (бета/гамма), в той час як механізми емоційної обробки (тета) в основному зберігаються, створюючи нейрофізіологічний профіль, який може лежати в основі болезаспокійливого ефекту медитації.

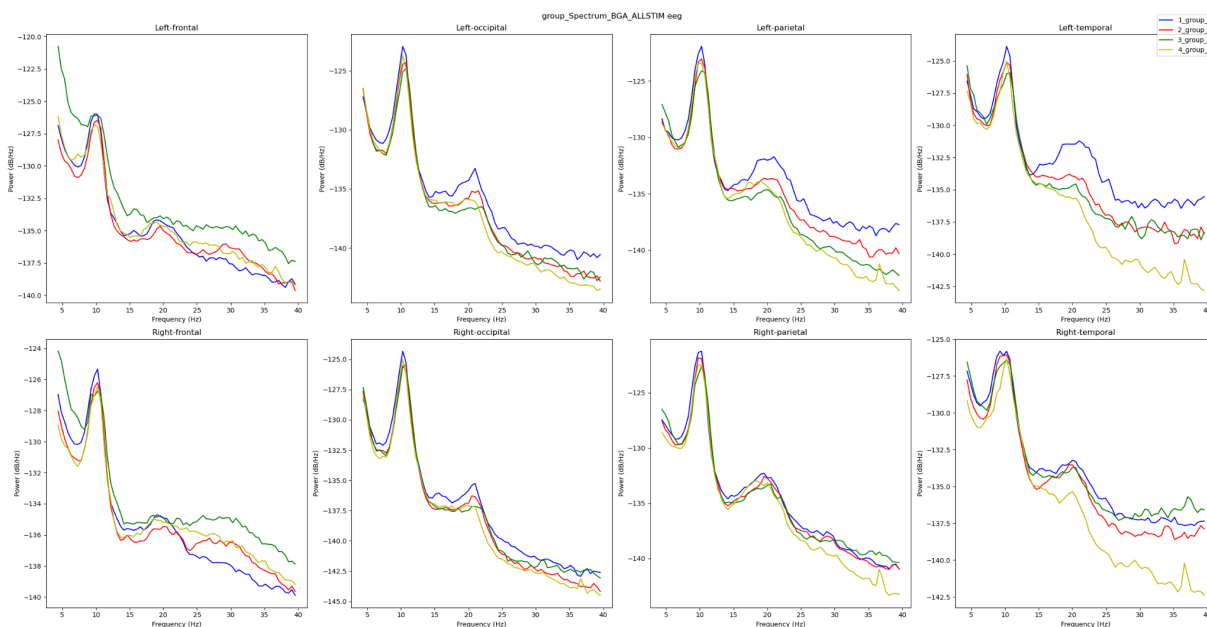


Рис. 3.2.2. Графік спектрального аналізу BGA, ALLSTIM

- BGA - фонові активність в спокійному стані
- MINSTIM - мінімальний стимул

- STIM1-3 - середнє значення по трьом рівням стимуляції
 — MDTSTIM1–3 - середнє значення по трьом рівням стимуляції під час медитації

Таблиця 3.2.2.1

BGA vs. MINSTIM, STIM1,2,3, MDTSTIM1,2,3**Alpha Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MIN STIM	-12.7%	-19.9%	-20.1%	-27.4%	-7.1%	-16.0%	4.3%	-20.7%
STIM1	-25.3%	-23.3%	-37.7%	-38.8%	-14.9%	-33.3%	-29.6%	-46.2%
STIM2	-7.0%	-25.1%	-26.2%	-33.3%	-19.4%	-16.9%	-4.8%	-32.2%
STIM3	2.1%	-4.1%	-7.9%	-20.3%	-18.0%	-7.9%	1.5%	-11.5%
MDT STIM1	-24.8%	-54.6%	-49.8%	-43.1%	-27.6%	-19.7%	-31.0%	-36.5%
MDT STIM2	-27.6%	-44.4%	-35.5%	-31.3%	-27.7%	-19.0%	-36.8%	-46.1%
MDT STIM3	-4.7%	-46.9%	-46.7%	-32.7%	-24.9%	-2.8%	-14.6%	-28.3%

Потужність альфа-частот зменшилася в усіх умовах стимуляції, причому парна стимуляція з медитацією показала сильніше пригнічення (MDTSTIM1: -35,89%, MDTSTIM2: -33,55%, MDTSTIM3: -25,20%) порівняно з самою стимуляцією (STIM1: -31,14%, STIM2: -20,61%, STIM3: -8,26%). Примітно, що пригнічення альфа-діапазону було більш вираженим для нижчих рівнів стимуляції під час медитації, що свідчить про посилення уваги до більш слабких больових відчуттів.

BGA vs. MINSTIM, STIM1,2,3, MDTSTIM1,2,3**Beta Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MINSTIM	7.5%	2.6%	-16.4%	-21.4%	-28.2%	-17.3%	-5.3%	-11.7%
STIM1	-5.8%	3.6%	-36.7%	-34.7%	-44.0%	-35.7%	-31.1%	-25.1%
STIM2	-13.5%	7.6%	-35.1%	-25.5%	-37.7%	-30.0%	-18.0%	-21.8%
STIM3	30.3%	56.1%	-5.6%	6.0%	-7.5%	-1.4%	28.8%	15.5%
MDTSTIM1	-20.9%	-11.8%	-46.2%	-46.7%	-51.2%	-52.6%	-28.9%	-27.3%
MDTSTIM2	-22.0%	-5.9%	-48.3%	-48.2%	-48.1%	-45.5%	-17.6%	-28.7%
MDTSTIM3	-19.4%	1.8%	-34.9%	-48.5%	-52.3%	-37.2%	-4.3%	-24.8%

Бета-активність продемонструвала помітну зміну патерну між немедитативним і медитативним станом. Під час самої лише стимуляції нижчі рівні знижували бета-потужність (STIM1: -26,19%, STIM2: -21,75%), тоді як найвищий рівень стимуляції збільшував її (+15,28%). На противагу цьому, всі парні стимуляції, пов'язані з медитацією, призвели до значного зниження (MDTSTIM1: -35.70%, MDTSTIM2: -33.04%, MDTSTIM3: -27.45%). Це свідчить про те, що медитація запобігає збільшенню бета-ритму, який зазвичай асоціюється з обробкою болю високої інтенсивності.

BGA vs. MINSTIM, STIM1,2,3, MDTSTIM1,2,3**Gamma Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MIN STIM	49.5%	18.3%	-11.7%	-2.0%	-27.0%	-6.6%	-5.6%	-4.5%
STIM1	49.7%	51.5%	-12.3%	-2.0%	-24.1%	-15.7%	-14.7%	-21.1%
STIM2	48.3%	77.0%	0.2%	33.2%	-7.8%	8.7%	5.2%	-6.5%
STIM3	122.4%	151.9%	24.8%	30.3%	39.1%	103.8%	31.6%	39.5%
MDT STIM1	4.9%	20.9%	-7.7%	-14.7%	-33.3%	-27.2%	-18.1%	-29.4%
MDT STIM2	0.2%	22.0%	-16.1%	-25.1%	-32.4%	-23.0%	-19.8%	-25.8%
MDT STIM3	17.6%	17.7%	-3.7%	-7.0%	-23.9%	-12.0%	-17.7%	-17.5%

Найбільш виражений контраст спостерігався в гамма-діапазоні, де стимуляція сама по собі призводила до збільшення інтенсивності болю (STIM1: +1,41%, STIM2: +19,79%, STIM3: +67,93%). Медитація змінила цю закономірність, спричинивши зниження на всіх рівнях інтенсивності (MDTSTIM1: -13,08%, MDTSTIM2: -15,00%, MDTSTIM3: -5,81%). Ця різка зміна свідчить про те, що медитація фундаментально змінює високочастотну нейронну обробку больових стимулів.

BGA vs. MINSTIM, STIM1,2,3, MDTSTIM1,2,3**Theta Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MIN STIM	-1.1%	-11.5%	-14.2%	-5.8%	-11.9%	-9.5%	-21.5%	-25.6%
STIM1	-17.6%	-15.9%	-17.6%	-8.5%	-12.3%	-15.4%	-34.5%	-38.8%
STIM2	1.8%	-9.3%	-8.0%	-16.4%	-24.6%	-10.5%	-31.0%	-28.9%
STIM3	0.7%	-0.5%	-4.0%	-14.1%	-17.1%	18.4%	-26.6%	-22.2%
MDT STIM1	-37.2%	-33.3%	-3.5%	-25.8%	-17.8%	-35.3%	-22.6%	-36.0%
MDT STIM2	-32.4%	-44.8%	-10.3%	-26.1%	-8.3%	-20.2%	-27.2%	-38.9%
MDT STIM3	-35.8%	-35.1%	-13.9%	-21.6%	-10.5%	-25.6%	-18.1%	-20.6%

Потужність тета-ритму знижувалася в усіх умовах, з більш вираженим придушенням під час парної стимуляції з медитацією (MDTSTIM1: -26,44%, MDTSTIM2: -26,02%, MDTSTIM3: -22,65%) порівняно з самою стимуляцією (STIM1: -20,08%, STIM2: -15,86%, STIM3: -8,18%). Послідовне посилення тета-супресії під час медитації може відобразити змінену емоційну обробку больових стимулів.

Отже, Медитація послідовно змінювала ЕЕГ-відповіді на больову стимуляцію у всіх частотних діапазонах. Найбільш значущим відкриттям стала здатність медитації повертати назад залежне від інтенсивності збільшення потужності гамма-випромінювання, яке зазвичай спостерігається при ескалації рівня болю. Це свідчить про те, що медитація

може переривати нейронні механізми, що лежать в основі кодування інтенсивності болю, що потенційно пояснює її знеболюючий ефект. Крім того, медитація посилює пригнічення альфа- і тета-ритмів, запобігаючи збільшенню бета-ритмів під час високоінтенсивної стимуляції.

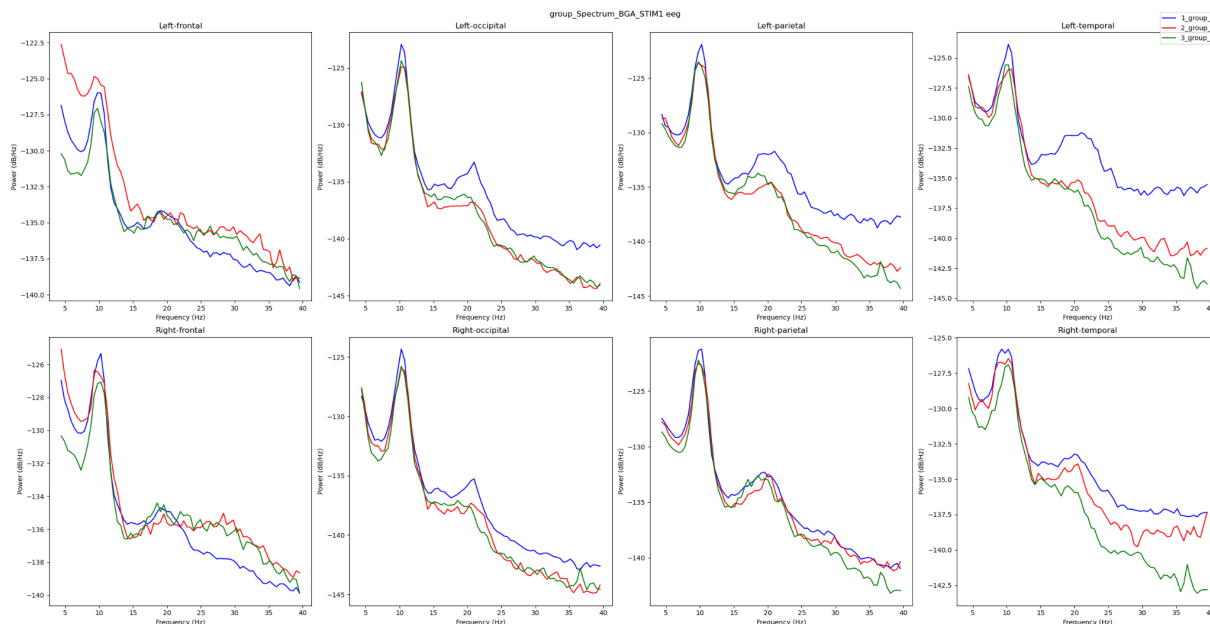


Рис. 3.2.3 Графік спектрального аналізу BGA, STIM 1, MDTSTIM1

- BGA - фоновая активність в спокійному стані
- STIM1- перший рівень стимуляції
- MDTSTIM1 - перший рівень стимуляції під час медитації

Таблиця 3.2.3.1

BGA vs. STIM1, MDTSTIM1

Alpha Band

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM1	-25.3%	-23.3%	-37.7%	-38.8%	-14.9%	-33.3%	-29.6%	-46.2%
MDT STIM1	-24.8%	-54.6%	-49.8%	-43.1%	-27.6%	-19.7%	-31.0%	-36.5%

Низькорівнева стимуляція спричинила значне пригнічення альфа (-31,14%), яке ще більше посилювалося під час медитації (-35,89%). Це свідчить про те, що медитація посилює обробку уваги, яка зазвичай задіяна під час сприйняття легкого болю.

Таблиця 3.2.2.2.

