

## КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ТА АЛГОРИТМ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОІНТЕНСИВНОГО ІНТЕРВАЛЬНОГО ТРЕНУВАННЯ В ПАЦІЄНТІВ ПІСЛЯ ГПМК

### SELECTION CRITERIA AND ALGORITHM FOR THE USE OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN PATIENTS AFTER STROKE

Віноградов М. М., Лазарева О. Б.

*Національний університет фізичного виховання та спорту,  
м. Київ, Україна*

DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.15.3>

#### Анотації

**Мета** – визначити основні критерії за якими можна залучати пацієнтів з гострим порушенням мозкового кровообігу до високоінтенсивного інтервального тренування як частини комплексної фізичної терапії в умовах роботи мультидисциплінарної команди. **Матеріал і методи дослідження:** аналіз науково-методичної літератури; лікарські спостереження; визначення безпечності інтеграції високоінтенсивного інтервального тренування на основі оцінювання показників ЧСС, АТ, стану самопочуття за шкалою Борга та тісної співпраці з лікарями мультидисциплінарної команди, а саме кардіологами та неврологами. **Результати дослідження:** за результатами спостережень та огляду науково-методичної літератури здійснювали обґрунтування ефективності застосування високоінтенсивного інтервального тренування як складової комплексної фізичної терапії. В коректному режимі використання, чітко можна визначити основні умови для безпечного залучення пацієнтів до даного типу тренувань. Основними умовами є: адекватна реакція з боку кардіо-респіраторної системи на навантаження, стабільний стан пацієнта, відсутність протипоказів до мобілізації, дозвіл профільного лікаря, а саме (кардіолога та невролога), когнітивна збереженість та здатність адекватно оцінювати самопочуття пацієнтом, вибудований алгоритм комунікації з пацієнтом та використання моделей зворотнього зв'язку акцентованого на суб'єктивних та об'єктивних складових. Описано застосування апробаційного періоду, для визначення доцільності та безпечності включення пацієнта до використання тренувань високої інтенсивності. **Висновки.** Питання використання високоінтенсивного інтервального тренування дуже поширене та ефективне закордоном, що підтверджується великою кількістю профільної науково-методичної літератури. Важливість правильної комунікації в серед мультидисциплінарної команди є основною складовою на якій ґрунтується алгоритм відбору пацієнтів до використання високоінтенсивного тренування в Україні. Використання даного типу тренування на території України не має значної науково-методичної обґрунтованості та потребує більшого вивчення та інтеграції.

**Ключові слова:** інсульт, фізична терапія, високоінтенсивне тренування.

**Objective** – to determine the main criteria for involving patients with acute cerebrovascular accident in high-intensity interval training as part of complex physical therapy in the conditions of a multidisciplinary team. **Material and Methods:** analysis of scientific and methodological literature; medical observations; determination of the safety of integration of high-intensity interval training based on the assessment of heart rate, blood pressure, state of health according to the Borg scale and close cooperation with doctors of a multidisciplinary team, namely cardiologists and neurologists. **Results.** Based on the results of observations and a review of scientific and methodological literature, the effectiveness of high-intensity interval training as a component of complex physical therapy was substantiated. In the correct mode of use, it is possible to clearly define the basic conditions for the safe involvement of patients in this type of training. The main conditions are: an adequate response of the cardiorespiratory system to exercise, stable patient condition, no contraindications to mobilization, permission of a specialized physician, namely a cardiologist and a neurologist, cognitive preservation and the ability to adequately assess the patient's well-being, a built-in algorithm for communication with the patient and the use of feedback models focused on subjec-

tive and objective components. The use of an approbation period to determine the feasibility and safety of including a patient in high-intensity training is described. **Conclusions.** The use of high-intensity interval training is very common and effective abroad, which is confirmed by a large number of specialized scientific and methodological literature. The importance of proper communication among a multidisciplinary team is the main component on which the algorithm for selecting patients for the use of high-intensity training in Ukraine is based. The issue of using this type of training in Ukraine does not have significant scientific and methodological research and requires more study and integration.

