

*Т. І. Негрич, Ю. О. Паламарчук*

## ЗВ'ЯЗОК МІЖ ПОКАЗНИКАМИ ВОЛЮМЕТРІЇ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ТА ЯКІСТЮ ЖИТТЯ У ХВОРИХ НА РОЗСІЯНИЙ СКЛЕРОЗ ДІТЕЙ: КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ТА НЕЙРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ

*Т. I. Nehrych, Yu. O. Palamarchuk*

### ASSOCIATION BETWEEN BRAIN VOLUMETRIC MEASURES AND QUALITY OF LIFE IN PEDIATRIC-ONSET MULTIPLE SCLEROSIS: CORRELATIONAL ANALYSIS AND NEUROBIOLOGICAL FOUNDATIONS

**Ключові слова:** РС, діти, нейрорадіологія, МРТ-волюметрія

Розсіяний склероз (РС) із початком у дитячому віці є рідкісною, але суттєвою загрозою для здоров'я дітей. Він має специфічні клінічні та патофізіологічні особливості як порівняти із початком у дорослому віці. Якість життя (ЯЖ) є ключовим індикатором загального благополуччя хворих на РС дітей, проте її взаємозв'язок з об'єктивними нейробіологічними маркерами, як-от об'єм структур головного мозку, залишається недостатньо вивченим у педіатричній популяції. Метою цього дослідження було визначення кореляційних зв'язків між показниками волюметрії головного мозку та індексами ЯЖ, оціненими за опитувальником PEDSQL 4.0, у когорті дітей із РС. Дослідження охопило 39 хворих на РС дітей. Для аналізу зв'язків між суб'єктивною оцінкою ЯЖ та об'єктивними МРТ-даними використаний коефіцієнт кореляції Спірмена ( $R$ ).

Встановлено значущі кореляції між ЯЖ за самооцінкою дітей та об'ємами основних структур головного мозку. Зокрема, виявлено сильний прямий зв'язок з волюметрією таламуса (до  $R = 0,55$ ). Оцінки ЯЖ за опитувальниками, надані батьками (проксі-оцінка), не виявили значущих кореляційних зв'язків з жодним із волюметричних показників. Ці результати підкреслюють важливість волюметрії таламуса як потенційного морфометричного біомаркера прогресування хвороби, який корелює із суб'єктивним сприйняттям пацієнтом з POMS свого стану. Незважаючи на виявлену розбіжність між самооцінкою дітей та оцінкою батьків, ми дотримуємося думки про важливість інтеграції обох точок зору, щоб забезпечити всебічну оцінку стану дитини в клінічній практиці та подальших дослідженнях.

**Key words:** MS, children, neuro-radiology, MR volumetry

Pediatric-onset multiple sclerosis (POMS) is a rare but significant neurological condition that poses a considerable threat to children's health. Compared to adult-onset multiple sclerosis (AOMS), POMS is characterized by distinct clinical and pathophysiological features. Quality of life (QoL) is a crucial indicator of overall well-being in children with MS; however, its relationship with objective neurobiological markers — such as brain volumetric parameters — remains insufficiently explored in the pediatric population. This study aimed to examine the correlations between brain volumetric indices and QoL scores, as assessed by the PedsQL 4.0 questionnaire, in a cohort of children diagnosed with MS.

The study included 39 pediatric MS patients. Spearman's rank correlation coefficient ( $R$ ) was used to analyze the associations between subjective QoL assessments and objective MRI-derived brain volumetric data.

Significant correlations were observed between self-reported QoL scores and the volumes of key brain structures. Notably, a strong positive correlation was found with thalamic volume (up to  $R = 0.55$ ). In contrast, proxy-reported QoL scores provided by parents showed no significant correlations with any of the examined volumetric parameters. These findings highlight the potential role of thalamic volumetry as a morphometric biomarker of disease progression that aligns with the patient's subjective experience of their condition.

Despite the discrepancy between child and parent reports, we emphasize the importance of integrating both perspectives to ensure a comprehensive assessment of the patient's status in clinical practice and future research.

