

Ukr Neurosurg J. 2024;30(4):43-50  
doi: 10.25305/unj.310254

## Оцінка морфометричних параметрів зорового нерва та хіазми при новоутвореннях хіазмально-селярної ділянки за допомогою МРТ високої роздільної здатності

К.С. Єгорова<sup>1</sup>, В.В. Мусулевська<sup>2</sup>, М.О. Гук<sup>2</sup>, О.Є. Скобська<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Група нейроофтальмології, Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Відділення ендоназальної нейрохірургії основи черепа, Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

<sup>3</sup> Група отоневрології, Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Надійшла до редакції 20.08.2024  
Прийнята до публікації 21.10.2024

### Адреса для листування:

Мусулевська Валерія Вікторівна,  
Відділення ендоназальної  
нейрохірургії основи черепа,  
Інститут нейрохірургії імені акад.  
А.П. Ромоданова, вул. Платона  
Майбороди, 32, Київ, 04050,  
Україна, e-mail: musulevskaria@  
gmail.com

**Мета:** проаналізувати ефективність застосування радіологічних методів для діагностики атрофії зорового нерва та хіазми при компресійній оптичній нейропатії, зумовленій новоутвореннями хіазмально-селярної ділянки (ХСД).

**Матеріали і методи.** Проаналізовано результати діагностики та лікування 50 хворих (100 очей) із новоутвореннями ХСД, які перебували на лікуванні в Інституті нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України в 2021–2023 рр. (основна група). Кількість чоловіків та жінок була однаковою. Середній вік пацієнтів становив (50,50±10,21) року. Залежно від офтальмологічного результату після видалення пухлини ХСД пацієнтів основної групи розподілили на дві підгрупи: I – із відновленням зорових функцій (26 (52%) хворих, 52 ока), II – без відновлення зорових функцій (24 (48%) хворих, 48 очей). Контрольну групу утворено з 20 здорових дорослих осіб (40 очей) без супутньої офтальмологічної та нейрохірургічної патології. Проведено клініко-неврологічне, офтальмологічне та отоневрологічне обстеження. Магнітно-резонансну томографію головного мозку виконано всім пацієнтам на високопольних томографах (1,5 і 3,0 Тл). Проведено вимірювання діаметра зорового нерва в інтраорбітальній та внутрішньочерепній частині, висоти та ширини хіазми.

**Результати.** Діаметр зорового нерва в інтраорбітальній частині та висота хіазми статистично значущо не відрізнялись у підгрупах ( $p > 0,05$ ). Не виявлено статистично значущої різниці за морфометричними показниками між підгрупою I та контрольною групою ( $p > 0,05$ ). У підгрупі II середній діаметр внутрішньочерепної частини зорового нерва ((2,31±0,26) мм) та середня ширина хіазми ((11,39±0,31) мм) статистично значущо були меншими, ніж у контрольній групі ((2,97±0,20) і (13,69±0,57) мм відповідно,  $p < 0,05$ ). Діаметр внутрішньочерепної частини зорового нерва  $\leq 2,31$  мм і ширина хіазми  $\leq 11,39$  мм свідчать про незворотні атрофічні зміни та можуть бути використані для прогнозування офтальмологічного результату в пацієнтів із новоутвореннями ХСД.

**Висновки.** Вимірювання ширини хіазми й діаметра внутрішньочерепної частини зорового нерва за допомогою магнітно-резонансної томографії високої роздільної здатності – зручний та ефективний метод діагностики атрофії зорового нерва й прогнозування офтальмологічного результату після декомпресії опто-хіазмального комплексу.

**Ключові слова:** новоутворення хіазмально-селярної ділянки; МРТ високої роздільної здатності; компресійна оптична нейропатія; атрофія зорового нерва

### Вступ

Перехрестя зорового нерва (хіазма) є важливою нейроанатомічною структурою головного мозку, в якій відбувається об'єднання та часткове перехрещення зорових нервів. Розташоване над ділянкою турецького сідла. Над хіазмою розташовані дно III шлуночка з оптичним заглибленням (*recessus opticus*), передні мозкові та передні сполучні артерії, знизу хіазма межує з діафрагмою турецького сідла. Латерально від хіазми розташовані внутрішні сонні артерії [1-3] (**Рис. 1**).