BGA vs. STIM1, MDTSTIM1**Beta Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM1	-5.8%	3.6%	-36.7%	-34.7%	-44.0%	-35.7%	-31.1%	-25.1%
MDT STIM1	-20.9%	-11.8%	-46.2%	-46.7%	-51.2%	-52.6%	-28.9%	-27.3%

STIM1 знижував бета-потужність (-26,19%), а медитація посилювала цей ефект (-35,70%). Таке сильніше пригнічення бета-сигналів під час медитації може сприяти зниженню сенсомоторної обробки больових стимулів.

Таблиця 3.2.2.3

BGA vs. STIM1, MDTSTIM1**Gamma Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM1	49.7%	51.5%	-12.3%	-2.0%	-24.1%	-15.7%	-14.7%	-21.1%
MDT STIM1	4.9%	20.9%	-7.7%	-14.7%	-33.3%	-27.2%	-18.1%	-29.4%

Вражаюча зміна відбулася в гамма-діапазоні, де STIM1 викликав невелике збільшення (+1,41%), тоді як MDTSTIM1 викликав помірне

зменшення (-13,08%). Це свідчить про те, що медитація якісно змінює обробку інформації під час легкої больової стимуляції, а не просто посилює нормальну реакцію.

Таблиця 3.2.2.4

BGA vs. STIM1, MDTSTIM1

Theta Band

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM1	-17.6%	-15.9%	-17.6%	-8.5%	-12.3%	-15.4%	-34.5%	-38.8%
MDT STIM1	-37.2%	-33.3%	-3.5%	-25.8%	-17.8%	-35.3%	-22.6%	-36.0%

Потужність тета-ритму знизилася під час STIM1 (-20,08%), з сильнішим зниженням під час MDTSTIM1 (-26,44%). Це посилене пригнічення тета може відображати змінену емоційну обробку болю під час медитації.

Отже, під час низькорівневої стимуляції медитація посилювала пригнічення в альфа-, бета- і тета-діапазонах, водночас скасовуючи незначне збільшення гамма-діапазону, яке зазвичай спостерігається. Ці дані свідчать про те, що медитація не просто посилює звичайні больові реакції, а створює якісно іншу схему нейронної обробки, яка може сприяти її знеболювальному ефекту навіть при низькій інтенсивності болю.

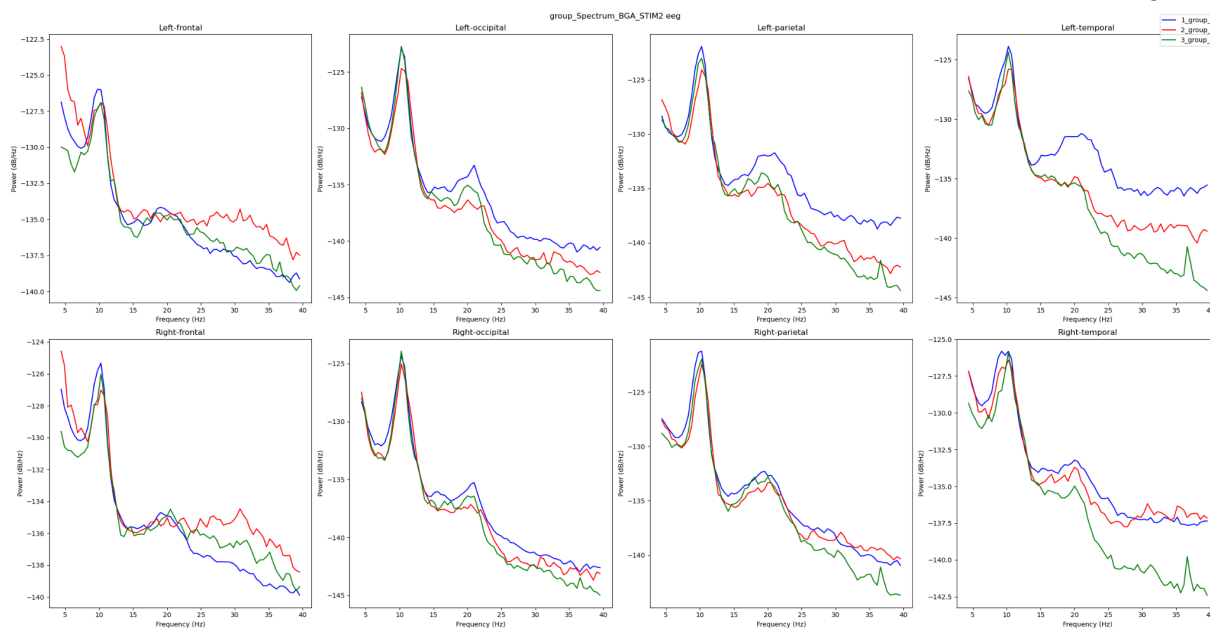


Рис. 3.2.4. Графік спектрального аналізу BGA, STIM2, MDTSTIM2

- BGA - фоновая активність в спокійному стані
- STIM2- другий рівень стимуляції
- MDTSTIM2 - другий рівень стимуляції під час медитації

Таблиця 3.2.4.1

BGA vs. STIM2 vs. MDTSTIM2

Alpha Band

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM2	-7.0%	-25.1%	-26.2%	-33.3%	-19.4%	-16.9%	-4.8%	-32.2%
MDT STIM2	-27.6%	-44.4%	-35.5%	-31.3%	-27.7%	-19.0%	-36.8%	-46.1%

Стимуляція середнього рівня зменшила потужність альфа-частот (-20,61%), а медитація значно посилила цей ефект (-33,55%). Таке сильніше пригнічення альфа-сигналів свідчить про те, що підвищена

концентрація уваги під час медитації може сприяти зміненому сприйняттю болю.

Таблиця 3.2.4.2

BGA vs. STIM2 vs. MDTSTIM2

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM 2	-13.5%	7.6%	-35.1%	-25.5%	-37.7%	-30.0%	-18.0%	-21.8%
MDT STIM 2	-22.0%	-5.9%	-48.3%	-48.2%	-48.1%	-45.5%	-17.6%	-28.7%

Beta Band

STIM2 знижував потужність бета-сигналів (-21,75%), а медитація посилювала це пригнічення (-33,04%). Посилене зниження бета-сигналу під час медитації може відображати зниження сенсомоторної обробки болю середньої інтенсивності.

Таблиця 3.2.4.3

BGA vs. STIM2 vs. MDTSTIM2**Gamma Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM2	48.3%	77.0%	0.2%	33.2%	-7.8%	8.7%	5.2%	-6.5%
MDTS TIM2	0.2%	22.0%	-16.1%	-25.1%	-32.4%	-23.0%	-19.8%	-25.8%

У гамма-діапазоні спостерігалася драматична картина розвороту: STIM2 збільшив потужність гамма-сигналу (+19,79%), тоді як MDTSTIM2 викликав помірне зниження (-15,00%). Ця зміна типового збільшення гамма-квантів, пов'язаного з болем, свідчить про те, що медитація фундаментально змінює нейронну сигнатуру обробки болю середньої інтенсивності.

Таблиця 3.2.4.4

BGA vs. STIM2 vs. MDTSTIM2**Theta Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM2	1.8%	-9.3%	-8.0%	-16.4%	-24.6%	-10.5%	-31.0%	-28.9%
MDT STIM2	-32.4%	-44.8%	-10.3%	-26.1%	-8.3%	-20.2%	-27.2%	-38.9%

Медитація посилювала пригнічення тета-ритму під час стимуляції середнього рівня (STIM2: -15,86%, MDTSTIM2: -26,02%). Таке сильніше зниження тета може відображати змінену емоційну оцінку больових відчуттів під час медитації.

Отже, результати стимуляції середнього рівня паралельні результатам стимуляції низького рівня, але з більш вираженими ефектами. Медитація посилювала пригнічення в альфа-, бета- і тета-діапазонах, а також повністю скасовувала збільшення гамма-діапазону, пов'язане з обробкою болю. Ця закономірність свідчить про те, що нейронний механізм модуляції болю під час медитації працює однаково при різній інтенсивності болю, з особливо сильним впливом на гамма-осциляції.

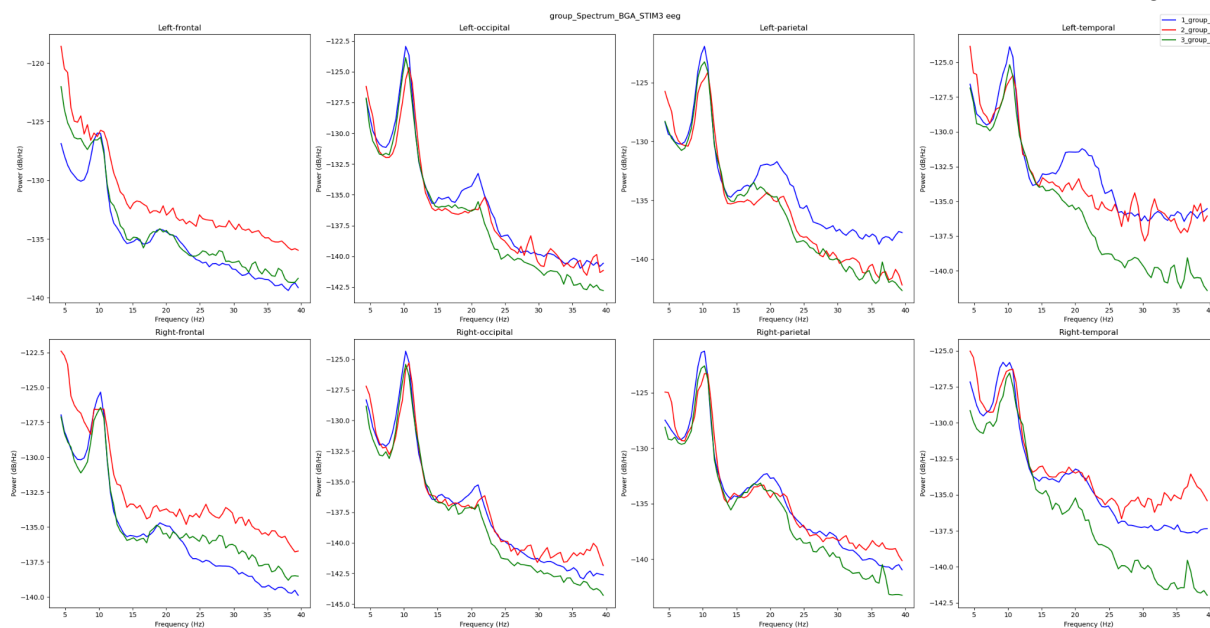


Рис. 3.2.5 Графік спектрального аналізу BGA, STIM3, MDTSTIM3

- BGA - фонові активність в спокійному стані
- STIM3- третій рівень стимуляції
- MDTSTIM3 - третій рівень стимуляції під час медитації

Таблиця 3.2.5.1

BGA vs. STIM3, MDTSTIM3

Alpha Band

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM3	2.1%	-4.1%	-7.9%	-20.3%	-18.0%	-7.9%	1.5%	-11.5%
MDT STIM3	-4.7%	-46.9%	-46.7%	-32.7%	-24.9%	-2.8%	-14.6%	-28.3%

Стимуляція високого рівня викликала лише незначне зниження альфа (-8,26%), але медитація під час стимуляції високого рівня призвела до набагато сильнішого придушення (-25,20%). Це свідчить про те, що

медитація значно покращує обробку уваги під час болю високої інтенсивності.

Таблиця 3.2.5.2

BGA vs. STIM3, MDTSTIM3**Beta Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM3	30.3%	56.1%	-5.6%	6.0%	-7.5%	-1.4%	28.8%	15.5%
MDT STIM3	-19.4%	1.8%	-34.9 %	-48.5%	-52.3%	-37.2%	-4.3%	-24.8 %

Найвиразніший контраст спостерігався в бета-діапазоні, де STIM3 збільшував бета-потужність (+15,28%), тоді як MDTSTIM3 спричиняв значне зниження (-27,45%). Ця повна зміна свідчить про те, що медитація запобігає активній когнітивній та сенсомоторній обробці, яка зазвичай задіяна під час болю високої інтенсивності.

Таблиця 3.2.5.3

BGA vs. STIM3, MDTSTIM3**Gamma Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM3	122.4%	151.9%	24.8%	30.3%	39.1%	103.8%	31.6%	39.5%
MDT STIM3	17.6%	17.7%	-3.7%	-7.0%	-23.9%	-12.0%	-17.7%	-17.5%

Найсильніший контраст спостерігався в гамма-активності, де STIM3 викликав значне збільшення (+67,93%), тоді як MDTSTIM3 призвів до

незначного зменшення (-5,81%). Ця помітна зміна свідчить про те, що медитація фундаментально порушує нейронні механізми, що лежать в основі сприйняття болю високої інтенсивності.

Таблиця 3.2.5.4

BGA vs. STIM3, MDTSTIM3

Theta Band

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
BGA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
STIM3	0.7%	-0.5%	-4.0%	-14.1%	-17.1%	18.4%	-26.6%	-22.2%
MDT STIM3	-35.8%	-35.1 %	-13.9%	-21.6%	-10.5%	-25.6%	-18.1%	-20.6%

Медитація суттєво посилювала пригнічення тета-ритму під час стимуляції високого рівня (STIM3: -8,18%, MDTSTIM3: -22,65%). Це свідчить про те, що медитація змінює компоненти емоційної обробки болю навіть при високій інтенсивності.