Розсіяний склероз (РС) є хронічним запальним демієлінізуючим захворюванням центральної нервової системи, що призводить до прогресування накопичення інвалідизації. Хоча РС найчастіше діагностується у молодих дорослих, приблизно 3—5 % усіх випадків починаються в дитинстві або підлітковому віці, що визначаєть-

ся як педіатричний РС (pediatric-onset multiple sclerosis, POMS) [1]. Клінічні прояви POMS мають певні відмінності від РС у дорослих (adult-onset multiple sclerosis, AOMS): для них характерний переважно рецидивуючо-ремітуючий перебіг (близько 98 % випадків) із вищою частотою рецидивів на ранніх стадіях [2]. Однак, незважаючи на інтенсивнішу запальну активність, хворі на РС діти демонструють повільніше накопичення незворотної фізичної інва-

лідизації як порівняти з дорослими. Ця відмінність пояснюється вищою нейропластичністю та здатністю до компенсації та відновлення мозку у дітей, який все ще розвивається. Ці унікальні адаптаційні механізми можуть підтримувати кращу ЯЖ хворих на РС дітей, навіть за наявності виражених клінічних симптомів [3].

Оцінка ЯЖ має першочергове значення у роботі з дітьми із хронічними захворюваннями. Розсіяний склероз суттєво знижує ЯЖ, впливаючи не лише на фізичне, але й на емоційне, соціальне та академічне функціонування [4]. Когнітивні порушення (КП) є найбільш поширеними і часто недооціненими симптомами у хворих на РС дітей, що виникають навіть у разі низького ступеня фізичної інвалідизації, оціненої за шкалою Expanded Disability Status Scale (EDSS). Наслідки КП можуть бути руйнівними, оскільки вони негативно позначаються на навчанні, соціальній взаємодії та загальному добробуті, що робить їх ключовим чинником, який визначає ЯЖ [5—7]. Для об'єктивної та комплексної оцінки ЯЖ у педіатричній популяції широко використовують опитувальник PEDSQL 4.0, який є валідованим та надійним інструментом, що включає як самооцінку дитини, так і оцінку її стану батьками [8].

Традиційні методи моніторингу прогресування РС, як-от оцінка об'єму вогнищ демієлінізації на МРТ, часто не корелюють з клінічними проявами захворювання, що відоме як «клініко-радіологічний парадокс» [9]. Натомість, кількісна МРТ-волюметрія дає змогу об'єктивно оцінити загальний об'єм мозкової тканини та окремих її структур [10]. Цей підхід вважається чутливим індикатором нейродегенерації, який корелює з прогресуванням інвалідизації та когнітивними порушеннями, що робить його перспективним біомаркером у діагностиці РС [10—13].

З огляду на ці дані, метою нашого дослідження було проаналізувати кореляційний зв'язок між показниками ЯЖ та волюметричними показниками у хворих на РС дітей. Додатковою метою було з'ясувати, чи є відмінності в кореляціях між самооцінкою дітей та оцінкою їх батьків, що має важливе значення для клінічної практики та розуміння суб'єктивного досвіду хвороби.

Це дослідження є крос-секційним аналізом даних 39 хворих на РС дітей, а також даних від 26 дітей із контрольної групи. Середній вік обстежених дітей з РС становив  $14,87 \pm 2,45$  років, натомість у контрольній групі дітей —  $13,58 \pm 2,82$  років. Групу хворих на РС дітей становили 27 дівчат (69 %) та 12 хлопців (31 %), що відображає типове для POMS співвідношення. У більшості хворих перші симптоми захворювання виникли у віці 12—18 років, за винятком трьох дітей, у яких вони проявилися у віці 8—11 років. Оцінка тяжкості стану за шкалою EDSS показала, що більшість хворих мала легкий ступінь інвалідизації, оскільки 46 % з них мали 1,5 бала за цією шкалою.

Усі обстеження, виконані в межах цієї роботи, були схвалені комісією з питань біомедичної етики ДНП «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького», проведені згідно з письмовими згодами одного з батьків учасників і відповідно до принципів біоетики, викладених у Гельсінській декларації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людей».