Загальна довжина зорового нерва (ЗН) становить 35–55 мм. Він має інтраорбітальну, інтраканальну та інтракраніальну частини. Найбільш варіабельною є інтракраніальна частина – 4–17 мм [4]. Дослідження з використанням гістологічних методів та магнітно-резонансної томографії (МРТ) 1,5 Тл продемонстрували зменшення нормального діаметра ЗН уздовж інтраорбітальної ділянки від (3,99±0,04) мм безпосередньо за очним яблуком до (3,50±0,04) мм на відстані 10 мм від заднього полюса



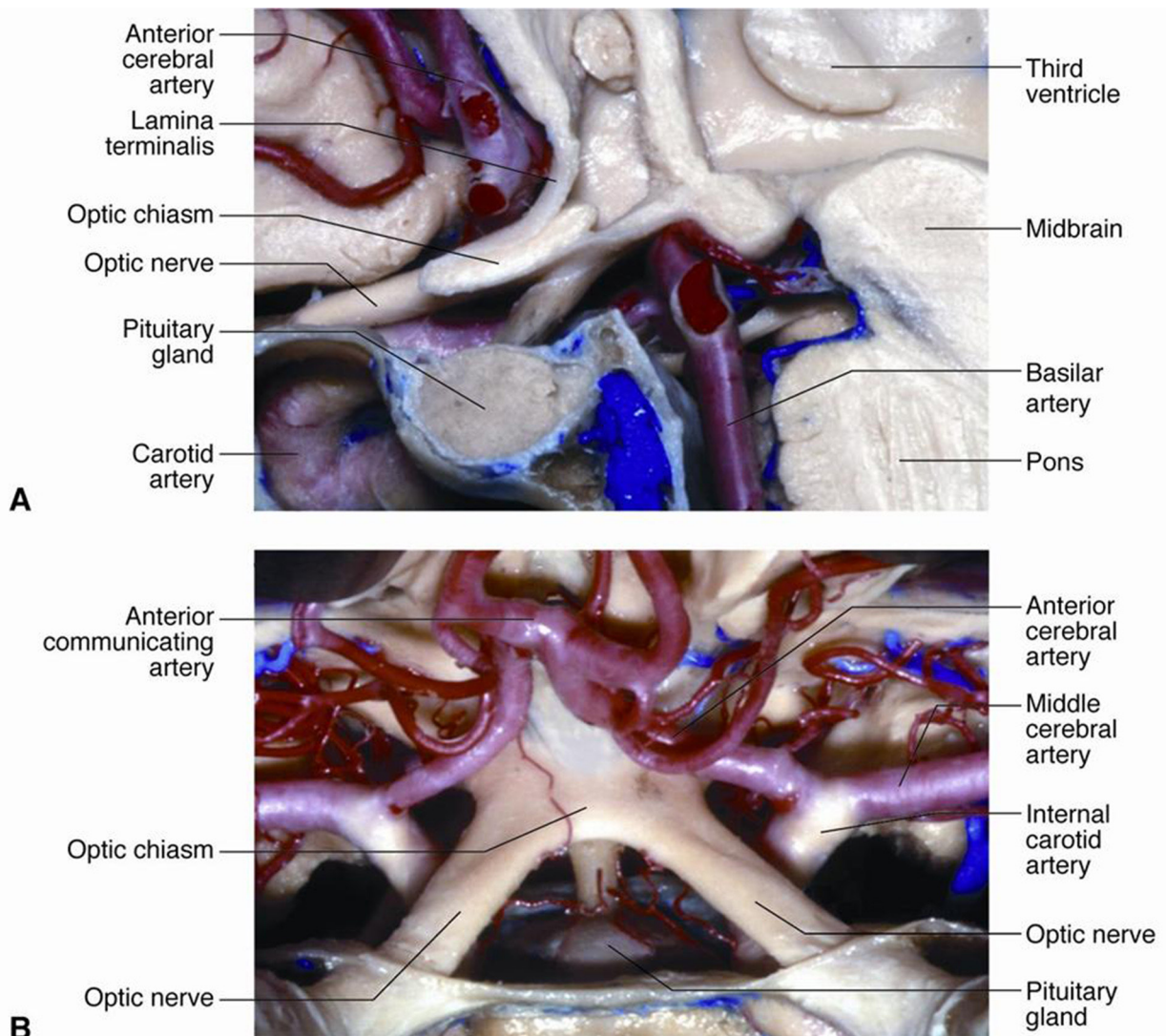
очного яблука [5]. S. Mncube та M. Goodier (2019) провели дослідження із застосуванням МРТ високої роздільної здатності ( $\geq 1,5$  Тл) та отримали діапазон нормальних значень діаметра ЗН: інтраорбітальна частина на відстані 5 мм від заднього полюса очного яблука – 2,52 мм (1,53–3,69 мм), на відстані 10 мм від заднього полюса очного яблука – 2,37 мм (1,44–3,63 мм), внутрішньочерепна частина – 4,27 мм (2,46–5,19 мм) [6]. За даними M. Prairie та співавт. (2024), діаметр ЗН на відстані 10 мм від заднього полюса очного яблука  $\leq 2,3$  мм є високочутливим і специфічним показником атрофії зорового нерва (АЗН) [7]. В. Zhao та співавт. (2019) вважають, що виміряна за допомогою МРТ площа ЗН  $\leq 4,0$  мм<sup>2</sup> має як високу чутливість, так і високу специфічність для прогнозування наявності АЗН [8].

