

Т.І. НЕГРИЧ¹, Ю.О. ПАЛАМАРЧУК^{1, 2}¹ДНП «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького»²Медичний центр Святої Параскеви, Львів

Кореляції волюметрії структур головного мозку з індексами якості життя хворих на розсіяний склероз дітей: акцент на шлуночкової та стріопалідарній системах

Розсіяний склероз (РС) у дітей (pediatric onset multiple sclerosis (POMS)) — це хронічне аутоімунне захворювання, що уражує різні відділи центральної нервової системи (ЦНС), характеризується високою частотою рецидивів і раннім початком когнітивних порушень порівняно з хворими на РС дорослими (adult onset multiple sclerosis (AOMS)). Оцінка якості життя (ЯЖ) є важливим клінічним інструментом, що забезпечує цілісне розуміння стану пацієнта із РС на відміну від традиційних показників фізичної інвалідизації. Об'єктивні нейрорадіологічні маркери (волюметрія головного мозку), отримані за допомогою магнітно-резонансної томографії (МРТ), є визнаними біомаркерами нейродегенеративних змін головного мозку й основним компонентом патофізіології РС.

Мета роботи — вивчити кореляції між показниками волюметрії структур головного мозку (шлуночкової та екстрапірамідної систем) та якості життя у хворих на РС дітей.

Матеріали та методи. У перехресному дослідженні взяли участь 39 хворих на РС дітей. Якість життя оцінювали за допомогою опитувальника Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL) 4.0 Generic Core Scales із використанням як самооцінки дітей (самозвіт), так і оцінки ЯЖ дітей їхніми батьками (проксі-звіт). Для вимірювання об'єму структур мозку проведено волюметричний аналіз МРТ. Для вивчення зв'язків між досліджуваними показниками застосовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмена. За критичний рівень значущості приймали 0,05.

Результати та обговорення. Виявлено значущий зворотний кореляційний зв'язок між показниками ЯЖ та об'ємом шлуночкової системи. Більший об'єм шлуночків корелював з нижчими значеннями загального індексу ЯЖ. Щодо стріопалідарної системи значущих кореляцій не виявлено, за винятком прямого кореляційного зв'язку з волюметрією правої лушпини. Усі значущі кореляції виявлено лише із самозвітів дітей, тоді як із проксі-звітів батьків таких зв'язків не встановлено.

Висновки. Отримані результати підтверджують тезу про те, що збільшення об'єму шлуночкової системи, що супроводжує атрофію мозку, є важливим нейрорадіологічним біомаркером, пов'язаним із оцінкою ЯЖ хворими на РС дітьми. Це свідчить про важливість урахування самооцінки пацієнтів, оскільки їхнє сприйняття власного стану відображає об'єктивні нейродегенеративні процеси. Волюметрія головного мозку має потенціал для того, щоб стати цінним доповненням класичних радіологічних критеріїв РС та клінічних аспектів моніторингу прогресування захворювання та оцінки ефективності терапії, орієнтованої на збереження функціональності мозку.

Ключові слова: дитячий розсіяний склероз, магнітно-резонансна томографія, волюметрія, якість життя, PedsQL 4.0.

Розсіяний склероз (РС) у дітей (pediatric onset multiple sclerosis (POMS)) — це нейрозапальне захворювання, яке діагностують у пацієнтів до 18-річного віку (2—5 % від усіх випадків РС) [3, 11, 13, 19, 25]. Попри загальну подібність клінічних проявів РС у дітей і дорослих, у пацієнтів дитячого

віку вони мають певні особливості [3, 19]. Так, у дітей РС зазвичай має рецидивно-ремісивний перебіг (близько 98 % випадків) і характеризується високою частотою рецидивів на ранніх стадіях хвороби [3, 11, 13, 34]. Незважаючи на часті рецидиви та більшу виразність симптомів, діти швидше

відновлюються після загострень, ніж дорослі, і повільніше накопичують фізичну інвалідність протягом першого десятиліття після початку захворювання [3, 11, 13, 25]. Однак у хворих на РС дітей спостерігається виразна інвалідизація в молодшому віці, ніж у дорослих [3, 13, 30].

Ще однією особливістю POMS є висока поширеність когнітивних порушень, які можуть виникнути навіть у перший рік від початку захворювання [8, 16, 19, 32]. Близько третини пацієнтів із POMS мають значні когнітивні порушення на ранній стадії, які можуть суттєво прогресувати з часом [16, 32]. Ці порушення можуть впливати на такі важливі аспекти, як увага, швидкість обробки інформації, пам'ять і виконавчі функції, що погіршує навчання в школі та соціальне функціонування [23, 32, 33]. Таким чином, оцінка клінічного стану в цій популяції потребує використання показників, які відображають не лише фізичну інвалідизацію (за розширеною шкалою статусу інвалідності (Expanded Disability Status Scale (EDSS)), а й загальний вплив на повсякденне життя [4, 17, 23, 28].