*Оцінка якості життя.* Якість життя пацієнтів оцінювали за допомогою опитувальника Pediatric Quality of Life Inventory (PEDSQL) 4.0, який є стандартизованим, валідованим і широко використовуваним інструментом для оцінення ЯЖ у педіатричній популяції з хронічними захворюваннями. Опитувальник містить 23 запитання, згруповані у чотири основні шкали: фізичне функціонування (8 запитань), емоційне функціонування (5 запитань), соціальне функціонування (5 запитань) та функціонування в школі (5 запитань). Для аналізу використані три інтегральні індекси: загальний індекс якості життя (оцінка за 23 запитаннями), підіндекс фізичного здоров'я (оцінка за 8 запитаннями) та підіндекс психосоціального здоров'я (усереднена оцінка за 15 запитаннями з емоційного, соціального функціонування та функціонування в школі). Опитування проводили окремо для дітей (самооцінка) та їхніх батьків (проксі-оцінка) [8; 14; 15].

*МРТ-волюметрія.* Для оцінювання структурних змін головного мозку у хворих на РС дітей, а саме — визначення його атрофії, усім обстеженим проведено магнітно-резонансну томографію (МРТ) головного мозку. У процесі досліджування опрацьований та запроваджений модифікований протокол для МРТ-діагностики РС з використанням апарата Siemens Magnetom AMIRA A Tim+Dot System (напруженість магнітного поля 1.5T, сертифікат відповідності № UA.101.MD.3.0473-22.01, термін дії — до 11.05.2026). Волюметричні показники структур головного мозку були отримані за допомогою 3D T1-зважених зображень. Волюметрія дає змогу кількісно оцінити об'єм різних відділів мозку, як-от біла та сіра речовина, таламус, мозочок та підкіркові структури. Для підвищення точності та відтворюваності кількісного аналізу у клінічній практиці та наукових дослідженнях використовували автоматизований інструмент сегментації сервісу volBrain ([www.volbrain.net](http://www.volbrain.net)). Ця платформа дає змогу точно розділяти різні типи тканин мозку та отримувати об'єктивні дані про їх об'єм, що є значно ефективнішим, ніж візуальний аналіз нейрорадіолога. Для об'єктивності слід зазначити, що існує декілька сервісів з подібними можливостями, як-от FreeSurfer, NeuroQuant, BrainSuite. Радіологічне оцінювання виявлених змін проводили з використанням програмного забезпечення RadiAnt DICOM Viewer ([www.radiantviewer.com](http://www.radiantviewer.com)).

*Статистичний аналіз.* Для оцінювання кореляційних зв'язків між індексами ЯЖ (за опитувальником

PEDSQL 4.0) та показниками волюметрії мозку використовували коефіцієнт кореляції Спірмена, що було зумовлено ненормальним розподілом даних. Статистично значущими вважали кореляції з рівнем значущості  $p < 0,05$ .

Аналіз середніх значень показників якості життя за опитувальником PEDSQL 4.0 у досліджуваній когорті дітей з РС показав статистично значущу різницю між оцінками, наданими самими дітьми та їхніми батьками. В усіх категоріях — загальний індекс, підіндекс фізичного здоров'я та підіндекс психосоціального здоров'я — діти оцінювали власну якість життя вище, ніж їхні батьки. Наприклад, середнє значення загального індексу за самооцінкою дітей становило  $81,05 \pm 11,13$ , тоді як за оцінкою батьків —  $72,45 \pm 9,79$  ( $p < 0,001$ ). Ця тенденція також була підтверджена для підіндексу фізичного здоров'я (діти:  $84,64 \pm 13,48$ ; батьки:  $77,03 \pm 13,79$ ;  $p < 0,01$ ) та підіндексу психосоціального здоров'я (діти:  $79,10 \pm 10,10$ ; батьки:  $70,00 \pm 9,49$ ;  $p < 0,001$ ). Така розбіжність є важливою передумовою для подальшого аналізу (табл. 1).