Отже, високоінтенсивна стимуляція виявила найінтенсивніший вплив медитації на обробку болю. Без медитації високоінтенсивна стимуляція значно збільшувала бета- і гамма-енергію. Медитація не тільки запобігала цьому збільшенню, але й змінювала його на зменшення, а також посилювала пригнічення альфа- і тета-сигналів.

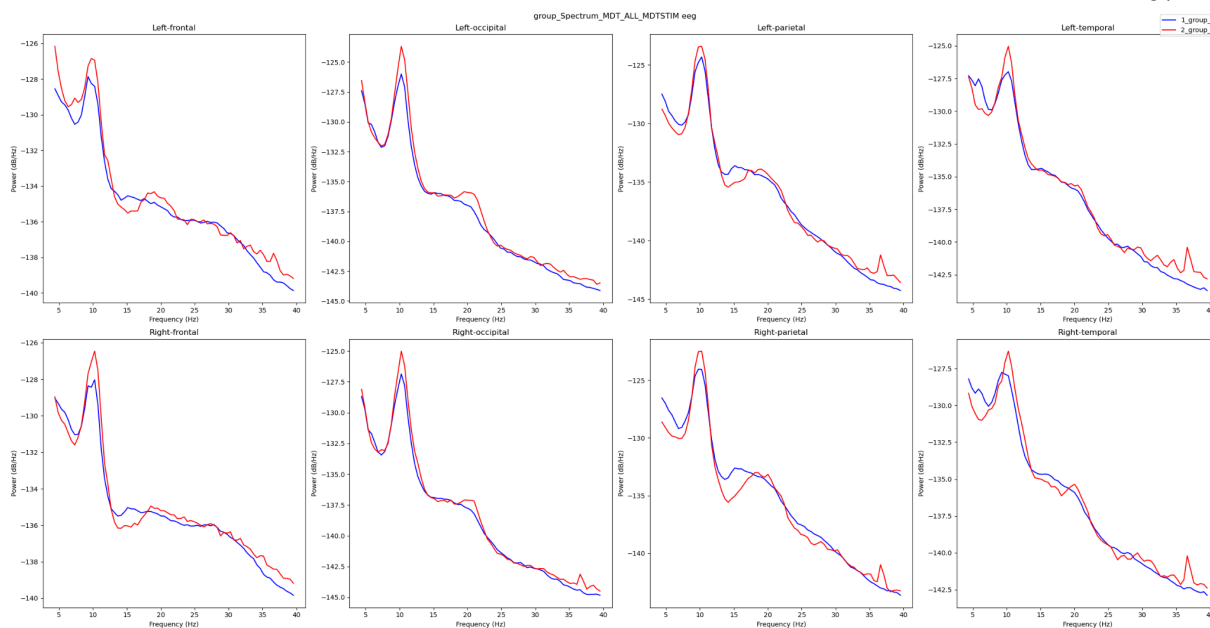


Рис. 3.2.6. Графік спектрального аналізу MDT, MDTSTIM1-3

- MDT - фонові активність в спокійному стані
- MDTSTIM1-3 - середні значення по всіх рівнях стимуляції під час медитації

Таблиця 3.2.6.1

6. MEDITATION (MDT) vs. MDTSTIM1,2,3

Alpha Band

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MDT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MDT STIM1	-6.2%	-26.2%	-17.6%	-14.2%	-0.5%	12.7%	12.3%	8.7%
MDT STIM2	-10.0%	6.2%	5.9%	13.3%	-0.5%	14.2%	6.9%	0.2%
MDT STIM3	13.3%	-18.3%	-13.3%	2.6%	-4.5%	23.7%	21.1%	16.2%

Використовуючи медитацію як базову лінію, альфа-потужність показала незначне зниження під час стимуляції низького рівня (-3,88%), але незначне збільшення під час стимуляції середнього та високого рівня (+4,53% і +5,10% відповідно). Це свідчить про те, що під час усталеної медитації збільшення інтенсивності болю фактично зменшує залучення уваги.

Таблиця 3.2.6.2

MEDITATION (MDT) vs. MDTSTIM1,2,3**Beta Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MDT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MDT STIM 1	-4.6%	-0.8%	-10.5%	-18.8%	-16.6%	-27.6%	2.3%	5.3%
MDT STIM 2	-7.2%	11.8%	-14.9%	-21.1%	-7.2%	-2.7%	12.5%	4.5%
MDT STIM 3	-3.4%	16.4%	-1.2%	-20.1%	-21.6%	9.2%	24.4%	13.1%

Бета-потужність показала закономірність прогресивного зростання з інтенсивністю стимуляції під час медитації (MDTSTIM1: -8,91%, MDTSTIM2: -3,04%, MDTSTIM3: +2,10%). Це свідчить про поступове перезавантаження сенсомоторної обробки зі збільшенням інтенсивності болю, навіть під час медитації.

MEDITATION (MDT) vs. MDTSTIM1,2,3**Gamma Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MDT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MDT STIM1	7.0%	1.6%	7.1%	7.2%	-9.5%	-5.1%	-0.3%	-2.5%
MDT STIM2	7.7%	4.5%	0.1%	5.3%	-3.3%	2.9%	2.2%	1.7%
MDT STIM3	19.6%	8.1%	10.5%	10.1%	-4.3%	7.2%	8.5%	5.5%

Потужність гамма-діапазону поступово зростала зі збільшенням інтенсивності стимуляції під час медитації (MDTSTIM1: +0,69%, MDTSTIM2: +2,64%, MDTSTIM3: +8,15%). Хоча ці збільшення є помірними порівняно з немедитативними станами, вони вказують на те, що деяка залежна від інтенсивності обробка інформації залишається активною під час медитації.

Таблиця 3.2.6.4

MEDITATION (MDT) vs. MDTSTIM1,2,3**Theta Band**

	Fp1	Fp2	C3	C4	T7	T8	O1	O2
MDT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MDT STIM 1	-30.7%	-26.2%	-5.0%	-12.8%	-23.8%	-30.4%	-14.1%	-25.8%

Продовження таблиці 3.2.6.4

MDT STIM 2	-26.2%	-34.3%	-13.2%	-15.8%	-8.7%	-17.6%	-19.2%	-28.3%
MDT STIM 3	-29.1%	-27.7%	-15.8%	-13.8%	-13.6%	-24.5%	-15.2%	-16.6%

Всі рівні стимуляції викликали значне пригнічення тета-діапазону під час медитації, з незначним зменшенням ефекту зі збільшенням інтенсивності (MDTSTIM1: -21.10%, MDTSTIM2: -20.41%, MDTSTIM3: -19.54%). Це свідчить про послідовну модуляцію компонентів емоційної обробки незалежно від інтенсивності болю.

Отже, при використанні медитації у якості базової лінії, стимуляція болю викликала тонкі, але систематичні зміни в різних частотних діапазонах. Альфа-діапазон показав зворотну залежність від інтенсивності, тоді як бета- і гамма-діапазони показали пряму залежність. Ці закономірності свідчать про те, що хоча медитація суттєво змінює обробку болю, мозок все ще кодує інформацію про інтенсивність під час медитації, хоча і в значно ослабленому вигляді порівняно з немедитативними станами.

Варто зазначити, що ЕЕГ дійсно демонструє, що авторська медитація призвела до зміненого стану свідомості. Маркери зміненого стану свідомості:

Альфа-супресія: Найвиразніший ефект, що вказує на перехід у стан глибокої концентрації. У дослідженні Chan-медитації зниження альфа-активності над лобовими ділянками корелювало з підвищеною усвідомленістю (Kaur & Singh, 2015).

Бета-зниження: Свідчить про зменшення когнітивного навантаження та стресової реакції. У дослідженні Himalayan Yoga медитатори демонстрували зниження бета-активності, що пов'язано із зменшенням тривожності (Braboszcz, Cahn, Levy, Fernandez & Delorme, 2013).

Гамма-модуляція: Відображає пригнічення високочастотної обробки, що може бути специфічним ефектом авторської методики, пов'язаним з блокуванням больових сигналів. Попри те, що більшість робіт по дослідженню медитативних практик виявляють підвищення гама-активності, у дослідженні Hinterberger, Schmidt, Kamei & Walach, 2014 стан "порожнечі думок" супроводжувався значним зниженням гама-активності (25–45 Гц) у фронтальних і центральних областях мозку. Цей ефект був особливо виражений у досвідчених практиків (понад 1000 годин медитації). Автори пов'язують це зі зменшенням когнітивної обробки та переходом до стану "неприв'язаної свідомості".

Ці зміни узгоджуються з нейрофізіологічним профілем зменшення уваги до зовнішніх стимулів та підвищення внутрішнього фокусу, що є типовим для зміненого стану свідомості (Cahn & John Polich, 2006)

Авторська медитативна практика викликає унікальний нейрофізіологічний патерн, що характеризується альфа-супресією, бета-зниженням та гамма-модуляцією, які разом формують стан, сприятливий для зниження больових відчуттів. Отримані результати узгоджуються з міжнародними дослідженнями, де аналогічні зміни ЕЕГ-активності пов'язані з покращеною увагою, емоційною регуляцією та больовою толерантністю. А специфіка медитації (зниження гама-активності) може відображати унікальний механізм інгібування больових шляхів, що потребує подальших досліджень для верифікації.

Зниження альфа-активності відображає перехід від пасивного сприйняття до активного фокусування, що підтверджується дослідженнями, де альфа-супресія асоціюється зі зменшенням блукання

думок. Сильна негативна кореляція між OT та PINT_MP вказує, що медитація ефективніша для осіб зі схильністю до румінації через механізм "затишення" внутрішнього діалогу і блукаючих думок. Це узгоджується з моделями, де альфа-ритм виконує роль "воріт" для сенсорної інформації: його пригнічення дозволяє свідомості ігнорувати периферійні стимули.

Зниження бета-активності (-18.54%) відображає пригнічення сенсомоторної петлі "біль-реакція". Це підтверджується експериментами, де бета-синхронізація корелює з активацією первинної соматосенсорної кори під час болю. Негативна кореляція PainFear з MAX_STIM свідчить, що медитація потенційно порушує цикл "страх-уникнення", модулюючи активність островкової кори та передньої поясної зони.

3.3 Коливання ЕЕГ як предиктори суб'єктивного полегшення болю та зменшення інтенсивності болю під час медитації

У цьому дослідженні представлені переконливі докази специфічних електроенцефалографічних (ЕЕГ) корелятивів суб'єктивного полегшення болю та змін у сприйнятті болю під час станів медитації.

У цьому дослідженні використовувався ієрархічний лінійний регресійний аналіз для вивчення взаємозв'язку між коливальною активністю ЕЕГ та двома ключовими показниками, пов'язаними з болем: суб'єктивним рівнем полегшення болю (PR_LVL) та різницею інтенсивності болю (PINT_DIFF). Моделі виявили сильні прогностичні зв'язки між специфічними нейронними коливаннями та модифікаціями сприйняття болю під час медитативних станів.

3.3.1. Модель різниці інтенсивності болю

Аналіз різниці інтенсивності болю (PINT_DIFF) дав надійну статистичну модель зі значенням R^2 0,96 (скоригований $R^2 = 0,90$) і високозначущою F-статистикою 16,74 ($p < 0,001$). Ця виняткова відповідність моделі свідчить про те, що зміни в коливальній активності

ЕЕГ можуть пояснити приблизно 96% дисперсії в зниженні інтенсивності болю під час медитації.