Якість життя (ЯЖ) у дітей є поняттям, що охоплює фізичне, емоційне, соціальне та шкільне функціонування [4, 17, 23, 24, 27—29, 33]. Оцінка ЯЖ надає важливу, орієнтовану на пацієнта інформацію про тягар хронічного захворювання на відміну від традиційних клінічних шкал [4, 6, 14, 17, 23, 26—29]. Це особливо важливо в дитячій когорті, де хвороба може мати значний вплив на розвиток дитини, її соціалізацію та академічні успіхи [24, 33, 4, 17]. Для оцінки ЯЖ у дітей широко застосовують опитувальник Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL) 4.0 Generic Core Scales, який є валідованим і практичним інструментом для використання як у здорових осіб, так і в пацієнтів із гострими та хронічними захворюваннями [4, 23, 28, 29]. Його застосування з паралельними версіями для самозвіту дітей та проксі-звіту батьків дає змогу отримати загальну картину, хоча і з відмінностями в сприйнятті [10, 12, 17, 20, 30, 37].

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) відіграє ключову роль у діагностиці, моніторингу та прогнозуванні перебігу РС [3, 5, 18, 30, 34, 39]. Хоча традиційними маркерами РС є об'єм і кількість вогнищ ураження, чутливішим маркером прогресування захворювання вважають атрофію головного мозку — втрату нейронів і міжнейронних зв'язків [5, 7, 9, 15, 18, 30, 34, 38, 39]. Атрофія головного мозку є надійним предиктором майбутньої фізичної та когнітивної інвалідизації і може бути виявлена на ранній стадії хвороби, навіть у пацієнтів із клінічно ізольованим синдромом (КІС) [18, 30, 31, 38, 39]. Збільшення об'єму шлуночкової системи є добре відомим і широко використовуваним непрямим показником загальної атрофії головного мозку [5, 7, 15, 18, 21, 31, 36, 38, 39]. У сучасних роботах показано, що централізована атрофія з розширенням шлуночків може бути найстабільнішим

МРТ-маркером нейродегенерації при РС, зокрема в дитячому віці [5, 15, 18, 36, 38, 39].

Стріопалідарна система (хвостате ядро, лушпина, біла куля), яка є частиною базальних гангліїв, відіграє провідну роль у регулюванні рухових функцій, м'язового тонуусу й рівноваги, а також у когнітивних і емоційних процесах (навчання, мислення, пам'ять). Структури цієї системи, зокрема лушпина, одними з перших зазнають атрофії при РС [1, 8, 13, 16, 32]. Однак взаємозв'язок між об'ємними змінами в цих структурах і повсякденним функціонуванням, яке відображає ЯЖ, менш вивчено в педіатричній когорті [12, 32].

З огляду на специфічні симптоми, притаманні POMS, існує потреба у визначенні зв'язку між об'єктивними нейроморфологічними змінами структур головного мозку та суб'єктивним сприйняттям ЯЖ хворих на РС дітей [4, 6, 14, 17, 23, 24, 26, 28, 29, 33]. Дослідження кореляції волюметрії шлуночкової та стріопалідарної систем з показниками ЯЖ може надати додаткові морфометричні дані, які відображають клінічний стан і можуть бути використані для моніторингу прогресування хвороби, навіть у пацієнтів з легкою формою хвороби [2, 5, 12, 18, 21, 30, 31, 34, 38, 39].

Мета роботи — вивчити кореляції між показниками волюметрії структур головного мозку (шлуночкової та екстрапірамідної систем) та якості життя у хворих на розсіяний склероз дітей.

Матеріали та методи

У перекресному дослідженні взяли участь 39 хворих на РС дітей., з них 27 (69 %) дівчаток і 12 (31 %) хлопчиків. Середній вік обстеженої когорти становив $(14,87 \pm 2,45)$ року.

Стан інвалідності пацієнтів оцінювали за розширеною шкалою статусу інвалідності (Expanded Disability Status Scale (EDSS)). У більшості дітей (46 %) оцінка за шкалою EDSS становила 1,5 бала, що вказувало на легкий ступінь тяжкості захворювання.

Усі обстеження були схвалені комісією з питань біомедичної етики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького й проведені за письмовою згодою одного з батьків учасників відповідно до принципів Гельсінської декларації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людей» [4, 27, 28].