За даними досліджень із використанням МРТ високої роздільної здатності, середня площа хіазми становить 27,07–43,7 мм<sup>2</sup>, середня довжина – 5–12

мм, середня ширина – 12,23–15,0 мм, середня висота 1,93–3,5 мм [6, 9, 10]. На думку J. Parravano та співавт. (1993), ширина хіазми  $< 13,5$  мм є ознакою АЗН [11].

Наведені в літературі морфометричні показники ЗН і хіазми є варіабельними, але більшість дослідників вказують, що ширина хіазми та діаметр інтракраніальної частини ЗН є надійними показниками для вимірювання [6].

Оцінка морфометричних параметрів ЗН і хіазми за допомогою МРТ може надати додаткову інформацію для діагностики АЗН та прогнозування офтальмологічного результату після видалення новоутворень хіазмально-селярної ділянки (ХСД). Повідомлень про середні розміри хіазми за даними МРТ у здоровій популяції мало, а наведені дані суперечливі. З огляду на індивідуальну варіабельність розмірів хіазми та товщини ЗН визначення показників, які б доповнювали об'єктивні офтальмологічні дані про атрофічні зміни зорового шляху, є актуальним.



**Рис. 1.** Анатомія хіазмально-селярної ділянки: А – сагітальний зріз; В – горизонтальний зріз. Представлена інтракраніальна частина зорових нервів [1]

Стаття містить рисунки, які відображаються в друкованій версії у відтинках сірого, в електронній – у кольорі.

**Мета:** проаналізувати ефективність застосування радіологічних методів для діагностики атрофії зорових нервів та хіазми при компресійній оптичній нейропатії, зумовленій новоутвореннями хіазмально-селлярної ділянки.

**Матеріали і методи**

**Учасники дослідження**

Проаналізовано результати діагностики та лікування 50 хворих (100 очей) із хіазмальним синдромом, зумовленим новоутвореннями ХСД (аденомою гіпофіза у 26 (52%) хворих, менингіоמו пагорбка турецького сідла у 24 (48%)), які перебували на лікуванні в Інституті нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України в 2021–2023 рр. (основна група). Жінок було 25 (50%), чоловіків – 25 (50%). Середній вік пацієнтів становив (50,50±10,21) року.

Дослідження проведено з дотриманням принципів біоетики, зокрема положень Гельсінської декларації про права людини та схвалене комітетом з питань етики Інституту нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України (протокол №5 від 13.12.2019 р.). Від усіх хворих отримана усвідомлена та добровільна письмова згода на участь у дослідженні та публікацію даних.

**Критерії включення**

Критеріями залучення в дослідження були: аденоми гіпофіза та менингіоми пагорбка турецького сідла без поширення в канал ЗН, наявність хіазмального синдрому, тривалість спостереження не менше ніж 12 міс. Критерії вилучення: продовжений ріст пухлини, супрадіафрагмальні краніофарингіоми та інші пухлини ХСД, представлені кістозним компонентом, хворі з ознаками внутрішньочерепної гіпертензії, попередня променева терапія або хірургія, супутні

офтальмологічні захворювання. Краніофарингіоми були вилучені з дослідження з огляду на те, що характер зорових розладів зумовлений не стільки АЗН, скільки вrostанням пухлини в тканину ЗН та/або хіазму. Ступінь відновлення зорової функції оцінити складно, оскільки необхідно враховувати можливу інтраопераційну деваскуляризацію зорового апарату, що значною мірою впливає на гостроту зору в післяопераційний період.