**Key words:** stroke, physical therapy, high-intensity training.

**Вступ.** Станом на 2022-2023 роки, питання інсульту в Україні залишається актуальним. Інсульт є серйозною проблемою здоров'я, що становить значний вплив на населення. За даними, які були доступні станом на 2021 рік, інсульт є однією з провідних причин смерті та інвалідності в Україні. За оцінками, близько 100 тисяч нових випадків інсультів виникають щороку. Інсульт становить серйозну загрозу для населення, особливо для людей похилого віку та тих, хто має фактори ризику, такі як високий кров'яний тиск, цукровий діабет, серцеві захворювання та куріння.

Перші дослідження щодо використання високоінтенсивного інтервального тренування (ВІТ) були проведені в 1950-х роках. Однак, відтоді було проведено багато досліджень з цією темою.

Стаття «The Role of Multidisciplinary Rehabilitation in Stroke Recovery: A Systematic Review» (Legg et al., 2017) розглядає важливість мультидисциплінарного підходу до реабілітації після інсульту. Вона підкреслює, що команди, які включають фізичних терапевтів, тренерів та інших фахівців, можуть забезпечити індивідуальний та ефективний підхід до тренувань [14, 4].

В статті «High-Intensity Interval Training After Stroke: An Opportunity to Optimize Brain Health» (Madden et al., 2020) автори вказують, що високоінтенсивне інтервальне тренування після інсульту може покращити функціональні показники та здоров'я мозку. Це можливо завдяки комбінації фізичних вправ та нейрореабілітаційних стратегій [5].

Дослідження «Effects of a Multidisciplinary Rehabilitation Program on Motor Recovery Following Stroke: A Pilot Study» (Cortes et al., 2013) демонструють, що спільна робота різних фахівців реабілітаційної команди, таких як фізичний терапевт, ерготерапевт та мовний терапевт, сприяє покращенню моторному відновленню після інсульту [8].

У статті «Implementing a High-Intensity Interval Training Intervention for Individuals With Stroke» (Boyne et al., 2016) автори обговорюють реалізацію тренувань високої інтенсивності після інсульту. Вони наголошують на важливості співпраці між реабілітаційною командою та пацієнтом для успішного впровадження такого тренування [3].

Використання високоінтенсивного інтервального тренування (ВІТ) може бути ефективнішим за інші види тренувань з таких причин:

1. Покращена аеробна функція та кардіореспіраторна витривалість: ВІТ сприяє підвищенню максимального кисневого споживання ( $VO_2 \max$ ) та кардіореспіраторної витривалості. Це досягається завдяки інтенсивному періоду тренування, що стимулює серцево-судинну систему [7].

2. Покращена метаболічна функція: ВІТ сприяє підвищенню метаболізму та спалюванню жиру навіть після тренування. Інтенсивні інтервали активують аеробні та анаеробні процеси, що призводить до підвищення енергетичного споживання та зниження ваги [21].

3. Збільшена функціональна сила та м'язова витривалість: ВІТ дозволяє досягти значного зростання сили та витривалості м'язів. Інтенсивні тренування сприяють адаптації м'язів до високого рівня зусиль та покращують функціональну продуктивність [6].

4. Зниження ризику серцево-судинних захворювань: ВІТ демонструє переваги у зниженні ризику серцево-судинних захворювань, таких як атеросклероз, гіпертонія та дисліпідемія. Інтенсивні тренування сприяють покращенню серцево-судинної функції, зниженню кров'яного тиску та поліпшенню ліпідного профілю [11].

5. Покращена глюкозова толерантність та інсулінорезистентність: ВІТ може мати позитивний вплив на глюкозову толерантність та інсулінорезистентність, особливо в людей

з діабетом або попередніми порушеннями толерантності до глюкози. Інтенсивні тренування сприяють поліпшенню метаболічного контролю та регуляції рівня цукру в крові [16].