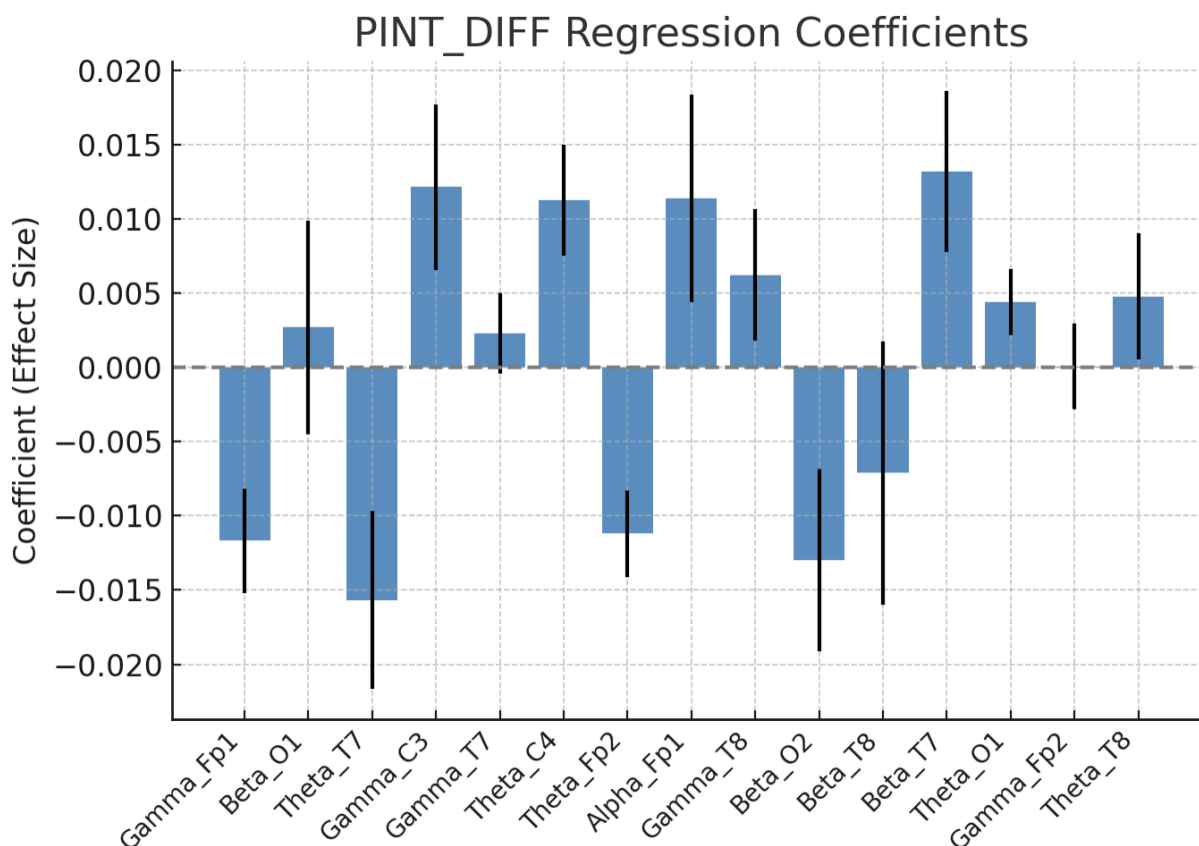


Рис. 3.3.1. Коефіцієнти регресійної моделі для змінної PINT_DIFF

Модель виявила кілька важливих нейрофізіологічних предикторів:

Фронтальні тета-осциляції (частота, амплітуда, фаза), особливо в ділянці електрода Fp2 (коефіцієнт = -0,011, $p = 0,0026$), продемонстрували сильний зворотний зв'язок зі зменшенням інтенсивності болю. Це свідчить про те, що зниження тета-активності в правій префронтальній ділянці пов'язане з більшим зменшенням болю під час медитації. Це узгоджується з попередніми результатами, які показують, що модуляція фронтальної тета-активності пов'язана зі зміненими механізмами обробки болю (Rustamov et al. 2022).

Скронева тета-активність (ділянка T7, коефіцієнт = -0,016, $p = 0,024$) також показала зворотний зв'язок зі зменшенням болю, тоді як центральна

тета-активність (ділянка С4, коефіцієнт = 0,011, $p = 0,012$) продемонструвала позитивний зв'язок. Ця дисоціація між лівою скроневою і правою центральною областями свідчить про латералізовані тета-механізми в модуляції болю під час медитації.

Гамма-частотна активність показала двонаправлені зв'язки: ліва префронтальна гамма (Fr1, коефіцієнт = -0,012, $p = 0,0068$) обернено пропорційно пов'язана зі зменшенням болю, тоді як ліва центральна гамма (С3, коефіцієнт = 0,012, $p = 0,051$) демонструє позитивну асоціацію.

Бета-коливання мають регіональну специфіку: скроневі бета-колебання (Т7, коефіцієнт = 0,013, $p = 0,033$) позитивно асоціюються зі зменшенням болю, тоді як потиличні бета-колебання (О2, коефіцієнт = -0,013, $p = 0,058$) демонструють негативний зв'язок, хоча і незначно значущий.

3.3.2. Модель суб'єктивного полегшення болю

Модель PR_LVL продемонструвала сильну пояснювальну силу ($R^2 = 0,88$, скоригований $R^2 = 0,72$) зі значною загальною відповідністю ($F = 5,55$, $p = 0,0034$). Хоча вона трохи менш надійна, ніж модель PINT_DIFF, вона, тим не менш, пояснює значну частку дисперсії суб'єктивного полегшення болю під час медитації.

Виявилися два ключові значущі предиктори:

Права префронтальна тета-активність (Fr2, коефіцієнт = -0,012, $p = 0,014$) показала зворотний зв'язок із суб'єктивним полегшенням болю, що відображає її роль у моделі PINT_DIFF. Ця узгодженість в обох моделях підкреслює важливість префронтальної тета-модуляції в індукованій медитацією аналгезії.

Праві скроневі гамма-осциляції (Т8, коефіцієнт = 0,014, $p = 0,048$) продемонстрували позитивний зв'язок з полегшенням болю, що свідчить про те, що підвищена гамма-синхронізація в правих скроневих ділянках полегшує суб'єктивне полегшення болю під час медитації.

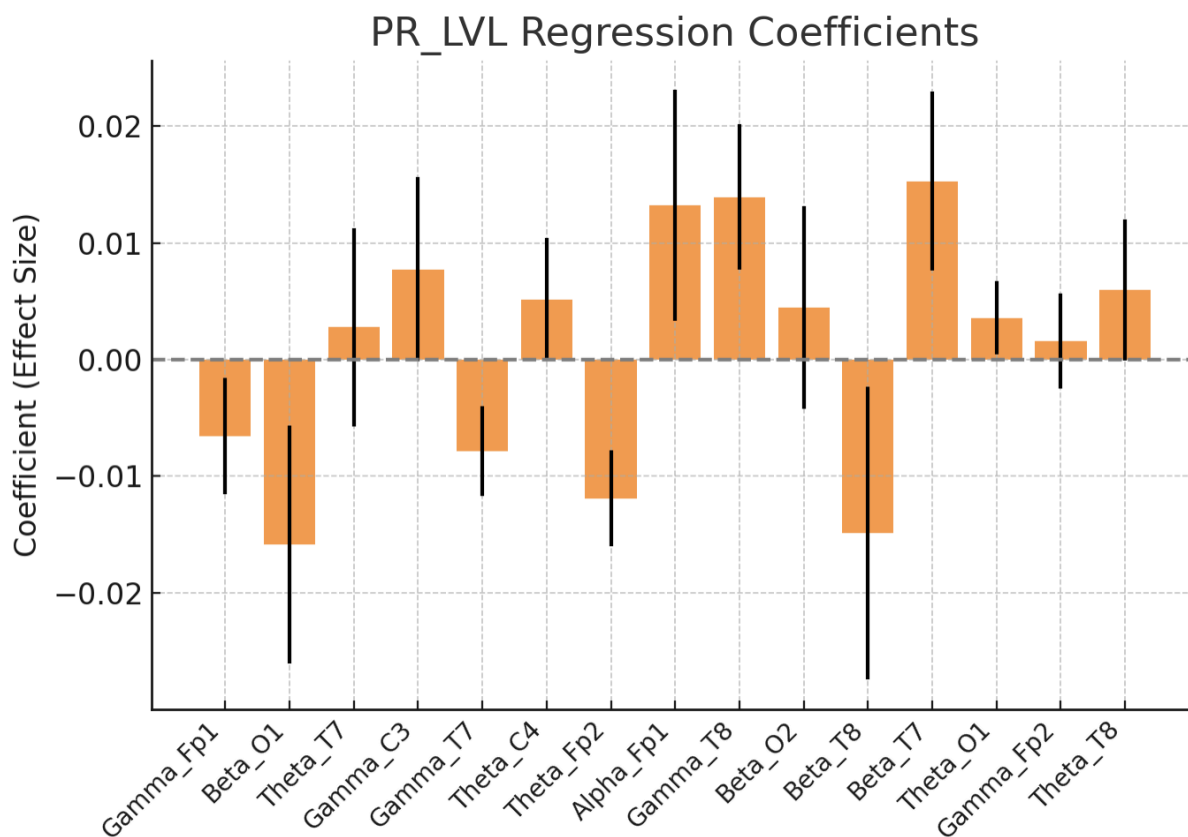


Рис. 3.3.2. Коефіцієнти регресійної моделі для змінної PR_LVL

Крім того, два предиктори наблизилися до статистичної значущості: лівостороння скронева гамма (Т7, коефіцієнт = -0,0078, $p = 0,066$) і лівостороння бета (Т7, коефіцієнт = 0,015, $p = 0,072$), що свідчить про взаємодоповнюючі ролі цих коливальних активностей у суб'єктивному полегшенні болю.

Висновки до розділу 3

Медитація суттєво змінює нейрофізіологічну реакцію мозку на біль і пригнічує типові реакції мозку на біль різної інтенсивності, створюючи унікальний патерн мозкової активності. Мозок продовжує розрізняти рівні болю, але реакція на них значно приглушена. Ключовими показниками больової стимуляції під час медитації було глибше пригнічення альфа і тета-діапазону в порівняно зі звичайною стимуляцією, а також контрастне

зниження гама-ритму реакції на високоінтенсивний біль і значне зниження бета-діапазону.

Згідно з аналізом t-критерієм медитація однаково ефективно працює незалежно від статі. В середньому медитація знизилась інтенсивність больових відчуттів на ~ 35%. Згідно з кореляційним аналізом найбільше полегшення медитація приносить учасникам з підвищеною катастрофізація думок, негативним афектом, тривогою і схильністю до нав'язливих блукаючих думок, хоча в нормальному стані свідомості ці чинники навпаки підсилюють оцінку інтенсивності больових переживань. Даний результат потенційно може означати, що медитація також ефективно знижує вплив даних психологічних чинників на переживання болю.

Ієрархічний регресійний аналіз надає переконливі докази того, що специфічні коливальні патерни ЕЕГ можуть передбачати як суб'єктивне полегшення болю, так і об'єктивне зниження інтенсивності болю під час медитації з надзвичайною точністю. Отримані дані підкреслюють центральну роль префронтальних тета-осциляцій, поряд з регіонально специфічними внесками гамма- і бета-активності, в індукованому медитацією знеболенні. Ці результати не тільки поглиблюють наше розуміння нейрофізіологічних механізмів, що лежать в основі знеболюючих ефектів медитації, але й пропонують потенційні мішені для оптимізації втручань з управління болем на основі медитації та розробки нових підходів нейрофідбеку для контролю болю.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження було спрямоване на визначення теоретичних і практичних механізмів впливу медитативних практик на стан свідомості і зниження інтенсивності больових відчуттів.

За результатами теоретичного аналізу було визначено патерни мозкової активності, що характерні для змінених станів свідомості у різних підходах медитативних практик і виявлено механізм реалізації їх знеболювального впливу, що послугувало теоретичною базою для формулювання гіпотези, дизайну дослідження і створення авторської керованої медитації.

Гіпотеза припускає, що керована медитація здатна знижувати інтенсивність гострих больових відчуттів в реальному часі без тривалої регулярної практики.

Дослідження проводилось на вибірці 17 осіб (9 жінок, 8 чоловіків) з нерегулярним або відсутнім досвідом медитативних практик, що не мали окреслених загальновідомих протипоказань до електром'язової стимуляції і медитування. В ході експерименту учасникам за допомогою електроенцефалографії були виміряні мозкові потенціали фонові активності в стані спокою, при больовій стимуляції м'язів литки, при медитації з метою фіксації настання медитативного стану свідомості і при больовій стимуляції під час медитації.

15 з 15 учасників без врахування викидів (чоловік і жінка) продемонстрували статистично значуще зниження гострих больових відчуттів під час медитації в порівнянні з больовими переживаннями у звичайному стані. Спектральний аналіз продемонстрував, що авторська медитація суттєво змінює нейрофізіологічну реакцію мозку на біль, створюючи унікальний патерн мозкової активності. Специфічний ефект авторської медитації у вигляді зниження гамма-активності, що може

відображати унікальний механізм інгібування больових шляхів потребує подальших досліджень для верифікації. Без медитації високоінтенсивна стимуляція значно збільшувала бета- і гамма-активність. Медитація не тільки запобігала цьому збільшенню, але й змінювала його на зменшення, а також посилювала пригнічення альфа- і тета-сигналів. Ієрархічний регресійний аналіз надає переконливі докази того, що специфічні коливальні патерни ЕЕГ можуть передбачати як суб'єктивне полегшення болю, так і об'єктивне зниження інтенсивності болю під час медитації. Диференційоване залучення різних ділянок мозку і частотних діапазонів вказує на те, що медитація залучає численні нейронні механізми для полегшення болю, включаючи як висхідну сенсорну модуляцію, так і низхідні процеси когнітивного контролю.

Медитація була однаково ефективна для чоловіків і жінок, незалежно від статі, а також незалежно від попереднього досвіду медитації: учасники, що в ході експерименту медитували вперше в житті мали яскравий ефект анальгезії. Кореляційний аналіз підкреслив цікаве явище: чим вища була больова симптоматика до медитації, тим яскравіший був ефект полегшення від медитативної практики. Варто зауважити, що найвищу больову реакцію в звичайному стані демонстрували люди з вираженими катастрофізацією болю, негативним афектом і підвищеною тривогою в повсякденному житті. Саме цій категорії учасників медитація принесла найвище суб'єктивне полегшення, що може також вказувати на емоційно регулюючі властивості медитації.

Результати дослідження підтверджують гіпотезу, що медитативні практики здатні знеболювати гострі больові відчуття в реальному часі.

Висока пояснювальна сила регресійних моделей дозволяє припустити, що специфічні патерни ЕЕГ можуть потенційно служити нейрофізіологічними маркерами ефективності медитації в роботі з болем, відкриваючи шляхи для персоналізованих протоколів медитації.