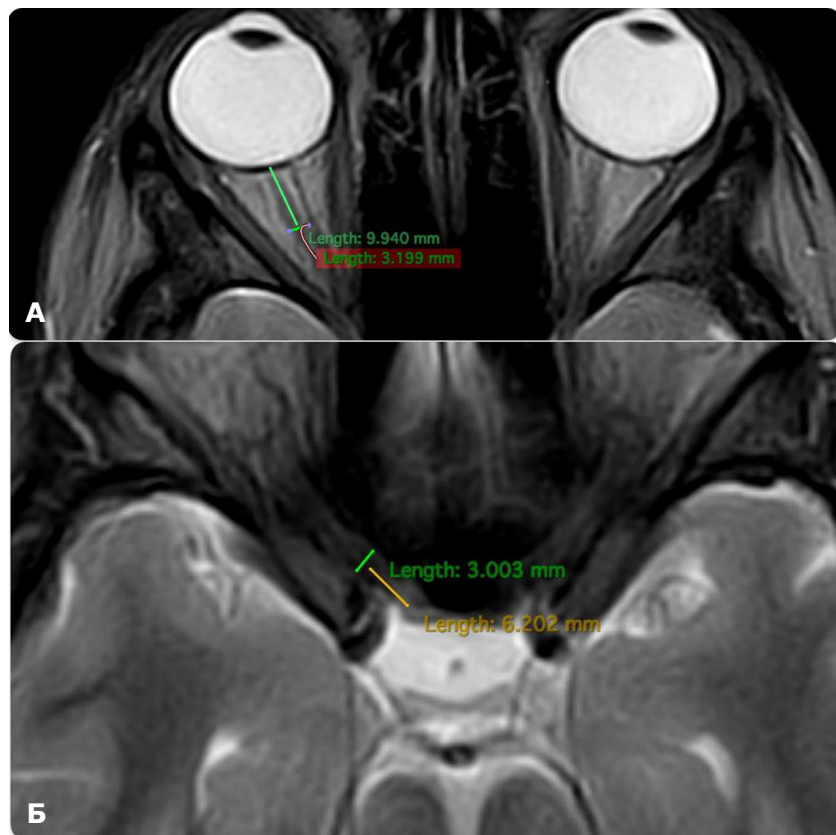
**Характеристики групи**

Залежно від офтальмологічного результату після видалення пухлини ХСД хворих розподілили на дві підгрупи: I – з відновленням зорових функцій (26 хворих, 52%, 52 ока); II – без відновлення зорових функцій (24 хворих, 48%, 48 очей). Контрольну групу утворено із 20 здорових дорослих осіб (40 очей) без супутньої офтальмологічної та нейрохірургічної патології.

**Дизайн дослідження**

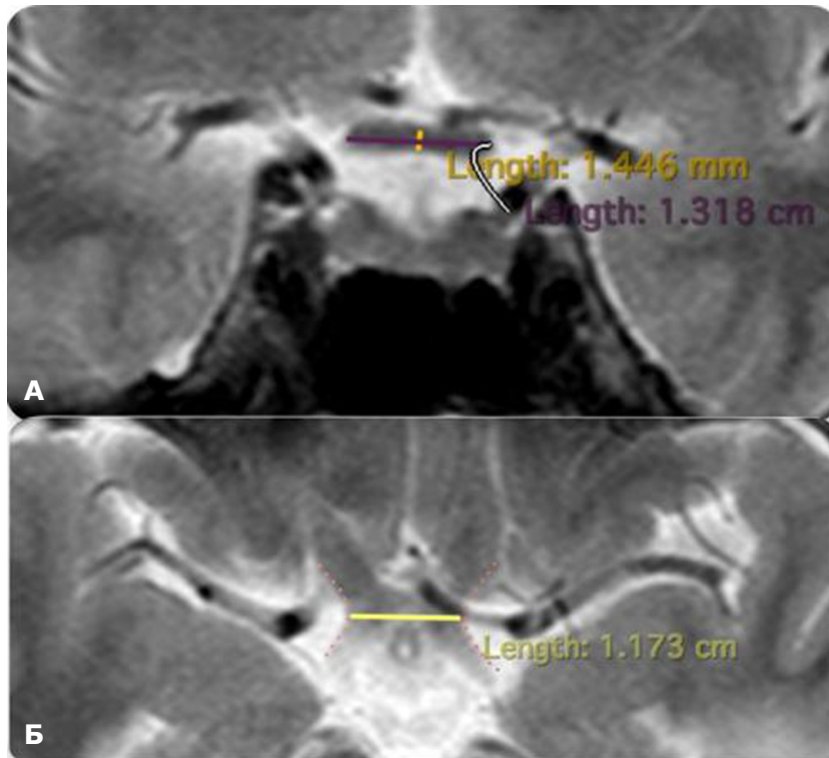
Хворим проведено клініко-неврологічне, офтальмологічне та отоневрологічне обстеження з використанням інструментальних і лабораторних методів дослідження.

Усім пацієнтам проведено МРТ головного мозку на високопольних томографах (1,5 та 3,0 Тл) у нативному режимі та з контрастним підсиленням у 3 проєкціях. Стандартні протоколи дослідження головного мозку передбачали зрізи у режимах T1WI та T2WI. Дослідження проведено не менше, ніж за 2 тиж до хірургічного втручання. Діаметр ЗН вимірювали в двох точках: інтраорбітальна частина (10 мм від заднього полюса очного яблука) та внутрішньочерепна частина (5-6 мм від хіазми) в аксіальній проєкції (**Рис. 2**), висоту хіазми – у фронтальній (коронарній) проєкції, ширину хіазми – в аксіальній проєкції (**Рис. 3**).



**Рис. 2.** Техніка вимірювання діаметра зорового нерва (МРТ головного мозку, аксіальна проєкція, T1WI зважені зображення): А – інтраорбітальна частина; Б – внутрішньочерепна частина





**Рис. 3.** Техніка вимірювання параметрів хіазми:  
А – висота (МРТ головного мозку, фронтальна проєкція Т1WІ-зважені зображення), позначено жовтою лінією;  
Б – ширина (МРТ головного мозку, аксіальна проєкція Т1WІ-зважені зображення), позначено жовтою лінією

Офтальмологічне обстеження передбачало проведення візометрії, біомікроскопії, периметрії (кінетичної та статичної), офтальмоскопії (прямої та зворотної). Перше обстеження виконували на 1-шу–2-гу добу після госпіталізації, друге – на 5-ту–7-му добу післяопераційного періоду (ранній післяопераційний період), наступні – через 1, 3 та 6 міс і 1 рік. Обстеження впродовж року проводили у випадку відтермінованого (пізнього) відновлення зорових функцій.