6. Підтримка психічного здоров'я: ВІТ може мати позитивний вплив на психічне здоров'я, включаючи зниження рівня стресу та покращення настрою. Інтенсивні тренування сприяють виробленню ендорфінів та інших нейротрансмітерів, які сприяють підвищенню настрою та зниженню симптомів депресії [17].

**Матеріал і методи.** Загальнонаукові – аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, експериментування зі схемами (розробка їх змістовності, перевірка продуманості й практичності при розробці понять, практичних моделей та індивідуальних програм реабілітації в частині фізичної терапії).

Організація дослідження: використання критеріїв відбору до високоінтенсивного інтервального тренування, застосовування апробаційного періоду включення пацієнтів в тренувальний процес з елементами високоінтенсивного інтервального тренування для визначення їх здатності до подальшого інтегрування за допомогою моніторингу в реальному часі показників ЧСС, контролю АТ на початку та в кінці заняття та оцінці стану самопочуття за шкалою Борга в тісній співпраці з лікарями мультидисциплінарної команди, а саме кардіологами та неврологами.

Учасники: чоловіки віком до 42 років, що перенесли гостре порушення мозкового кровообігу, відповідали критеріям відбору, пройшли апробаційний період протягом одного тижня та проходили заняття протягом місяця 4 рази на тиждень з високоінтенсивного інтервального тренування.

**Результати дослідження.** Високоінтенсивне інтервальне тренування (ВІТ) – це форма тренування, яка поєднує короткі періоди інтенсивної фізичної активності з періодами відпочинку або менш інтенсивної активності. Основна ідея ВІТ полягає в тому, щоб працювати на високій інтенсивності протягом короткого часу, а потім давати можливість організму відновитись перед наступним інтервалом [12].

Програма високоінтенсивного інтервального тренування складається з критеріїв відбору пацієнтів що перенесли інсульт, щотижневої специфічної програми занять

з високоінтенсивного інтервального тренування, контролю за об'єктивними та суб'єктивними показниками стану пацієнта під час тренування та після [13].

Основні критерії включення до застосування високоінтенсивного інтервального тренування для пацієнтів які перенесли ГПМК:

1) Дозвіл від профільних лікарів які ведуть пацієнта, а саме кардіолога та невролога, що засвідчує стабільну роботу кардіо-респіраторної системи пацієнта;

2) Рівень когнітивних функцій пацієнта має бути в нормі для адекватного сприйняття власного самопочуття та здатності підтримувати зворотній зв'язок з фахівцем. За потреби дозвіл від психіатра або нейропсихолога;

3) Інформована згода та готовність пацієнта працювати в межах 70–85% від максимального допустимого ЧСС;

4) Готовність та усвідомлення всіх членів мультидисциплінарної реабілітаційної команди які працюють з пацієнтом;

5) Наявність необхідної матеріально-технічної бази, як з боку пацієнта, так і з боку фахівців. Пацієнт мусить мати зручне взуття та спортивний одяг, фахівці обладнання, необхідне для моніторингу ЧСС в реальному часі та АТ;

6) Успішно пройдений апробаційний період до занять ВІТ.

Для безпечної інтеграції високоінтенсивного інтервального тренування як різновиду специфічного тренування для осіб що перенесли ГПМК, на основі результатів досліджень важливо застосовувати апробаційний період для пацієнтів [15].

Цей формат полягає в тому, щоб зімітувати навантаження яке буде підвідним для повноцінного ВІТ, і полягатиме в роботі з пацієнтом протягом коротких тренувальних сесій тривалістю від 30 до 50 хв на день, протягом одного тижня, тривалість заняття буде збільшуватись з кожним наступним днем залежно від тривалості роботи на 70-85% від максимального допустимого ЧСС.

Формат ВІТ у апробаційному періоді буде виглядати наступним чином: заняття тривалістю до 30 хв буде розбите на інтервали відпочинку та навантаження. Основною метою є розігнати показники ЧСС до 80% від максимального допустимого значення та утримувати

його протягом певного періоду часу. Протягом одного тижня має бути виконано 5 тренувань, по одному щодня. У перший день пацієнта за допомогою тредмілу (бігової доріжки) та підвісної системи підвищують до показників ЧСС 70–85% від максимального і утримують такий показник протягом 1 хвилини після чого пацієнту мають відпочинок в положенні сидячи протягом 5 хвилин, даний цикл на першому занятті повторюється 5 разів.