На останок варто зазначити, що майже всі учасники ділились відчуттям підвищеного дискомфорту через тиск портативного електроенцефалографа та об'ємних чашечкових електродів на потилицю у напівлежачому положенні, сторонні звуки жвавого університетського корпусу, світло та очікування болю. Зі слів респондентів це час від часу заважало повністю розслабитись і глибоко зануритись у медитацію. Також доречно включити і фоновий стрес через новий досвід як чинник, що перешкоджає вищевказаному. Однак, навіть попри стресові умови керована медитація проявила істотний вплив на зниження інтенсивності больових відчуттів. Можна припустити, що в комфортних умовах ефект медитації буде проявлятися яскравіше.

ПОДЯКА

Висловлюю безмежну вдячність магістру нейропсихології Гайдукову Володимирі Ігоровичу за значний вклад в реалізацію дослідження через консультування, сприяння опануванню електроенцефалографа та основ спектрального аналізу.

Дякую завідувачу лабораторії прихованих медіаефектів інституту журналістики Різуну Володимирі Володимировичу за надання унікальної можливості проводити експеримент на базі Вашої лабораторії та за цінну ініціативу у забезпеченні комфортних умов для учасників дослідження.

Дякую заступниці декана з міжнародних зв'язків та наукової роботи Пащенко Світлані Юріївні за сприяння пошуку ЕЕГ-обладнання для проведення дослідження, налагодження комунікації з відповідальними особами і за відчуття впевненості, що для будь-якої проблемної ситуації у Вас знайдеться вирішення.

Сердечно дякую науковій керівниці Вавіловій Альоні Сергіївні за академічну і неоціненну емоційну підтримку на кожному кроці втілення дослідження. З вами я відчувала, що здатна подолати будь-яку перешкоду без хвилювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Ваків, В. (2022). Прогресивна м'язова релаксація за Джейкобсоном: проста методика проти стресу та тривожності. *BE CALM*. Retrieved from <https://becalm.com.ua/body/progresyvna-m-yazova-relaksatsiya-za-dzhejkobsonom-prosta-metodyka-proty-stresu-ta-tryvozhnosti/>

Рошін Г.Г., Гурев С.О., Мазуренко О.В., Кузьмін В.Ю., Іскра Н.І., Ткаченко О.А., Новіков Ф.М., Іванов В.І. & Пенкальський О.О. (2013) Стандартизовані системи оцінки тяжкості пошкоджень та стану постраждалих (навчально-методичний посібник). *Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика*. С. 14-15

Чабан О.С., Хаустова О.О., Асанова А.Е., Трачук Л.Є. & Асонов Л.Є. (2019) Практична психосоматика: діагностичні шкали. Навчальний посібник. 2-ге видання, виправлене і доповнене. *Видавничий дім Медкнига*. Київ. С. 78-79

Aguiar N., F.S., & Garcia Rosa, J.L. (2022). Impact of Sampling Rate and Eye-Condition on Resting Quantitative EEG. *Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications (SPA)*, 52-57. doi:10.23919/SPA53010.2022.9927794

Anderson A., Robinson, J. (2024) Wim Hof Breathing Technique. *WebMD*. Retrieved from <https://www.webmd.com/balance/wim-hof-breathing-technique>

Artinis Medical Systems. (2024) What Is the 10-20 System for EEG? *TMSI-an Artinis company*. Retrieved from <https://www.tmsi.artinis.com/blog/the-10-20-system-for-eeeg>

Asada, C., Tsutsumi, K., Tamura, Y., Hara N., Omori, W., Otsuka, Y. & Sato, K. (2021) Electrical Muscle Stimulation to Develop and Implement Menstrual Simulator System. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 33(5), 1051-1062 doi:10.20965/jrm.2021.p1051

Asadi-Pooya, A. A. & Sperling, M. R. (2019). Normal Awake, Drowsy, and Sleep EEG Patterns That Might Be Overinterpreted as Abnormal. *Journal of clinical neurophysiology : official publication of the American Electroencephalographic Society*, 36(4), 250–256. doi:10.1097/WNP.0000000000000585

Attar, H. A. (2022). A review of mental stress and EEG band power. *International Journal of Nanotechnology & Nanomedicine*, 7(2), 112-118. doi:10.33140/ijnn

Bakare, S., Kuge, S., Sugandhi, S., Warad, S., & Panguddi, V. (2024). Detection of Mental Stress using EEG signals - Alpha, Beta, Theta, and Gamma Bands. *2024 5th International Conference for Emerging Technology (INCET)*, 1-9. doi:10.1109/INCET61516.2024.10592994

Bonafé, F. S. S., Campos, L. A., Marôco, J., & Campos, J. A. D. B. (2019). Pain catastrophizing: rumination is a discriminating factor among individuals with different pain characteristics. *Brazilian oral research*, 33, e113. doi:10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0113

Braboszcz, C., Cahn, B.R., Levy, J., Fernandez, M. & Delorme, A. (2017) Increased Gamma Brainwave Amplitude Compared to Control in Three Different Meditation Traditions. *PLoS ONE*, 12(1): e0170647. doi:10.1371/journal.pone.0170647

Burdett, B. R. D., Charlton, S. G., & Starkey, N. J. (2019). Mind wandering during everyday driving: An on-road study. *Accident Analysis & Prevention*, 122, 76–84. doi:10.1016/j.aap.2018.10.001

Buzsáki, G., & Wang, X. J. (2012). Mechanisms of gamma oscillations. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 203-225. doi:10.1146/annurev-neuro-062111-150444

Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological bulletin*, 132(2), 180–211. doi:10.1037/0033-2909.132.2.180

Cheng, M. Y., Yu, C. L., An, X., Wang, L., Tsai, C. L., Qi, F., & Wang, K. P. (2024). Evaluating EEG neurofeedback in sport psychology: a systematic review of RCT studies for insights into mechanisms and performance improvement. *Frontiers in psychology*, 15, 1331997. doi:10.3389/fpsyg.2024.1331997

Coelli, S., Calcagno, A., Cassani, C.M., Temporiti, F., Reali P., Gatti, R., Galli, M. & Bianchi, A.M. (2024) Selecting methods for a modular EEG pre-processing pipeline: An objective comparison. *Biomedical Signal Processing and Control*, 90, 105830. doi:10.1016/j.bspc.2023.105830

Duda, A. T., Clarke, A. R., Barry, R. J., & De Blasio, F. M. (2024). Mindfulness meditation is associated with global EEG spectral changes in theta, alpha, and beta amplitudes. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 206, 112465. doi:10.1016/j.ijpsycho.2024.112465

Editorial Contributors, Swiner, C. (2023) What to Know About Electrical Myostimulation? *WebMD*. Retrieved from <https://www.webmd.com/pain-management/what-to-know-about-electrical-myostimulation>

Engelbregt, H., Alderse Bass, H. F., de Grauw, S., & Deijen, J. B. (2021). Brain activity during paired and individual mindfulness meditation: A controlled EEG study. *International Journal of Transpersonal Studies*, 40 (1). doi:10.24972/ijts.2021.40.1.45

Fadayevatan, R., Alizadeh-Khoei, M., Hessami-Azar, S. T., Sharifi, F., Haghi, M., & Kaboudi, B. (2019). Validity and Reliability of 11-face Faces Pain Scale in the Iranian Elderly Community with Chronic Pain. *Indian journal of palliative care*, 25(1), 46–51. doi:10.4103/IJPC.IJPC_126_18

Fan, C., Wu, M., Liu, H., Chen, X., Gao, Z., Zhao, X., Zhou, J., & Jiang, Z. (2024). Effects of meditation on neural responses to pain: A systematic review and meta-analysis of fMRI studies. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 162, 105735. doi:10.1016/j.neubiorev.2024.105735

Fonseca-Rodrigues, D., Rodrigues, A., Martins, T., Pinto, J., Amorim, D., Almeida, A., & Pinto-Ribeiro, F. (2021). Correlation between pain severity and levels of anxiety and depression in osteoarthritis patients: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatology* (Oxford, England), 61(1), 53–75. doi:10.1093/rheumatology/keab512

Fries, P., Nikolić, D., & Singer, W. (2007). The gamma cycle. *Trends in Neurosciences*, 30(7), 309-316. doi:10.1016/j.tins.2007.05.005

Guo, X., Wang, M., Wang, X., Guo, M., Xue, T., Wang, Z., Li, H., Xu, T., He, B., Cui, D., & Tong, S. (2022). Progressive increase of high-frequency EEG oscillations during meditation is associated with its trait effects on heart rate and proteomics: A study on the Tibetan Buddhist. *Cereb Cortex*, 32(18):3865-3877. doi: 10.1093/cercor/bhab453

Harne, B. P., & Bobade, B., Dhekekar R. S. & Hiwale, A., (2019). SVM classification of EEG signal to analyze the effect of OM Mantra meditation on the brain,. *EEE 16th India Council International Conference (INDICON)*, 1(4), doi:10.1109/INDICON47234.2019.9030339

Hauswald, A., Übelacker, T., Leske, S., & Weisz, N. (2015). What it means to be Zen: marked modulations of local and interareal synchronization during open monitoring meditation. *NeuroImage*, 108, 265–273. doi:10.1016/j.neuroimage.2014.12.065

Hinterberger, T., Schmidt, S., Kamei, T., & Walach, H. (2014). Decreased electrophysiological activity represents the conscious state of emptiness in meditation. *Frontiers in psychology*, 5, 99. doi:10.3389/fpsyg.2014.00099

Horoshko, V., Kuchyn, I., Bielka, K., & Sapunar, D.(2024). Chronic pain and psychological well-being in soldiers wounded during Russo- Ukrainian war: A retrospective study. *Med Jadert*, 54(3), 157-166. doi:10.57140/mj.54.3.2

Hudak, J., Hanley, A. W., Marchand, W. R., Nakamura, Y., Yabko, B., &

Garland, E. L. (2021). Endogenous theta stimulation during meditation predicts reduced opioid dosing following treatment with Mindfulness-Oriented Recovery Enhancement. *Neuropsychopharmacology : official publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, 46(4), 836–843. doi:10.1038/s41386-020-00831-4

Huels, E. R., Kim, H., Lee, U., Bel-Bahar, T., Colmenero, A. V., Nelson, A., Blain-Moraes, S., Mashour, G. A., & Harris, R. E. (2021). Neural Correlates of the Shamanic State of Consciousness. *Frontiers in human neuroscience*, 15, 610466. doi:10.3389/fnhum.2021.610466

International Electrotechnical commission (2010) International Standard:: Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use (IEC 61010).

International Electrotechnical commission (2012) International Standard: Medical electrical equipment – Part 2-10: Particular requirements for the basic safety and essential performance of nerve and muscle stimulators (IEC 60601-2-10:2012)

Jinich-Diamant, A., Garland, E., Baumgartner, J., Gonzalez, N., Riegner, G., Birenbaum, J., Case, L., & Zeidan, F. (2020). Neurophysiological Mechanisms Supporting Mindfulness Meditation-Based Pain Relief: an Updated Review. *Current pain and headache reports*, 24(10), 56. doi:10.1007/s11916-020-00890-8

Katahira, K., Yamazaki, Y., Yamaoka, C., Ozaki, H., Nakagawa, S., & Nagata, N. (2018). EEG Correlates of the Flow State: A Combination of Increased

Frontal Theta and Moderate Frontocentral Alpha Rhythm in the Mental Arithmetic Task. *Frontiers in psychology*, 9, 300. doi:10.3389/fpsyg.2018.00300

Katib, Y., Almeahmadi, M., Alhajaji, F., Alqorashi, S., Almajnooni, F., Alshinawi, M. A., & Marghalani, R. A. (2024). Prevalence of Primary Dysmenorrhea and Its Effect on the Quality of Life Among Female Students at Umm Al-Qura University. *Cureus*, 16(10), e72136. doi:10.7759/cureus.72136

Katyal, S., & Goldin, P. (2021). Alpha and theta oscillations are inversely related to progressive levels of meditation depth. *Neuroscience of consciousness*, 2021(1), niab042. doi:10.1093/nc/niab042

Kenefati, G., Rockholt, M.M., Ok, D., McCartin, M., Zhang, Q., Sun, G., Maslinski, J., Wang, A., Chen, B., Voigt, E.P., Chen, Z.S., Wang, J., & Doan, L.V. Changes in alpha, theta, and gamma oscillations in distinct cortical areas are associated with altered acute pain responses in chronic low back pain patients. *Frontiers in Neuroscience*, 17:1278183 doi:10.3389/fnins.2023.1278183

Konopacki, M. (2016) EEG responses to shamanic drumming. Does suggestion of trance state mediate the strength of frequency components? *Master's thesis in Cognitive Science*. doi:10.14302/issn.2574-4518.jsdr-17-1794

Lee D.J., Kulubya E., Goldin P., Goodarzi A. & Girgis F. (2018) Review of the Neural Oscillations Underlying Meditation. *Frontiers in psychology*, 12, 00178. doi:10.3389/fnins.2018.00178

Li, S., He, M., Lin, L., Chen, Q., Ru, T., & Zhou, G. (2024). Altered neurophysiological responses during empathy for pain in insomnia: evidence

from an EEG study in non-clinical samples. *Journal of physiological anthropology*, 43(1), 4. doi:10.1186/s40101-023-00351-2

Lindberg, S., Crooks, F. & Legg T.,J. (2019) What to Know About Autogenic Training. *Healthline*. Retrieved from <https://www.healthline.com/health/mental-health/autogenic-training>

Lipnitskii, M. (2023). Meta-Analysis of EEG Findings on Pain Perception: Exploring Nociceptive and Neuropathic Pain Response Patterns. *BioRxiv*: the preprint server for biology. doi:10.1101/2023.10.31.564952

Lisman, J., & Buzsáki, G. (2008). A neural coding scheme formed by the combined function of gamma and theta oscillations. *Schizophrenia bulletin*, 34(5), 974–980. doi:10.1093/schbul/sbn060

Lorek, K., Maćzewska, J., Królicki, L., Siemiatycka, M., Chalimoniuk, M., Kisiel-Sajewicz, K., & Marusiak, J. (2023). Slowing of EEG waves correlates with striatal [18 F]fluorodopa PET/CT uptake and executive dysfunction in Parkinson's disease. *The European journal of neuroscience*, 58(9), 4070–4083. doi:10.1111/ejn.16156

Lutz, A., Dunne, J. D., & Davidson, R. J. (2007). Meditation and the neuroscience of consciousness. Meditation and the neuroscience of consciousness: an introduction. In: Zelazo PD., Moscovitch M., Thompson E., eds. *The Cambridge Handbook of Consciousness*. Cambridge Handbooks in Psychology. Cambridge University Press, 19, 499-552. doi:10.1017/CBO9780511816789.020

Mahato, A., Bhalerao, S.V., Pachori, R.B., Gadre, V.M., & Mahapatra, D.D.