Гостроту зору досліджували з оптимальною корекцією. Вивчення поля зору проводили за допомогою аналізатора поля зору «Centerfield 2» (Німеччина) із використанням програм «Threshold test neuro - 30-2» та «Neuro screening». Ураховували локалізацію дефектів і показник сумарної втрати світлочутливості (MD).

Відновленням зорових функцій вважали поліпшення гостроти зору  $\geq 1,0$ , зникнення дефекту поля зору та MD  $< -2$  дБ на обох очах.

#### Статистичний аналіз

Отримані дані вносили в програму Excel і аналізували за допомогою комп'ютерної програми «Statistica 6.0». Результати дослідження наведено у вигляді середнього арифметичного значення та стандартного відхилення ( $M \pm SD$ ). Для визначення вірогідності розбіжностей ( $p$ ) показників незалежних груп застосовували  $t$ -критерій Стьюдента для пов'язаних сукупностей. Статистично значущо вважали різницю при  $p < 0,05$ . Для оцінки характеру частот розподілу ознаки використовували критерій  $\chi^2$  Пірсона або точний тест Фішера у разі малої кількості спостережень.

#### Результати та обговорення

Результати вимірювання морфометричних параметрів ЗН та хіазми наведено в **Табл. 1 та 2**.

Виявлено однорідний розподіл за віком в обох підгрупах ( $p > 0,05$ ). У пацієнтів досліджуваних підгруп зареєстровано зниження гостроти зору та дефекти поля зору у вигляді бітемпоральної гетеронімної геміанопсії (повної або часткової) (**Рис. 4 та 5**).

Установлено, що середні показники гостроти зору (підгрупа I –  $0,66 \pm 0,31$ , підгрупа II –  $0,55 \pm 0,32$ ) та середньої сумарної втрати світлочутливості до операції (підгрупа I –  $(13,81 \pm 0,82)$  дБ, підгрупа II –  $(15,32 \pm 0,71)$  дБ) статистично значущо не відрізнялись ( $p > 0,05$ ), але за тривалістю зорових порушень різниця була статистично значущою (підгрупа I –  $(5,35 \pm 4,38)$  міс, підгрупа II –  $(21,80 \pm 0,32)$  міс,  $p < 0,05$ ).

Діаметр зорового нерва в інтраорбітальній частині та висота хіазми статистично значущо не відрізнялись у підгрупах ( $p > 0,05$ ). Не виявлено статистично значущої різниці за морфометричними показниками між підгрупою I та контрольною групою ( $p > 0,05$ ). У підгрупі II середній діаметр внутрішньочерепної частини зорового нерва ( $(2,31 \pm 0,26)$  мм) та середня ширина хіазми ( $(11,39 \pm 0,31)$  мм) статистично значущо були меншими, ніж у контрольній групі ( $(2,97 \pm 0,20)$  і  $(13,69 \pm 0,57)$  мм відповідно,  $p < 0,05$ ). Діаметр інтраорбітальної частини ЗН та висоти хіазми в пацієнтів підгрупи II мали тенденцію до зменшення, однак різниця була статистично незначущою ( $p > 0,05$ ).

Діаметр ЗН у здорових осіб становив у середньому: інтраорбітальна частина –  $(3,08 \pm 0,25)$  мм, внутрішньочерепна –  $(2,97 \pm 0,20)$  мм, що узгоджується з даними, отриманими S.S. Mncube та M.D. Goodier (2019) [6], –  $2,52$  мм ( $1,53$ – $3,69$  мм) і  $4,27$  мм ( $2,46$ – $5,19$  мм) так, як і середня ширина хіазми ( $(13,69 \pm 0,57)$  мм) узгоджується з даними, отриманими S.S. Mncube та M.D. Goodier (2019), –  $13,63$  мм ( $11,13$ – $16,92$  мм), та незначно відрізняється від даних S.O. Polat та співавт. (2020) –  $(12,82 \pm 1,27)$  мм і V. Juenger та співавт. (2020) –  $(12,23 \pm 1,15)$  мм [9, 10].

За даними літератури [6, 9, 10], висота хіазми в здорових осіб варіює від 1,93 до 3,5 мм, що узгоджується з даними, отриманими в нашому дослідженні, – (2,01±0,35) мм. Відсутність статистично значущої різниці за висотою хіазми в досліджуваних групах вказує на низьку діагностичну цінність цього показника для діагностики АЗН, що зумовлено складністю вимірювання дрібних структур при хіазмальній компресії.