Таблиця 1. Середні значення показників якості життя у хворих на РС дітей за опитувальником PEDSQL 4.0 (залежно від типу розподілу)

Показник	Оцінка	Результат, бали	<i>P</i>
Загальний індекс якості життя	батьків	$72,45 \pm 9,79$	< 0,001
	дітей	$81,05 \pm 11,13$	
Підіндекс фізичного здоров'я	батьків	$77,03 \pm 13,79$	< 0,01
	дітей	$84,64 \pm 13,48$	—
Підіндекс психосоціального 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

Результати кореляційного аналізу показали, що значущі зв'язки між волюметрією та ЯЖ встановлені виключно за даними опитування самих дітей. Оцінка батьків не мала достовірних кореляцій з жодним із показників волюметрії.

Аналіз зв'язків між загальним індексом ЯЖ за самооцінкою дітей та волюметрією головного мозку виявив такі результати.

**Біла речовина.** Виявлено достовірний прямий кореляційний зв'язок між загальним індексом ЯЖ хворих на РС дітей та об'ємом білої речовини їх головного мозку. Коефіцієнт кореляції Спірмена становив 0,37 для абсолютного значення та 0,44 — для відносного значення (табл. 2; 3). Цей прямий зв'язок візуально підтверджено на рисунку 1, який ілюструє, що вищий об'єм білої речовини відповідає вищому індексу ЯЖ.

Таблиця 2. Кореляційні зв'язки між показниками волюметрії головного мозку у хворих на РС дітей та загальним індексом якості життя за опитувальником PEDSQL 4.0

Показник	<i>R</i> Спірмена залежно від загального індексу ЯЖ	
	за оцінкою дітей	за оцінкою батьків
Біла речовина, см <sup>3</sup>	0,37*	0,02
Біла речовина, %	0,44*	-0,03
Сіра речовина, см <sup>3</sup>	-0,06	-0,14
Сіра речовина, %	-0,08	0,06
Система циркуляції ліквору, см <sup>3</sup>	-0,26	-0,04
Система циркуляції ліквору, %	-0,33*	0,00
Тканини мозку, см <sup>3</sup>	0,14	-0,01
Тканини мозку, %	0,33*	0,00
Загальний об'єм мозку, см <sup>3</sup>	-0,04	-0,08

Примітка. Тут і далі: \* — коефіцієнт кореляції достовірний ( $p < 0,05$ )

Таблиця 3. Кореляційні зв'язки між показниками волюметрії півкуль головного мозку у хворих на РС дітей та загальним індексом якості життя за опитувальником PEDSQL 4.0

Показник	<i>R</i> Спірмена залежно від загального індексу ЯЖ	
	за оцінкою дітей	за оцінкою батьків
Півкулі, см <sup>3</sup>	0,14	-0,01
Півкулі, %	0,30	0,00
Сіра речовина півкуль, см <sup>3</sup>	0,00	-0,09
Сіра речовина півкуль, %	0,03	0,12
Біла речовина півкуль, см <sup>3</sup>	0,32	0,00
Біла речовина півкуль, %	0,42*	-0,07
Права півкуля, см <sup>3</sup>	0,17	0,01
Права півкуля, %	0,37*	0,11
Сіра речовина правої півкулі, см <sup>3</sup>	0,03	-0,08
Сіра речовина правої півкулі, %	0,09	0,19
Біла речовина правої півкулі, см <sup>3</sup>	0,35*	0,06
Біла речовина правої півкулі, %	0,45*	0,00
Ліва півкуля, см <sup>3</sup>	0,10	-0,05
Ліва півкуля, %	0,20	-0,08
Сіра речовина лівої півкулі, см <sup>3</sup>	0,00	-0,08
Сіра речовина лівої півкулі, %	-0,03	0,08
Біла речовина лівої півкулі, см <sup>3</sup>	0,30	-0,04
Біла речовина лівої півкулі, %	0,36*	-0,15