На другий день працюють з пацієнтом на 70–85% від максимального ЧСС протягом 2 хв, після чого дають відпочити 5 хвилин, так само повторюючи цей цикл 5 разів.

На третій день тривалість інтервалу високоінтенсивної роботи збільшується до 3 хв з 5 хвилин відпочинком. Кількість високоінтенсивних інтервалів залишається в межах 5 циклів.

На четвертий день відповідно 4 хвилина та на п'ятий день 5 хвилин інтенсивної роботи з 5 хвилинними відпочинками. Апробаційний період дозволяє поступово адаптувати організм до високоінтенсивної інтервальної роботи та зменшити навантаження на кардіо-респіраторну систему та гемодинаміку в цілому.

Контроль показників частоти серцевих скорочень в реальному часі є основним критерієм об'єктивної оцінки стану самопочуття пацієнта під час впровадження апробаційного періоду і основоположним у високоінтенсивному інтервальному тренуванні [1].

Використання нагрудного пульсометра для оцінки частоти серцевих скорочень (ЧСС) під час тренування в реальному часі є поширеним і ефективним підходом. Нагрудні пульсометри – це пристрої, які надійно фіксують пульс через датчик, розташований на грудях. Вони здатні надати точні вимірювання пульсу під час фізичного навантаження і передавати дані в реальному часі на зв'язаний пристрій, такий як спортивний годинник, смартфон або комп'ютер.

Важливо враховувати що прийом пацієнтами бета блокаторів можуть змінити те, як людина відчуває свій власний пульс або свій стан здоров'я. Однак це не означає, що серцева частота стає невалідним показником стану самопочуття. Серцева частота все ще є важливою метрикою здоров'я, але вона може бути менш відповідною для оцінки короточасних змін у фізіологічному стані, як-от

стрес або фізичне навантаження, у людей, які приймають бета-блокатори [12].

Основний інструмент для оцінки максимального допустимого ЧСС був взятий з метааналізу в якому було встановлено сильну залежність між максимальною серцевою частотою (HRmax) та віком ( $r = -0.90$ ) за допомогою формули Танаки  $208 - 0.7 \times \text{вік}$ . Рівняння регресії, отримане в лабораторному дослідженні ( $209 - 0.7 \times \text{вік}$ ), практично ідентичне отриманому в метааналізі. Регресійна лінія не розрізнялася між чоловіками та жінками, і її не впливали значні варіації рівнів звичайної фізичної активності [19].

**Дискусія.** Експериментальний протокол Holleran et al. 2014 виглядав наступним чином: Учасники проходили  $\leq 40$  тренувальних сеансів тривалістю 1 година протягом 10 тижнів, з метою проведення тренування 5 днів на тиждень. Попередні базові оцінки (PRE-BSL) були зібрані у хронічних пацієнтів за 4–5 тижні до базового (BSL) тестування для оцінки стабільності показників результативності; стабільність не передбачалась і не тестувалась у пацієнтів у підакутному періоді. Перевірка середини (MID) та після (POST) тренування була проведена після до 20 сеансів або 5 тижнів, з подальшим періодом слідкування (F/U) через 3 місяці [9].

Інше дослідження відображало, що однією з ключових особливостей втручання було наголошення на досягненні вищих інтенсивностей, визначених як 70–85% максимальної серцевої частоти, визначеної за віком [HRmax; розраховується як  $211 - (\text{вік} \times 0,64)$ ]. Моніторинг серцевої частоти здійснювався безперервно за допомогою OH1 або H10 (Polar, США). Також оцінювалася Шкала сприйняття фізичного навантаження Борга30 (RPE; шкала 6–20), при цьому були спрямовані на досягнення оцінок  $\geq 14$  («дещо важко»), і використовувалися у випадках, коли важко було досягти цілей щодо серцевої частоти через міжособистісні різниці, прийом лікарських препаратів або обмеження рухової активності. В підсумку кожної сесії фіксувалися максимальна серцева частота і оцінка RPE, а також час, проведений з серцевою частотою понад 70% HRmax і з оцінкою RPE не менше 14. Моніторинг серцевої частоти і оцінок RPE у звичайній практиці свідомо не проводився, щоб зменшити бажання терапевтів змінювати втручання на

основі попередньої освіти про важливість інтенсивності фізичних вправ [18].