Діаметр внутрішньочерепної частини ЗН  $\leq 2,31$  мм та ширина хіазми  $\leq 11,39$  мм свідчать про незворотні атрофічні зміни та можуть бути використані для прогнозування офтальмологічного результату в пацієнтів із новоутвореннями ХСД. Отримані дані

узгоджуються з висновком, зробленим М. Prairie та співавт. (2024): діаметр внутрішньочерепної частини ЗН  $\leq 2,3$  мм є високочутливим та специфічним показником АЗН [7]. На думку J. Pargavano та співавт. (1993), ширина хіазми  $< 13,5$  мм є ознакою АЗН. Такі суперечливі висновки можуть бути зумовлені технічними труднощами при використанні МРТ низької роздільної здатності для вимірювання дрібних структур зорового шляху [11].

Отримані результати дають підставу стверджувати, що зменшення ширини хіазми та діаметра внутрішньочерепної частини зорового нерва відбувається раніше, ніж зменшення висоти хіазми та діаметра інтраорбітальної частини ЗН.

**Таблиця 1.** Клінічні та морфометричні характеристики досліджуваних груп

Клінічні дані	Підгрупа I, n=26	Підгрупа II, n=24	Значення t-критерію Стьюдента, p
Вік, роки	51,50±11,38	50,4±9,5	t=0,07 p>0,05
Гострота зору	0,66±0,31	0,55±0,32	t=0,25 p>0,05
MD, дБ	13,81±0,82	15,32±0,71	t=1,39 p>0,05
Тривалість захворювання, міс	5,35±4,38	21,80±0,32	t=3,75* p<0,05
Діаметр інтраорбітальної частини ЗН, мм	2,99±0,16	2,88±0,26	t=0,36 p>0,05
Діаметр внутрішньочерепної частини ЗН, мм	2,84±0,25	2,31±0,26	t=0,64 p>0,05
Висота хіазми, мм	2,13±0,35	1,97±0,24	t=0,38 p>0,05
Ширина хіазми, мм	12,86±0,32	11,39±0,31	t=3,3* p<0,05

Примітка. \* – Різниця показників статистично значуща.

**Таблиця 2.** Середні морфометричні параметри зорового нерва та хіазми, мм

Група	Діаметр інтраорбітальної частини ЗН	Діаметр внутрішньочерепної частини ЗН	Висота хіазми	Ширина хіазми
Контрольна група порівняння, n=20	3,08±0,25	2,97±0,20	2,01±0,35	13,69±0,57
Підгрупа I, n=26	2,99±0,16	2,84±0,25	2,13±0,35	12,86±0,32
Підгрупа II, n=24	2,88±0,26	2,31±0,26*	1,97±0,24	11,39±0,31*

Примітка. \* – Різниця показників статистично значуща.