(2025). Neurological Responses to Meditation with EEG Analysis Using Novel Empirical Fourier-Bessel Decomposition Approach. *10th International Conference on Signal Processing and Communication*, 694-699. doi:10.1109/ICSC64553.2025.10968250

Matamala-Gomez, M., Donegan, T., & Świdrak, J. (2023). VR for Pain Relief. *Current topics in behavioral neurosciences*, 65, 309–336. doi:10.1007/7854_2022_402

Meehan, A. (2024) How does chronic pain affect the brain? *Creyos*. Retrieved from <https://creyos.com/blog/how-does-chronic-pain-affect-the-brain>

Morrow, A., Elias, M., & Samaha, J. (2023). Evaluating the Evidence for the Functional Inhibition Account of Alpha-band Oscillations during Preparatory Attention. *Journal of cognitive neuroscience*, 35(8), 1195–1211. doi:10.1162/jocn_a_02009

Nakamura-Palacios, E. M., Falçoni Júnior, A. T., Anders, Q. S., de Paula, L. D. S. P., Zottele, M. Z., Ronchete, C. F., & Lirio, P. H. C. (2023). Would frontal midline theta indicate cognitive changes induced by non-invasive brain stimulation? A mini review. *Frontiers in human neuroscience*, 17, 1116890. doi:10.3389/fnhum.2023.1116890

Nash, J. D. & Newberg, A., B. (2023) An updated classification of meditation methods using principles of taxonomy and systematics. *Frontiers in psychology*, 13:1062535. doi:10.3389/fpsyg.2022.1062535

Okamoro, A. & Wang, I. (2024) Japanese male office workers experience

simulated menstrual pain. *The Japan Time*. Retrieved from <https://www.japantimes.co.jp/news/2024/03/08/japan/men-menstrual-pain/>

Oyake Y. (2024) Developers hope Japan device letting men feel period pain will build empathy, openness. *The Mainichi*. Retrieved from <https://mainichi.jp/english/articles/20240801/p2a/00m/0li/033000c>

Quartana, P. J., Campbell, C. M., & Edwards, R. R. (2009). Pain catastrophizing: a critical review. *Expert review of neurotherapeutics*, 9(5), 745–758. doi:10.1586/ern.09.34

Rabinowitz, E. P., Sayer, M. A., & Delahanty, D. L. (2023). The role of catastrophizing in chronic cyclical pelvic pain: A systematic review and meta-analysis. *Women's health (London, England)*, 19, 17455057231199949. doi:10.1177/17455057231199949

Revonsuo, A., Kallio, S., & Sikka, P. (2009). What is an altered state of consciousness? *Philosophical Psychology*, 22, 187 - 204. doi:10.1080/09515080902802850

Rodriguez-Larios, J., & Alaerts, K. (2021). EEG alpha-theta dynamics during mind wandering in the context of breath focus meditation: An experience sampling approach with novice meditation practitioners. *The European journal of neuroscience*, 53(6), 1855–1868. doi:10.1111/ejn.15073

Rustamov, N., Wilson, E. A., Fogarty, A. E., Crock, L. W., Leuthardt, E. C., & Haroutounian, S. (2022). Relief of chronic pain associated with increase in midline frontal theta power. *Pain reports*, 7(6), e1040. doi:10.1097/PR9.0000000000001040

Ryu, S., Gwon, D., Park, C., Ha, Y., & Ahn, M. (2024). Resting-state frontal electroencephalography (EEG) biomarkers for detecting the severity of chronic neuropathic pain. *Scientific reports*, 14(1), 20188. doi:10.1038/s41598-024-71219-3

Segning, C. M., da Silva, R. A., & Ngomo, S. (2024). An Innovative EEG-Based Pain Identification and Quantification: A Pilot Study. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 24(12), 3873. doi:10.3390/s24123873

Simor, P., Vékony, T., Farkas, B. C., Szalárdy, O., Bogdány, T., Brezóczki, B., Csifcsák, G., & Németh, D. (2025). Mind Wandering during Implicit Learning Is Associated with Increased Periodic EEG Activity and Improved Extraction of Hidden Probabilistic Patterns. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 45(19), e1421242025. doi:10.1523/JNEUROSCI.1421-24.2025

Sivacumer, S. (2024). Understanding hypnotherapy techniques: Language and applications. *EmoCare*. Retrieved from <https://emocare.co.in/understanding-hypnotherapy-techniques-language-and-applications/>

Śliwowski, M., Jastrzębska, P., Holas, P., Żygierewicz, J., & Suffczyński, P. (2023). Brain activity during meditation in first-time meditators. *The International journal of neuroscience*, 133(3), 238–247. doi:10.1080/00207454.2021.1909010

Starr, M., Harding, R., Ataide, R., VonDinklage, N., Sinharoy, S. S., Jayasinghe, Y., Manda-Taylor, L., Fisher, J., Braat, S., & Pasricha, S. (2024). Epidemiology

of menstrual-related absenteeism in 44 low and middle-income countries. *MedRxiv*. doi:10.1101/2024.05.07.24307016

Steriade, M., Nuñez, A., & Amzica, F. (1993). A novel slow (< 1 Hz) oscillation of neocortical neurons in vivo: depolarizing and hyperpolarizing components. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 13(8), 3252–3265. doi:10.1523/JNEUROSCI.13-08-03252.1993

Tanaka, H., Hayashi, M., & Hori, T. (1997). Topographical characteristics and principal component structure of the hypnagogic EEG. *Sleep*, 20(7), 523–534. doi:10.1093/sleep/20.7.523

Thappa, P., Arora, P., Kukanti, C., Dey, S., Meshram, T.M., & Kumar, A. (2024). The Power of Brain Waves: Applications of EEG in Chronic Pain Management. *Journal on Musculoskeletal Ultrasound in Pain Medicine*, 17(24). doi:10.4103/jmupm.jmupm_17_24

The Bitbrain team. (2024) EEG electrode placement. *Bitbrain*. Retrieved from <https://www.bitbrain.com/blog/eeg-electrode-placement>

Thomas, J., Jamieson, G., & Cohen, M. (2014). Low and then high frequency oscillations of distinct right cortical networks are progressively enhanced by medium and long term Satyananda Yoga meditation practice. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 197. doi:10.3389/fnhum.2014.00197

Treves, I. N., Greene, K. D., Bajwa, Z., Wool, E., Kim, N., Bauer, C. C. C., Bloom, P. A., Pagliaccio, D., Zhang, J., Whitfield-Gabrieli, S., & Auerbach, R. P. (2024). Mindfulness-based Neurofeedback: A Systematic Review of EEG and

fMRI studies. *BioRxiv*: the preprint server for biology.
doi:10.1101/2024.09.12.612669

Twu, A. & Robinson, J. (2024) What To Know About Guided Imagery. *WebMD*.
Retrieved from
<https://www.webmd.com/balance/what-to-know-about-guided-imagery>

Wang, K., Tian, F., Xu, M., Zhang, S., Xu, L., & Ming, D. (2022). Resting-State EEG in Alpha Rhythm May Be Indicative of the Performance of Motor Imagery-Based Brain-Computer Interface. *Entropy (Basel, Switzerland)*, 24(11), 1556. doi:10.3390/e24111556

Wang, Z., Goerlich, K.S., Chen, M., Xu, P., Luo, Y., & Aleman, A. (2022). Oscillatory dynamics underlying emotion-cognition integration: differential role of theta and alpha oscillations. *BioRxiv*: the preprint server for biology. doi:10.1101/2022.03.21.485174

Wilson D., R. (2017) Holotropic breathwork. *Healthline*. Retrieved from
<https://www.healthline.com/health/holotropic-breathwork>

Wipplinger, F., Holthof, N., Andereggen, L., Urman, R. D., Luedi, M. M., & Bello, C. (2023). Meditation as an Adjunct to the Management of Acute Pain. *Current pain and headache reports*, 27(8), 209–216. doi:10.1007/s11916-023-01119-0

Xu, M., Kao, H. S., Zhang, M., Lam, S. P., & Wang, W. (2013). Cognitive-neural effects of brush writing of chinese characters: cortical

excitation of theta rhythm. *Evidence-based complementary and alternative medicine* : eCAM, 2013, 975190. doi:10.1155/2013/975190

Yang, Q., Zhou, G., Noto, T., Templer, J. W., Schuele, S. U., Rosenow, J. M., Lane, G., & Zelano, C. (2022). Smell-induced gamma oscillations in human olfactory cortex are required for accurate perception of odor identity. *PLoS biology*, 20(1), e3001509. doi:10.1371/journal.pbio.3001509

Zhao, Z., Li, J., Zhang, R., Feng, Y., He, Y., & Sun, Z. (2023). The prognostic value of fear-avoidance beliefs on postoperative pain and dysfunction for lumbar degenerative disk disease: a meta-analysis. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*, 46(1), 3–13. doi:10.1097/MRR.0000000000000567

ДОДАТКИ

Додаток А

ІНФОРМОВАНА ЗГОДА

учасника (здорового добровольця) на участь у дослідженні

Я, що нижче підписався(-лась)

прізвище, ім'я, по батькові

і мешкаю за адресою

згоден(-на) взяти участь у проведенні дослідження на тему: «Вплив змінених станів свідомості в ході медитативних практик на інтенсивність суб'єктивних переживань болю». В процесі якого передбачається встановити чи здатна керована медитація з елементами гіпнозу знижувати суб'єктивні болісні відчуття.

Я детально поінформований(-на) дослідницею, Грабовецькою Сюзанною Романівною, яка проводить дане дослідження, про його мету, завдання та строки дослідження. Я мав(-ла) можливість поставити їй запитання з усіх аспектів дослідження. Мені також надано для ознайомлення Інформаційний лист учасника дослідження.

1. Я проінформований(-на) з питань протипоказань для участі у дослідженні, ризиків, пов'язаних з участю у дослідженні, процедури проведення, включно із застосуванням больових стимулів, а також про права і зобов'язання учасника, і заходи передбачені для захисту здорового добровольця при виникненні ризиків;
2. Я зрозумів(-ла) надану інформацію і погоджуюсь з усіма умовами.
3. Я розумію, що моя участь є виключно добровільною. Я можу у будь-який момент відмовитися від участі без пояснення причин, і така відмова не матиме жодних негативних наслідків для мене.
4. Я розумію, що участь у дослідженні є безоплатною.
5. Я інформований(-на) про забезпечення захисту моїх персональних даних: всі персональні дані будуть зберігатися і оброблятися у зашифрованому вигляді, доступ до яких матимуть лише уповноважені особи.

6. Я згоден(-на) з тим, що узагальнені результати дослідження можуть бути опубліковані, обговорюватись дослідниками, а також представниками уповноважених державних структур із збереженням конфіденційності щодо моїх особистих даних.

7. Я усвідомлюю протипоказання і потенційні ризики участі, і самостійно несу відповідальність за власне здоров'я під час експерименту і відмовляюсь від будь-яких претензій до сторони дослідниці.

8. Я підтверджую, що відповідаю встановленим критеріям участі, включаючи вікові обмеження і відповідний стан здоров'я.

9. Я зобов'язуюсь не використовувати матеріали дослідження в комерційних цілях і не розповсюджувати їх в інформаційний простір незалежно від мети.

10. Отримавши роз'яснення, я повністю згоден(-на) співпрацювати з дослідницею та негайно інформувати її в разі погіршення мого самопочуття.

11. Я надаю свою згоду на участь у зазначеному дослідженні та на обробку зібраних даних згідно з вищезазначеними умовами, поставивши відмітку у відповідному полі.

12. Я підтверджую, що отримав(-ла) копію цієї ІНФОРМОВАНОЇ ЗГОДИ для ознайомлення та збереження.

прізвище, ім'я, по батькові дослідниці

підпис

Прочитав(-ла) і згоден(-на)

прізвище, ім'я, по батькові учасника

підпис

“ _____ “ _____ 2025 р.

Enobio® technical specifications

HARDWARE	Enobio 32	Enobio 20	Enobio 8
-----------------	------------------	------------------	-----------------

Number of channels	32	20	8
Bandwidth	0 to 125 Hz (DC coupled)		
Sampling rate	500 SPS		
Dynamic range	24 bits – 0,05 microvolt (μV)		
Measurement noise	< 1 μV RMS		
Input impedance	>1 G Ω		
CMRR	-115 dB		
Communication	Wi-Fi IEEE 802.11 g or USB		
3 axes accelerometer	Yes (100 S/s)		
MicroSD card for offline recording	✓	✓	✓
Rechargeable system using Li-Ion battery	✓	✓	✓
Device dimensions	89.1 mm x 61.1 mm x 23.8 mm		
Device weight	97 g	81 g	83 g
Operating time – WiFi communication	5.0 hours	11.0 hours	6.0 hours
Operating time – Holter Mode MicroSD recording	11.0 hours	24.0 hours	16.5 hours
Operating time – USB Communication	16.5 hours	24.0 hours	20.0 hours

Allows for simultaneous stimulation (tDCS and TMS compatible)	✓	✓	✓
---	---	---	---

File output	Proprietary NEDF or EDF+ & ASCII file formats		
Real-time EEG monitoring	✓	✓	✓
Scalp and cortical mapping of brain activity	✓	✓	-
Spectrum, spectrogram and band power plots	✓	✓	✓
Raw data streaming output	Lab Streaming Layer (LSL) outlets or TCP/IP port		
EEG markers sources	Lab Streaming Layer (LSL) inlets, TCP/IP, keyboard, TTL triggers		
Timestamp synchronization for hyperscanning	✓	✓	✓
Compatible with Windows Vista/7/8/10 and Mac OS X (> Snow Leopard)	✓	✓	✓
3rd party EEG software compatibility	OpenVibe, BCI2000, NeuroGuide (via Lab Streaming Layer)		

Offline EEG analysis	MatLab (EEGLAB Plugin), Python (NEPy library)		
Investigational applications via SDK	✓	✓	✓
Networked system control with MatNIC toolbox	✓	✓	✓

HEADSET

Параметр	Enobio 32	Enobio 20	Enobio 8
Available headcaps	6 sizes: 42/46/49/54/57/60cm		
EEG custom montages	Headcaps with 39 or 64 of 10-10 EEG positions		
Set-up time using gel	20-25 min	15-20 min	8-12 min
Set-up time using solidgel	7-8 min	5 min	2-3 min
Set-up time using dry electrodes	4 min	3 min	1-2 min

Параметр	Enobio 32	Enobio 20	Enobio 8
CE Medical Device	✓	✓	✓

Бланк методики ОПАНА

Нижче наведено перелік слів, які описують різні почуття та емоції. Прочитайте кожен пункт, а потім поставте відповідну позначку поруч із цим словом. Вкажіть, як Ви почували себе протягом останніх декількох тижнів*. Для позначення своїх відповідей використовуйте шкалу: 1 – майже або зовсім ні, 2 – трохи, 3- помірно, 4 – значною мірою, 5 – дуже сильно

1	___ Зацікавлений
2	___ Пригнічений
3	___ Радісний
4	___ Засмучений
5	___ Сповнений сил
6	___ Винуватий
7	___ Наляканий
8	___ Злий
9	___ Енергійний
10	___ Впевнений в собі
11	___ Роздратований
12	___ Зібраний, зосереджений
13	___ Зніяковілий
14	___ Натхненний
15	___ Знервований
16	___ Рішучий
17	___ Уважний

18	___ Неспокійний
19	___ Активний
20	___ Тривожний

Позитивний афект (ПА): сума балів за пунктами 1, 3, 5, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 19.

Негативний афект (НА): сума балів за пунктами 2, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 18, 20.

*Можна використовувати наступні вказівки щодо часу:

Момент (як ви відчуваєте себе саме зараз)

Сьогодні (як ви почували себе сьогодні)

Минулі кілька днів (як ви почували себе протягом останніх кількох днів)

Тиждень (як ви почували себе протягом минулого тижня)

Минулі кілька тижнів (як ви почували себе протягом останніх кількох тижнів)

Переважно (як ви відчуваєте себе переважно)

Шкала катастрофізації хронічного болю

Інструкція: ми вивчаємо особливості Ваших уявлень про той біль, який Ви відчуваєте. Наведені нижче 13 тверджень відображають різні думки та уявлення людей, пов'язані з болем. Відмітьте найбільш прийнятну оцінку кожного твердження, що відповідає Вашій уяві щодо болю.

Твердження	Оцінка тверджень				
	Ніколи	Рідко	Іноді	Часто	Завжди
1. Я хвилююся, що мій біль ніколи не закінчиться					
2. Боюся, що можу не витримати					
3. Біль жахливий, думаю, мені ніколи не покращає					
4. Біль згубний і я боюся, що не опаную його					
5. Я більше не можу переносити біль					
6. Я побоююся, що біль буде посилюватися					
7. Я згадую про інші епізоди болю					
8. Я з хвилювання чекаю, коли нарешті біль припиниться					
9. Я не можу викинути з голови думки про біль					
10. Я думаю про те, який в мене сильний біль					
11. Я думаю про те, як сильно я бажаю припинення болю					

12. Я нічого не можу зробити для зменшення болю					
13. Я побоююсь, що зі мною може трапитись щось дуже погане					

За 5-бальною шкалою Лайкерта, від 0 (ніколи) до 4 (завжди), людей просять оцінити, як часто вони відчують згадані думки та почуття, коли їм боляче. Разом з трьома підшкалами, що оцінюють румінацію, перебільшення та безпорадність, загальна оцінка має діапазон від 0 до 52 балів.

Оцінки за підшкалами:

- Румінація: Пункти 8,9,10,11
- Перебільшення: Пункти 6,7,13
- Безпорадність: Пункти 1,2,3,4,5,12

Вищі бали вказують на більший ступінь катастрофізації болю. Загальна оцінка >30 балів представляє клінічно значущий рівень катастрофізації болю.

KONGZEE

TENS & MUSCLE STIMULATOR USER MANUAL

Model: AS9026

Before operation, please read this user manual carefully,
and be clear about the instructions.

Cautions

To ensure safe usage of this device, please carefully read the user manual before the initial use. Keep this user manual together with the device for future reference.

This device is a portable electrotherapy device that offers a four-in-one therapeutic functionality: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS), Electrical Muscle Stimulation (EMS), Massage, and D.I.Y. These functions are designed for pain relief and electrical muscle stimulation. The stimulator delivers gentle electrical currents to underlying nerves and muscle groups via electrodes applied to the skin. The intensity level is adjustable to meet the specific needs of individual users.



IP22

What is TENS?

PAIN RELIEF

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulator
It can transmit nerve signals to your brain by blocking pain. So it can significantly reduce pain and discomfort.

What is EMS?

EXERCISE MUSCLES

Electrical Muscle Stimulation
It can stimulate the elongation and contraction of the main muscle groups in your body by releasing pulsed current, so that the muscle group restores elasticity and vitality and improves the stiff muscle state.

What is MASSAGE?

RELAX MUSCLES

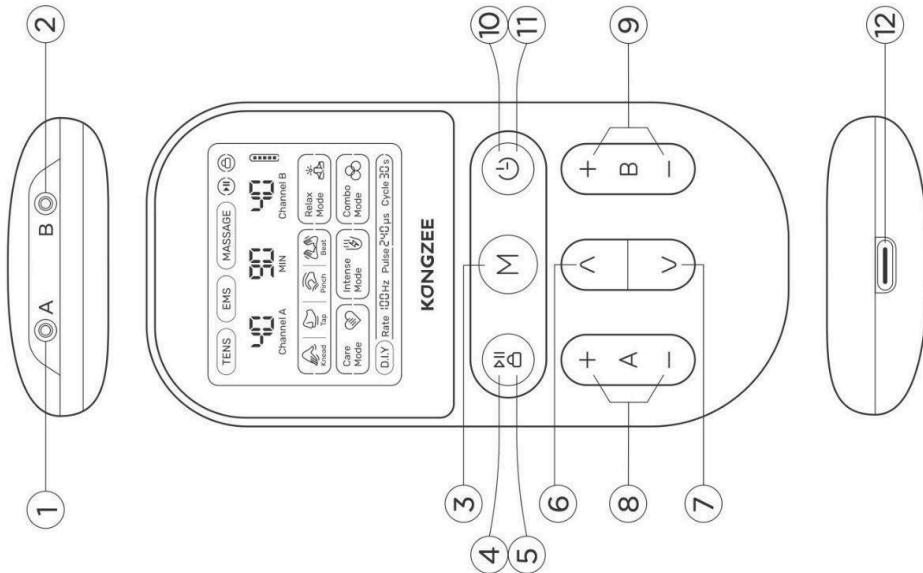
Muscle Relax With Massage
It provide different massage technique unlike tens and ems function. Relaxation and massage of the body's muscles using more comfortable techniques.

What is D.I.Y?

CUSTOMIZED PARAMETERS

D.I.Y Mode To Create Unlimited Modes
Adjusted to individual user needs for a personalized massage experience by set your own rate, pulse and cycle.
When one channel utilizes the D.I.Y. function, the other channel cannot be used simultaneously with other functions.

Product Description



English - 03

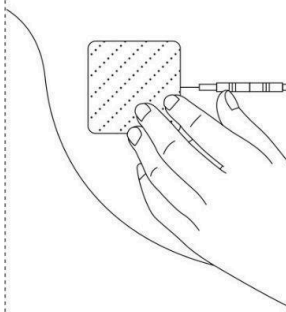
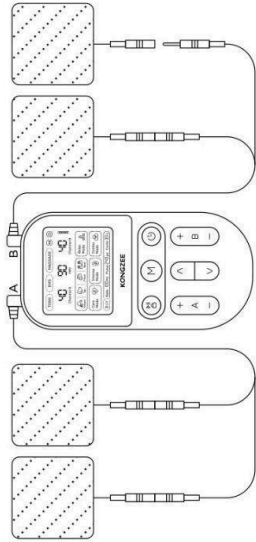
①②	⊙ A ⊙ B	A/B Dual Channel	Connecting the electrode cables
③	M	Select Function	Short-press : TENS/EMS/MASSAGE Long-press : D.I.Y
④⑤	P B	Pause Button Lock Button	Short-press : Rate, Pulse, Cycle Short-press : Pause work Long-press : Lock screen
⑥⑦	^ v	Select Button	Select each of the 8 modes under the TENS/EMS/MASSAGE function Adjust rate, pulse, cycle under D.I.Y function
⑧	+ A -	A Channel Intensity Button	Increase or decrease the strength of the output
⑨	+ B -	B Channel Intensity Button	Increase or decrease the strength of the output
⑩⑪	⏻	On/off Button Timer Button	Short-press to turn on the device Long-press to turn off the device When the power is turned on, short press for the timer from 10-90mins
⑫	—	Charging Port	Type-C port


English - 04

How To Use The Devices

Step 1

Connect the wire of the electrodes first, and insert the wire to the A/B channel port. Place the electrode pads on the body parts you wish to experience, then press the  turn on the device.




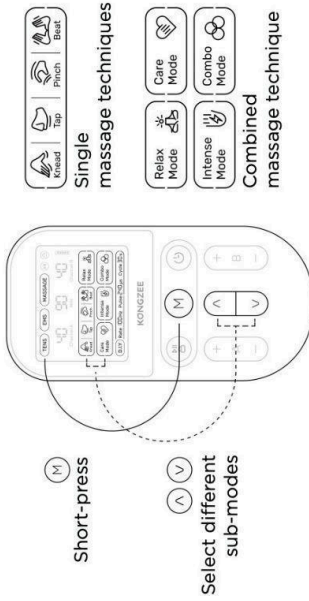
 Short-press the "ON/OFF" button to turn on the device.

If there is no operation within 5 mins after turn on, the device will auto-off.



English - 05

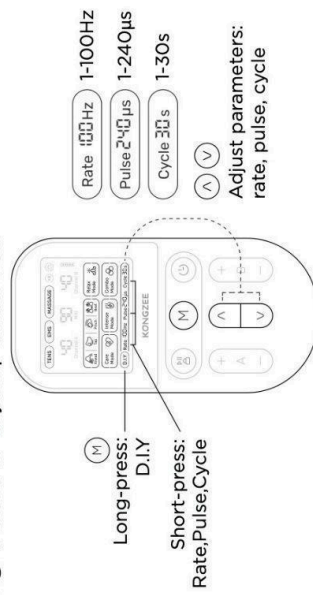
Step 2 TENS/EMS/MESSAGE

Choose the function by short-press the  to switch between TENS/EMS/MESSAGE Modes, and use the  buttons to select different sub-modes.



Step 3 D.I.Y

Long-press the  button to switch to D.I.Y function, select rate, pulse, cycle option by short-press, press the  button to adjust parameters.



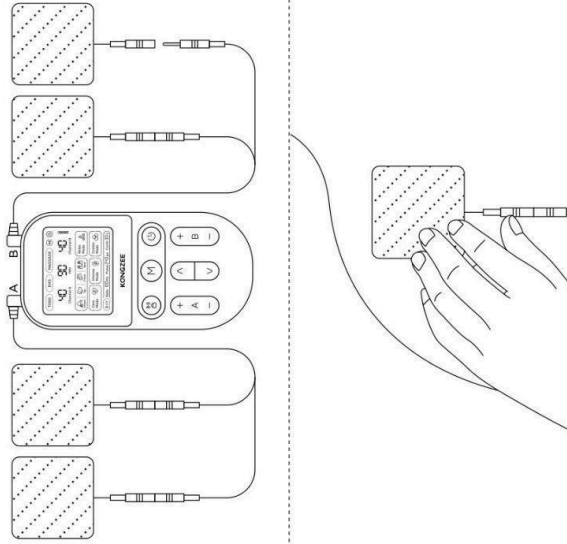
The users can customize rate, pulse and cycle to their preferences for an effective, comfortable and personalized message experience.

English - 06

How To Use The Devices

Step 1

Connect the wire of the electrodes first, and insert the wire to the A/B channel port. Place the electrode pads on the body parts you wish to experience, then press the **ON/OFF** button on the device.



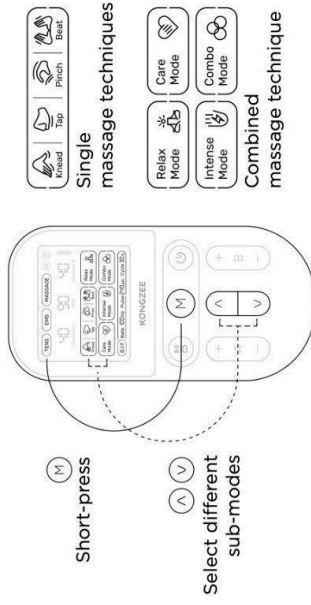
Short-press the "ON/OFF" button to turn on the device.

If there is no operation within 5 mins after turn on, the device will auto-off.

English - 05

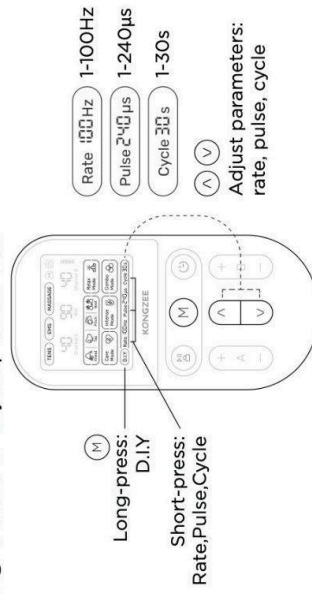
Step 2 TENS/EMS/MESSAGE

Choose the function by short-press the **M** button to switch between TENS/EMS/MESSAGE Modes, and use the **A** **V** buttons to select different sub-modes.



Step 3 D.I.Y

Long-press the **M** button to switch to D.I.Y function, select rate, pulse, cycle option by short-press, press the **A** **V** button to adjust parameters.




The users can customize rate, pulse and cycle to their preferences for an effective, comfortable and personalized message experience.

English - 06

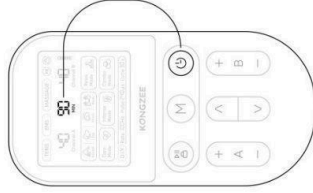
Product Specification

Model	AS9026
Size	122*59*19mm
Weight	98g
Battery	3.7V / 180mAh
Charging Interface	Type-C Port
Operating Voltage	3.4-4.2V
Charging Time	2 hours
Working Time	3-8 hours
Endurance Time	90 mins
Modes	24 Modes + D.I.Y Unlimited Modes
Channels	A/B Dual Channel
Output Strength	40 Intensities
Power Adapter	AC 110V-240V


Step 5

Adjust the message time by short-press the  button, which can be set up to 90 mins (default is 20 mins).

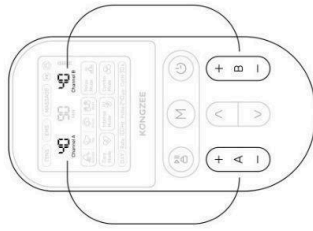
* Turns off automatically after 20 minutes of use





Step 4

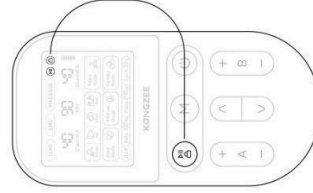
Adjust the message intensity by using the  button to select the suitable strength, with a maximum of 40 levels.

* A/B channel needs to select the corresponding intensities



Step 6

Begin enjoying the massage. If you feel uncomfortable or need further adjustments, you can pause by short-press the  button, and for safety, you can long-press the  button to lock the device and prevent accidental touches.



General Notes

1. Apply stimulation only to normal, intact, clean, healthy skin.
2. Do not apply stimulation when in the bath or shower.
3. Do not apply stimulation while sleeping.
4. Do not use this device during pregnancy unless directed by your physician.
5. Keep this device out of the reach of infants, toddlers, and children.
6. Do not leave the battery and device in any high-temperature environment (e.g., near fire or in direct sunlight) to avoid overheating, ignition, or rupture.
7. Stimulation should not be applied over the neck, mouth, or eyes, as it may cause severe muscle spasms and breathing difficulties.
8. Stimulation should not be applied across the chest or head to avoid potential cardiac arrhythmias and other risks.
9. Stimulation should not be applied over the carotid sinus nerve, particularly in patients sensitive to the carotid sinus reflex.
10. Replacement of a component must be done carefully to prevent unacceptable risks; contact the manufacturer if you encounter any problems with the device.

Usage Precautions

1. Before turning on the device, ensure the wires and electrode pads are connected properly.
2. Always paste the electrode pads to the appropriate area before activating the machine.
3. During normal use, avoid touching the hydrogel on the electrode pads, pulling out wire plugs, or removing the electrode pads until the device is shut down.

Avoid Use in Certain Situations

1. This device should not be used for symptomatic local pain relief unless the underlying cause is known or a pain syndrome has been diagnosed.
2. Avoid using the device when cancerous lesions are present in the treatment area.
3. Stimulation should not be applied over swollen, infected, inflamed areas, or skin eruptions (e.g., phlebitis, thrombophlebitis, varicose veins, etc.).
4. Do not apply electrodes to sites that might cause current/stimulation to flow through the carotid sinus region (anterior neck) or trans-cerebrally (through the head).
5. Patients with an implanted electronic device (e.g., cardiac pacemaker, implanted defibrillator, or any other metallic or electronic device) should not use this device without first consulting a doctor.
6. Do not use this device on patients with serious arterial circulatory problems in the lower limbs or with abdominal or inguinal hernia.
7. Patients with heart disease, epilepsy, cancer, or any other health condition should not use this device without first consulting a physician.

Trouble Shooting

If your device does not seem to be operating correctly, refer to the chart below to determine what may be wrong. Should none of these measures correct the problem, the device should be serviced.

1. One pad feels stronger than the other?

CAUSE: It is caused by different nerve distribution and different skin sensitivity in each part of the body, or the skin does not

have sufficient contact with the electrode piece.

SOLUTION: Please wipe the skin with a wet towel before use to ensure that the skin is in full contact with the electrode piece.

It is recommended to keep the two electrode pads stacked left and right when they are attached to the body, which can make the difference of strength and weakness smaller.

2. During the massage, the skin feels a painful burning sensation or the stimulation becomes weakened?

CAUSE: Adhesive gel pads are not adhering firmly to the skin. The gel pads are too dry. wires are damaged.

SOLUTION: Apply a few drops of water to adhesive surface of each pad and make sure the pads are pressed firmly to the skin during application. Use a new set of pads or a new set of wires.

3. The gel pad is not sticky?

CAUSE: Do not stick to skin even after cleaning and moistening the gel pad. Adhesive material ran out.

English - 11

SOLUTION: Adhesive gel pads need to be replaced.

4. Unit is on, but no sensation is felt in the pads?

CAUSE: Both pads are not firmly on the skin. There is a loose connection.

SOLUTION: Make sure both pads are firmly pressed to the skin. (two pads minimum) One pad alone will not work. Make sure all connections are secure from the unit to the wires and the wires to the pads. Increase the intensity level. The intensity level needs to be increased.

5. Set 5 level intensity out when apply to shoulder, it feel good. But when apply to leg, it feel no intensity?

CAUSE: Different body part of the muscle and skin is different condition.

SOLUTION: This is normal, different part of body will have different condition of muscle and skin. When you apply this therapy to different body part, please reset the intensity out and adjust to the comfort setting.

6. Only feel stimulation one channel?

CAUSE:

1. Our device features the A/B independent channel.
2. The wire is damaged.

SOLUTION:

1. Try to set the mode or the intensity on correct channel.
2. Try to use a new set of wires.

English - 12

Maintenance and Support

Cleaning the Device

1. After each use, clean the device using a soft, slightly dampened cloth.
2. Avoid using chemical cleaners or abrasive agents for cleaning purposes.

Electrodes

1. Only use this device with the leads and electrodes provided by the manufacturer.
2. The electrode pads are made of hydrogel and medical silicone.
3. Before each use, inspect your electrode pads and replace them if necessary. Overusing reusable electrode pads may cause slight skin irritation, reduced adhesion, and decreased stimulation effectiveness.
4. To purchase replacement electrode pads, they are available on Amazon or other e-commerce platforms. However, we recommend obtaining them directly from the manufacturer for the best choice. Feel free to contact the seller if you need assistance.

Support and Contact

If you have any questions about the product or how to use the product, feel free to contact us with no hesitation. We will do our best to provide a solution for you.
Contact email: uskongzee@sina.com

Vorsichtsmaßnahmen

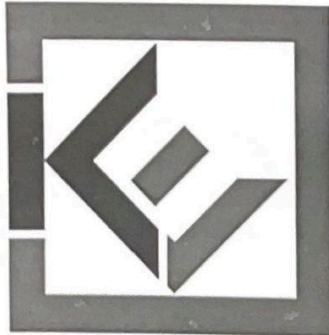
Um eine sichere Verwendung dieses Geräts zu gewährleisten, lesen Sie bitte vor der ersten Verwendung die Bedienungsanleitung sorgfältig durch.

Bewahren Sie diese Bedienungsanleitung zum späteren Nachschlagen zusammen mit dem Gerät auf.

Bei diesem Gerät handelt es sich um ein tragbares Elektrotherapiegerät, das vier therapeutische Funktionen in einem bietet: Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), elektrische Muskelstimulation (EMS), Massage, und D.I.Y. Diese Funktionen dienen der Schmerzlinderung und der elektrischen Muskelstimulation. Der Stimulator liefert über auf der Haut angebrachte Elektroden sanfte elektrische Ströme an darunter liegende Nerven und Muskelgruppen. Die Intensitätsstufe ist anpassbar, um den spezifischen Bedürfnissen des einzelnen Benutzers gerecht zu werden.



IP22



**Комітет з етики наукових досліджень
факультету психології
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка**

03680, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 2а
+38 (044) 521-35-09
e-mail: psy-univ@ukr.net

Регістраційний номер/Registration № 04-25/37

Дата/Date 02.04.2025

**Вплив змінених станів свідомості в ході медитативних практик на інтенсивність суб'єктивних переживань болю /
The Influence of Altered States of Consciousness during Meditative Practices on the Intensity of Subjective Pain Experiences**

Шановна Сюзанно Грабовецька!

Комітет з етики наукових досліджень факультету психології Київського національного університету імені Тараса Шевченка розглянув поданий вами проєкт і дійшов висновку, що він відповідає етичним і правовим вимогам.

Комітет схвалив проєкт

Комітет зазначає, що відповідальність за дотримання етичних норм та зазначених у проєкті процедур покладатиметься на відповідального дослідника.

Комітет просить вас інформувати про будь-які серйозні або несподівані події під час дослідження, які, на Вашу думку, загрожують безпеці його учасників, а також про зміни у дизайні, меті, етапах та вибірці дослідження.

Крім того, Комітет припускає, що персональні дані будуть оброблятися відповідно до Закону України про захист персональних даних.

З повагою,

Комітет з етики наукових досліджень факультету психології Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Голова / Head

Відповідальний секретар /
Executive secretary

Dear Susanna Grabovetska!

The Research Ethics Committee of the Faculty of Psychology of Taras Shevchenko National University of Kyiv reviewed the project you submitted and concluded that it meets ethical and legal requirements.

The committee approved the project

The Committee notes that responsibility for compliance with ethical standards and the procedures specified in the project rests with the responsible researcher.

The Committee requests that you be informed of any serious or unexpected events during the course of the study that, in your opinion, threaten the safety of its participants, and about changes in the design, purpose, phases and sampling of the study.

In addition, the Committee assumes that personal data will be processed in accordance with the Law of Ukraine on Personal Data Protection.

Sincerely,

The Research Ethics Committee of the Faculty of Psychology of Taras Shevchenko National University of Kyiv



Тетяна ЯБЛОНСЬКА
Tetiana YABLONSKA

Світлана ПАЩЕНКО
Svitlana PASCHENKO