FIRST-Oslo Team також спостерігали різниці у щоденному кроковому навантаженні (наприклад, кроки/день) між групами, з майже 1800 більшими кроками/день під час тренування з високою інтенсивністю порівняно зі стандартною доглядом ( $5777 \pm 2784$  кроків/день порівняно з  $3917 \pm 2656$  кроків/день,  $p < 0,001$ ).

Стаття «High-intensity interval training in patients with cardiovascular diseases and stroke: practical considerations» (Piercy et al., 2018) надає важливі вказівки щодо проведення ВІТ у пацієнтів з серцево-судинними захворюваннями та інсультами. Вона рекомендує такі практичні аспекти:

1. Медичний супровід: перед початком ВІТ варто проконсультуватися з медичним фахівцем, особливо у випадку наявності серйозних медичних проблем або обмежень.

2. Індивідуальний підхід: тренувальні програми ВІТ мають бути індивідуальними враховуючи фізичну підготовку, можливості та обмеження кожного пацієнта.

3. Прогресія: варто починати з низького рівня інтенсивності та поступово збільшувати його з часом. При цьому слід слухати власне тіло та звертати увагу на симптоми перевантаження або несприятливі реакції.

4. Відпочинок: між інтервалами потрібно надати достатньо часу для відпочинку та відновлення перед наступним інтервалом.

5. Постійний моніторинг: важливо відслідковувати серцевий ритм, кров'яний тиск та загальну реакцію організму під час тренувань. Це можна зробити за допомогою носимих пристроїв або під наглядом фахівця.

6. Безпека і техніка виконання: надзвичайно важливо дотримуватись правильної техніки виконання вправ, особливо при високій інтенсивності. Це зменшить ризик травм і небезпеку для пацієнта. Щоб отримати належну підтримку та навчитися правильної техніки робота повинна здійснюватись з кваліфікованим фахівцем.

7. Поступовість і адаптація: ВІТ має бути впроваджене поступово, дозволяючи організму звикнути до нового навантаження і адаптуватися до нього. Поступове збільшення тривалості, інтенсивності та складності тренувань допоможе уникнути перевантаження і забезпечити безпечну тренувальну програму.

8. Індивідуальний контроль: ВІТ має бути під контролем пацієнта, який має бути усвідомлений своїх можливостей, меж та симптомів. Якщо виникають будь-які негативні симптоми або відчуття, тренування слід призупинити та проконсультуватися з медичним фахівцем [20].

Здається, що НІТ повинна бути включена в реабілітацію після інсульту через її сприятливий вплив на процеси нейропластичності. Клінічна роль нейропластичності, що спостерігається в кожній півкулі, потребує уточнення шляхом більш частого поєднання клітинних/молекулярних вимірювань і поведінкових тестів. Незважаючи на ці результати, НІТ викликає дуже скромні когнітивні ефекти при самостійному виконанні як у здорових людей, так і в осіб з інсультом. Однак його потужний нейрогенний ефект може сприяти посиленню переваг, викликаних когнітивними завданнями. Виходячи з цих міркувань, рекомендується продовжити дослідження різних модальностей НІТ на пластичність мозку з точки зору тривалості та/або інтенсивності як високоінтенсивних інтервалів, так і фаз відновлення, а також типу відновлення між серіями (активне або пасивне) і способу виконання вправ НІТ (їзда на велосипеді, біг, плавання, веслування і т.д.). Варто зазначити, що цей огляд не має на меті продемонструвати марність/неефективність МІКТ після інсульту. Навпаки, Hugues N, Pellegrino C, Rivera C, Berton E, Pin-Barre C, Laurin J. вважають, що як низько-, так і високоінтенсивні тренування можуть бути взаємодоповнюючими для здоров'я мозку [10].