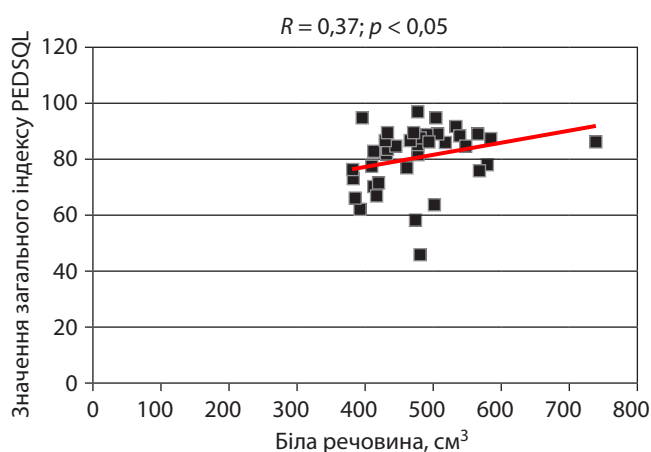


Рис. 1. Кореляція показників волюметрії білої речовини головного мозку та загального індексу якості життя у хворих на РС дітей за шкалою PEDSCL 4.0

*Таламус.* Показники волюметрії таламуса мали найвищі значення коефіцієнта кореляції в усьому дослідженні. Встановлено сильний прямий зв'язок між загальним індексом ЯЖ та об'ємом таламуса, з коефіцієнтами, що варіювали від  $R = 0,33$  до  $R = 0,54$  для різних його параметрів (табл. 4). Це підкреслює особливу важливість цієї структури у контексті загального самопочуття пацієнтів.

Таблиця 4. Зміни макропоказників волюметрії таламуса у хворих на РС дітей залежно від індексу якості життя за опитувальником PEDSCL 4.0

Показник	Опитування дітей	Опитування батьків
Таламус, см <sup>3</sup>	0,45*	0,01
Таламус, %	0,50*	0,02
Правий таламус, см <sup>3</sup>	0,48*	0,05
Правий таламус, %	0,54*	0,09
Лівий таламус, см <sup>3</sup>	0,33*	-0,14
Лівий таламус, %	0,38*	-0,09

*Мозочок та стовбур мозку.* Встановлено прямий кореляційний зв'язок між загальним індексом ЯЖ та волюметрією білої речовини мозочка ( $R = 0,52$  для абсолютного значення) та стовбура мозку ( $R = 0,34$  для абсолютного значення) (табл. 5, рис. 2).

Подальший аналіз зв'язків волюметрії з загальним індексом ЯЖ, підіндексами фізичного та психосоціального здоров'я виявив схожу картину. Кореляції з волюметрією білої речовини та таламуса були достовірними для обох підіндексів, що свідчить про їх комплексний вплив на різні аспекти ЯЖ. Однак варто відзначити, що зв'язок між об'ємом білої речовини та підіндексом психосоціального здоров'я був менш вираженим, тоді як кореляція з волюметрією таламуса залишалася стабільно сильною для всіх індексів, що підкреслює його центральну роль у когнітивних та емоційних процесах.

Таблиця 5. Зміни макропоказників волюметрії мозочка та стовбура мозку у хворих на РС дітей залежно від загального індексу якості життя за опитувальником PEDSCL 4.0

Показник	Опитування дітей	Опитування батьків
Мозочок, см <sup>3</sup>	0,06	-0,08
Мозочок, %	0,13	0,04
Мозочок сіра речовина, см <sup>3</sup>	-0,21	-0,28
Мозочок сіра речовина, %	-0,28	-0,16
Мозочок біла речовина, см <sup>3</sup>	0,52*	0,24
Мозочок біла речовина, %	0,48*	0,28
Права півкуля, см <sup>3</sup>	0,01	-0,08
Права півкуля, %	0,11	0,07
Сіра речовина правої півкулі, см <sup>3</sup>	-0,21	-0,24
Сіра речовина правої півкулі, %	-0,26	-0,13
Біла речовина правої півкулі, см <sup>3</sup>	0,49*	0,29
Біла речовина правої півкулі, %	0,42*	0,25
Ліва півкуля, см <sup>3</sup>	0,10	-0,06
Ліва півкуля, %	0,13	0,03
Сіра речовина лівої півкулі, см <sup>3</sup>	-0,23	-0,29
Сіра речовина лівої півкулі, %	-0,26	-0,14
Біла речовина лівої півкулі, см <sup>3</sup>	0,54*	0,26
Біла речовина лівої півкулі, %	0,52*	0,29
Асиметрія мозочка	-0,03	0,10
Стовбур мозку, см <sup>3</sup>	0,34*	0,13
Стовбур мозку, %	0,38*	0,18