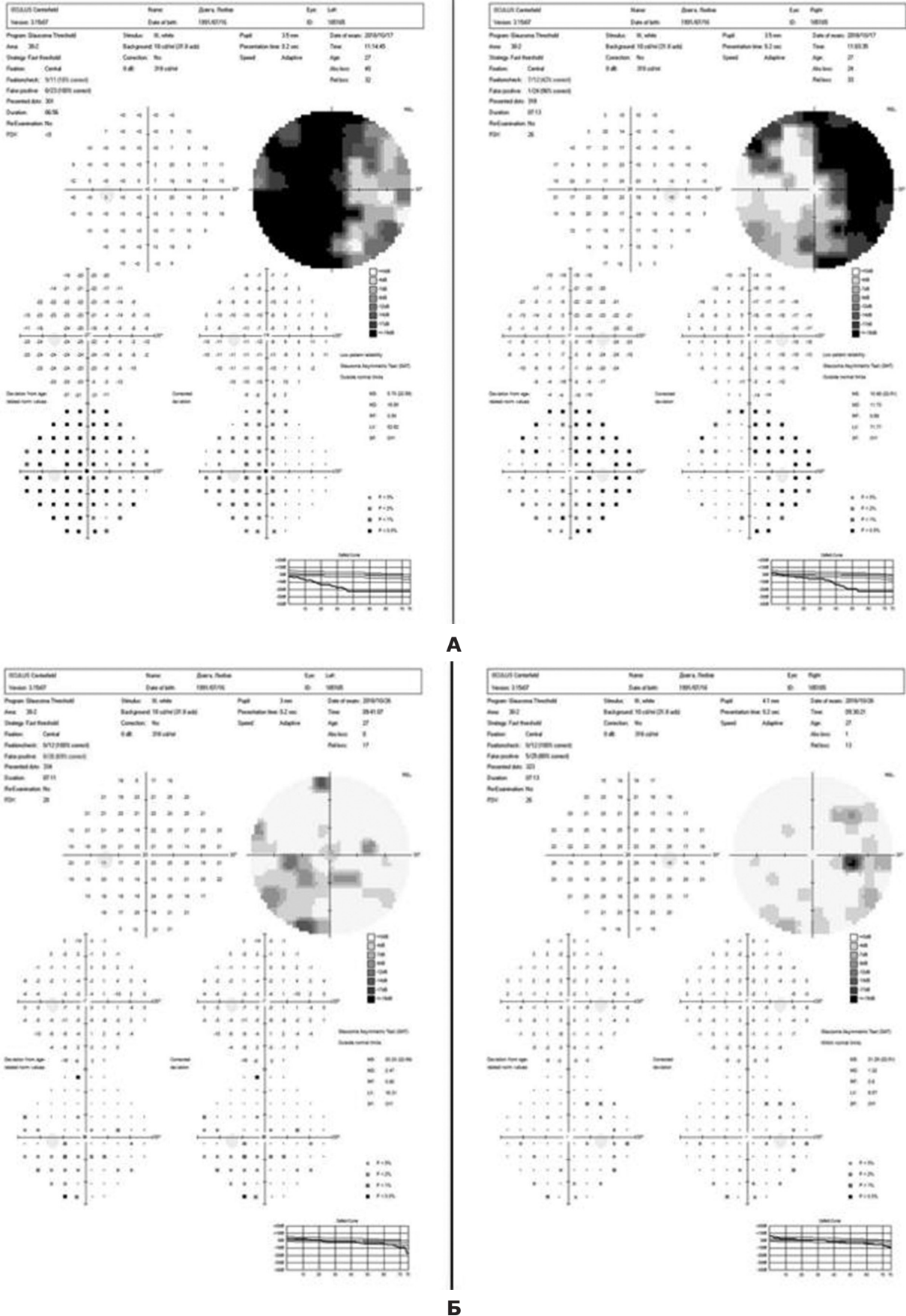


Рис. 4. Автоматична статична периметрія пацієнта підгрупи I: А – до операції; Б – після операції