Високоінтенсивні інтервальні тренування (ВІТ) викликають подібні або навіть кращі адаптації, ніж безперервні тренування на витривалість. Дійсно, лише 6 занять ВІТ протягом 2 тижнів значно покращують максимальне споживання кисню ( $VO_{2max}$ ), субмаксимальне окислення жиру під час тренування та показники витривалості. Чи можна досягти ще швидшої адаптації за допомогою ВІТ, невідомо. Таким чином, ми мали на меті визначити, чи можуть 2 заняття ВІТ на день, розділені 3 годинами, через день протягом 5 днів (подвійне ВІТ (ВІТ-D),  $n = 15$ ) підвищити  $VO_{2max}$ , субмаксимальне окислення жиру та витривалість так само ефективно, як і 6 занять ВІТ протягом 2 тижнів (одинарне ВІТ (ВІТ-S),  $n = 13$ ) [2].

**Висновки.** Питання використання високоінтенсивного інтервального тренування дуже поширене та ефективно закордоном, що підтверджується великою кількістю профільної науково-методичної літератури. Важливість правильної комунікації в серед мультидисциплінарної команди є основною складовою на якій базується алгоритм відбору пацієнтів до використання високоінтенсивного тренування в Україні. Використання даного типу тренування на території України не має значної науково-методичної обґрунтованості та потребує більшого вивчення та інтеграції. Аналізуючи всю інформацію є необхідність інтегрувати апробаційний період ВІТ для пацієнтів які перенесли інсульт. Мета цього періоду оцінити толерантність пацієнта до даного типу навантажень. Цей період дозволить безпечно відбирати пацієнтів до подальшого постійного тренування за методом високої інтенсивності. Детальний опис з результатами досліджень буде відображений в наступних дослідженнях та дисертаційній роботі.

### Література

1. Astorino, T. A., Edmunds, R. M., Clark, A., King, L., Gallant, R. A., Namm, S., Fischer, A., & Wood, K. M. (2017). High-Intensity Interval Training Increases Cardiac Output and V<sub>O</sub>2max. *Medicine and science in sports and exercise, 49*(2), 265–273. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001099>
2. Atakan, M. M., Güzel, Y., Bulut, S., Koşar, Ş. N., McConell, G. K., & Turnagöl, H. H. (2021). Six high-intensity interval training sessions over 5 days increases maximal oxygen uptake, endurance capacity, and sub-maximal exercise fat oxidation as much as 6 high-intensity interval training sessions over 2 weeks. *Journal of sport and health science, 10*(4), 478–487. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.008>
3. Boyne, P., Dunning, K., Carl, D., Gerson, M., Khoury, J., Rockwell, B., Keeton, G., Westover, J., Williams, A., McCarthy, M., & Kissela, B. (2016). High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training in Ambulatory Chronic Stroke: Feasibility Study. *Physical therapy, 96*(10), 1533–1544. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150277>
4. Clarke, D. J., & Forster, A. (2015). Improving post-stroke recovery: the role of the multidisciplinary health care team. *Journal of multidisciplinary healthcare, 8*, 433–442. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S68764>
5. Crozier, J., Roig, M., Eng, J. J., MacKay-Lyons, M., Fung, J., Ploughman, M., Bailey, D. M., Sweet, S. N., Giacomantonio, N., Thiel, A., Trivino, M., & Tang, A. (2018). High-Intensity Interval Training After Stroke: An Opportunity to Promote Functional Recovery, Cardiovascular Health, and Neuroplasticity. *Neurorehabilitation and neural repair, 32*(6-7), 543–556. <https://doi.org/10.1177/1545968318766663>
6. Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness?. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 39*(3), 409–412. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0187>
7. Gomes-Neto, M., Durães, A. R., Reis, H. F. C. D., Neves, V. R., Martinez, B. P., & Carvalho, V. O. (2017). High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis. *European journal of preventive cardiology, 24*(16), 1696–1707. <https://doi.org/10.1177/2047487317728370>
8. Hatem, S. M., Saussez, G., Della Faille, M., Prist, V., Zhang, X., Dispa, D., & Bleyenheuft, Y. (2016). Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. *Frontiers in human neuroscience, 10*, 442. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442>
9. Holleran, C. L., Straube, D. D., Kinnaird, C. R., Leddy, A. L., & Hornby, T. G. (2014). Feasibility and potential efficacy of high-intensity stepping training in variable contexts in subacute and chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair, 28*(7), 643–651. <https://doi.org/10.1177/1545968314521001>
10. Hugues, N., Pellegrino, C., Rivera, C., Berton, E., Pin-Barre, C., & Laurin, J. (2021). Is High-Intensity Interval Training Suitable to Promote Neuroplasticity and Cognitive Functions after Stroke?. *International journal of molecular sciences, 22*(6), 3003. <https://doi.org/10.3390/ijms22063003>
11. Hussain, S. R., Macaluso, A., & Pearson, S. J. (2016). High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training