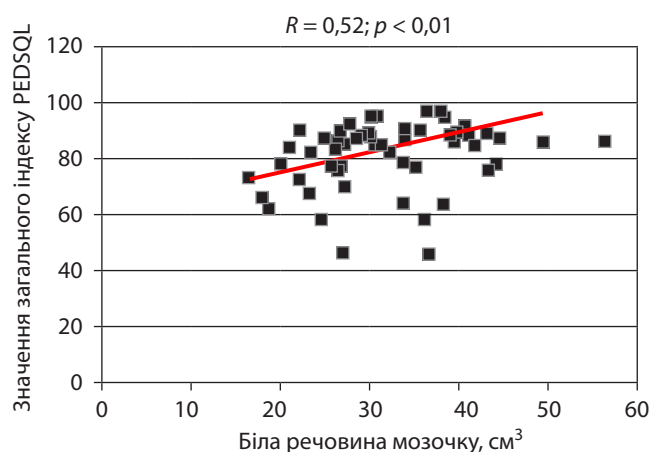


Рис. 2. Кореляція показників волюметрії білої речовини мозочка та загального індексу якості життя у хворих на РС дітей за шкалою PEDSCL 4.0

Отримані результати є багатогранними та мають важливі клінічні та нейробіологічні наслідки. Найбільш помітною знахідкою є повна відсутність кореляції між волюметричними показниками

та оцінкою ЯЖ, наданою батьками, тоді як самооцінка дітей виявила численні, статистично значущі зв'язки. Цей висновок підтверджує існування «проблеми проксі-звітування», що давно обговорюється в літературі. Батьки, зазвичай, оцінюють стан дитини через призму власних переживань, страхів та уявлень про хворобу, що не завжди відображає суб'єктивний досвід дитини. Відсутність зв'язку між батьківськими звітами та об'єктивними МРТ-даними свідчить про те, що фізіологічні маркери захворювання пов'язані саме з внутрішнім сприйняттям дитиною свого стану. Для отримання повної та достовірної клінічної картини, особливо у контексті хронічних захворювань, вкрай важливо враховувати обидві перспективи [16; 17].

Найсильніші кореляційні зв'язки у дослідженні встановлені між усіма індексами ЯЖ та волюметрією таламуса. Ця структура є ключовим центром, який інтегрує сенсорну, моторну та когнітивну інформацію. Атрофія таламуса є відомим біомаркером ураження центральної нервової системи при РС і міцно пов'язана з когнітивними порушеннями, в тому числі та іншими симптомами, що суттєво впливають на ЯЖ. Збереження об'єму таламуса, ймовірно, є критичним морфологічним субстратом для підтримки високого рівня функціонування та, як наслідок, високої ЯЖ у дітей з POMS. Можна припустити, що таламус є одним із перших і найбільш чутливих відділів мозку, що уражаються з прогресуванням РС, і його об'єм може бути раннім предиктором майбутнього погіршення стану [18].

Прямий зв'язок між об'ємом білої речовини та ЯЖ також є вкрай важливим. Розсіяний склероз часто розглядають як «хворобу роз'єднання», де ураження білої речовини призводить до порушення зв'язків між віддаленими структурами мозку, що є причиною як фізичних, так і когнітивних симптомів. Загальний об'єм білої речовини є непрямим відображенням мікроструктурного ураження та аксонального пошкодження, що не завжди очевидні на традиційних МРТ-сканах. Виявлений зв'язок підкреслює, що не лише локальні демієлінізуючі вогнища, а й дифузна нейродегенерація, що впливає на загальний об'єм білої речовини, є ключовим фактором, який визначає якість життя пацієнта [9; 19].