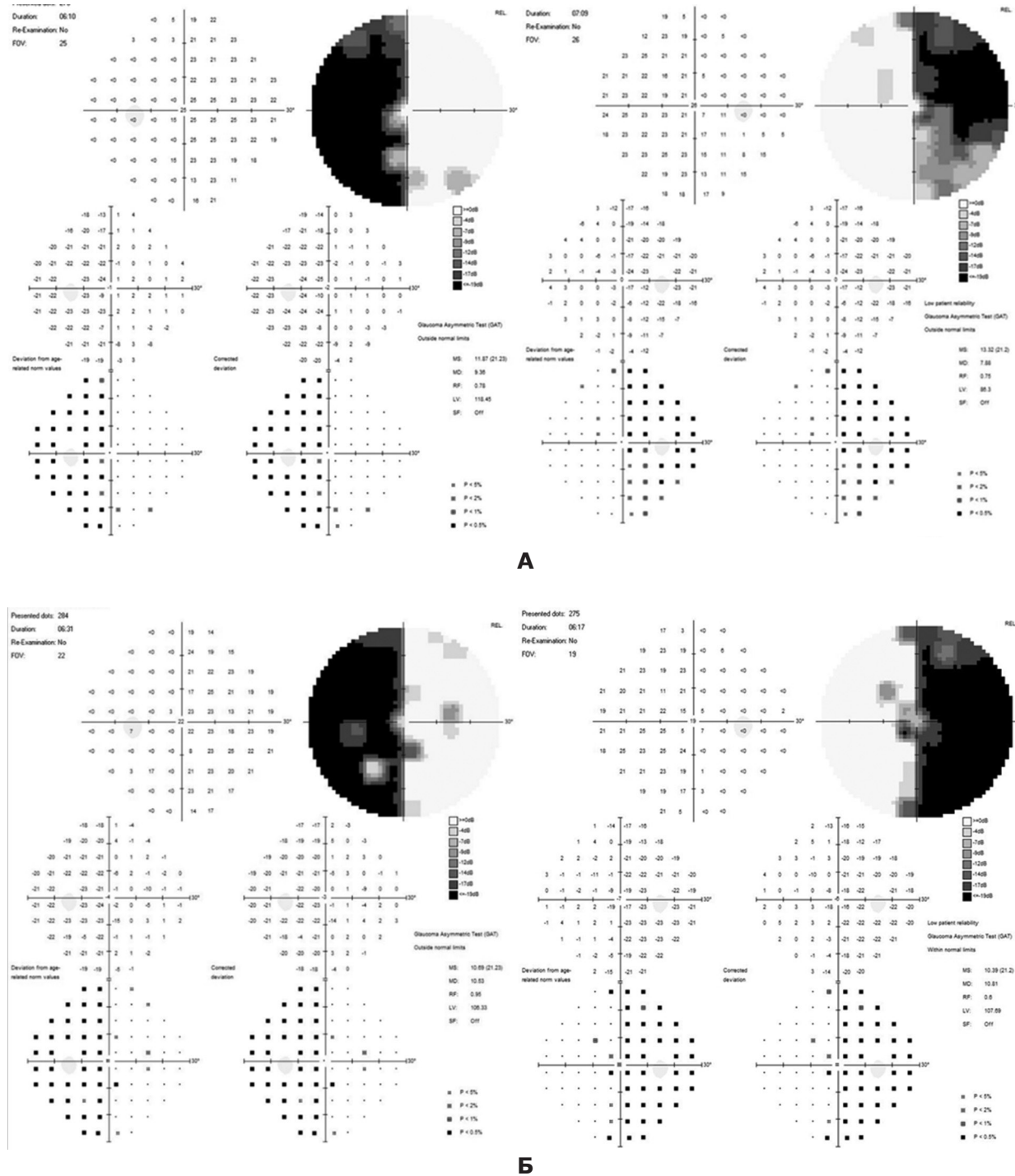


Рис. 5. Автоматична статична периметрія пацієнта підгрупи II: А – до операції; Б – після операції

**Висновки**

МРТ високої роздільної здатності дає змогу отримати інформативну візуалізацію структур зорового шляху та особливостей пухлин ХСД.

При компресійній оптичній нейропатії діаметр внутрішньочерепної частини ЗН  $\leq 2,31$  мм та ширина хіазми  $\leq 11,39$  мм вказують на атрофічні зміни, що може бути зручним допоміжним інструментом діагностики АЗН. Ці показники можна використовувати для прогнозування відновлення зору при хірургічному лікуванні певних пухлин хіазмально-селлярної ділянки.

**Розкриття інформації**

*Конфлікт інтересів*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

*Етичні норми*

Усі процедури, виконані пацієнтам під час дослідження, відповідають етичним стандартам інституційного та національного комітетів з етики й Гельсінській декларації 1964 року та її пізнішим поправкам або аналогічним етичним стандартам.

*Інформована згода*

Від кожного з пацієнтів отримано інформовану згоду.

#### Фінансування

Дослідження не мало спонсорської підтримки.

#### Список літератури

- Rhoton AL Jr. The sellar region. *Neurosurgery*. 2002 Oct;51(4 Suppl):S335-74. doi: 10.1097/00006123-200210001-00009
- Danesh-Meyer HV, Yoon JJ, Lawlor M, Savino PJ. Visual loss and recovery in chiasmal compression. *Prog Retin Eye Res*. 2019 Nov;73:100765. doi: 10.1016/j.preteyeres.2019.06.001
- Gupta M, Ireland AC, Bordoni B. Neuroanatomy, Visual Pathway. 2022 Dec 19. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-.
- Kiernan JA, Barr ML. Barr's the human nervous system: an anatomical viewpoint. Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
- Karim S, Clark RA, Poukens V, Demer JL. Demonstration of systematic variation in human intraorbital optic nerve size by quantitative magnetic resonance imaging and histology. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004 Apr;45(4):1047-51. doi: 10.1167/iovs.03-1246
- Mncube SS, Goodier MD. Normal measurements of the optic nerve, optic nerve sheath and optic chiasm in the adult population. *SA J Radiol*. 2019 Nov 5;23(1):1772. doi: 10.4102/sajr.v23i1.1772
- Prairie ML, Gencturk M, McClelland CM, Marka NA, Jiang Z, Folkertsma M, Lee MS. Establishing Optic Nerve Diameter Threshold Sensitive and Specific for Optic Atrophy Diagnosis. *Clin Neuroradiol*. 2024 Jun;34(2):373-378. doi: 10.1007/s00062-023-01369-w
- Zhao B, Torun N, Elsayed M, Cheng AD, Brook A, Chang YM, Bhadelia RA. Diagnostic Utility of Optic Nerve Measurements with MRI in Patients with Optic Nerve Atrophy. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2019 Mar;40(3):558-561. doi: 10.3174/ajnr.A5975
- Polat SÖ, Öksüzler FY, Öksüzler M, Uygur AG, Yücel AH. The determination of the pituitary gland, optic chiasm, and intercavernous distance measurements in healthy subjects according to age and gender. *Folia Morphol (Warsz)*. 2020;79(1):28-35. doi: 10.5603/FM.a2019.0058
- Juenger V, Cooper G, Chien C, Chikermane M, Oertel FC, Zimmermann H, Ruprecht K, Jarius S, Siebert N, Kuchling J, Papadopoulou A, Asseyer S, Bellmann-Strobl J, Paul F, Brandt AU, Scheel M. Optic chiasm measurements may be useful markers of anterior optic pathway degeneration in neuromyelitis optica spectrum disorders. *Eur Radiol*. 2020 Sep;30(9):5048-5058. doi: 10.1007/s00330-020-06859-w
- Parravano JG, Toledo A, Kucharczyk W. Dimensions of the optic nerves, chiasm, and tracts: MR quantitative comparison between patients with optic atrophy and normals. *J Comput Assist Tomogr*. 1993 Sep-Oct;17(5):688-90. doi: 10.1097/00004728-199309000-00003