Якість життя пацієнтів оцінювали за допомогою опитувальника PedsQL 4.0, який містить 23 запитання, згруповані в чотири блоки: фізичне функціонування (8 запитань), емоційне функціонування (5 запитань), соціальне функціонування (5 запитань) та функціонування в школі (5 запитань). Фізичне функціонування віднесено до блоку «Фізичне здоров'я», емоційне, соціальне та шкільне функціонування — до блоку «Психо-соціальне здоров'я». Проводили опитування дітей, а також їхніх батьків для отримання паралельних звітів. Використовували 5-бальну шкалу для відповідей, яку потім

лінійно перетворили на шкалу від 0 до 100, де вищий бал означав кращу ЯЖ (середнє арифметичне для блоків «Фізичне здоров'я» та «Психо-соціальне здоров'я») [4, 10, 12, 17, 23, 27—29]. Розраховували індекс фізичного здоров'я (що відповідає балам блоку «Фізичне здоров'я»), індекс психо-соціального здоров'я (відповідає балам блоку «Психо-соціальне здоров'я») та загальний індекс здоров'я (інтегральний показник).

Усім пацієнтам проведено МРТ головного мозку для об'ємних вимірювань анатомічних структур на МРТ-сканері Siemens Magnetom AMIRA A Tim+Dot System (Siemens, Німеччина) (1,5 Тл, сертифікат відповідності № UA.101.MD.3.0473-22.01, термін дії до 11.05.2026). Аналізували об'єми, виражені як в абсолютних величинах (см³), так і у відсотках від загального об'єму мозку, зокрема для шлуночкової та стріопалідарної систем. Об'єктами дослідження були бічні, правий і лівий шлуночки, хвостате ядро, бліда куля та лушпина, що є ключовими компонентами стріопалідарної системи [2, 12, 18, 21, 30, 31, 34, 38].

Для підвищення точності та відтворюваності результатів кількісного аналізу в клінічній практиці та наукових дослідженнях використовували автоматизований інструмент сегментації сервісу volBrain (www.volbrain.net). Ця платформа дає змогу точно розділяти типи тканин мозку та отримувати об'єктивні дані про їхній об'єм, що є ефективнішим, ніж візуальний аналіз нейрорадіолога. Радіологічну оцінку виявлених змін проводили з використанням програмного забезпечення RadiAnt DICOM Viewer (www.radiantviewer.com).

Для оцінки кореляційного зв'язку між індексом ЯЖ та показниками волюметрії структур головного мозку використовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмена. За критичний рівень значущості приймали 0,05.

Результати та обговорення

Аналіз даних, представлених у табл. 1 та на рис. 1, виявив стійкий і статистично значущий зворотний кореляційний зв'язок між показниками волюметрії шлуночкової системи та загальним індексом ЯЖ, оціненої дітьми. Коефіцієнт кореляції Спірмена варіював від $-0,40$ до $-0,44$, що вказує на вірогідний зв'язок. Це означає, що в пацієнтів з більшим об'ємом шлуночків, як в абсолютних, так і у відносних значеннях, був нижчий загальний індекс ЯЖ. Ця закономірність спостерігалася для всіх вимірних параметрів (для бічних шлуночків у цілому, а також для правого та лівого шлуночка окремо) [2, 7, 12, 15, 18, 21, 30, 31, 34, 38].

Установлено статистично значущу різницю між оцінками, наданими дітьми (самозвіти) та їхніми батьками (проксі-звіти). За всіма індексами діти оцінювали ЯЖ вище, ніж їхні батьки. Така розбіжність важлива для подальшого аналізу (табл. 2).

Визначали також кореляцію між волюметриєю стріопалідарної системи та ЯЖ у хворих на РС

Таблиця 1

Кореляційні зв'язки між макропоказниками волюметрії шлуночкової системи головного мозку у хворих на РС дітей та загальним індексом якості життя за опитувальником PEDSQL 4.0

| Показник | R Спірмена залежно від загального індексу ЯЖ | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| | За оцінкою дітей | За оцінкою батьків |
| Бічні шлуночки, см ³ | $-0,44^*$ | $-0,12$ |
| Бічні шлуночки, % | $-0,44^*$ | $-0,09$ |
| Правий шлуночок, см ³ | $-0,42^*$ | $-0,16$ |
| Правий шлуночок, % | $-0,44^*$ | $-0,15$ |
| Лівий шлуночок, см ³ | $-0,40^*$ | $-0,04$ |
| Лівий шлуночок, % | $-0,40^*$ | $-0,04$ |

Примітка. * Коефіцієнт кореляції достовірний ($p < 0,05$).

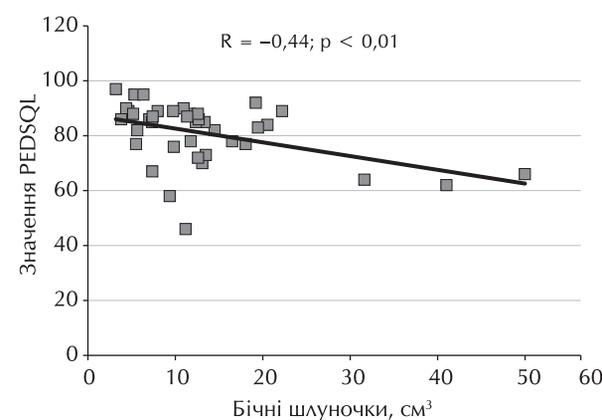


Рис. 1. Кореляційні зв'язки між показниками волюметрії бічних шлуночків головного мозку та загальним індексом якості життя у хворих на РС дітей за шкалою PEDSQL 4.0

Таблиця 2

Середні значення показників якості життя хворих на розсіяний склероз дітей за опитувальником PedsQL 4.0

| Показник | Оцінка | Результат, бал | p |
|-----------------------------------|---------|-------------------|-----------|
| Загальний індекс якості життя | Батьків | $72,45 \pm 9,79$ | $< 0,001$ |
| | Дітей | $81,05 \pm 11,13$ | |
| Індекс фізичного здоров'я | Батьків | $77,03 \pm 13,79$ | $< 0,01$ |
| | Дітей | $84,64 \pm 13,48$ | |
| Індекс психо-соціального здоров'я | Батьків | $70,00 \pm 9,49$ | $< 0,001$ |
| | Дітей | $79,10 \pm 10,10$ | |

Примітка. Дані наведено у форматі $M \pm SD$, де M — медіана, SD — стандартне відхилення.

дітей (табл. 3). Значущих кореляційних зв'язків між показниками волюметрії шлуночкової системи та результатами опитування батьків не виявлено

Таблиця 3

Кореляційні зв'язки між макропоказниками волюметрії головного мозку у хворих на розсіяний склероз дітей і загальним індексом якості життя за опитувальником PedsQL 4.0

| Показник | r | |
|--------------------------------------|------------------|--------------------|
| | За оцінкою дітей | За оцінкою батьків |
| Хвостате ядро, см ³ | 0,19 | -0,02 |
| Хвостате ядро, % | 0,17 | 0,00 |
| Хвостате ядро праве, см ³ | 0,15 | -0,05 |
| Хвостате ядро праве, % | 0,14 | -0,01 |
| Хвостате ядро ліве, см ³ | 0,17 | -0,05 |
| Хвостате ядро ліве, % | 0,18 | 0,01 |
| Асиметрія хвостатого ядра | -0,08 | -0,01 |
| Лушпина, см ³ | 0,24 | -0,07 |
| Лушпина, % | 0,20 | -0,02 |
| Лушпина права, см ³ | 0,34* | 0,07 |
| Лушпина права, % | 0,28 | 0,09 |
| Лушпина ліва, см ³ | 0,17 | -0,13 |
| Лушпина ліва, % | 0,14 | -0,06 |

Примітка. * Коефіцієнт кореляції статистично значущий ($p < 0,05$).

(табл. 3), а вірогідну кореляцію встановлено лише із самозвітів дітей [10, 12, 17, 20, 37].

Статистично значущих кореляцій між волюметричними показниками стріопалідарної системи та загальним індексом ЯЖ за опитувальником PedsQL 4.0 не виявлено (див. табл. 3), за винятком прямого зв'язку між загальним індексом ЯЖ і волюметрією правої лушпини ($r = 0,34$), що може свідчити про залучення в патологічний процес структур стріопалідарної системи вже на ранніх етапах, але через слабкий зв'язок це твердження є предметом дискусії [12, 32].

Найважливішим результатом нашого дослідження є виявлення статистично значущого зворотного кореляційного зв'язку між об'ємом шлуночкової системи та загальним індексом ЯЖ, оціненим дітьми. Це відображає нейродегенеративний процес, характерний для РС [5, 7, 9, 15, 18, 30, 34, 36, 38, 39]. Патологічно розширення шлуночків відбувається в результаті компенсаторного механізму, відомого як атрофія ex vacuo, при якому втрата мозкової тканини призводить до збільшення об'єму лікворних просторів [5, 18, 36, 38, 39]. Цей процес добре описаний у сучасних роботах з МРТ-волюметрії при РС, зокрема в дослідженнях педіатричної когорти [21, 30, 36, 38].

Зв'язок між зазначеними структурними змінами та ЯЖ має клінічні наслідки. Втрата мозкової тканини є надійним предиктором як фізичної, так

і когнітивної інвалідазації [5, 7, 18, 38, 39]. З огляду на те, що показники когнітивного та емоційного функціонування є важливими складовими оцінки ЯЖ, зокрема за опитувальником PedsQL 4.0, виявлений зв'язок є очікуваним [4, 8, 17, 23, 27—29, 32]. Виявлена кореляція вказує на те, що навіть у пацієнтів із легким ступенем фізичної інвалідності (низький бал за шкалою EDSS) тривалі патологічні процеси, що призводять до атрофії, негативно впливають на суб'єктивне самопочуття дитини [5, 7, 18, 30, 34, 38, 39]. Це узгоджується з даними сучасних систематичних оглядів, які показали, що вимірювання об'єму мозку та/або шлуночкової системи може слугувати чутливим непрямим показником для оцінки активності захворювання та ефективності терапії при РС [5, 7, 18, 22, 35, 38, 39].

Не виявлено значущих кореляційних зв'язків між волюметрією більшості структур екстрапірамідної системи та показниками ЯЖ, що може свідчити про те, що вплив на загальну ЯЖ з боку цих структур менш виразний або специфічніший [8, 12]. Наявність помірного прямого кореляційного зв'язку з волюметрією правої лушпини є цікавим із клінічного погляду, оскільки лушпина залучена не лише в моторні, а й у когнітивно-емоційні процеси, що особливо важливо при РС у дітей [1, 8, 16, 32].

Одним із важливіших результатів дослідження є значна розбіжність між самозвітом дітей та проксі-звітом їхніх батьків. Усі значні кореляції між волюметрією головного мозку та показниками ЯЖ виявлено лише за результатами опитування дітей. Кореляційних зв'язків за даними батьківських звітів не встановлено [10, 12, 17, 20, 37]. Це явище добре описане в роботах із педіатричної неврології та хронічної педіатричної патології. Воно пояснюється тим, що батьки частіше орієнтуються на видимі фізичні вияви, тоді як дитина відчуває втому, когнітивні труднощі чи обмеження у навчанні [6, 10, 14, 17, 20, 26, 27, 37]. Тому для клінічної практики в цій групі пацієнтів пріоритет має самозвіт дитини.

У нашому дослідженні встановлено лише кореляційний зв'язок, а не причинно-наслідковий. Для того щоб визначити, чи передусє атрофія мозку погіршенню ЯЖ, чи це взаємопов'язані процеси, необхідно провести тривалі проспективні дослідження [5, 7, 18, 30, 34, 38, 39]. Мала вибірка пацієнтів ($n = 39$) є ще одним обмеженням, що може впливати на статистичну потужність і узагальнення висновків [16, 21, 38]. Слід провести дослідження на більшій когорті у кількох центрах (з єдиним МРТ-протоколом для 1,5 або 3 Тл) для підтвердження виявлених кореляцій [5, 7, 15, 18, 22, 30, 34, 36, 38, 39].

Хоча МР-волюметрія головного мозку є потужним інструментом, вона має методологічні обмеження. Різні МРТ-апарати, сила магнітного поля (1,5 або 3 Тл), протоколи сканування та програмне забезпечення для обробки даних можуть призвести до значних відмінностей у результатах. Для

подолання цієї проблеми слід використовувати однакові протоколи дослідження та одне програмне забезпечення. Крім того, на об'єм мозку можуть впливати такі тимчасові чинники, як медикamentозна терапія, яка може спричинити псевдоатрофію мозкових структур, гідратацію, а також зміни ліквородинаміки [21, 31, 32].

Важливо відстежувати динаміку змін об'ємів зазначених структур головного мозку, особливо після початку лікування, що змінює перебіг захворювання. Це дасть змогу оцінити їхній вплив на збереження ЯЖ [7, 36, 38].

Висновки

Проведене дослідження надало важливі докази зв'язку між нейродегенеративними змінами, виявленими за допомогою МРТ-волюметрії, та оцінкою ЯЖ дітьми із РС. Сильний зворотний кореляційний

зв'язок між об'ємом шлуночкової системи та показниками ЯЖ підтверджує, що атрофія мозку, яка є основним маркером нейродегенерації, безпосередньо впливає на повсякденне життя та самопочуття хворих на РС дітей. Виявлений, хоч і помірний, зв'язок із волюметрією правої лущини свідчить про потребу подальшого вивчення ролі стріопалідарної системи в патофізіології POMS.

Важливим висновком є те, що самозвіт дитини про якість свого життя є набагато точнішим і значущим показником, ніж оцінка батьків, що корелює з об'єктивними змінами в головному мозку. Це вказує на те, що клінічні оцінки в дитячій неврології мають враховувати сприйняття дитиною свого стану. Інтеграція об'єктивних даних нейровізуалізації із суб'єктивним сприйняттям ЯЖ хворими на РС дітьми дасть змогу розробити індивідуалізований підхід до лікування.

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: концепція та дизайн дослідження, редагування тексту статті — Т. Н.;

збір та обробка матеріалів, проведення обстежень, аналіз отриманих даних, написання тексту статті — Ю. П.

Література

- Ahmed NS, Abdelalim A, Shehata H, et al. Cognitive impairment in paediatric-onset multiple sclerosis and its relation to thalamic volume and cortical thickness of temporal lobe by MRI. *Egypt J Neurol Psychiatr Neurosurg.* 2022;58:59. doi: 10.1186/s41983-022-00492-8.
- Aljomah LS, Yeh EA. Pediatric multiple sclerosis: Improving outcome through high-efficacy therapies. *Neurotherapeutics.* 2025 Jul;22(4):e00631. doi: 10.1016/j.neurot.2025.e00631.
- Alroughani R, Boyko A. Pediatric multiple sclerosis: a review. *BMC Neurol.* 2018;18:27. doi: 10.1186/s12883-018-1026-3.
- Amin M, Ontaneda D. Thalamic injury and cognition in multiple sclerosis. *Front Neurol.* 2021;11:623914. doi: 10.3389/fneur.2020.623914.
- Andravizou A, Dardiotis E, Artemiadis A, et al. Brain atrophy in multiple sclerosis: mechanisms, clinical relevance and treatment options. *Auto Immun Highlights.* 2019 Aug 10;10(1):7. doi: 10.1186/s13317-019-0117-5.
- Bruijstens A. The cause and course of acquired demyelinating syndromes: Focus on pediatric-onset MS and antibody-associated disorders. Doctoral Thesis, Erasmus University Rotterdam, 2023. 206 p. <https://pure.eur.nl/en/publications/the-cause-and-course-of-acquired-demyelinating-syndromes-focus-on/>.
- Cagol A, Schadelin S, Pretzsch R, et al. The effect of disease-modifying therapies on brain volume loss and disability accumulation in multiple sclerosis: a systematic review and network meta-analysis. *Lancet Reg Health Eur.* 2025 Sep 27;59:101476. doi: 10.1016/j.lanepe.2025.101476.
- Cera N, Pinto J, Faustino R. Functional and Structural Alterations in Pediatric Multiple Sclerosis: A Systematic Review and a Preliminary Activation Likelihood Estimation Functional Magnetic Resonance Imaging Meta-Analysis. *Pediatr Rep.* 2025;17:57. doi: 10.3390/pediatric17030057.
- Chen X, Lu PJ, Ocampo-Pineda M, et al. Unraveling Microstructural and Macrostructural Brain Age Dynamics in Multiple Sclerosis. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm.* 2025 Sep;12(5):e200459. doi: 10.1212/NXI.000000000200459.
- Chiesi F, Tagliaferro C, Cappelletto P, et al. Reappraising self-report and proxy-report measures for assessing health-related quality of life in pediatric epilepsy: A scoping review. *Epilepsy Behav.* 2025 Apr;165:110334. doi: 10.1016/j.yebeh.2025.110334.
- Cleveland Clinic. Multiple sclerosis in children. Last update March 2025. <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/17337-pediatric-multiple-sclerosis>.
- Dunseath C, Bova EJ, Wilson E, et al. Pediatric Neuroimaging of Multiple Sclerosis and Neuroinflammatory Diseases. *Tomography.* 2024 Dec 20;10(12):2100-2127. doi: 10.3390/tomography10120149.
- Eskandarieh S, Sahraian M, Molazadeh N, et al. Pediatric multiple sclerosis and its familial recurrence: a population-based study (1999—2017). *Mult Scler Relat Disord.* 2019;36:101377. doi: 10.1016/j.msard.2019.101377.
- Filippi M, Margoni M, Banwell B, et al. Smouldering disease in paediatric-onset multiple sclerosis. *EBioMedicine.* 2025 Oct;120:105921. doi: 10.1016/j.ebiom.2025.105921.
- Ghaffary EM, Panah MY, Mirmosayeb O. Choroid plexus volume in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of an emerging imaging biomarker. *Eur J Med Res.* 2025 Aug 18;30(1):762. doi: 10.1186/s40001-025-03026-z.
- Ghai S, Kasilingam E, Lanzillo R, et al. Needs and experiences of children and adolescents with pediatric multiple sclerosis and their caregivers: a systematic review. *Children.* 2021;8(6):445. doi: 10.3390/children8060445.
- Khanna D, et al. Are We Agreed? Self- Versus Proxy-Reporting of Paediatric Health-Related Quality of Life (HRQoL) Using Generic Preference-Based Measures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pharmacoeconomics.* 2022;40:345-360. doi: 10.1007/s40273-022-01177-z.
- Klistorner S, Barnett MH, Klistorner A. Mechanisms of central brain atrophy in multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2022 Nov;28(13):2038-2045. doi: 10.1177/1352458522111684.
- Krupp LB, Tardieu M, Brück W, et al. International Pediatric Multiple Sclerosis Study Group criteria for pediatric MS and immune-mediated CNS demyelinating disorders: revisions to the 2007 definitions. *Neurology.* 2013;80(13):1217-1221. doi: 10.1177/1352458513484547.
- Landfeldt E, Leibbrock B, Hussong J, et al. Agreement between child self- and parent proxy-reports of health-related quality of life in chronic paediatric disease. *Patient Relat Outcome Meas.* 2025;16:1-12. doi: 10.2147/PROM.S517362.
- Marciniewicz E, Pokryszko-Dragan A, Podgórski P, et al. Quantitative magnetic resonance assessment of brain atrophy related to selected aspects of disability in patients with multiple sclerosis: preliminary results. *Pol J Radiol.* 2019 Apr 2;84:e171-e178. doi: 10.5114/pjr.2019.84274.
- Matthews PM, Gupta D, Mittal D, et al. The association between brain volume loss and disability in multiple sclerosis: A systematic review. *Mult Scler Relat Disord.* 2023 Jun;74:104714. doi: 10.1016/j.msard.2023.104714.
- Mowry EM, Julian L, Kang S, et al. Health-related quality of life is reduced in pediatric multiple sclerosis and in clinically isolated syndrome. *J Child Neurol.* 2010;25(7):856-861. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2010.03.007.

24. Mrosová S, Klimova E, Majernikova L, et al. Quality of life of children and adolescents with multiple sclerosis — a literature review of the quantitative evidence. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(16):8645. doi: 10.3390/ijerph18168645.
25. National Multiple Sclerosis Society. Pediatric MS. Reviewed March 2023. <https://www.nationalmssociety.org/for-professionals/for-healthcare-professionals/managing-and-treating-ms/pediatric-ms>.
26. O'Mahony J, Banwell B, Laporte A, et al. The health-related quality of life of children with multiple sclerosis is mediated by the health-related quality of life of their parents. *Mult Scler*. 2022 Jul;28(8):1299-1310. doi: 10.1177/13524585211061521.
27. O'Mahony J, Marrie RA, Laporte A, et al. Addressing Health-Related Quality of Life Among Children With Multiple Sclerosis. *Int J MS Care*. 2023 Jan-Feb;25(1):35-42. doi: 10.7224/1537-2073.2022-017.
28. Ow N, Karp A, Ogeil J. Quality of life in pediatric-onset multiple sclerosis: Different disease course, different impact, different measurement approach needed. *Mult Scler Relat Disord*. 2022 Jul;63:103820. doi: 10.1016/j.msard.2022.103820.
29. Ow N, Mozafarinia M, Mayo NE. Quality of life measures in pediatric multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2021 Sep;63(9):1051-1058. doi: 10.1111/dmcn.14870.
30. Pogoda-Wesołowska A, Stachura I, Szukalo P, et al. Assessment of brain atrophy as a promising marker of disease activity in multiple sclerosis. *Front Neurosci*. 2025 Oct 7;19:1661539. doi: 10.3389/fnins.2025.1661539.
31. Pontillo G, Coccozza S, Di Stasi M, et al. 2D linear measures of ventricular enlargement may be relevant markers of brain atrophy and long-term disability progression in multiple sclerosis. *Eur Radiol*. 2020 Jul;30(7):3813-3822. doi: 10.1007/s00330-020-06738-4.
32. Portaccio E, De Meo E, Bellinva A, et al. Cognitive Issues in Pediatric Multiple Sclerosis. *Brain Sci*. 2021 Mar 30;11(4):442. doi: 10.3390/brainsci11040442.
33. Tarantino S, Checchi M, Papetti L, et al. Neuropsychological performances, quality of life, and psychological issues in pediatric-onset MS: a narrative review. *Neurol Sci*. 2024;45:1913-1930. doi: 10.1007/s10072-023-07281-y.
34. Temmerman J, Vanremoortel A, Bjerke M, et al. Real-world brain volumetry in multiple sclerosis. *Front Neurol*. 2025 Oct 16;16:1637835. doi: 10.3389/fneur.2025.1637835.
35. Voon CC, Meineke J, Wiltgen T, et al. Quantitative Susceptibility Mapping of Deep Grey Matter in MS: Association With Clinical Scores and Brain Volume Measures. *Brain Behav*. 2025 Oct;15(10):e70988. doi: 10.1002/brb3.70988.
36. Wang Q, Shi Y, Tian Y, et al. Deep medullary veins: a promising neuroimaging marker for neurodegeneration in multiple sclerosis. *Quant Imaging Med Surg*. 2025 Mar 3;15(3):2003-2015. doi: 10.21037/qims-24-1108.
37. Wang Y, Clemens JL, Muriello M, et al. Agreement between parent-proxy and child self-report in pediatric hypermobile Ehlers-Danlos syndrome. *J Child Health Care*. 2022 Sep 21;13674935221110081. doi: 10.1177/13674935221110081.
38. Zivadnov R, Keenan AJ, Le HH, et al. Brain volume loss in relapsing multiple sclerosis: indirect treatment comparisons of available disease-modifying therapies. *BMC Neurol*. 2024 Oct 8;24(1):378. doi: 10.1186/s12883-024-03888-6.
39. Zivadnov R, Le HH, Keenan A, et al. A systematic literature review of the association between global brain atrophy and the Expanded Disability Status Scale score in people with multiple sclerosis. *Ther Adv Neurol Disord*. 2025 Jul 18;18:17562864241303681. doi: 10.1177/17562864241303681.