Це дослідження має певні обмеження, зокрема його крос-секційний дизайн, що не дає змоги встановити причинно-наслідковий зв'язок між змінами об'єму мозку та ЯЖ. Також розмір вибірки є невеликим, що може обмежувати статистичну потужність. Для подолання цих обмежень потрібні майбутні лонгітюдні дослідження. Це дасть змогу простежити динаміку змін волюметрії та ЯЖ з плином часу і з'ясувати, чи можуть волюметричні показники бути предикторами майбутнього погіршення якості життя. Інтеграція в майбутні дослідження інших передових методів МРТ, як-от дифузійно-тензорна магнітно-резонансна томографія (DTI) для оцінки

мікроструктурної цілісності білої речовини, а також стандартизованих нейропсихологічних тестів, дасть змогу докладніше вивчити взаємозв'язок між структурними змінами мозку, когнітивними порушеннями та загальною якістю життя [6; 20].

Отже, результати проведеного аналізу дали змогу сформулювати такі висновки.

Якість життя у дітей із розсіяним склерозом, оцінена за допомогою самозвіту, достовірно корелює з показниками волюметрії основних структур головного мозку. Оцінка батьків (проксі-звіт) не виявила жодних значущих кореляційних зв'язків з волюметричними показниками.

Позитивні кореляції з об'ємом таламуса, білої речовини головного мозку та мозочка, а також зв'язок з об'ємом стовбура мозку, свідчать, що структурна цілісність цих відділів є важливим морфометричним маркером загального стану пацієнтів із POMS.

Найбільш виражені зв'язки індексів якості життя з волюметрією таламуса підкреслюють його центральну роль у патогенезі хвороби у хворих на РС дітей та значущий вплив на якість їхнього життя, позиціонуючи його як потенційно чутливий біомаркер цього захворювання.

Використання волюметрії головного мозку в динаміці, разом із самооцінкою ЯЖ дитини, має великий потенціал як інструмент моніторингу прогресування захворювання та оцінення ефективності лікування.

Найбільші значення прямого коефіцієнта кореляції із індексами опитувальника якості життя виявлено щодо зв'язку з проміжним мозком, білою речовиною мозку та білою речовиною мозочка.

#### Список літератури / References

1. Cleveland Clinic, Neurological Institute. *Pediatric-Onset Multiple Sclerosis*. <https://my.clevelandclinic.org/departments/neurological/depts/multiple-sclerosis/ms-approaches/pediatric-onset-multiple-sclerosis>
2. Waldman A, Ness J, Pohl D, et al. Pediatric multiple sclerosis: Clinical features and outcome. *Neurology*. 2016;87(9 Suppl 2):S74-S81. doi:10.1212/WNL.0000000000003028
3. Hacohen Y, Eshaghi A. Multiple Sclerosis in Children and Adults: Does Age Matter?. *Neurology*. 2021;97(20):929-930 doi:10.1212/WNL.00000000000012866
4. Mastorci F, Lazzeri MFL, Ait-Ali L, Festa P, Pingitore A. Chronic Disease in Pediatric Population—A Narrative Review of Psychosocial Dimensions and Strategies for Management. *Children*. 2025; 12(8):967. <https://doi.org/10.3390/children12080967>
5. Pinquart M. Health-Related Quality of Life of Young People With and Without Chronic Conditions. *J Pediatr Psychol*. 2020;45(7):780-792. doi:10.1093/jpepsy/jsaa052
6. Ekmekci O. Pediatric Multiple Sclerosis and Cognition: A Review of Clinical, Neuropsychologic, and Neuroradiologic Features. *Behav Neurol*. 2017;2017:1463570. doi:10.1155/2017/1463570. 2017:1463570. doi:10.1155/2017/1463570
7. Tarantino S, Proietti Checchi M, Papetti L, Monte G, Ferilli MAN, Valeriani M. Neuropsychological performances, quality

of life, and psychological issues in pediatric onset multiple sclerosis: a narrative review. *Neurol Sci*. 2024;45(5):1913-1930. doi:10.1007/s10072-023-07281-y

8. Varni JW, Seid M, Kurtin PS. PedsQL 4.0: reliability and validity of the Pediatric Quality of Life Inventory version 4.0 generic core scales in healthy and patient populations. *Med Care*. 2001;39(8):800-812. doi:10.1097/00005650-200108000-00006

9. Brune S, Høgestøl EA, Cengija V, et al. LesionQuant for Assessment of MRI in Multiple Sclerosis—A Promising Supplement to the Visual Scan Inspection. *Front Neurol*. 2020;11:546744. Published 2020 Dec 11. doi:10.3389/fneur.2020.546744