in the Prevention/Management of Cardiovascular Disease. *Cardiology in review*, 24(6), 273–281. <https://doi.org/10.1097/CRD.000000000000124>

12. Jayo-Montoya, J. A., Jurio-Iriarte, B., Aispuru, G. R., Villar-Zabala, B., Blanco-Guzman, S., & Maldonado-Martín, S. (2022). Chronotropic Responses to Exercise and Recovery in Myocardial Infarction Patients Taking  $\beta$ -Blockers Following Aerobic High-Intensity Interval Training: AN INTERFARCT STUDY. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 42(1), 22–27. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000607>

13. Krawczyk, R. S., Vinther, A., Petersen, N. C., Faber, J., Iversen, H. K., Christensen, T., Klausen, T. W., & Kruuse, C. (2023). High-intensity training in patients with lacunar stroke: A one-year follow-up. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 32(4), 106973.

14. Langhorne, P., Coupar, F., & Pollock, A. (2009). Motor recovery after stroke: a systematic review. *The Lancet. Neurology*, 8(8), 741–754. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70150-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70150-4)

15. Legg, L. A., Lewis, S. R., Schofield-Robinson, O. J., Drummond, A., & Langhorne, P. (2017). Occupational therapy for adults with problems in activities of daily living after stroke. *The Cochrane database of systematic reviews*, 7(7), CD003585. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003585.pub3>

16. Luo, L., Meng, H., Wang, Z., Zhu, S., Yuan, S., Wang, Y., & Wang, Q. (2020). Effect of high-intensity exercise on cardiorespiratory fitness in stroke survivors: A systematic review and meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 63(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.07.006>

17. Madsen, S. M., Thorup, A. C., Overgaard, K., & Jeppesen, P. B. (2015). High Intensity Interval Training Improves Glycaemic Control and Pancreatic  $\beta$  Cell Function of Type 2 Diabetes Patients. *PloS one*, 10(8), e0133286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133286>

18. Martland, R., Korman, N., Firth, J., Vancampfort, D., Thompson, T., & Stubbs, B. (2022). Can high-intensity interval training improve mental health outcomes in the general population and those with physical illnesses? A systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 56(5), 279–291.

19. Moore, J. L., Nordvik, J. E., Erichsen, A., Rosseland, I., Bø, E., Hornby, T. G., & FIRST-Oslo Team (2020). Implementation of High-Intensity Stepping Training During Inpatient Stroke Rehabilitation Improves Functional Outcomes. *Stroke*, 51(2), 563–570. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.027450>

20. Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153–156. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8)

21. Wewege, M. A., Ahn, D., Yu, J., Liou, K., & Keech, A. (2018). High-Intensity Interval Training for Patients With Cardiovascular Disease-Is It Safe? A Systematic Review. *Journal of the American Heart Association*, 7(21), e009305. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.009305>

22. Wewege, M., van den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(6), 635–646. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>