T.I. NEHRYCH¹, Yu.O. PALAMARCHUK^{1,2}

¹GNC «Danylo Halytsky Lviv National Medical University»

²Saint Paraskeva Medical Center, Lviv

Correlations of brain volumetric measures with health-related quality of life in pediatric multiple sclerosis: an emphasis on the ventricular and striopallidal systems

Pediatric-onset multiple sclerosis (POMS) is a chronic inflammatory disease that affects various regions of the central nervous system (CNS), is characterized by a high relapse rate, and has an earlier onset of cognitive impairment compared with adult-onset multiple sclerosis (AOMS). Health-related quality of life (HRQoL) assessment is an important clinical tool that provides an integrated patient-centred understanding of the patient's condition, extending beyond traditional indicators of physical disability. Objective neuroradiological markers, such as brain volumetry derived from magnetic resonance imaging (MRI), are recognized biomarkers of neurodegenerative brain changes, which represent a key component of MS pathophysiology.

Objective — to examine the correlations between volumetric parameters of brain structures — specifically, the ventricular and striopallidal systems — and HRQoL indicators in children with multiple sclerosis.

Materials and methods. This cross-sectional study included 39 pediatric patients with MS. Quality of life was assessed using the PedsQL 4.0 questionnaire, employing both child self-report and parent proxy-report formats. MRI-based volumetric analysis was performed to measure the volumes of different brain structures, including the ventricular and striopallidal systems. Statistical analysis was carried out using Spearman's rank correlation coefficient, with statistical significance defined as $p < 0.05$.

Results and discussion. The analysis revealed statistically significant inverse correlation between HRQoL scores and the volume of the ventricular system. In particular, higher ventricular volumes correlated with lower total quality-of-life indices. With regard to the striopallidal system, no overall significant correlations were identified, except for a significant direct correlation with the volume of the right putamen. Importantly, all significant correlations observed in this study were found exclusively in children's self-reports, whereas parent proxy-reports did not demonstrate statistically significant associations.

Conclusions. These findings support the concept that enlargement of the ventricular system, which accompanies global brain atrophy, represents an important neuroradiological biomarker associated with perceived quality of life in children with MS. The study underscores the critical importance of incorporating patient self-report, since children's subjective perception of their condition appears to reflect underlying objective neurodegenerative processes. Brain volumetry has the potential to become a valuable adjunct to conventional radiological MS criteria and to clinical monitoring of disease progression and treatment efficacy, especially for therapies aimed at preserving brain functionality.

Keywords: pediatric-onset multiple sclerosis, multiple sclerosis, brain volumetry, health-related quality of life, children, ventricular system, striopallidal system.

ДЛЯ ЦИТУВАННЯ

Негрнич ТІ, Паламарчук ЮО. Кореляції волюметрії структур головного мозку з індексами якості життя хворих на розсіяний склероз дитячі: акцент на шлуночковій та стріопалідарній системах. Український неврологічний журнал. 2025;3-4:45-50. doi: 10.30978/UNJ2025-3-4-45.

Nehrych TI, Palamarchuk YuO. (Correlations of brain volumetric measures with health-related quality of life in pediatric multiple sclerosis: an emphasis on the ventricular and striopallidal systems). *Ukrainian Neurological Journal*. 2025;3-4:45-50. <http://doi.org/10.30978/UNJ2025-3-4-45>. Ukrainian.