10. Marek J, Bachurska D, Wolak T, Borowiec A, Sajdek M, Maj E. Quantitative brain volumetry in neurological disorders: from disease mechanisms to software solutions. *Pol J Radiol*. 2025;90:e299-e306. Published 2025 Jun 11. doi:10.5114/pjr/203781

11. *The Role of Volumetric Neuroimaging in the Evaluation of Multiple Sclerosis*. March 31, 2016. <https://www.cortechs.ai/volumetric-neuroimaging-ms>

12. Dwyer MG, Bergsland N, Ramasamy DP, Jakimovski D, Weinstock-Guttman B, Zivadinov R. Atrophied Brain Lesion Volume: A New Imaging Biomarker in Multiple Sclerosis. *J Neuroimaging*. 2018;28(5):490-495. doi:10.1111/jon.12527

13. MSIF. *Brain volume changes may be key indicator for MS progression*. Last updated: 15<sup>th</sup> June 2018. <https://www.msif.org/news/2018/06/15/brain-volume-changes-may-be-key-indicator-for-ms-progression/>

14. Varni JW. *The PedsQL Measurement Model for the Pediatric Quality of Life Inventory*. About the Model. [https://www.pedsq.org/about\\_pedsq.html](https://www.pedsq.org/about_pedsq.html)

15. Varni JW. *The PedsQL Measurement Model for the Pediatric Quality of Life Inventory*. Newsletter. <https://www.pedsq.org/pedsq2.html>

16. Sattoe JN, van Staa A, Moll HA; On Your Own Feet Research Group. The proxy problem anatomized: child-parent disagreement in health related quality of life reports of chronically ill adolescents. *Health Qual Life Outcomes*. 2012;10:10. Published 2012 Jan 25. doi:10.1186/1477-7525-10-10

17. Lam W, Ngai FW, Chan KYY, et al. Agreement Between Child Self-Report With Parent Proxy Report on the Quality of Life of Children With Medical Complexity: A Cross-Sectional Study. *Nurs Health Sci*. 2025;27(2):e70103. doi:10.1111/nhs.70103

18. Armin M, Daniel Ontaneda D. Thalamic Injury and Cognition in Multiple Sclerosis. *Front Neurol*. 2021;11:623914. Published 2021 Feb 5. doi:10.3389/fneur.2020.623914

19. Koubiyr I, Krijnen EA, Eijlers AJC et al. Longitudinal fibre-specific white matter damage predicts cognitive decline in multiple sclerosis. *Brain Commun*. 2024;6(1):fcae018. Published 2024 Jan 27. doi:10.1093/braincomms/fcae018

20. Hulst HE, Steenwijk MD, Versteeg A, et al. Cognitive impairment in MS Impact of white matter integrity, gray matter volume, and lesions. *Neurology*. 2013;80(11):1025-1032. doi:10.1212/WNL.0b013e31828726cc

Надійшла до редакції 23.09.2025

**НЕГРИЧ Тетяна Іванівна**, завідувач кафедри\*; <https://orcid.org/0000-0003-0170-511X>; e-mail: [tnehrych@gmail.com](mailto:tnehrych@gmail.com)

**ПАЛАМАРЧУК Юрій Олександрович**, аспірант кафедри\*; керівник відділу радіології Медичного центру Святої Параскеви, м. Львів, Україна; <https://orcid.org/0009-0006-2099-8172>; e-mail: [palamarchuk@gmail.com](mailto:palamarchuk@gmail.com)

\* — кафедра неврології Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

**NEHRYCH Tetiana**, Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Department\*\*; <https://orcid.org/0000-0003-0170-511X>; e-mail: [tnehrych@gmail.com](mailto:tnehrych@gmail.com)

**PALAMARCHUK Yurii**, MD, MBA, Postgraduate Student of the Department\*\*; Head of the Radiology Department of the Saint Paraskeva Medical Center, Lviv, Ukraine; <https://orcid.org/0009-0006-2099-8172>; e-mail: [palamarchuk@gmail.com](mailto:palamarchuk@gmail.com)

\*\* — Department of Neurology of the Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine