

*Мар'єнко Н. І., Степаненко О. Ю.**Харківський національний медичний університет (м. Харків)*

### **Фрактальний аналіз як метод кількісного оцінювання вікових атрофічних змін великих півкуль головного мозку**

Більшість нейродегенеративних захворювань супроводжуються атрофічними змінами великих півкуль головного мозку. Переважно ці зміни включають згладжування поверхні великих півкуль головного мозку, зменшення та згладжування звивин та розширення і поглиблення борозн. Ці зміни можуть бути виявлені за допомогою діагностичних методів нейровізуалізації. Однак оцінювання морфологічних ознак атрофії великих півкуль головного мозку пов'язано із деякими складнощами та обмеженнями. По-перше, інтерпретація є переважно суб'єктивною, що зумовлює зменшення точності діагностики. По-друге, можуть виникати складнощі виявлення помірної або легкої атрофії. Якщо грубі зміни переважно не викликають сумнівів, то слабо виражені зміни можуть залишитися непоміченими (зокрема — через суб'єктивність оцінки). По-третє, важливим є диференціювання атрофічних змін, зумовлених захворюваннями, та змін, що виникають унаслідок вікових змін під час нормального старіння. Наявність вікових атрофічних змін у деяких випадках може зумовлювати гіпердіагностику патологічних атрофічних змін. З огляду на це, одним із найактуальніших завдань сучасної нейроморфології та клінічних нейронаук є розробка та вдосконалення методів об'єктивного кількісного оцінювання атрофічних змін головного мозку та диференціювання атрофії унаслідок нормального старіння та патологічних атрофічних змін.

Форма великих півкуль головного мозку людини є геометрично неправильною та має складну просторову конфігурацію, яку важко оцінити за допомогою традиційних морфометричних методів. Для кількісного характеризовання ступеня заповнення простору та просторової складності форми геометричних фігур використовують величину фрактальної розмірності (ФР), що визначають за допомогою фрактального аналізу.

**Мета дослідження:** визначити можливість виявлення атрофічних змін великих півкуль головного мозку за допомогою фрактального аналізу лінійного контуру піальної поверхні великих півкуль з використанням авторської модифікації згладжування контуру.

**Матеріали та методи дослідження.** Досліджено магнітно-резонансні (МР) томограми головного мозку 100 умовно здорових осіб (вік — 18—86 років, 56 жінок та 44 чоловіки). У кожній зі 100 МР томограм було відібрано 5 зображень великих півкуль головного мозку (4 — у корональній проекції та 1 — у аксіальній) такої локалізації: 1-й корональний зріз був розташований на рівні найбільш передніх точок скроневих часток, 2-й — на рівні сосочкових тіл, 3-й — на рівні чотиригорбкової пластинки, 4-й — на рівні валка мозолистого тіла, аксіальний томографічний зріз великих півкуль був розташований на рівні таламуса. Для фрактального аналізу використано авторську

модифікацію згладжування контуру (модифікацію способу Caliper) [Патент України № 148201 «Спосіб фрактального аналізу лінійних анатомічних структур»]. Отримані дані обробляли за допомогою загальноприйнятих статистичних методів.

Середнє значення ФР лінійного контуру піальної поверхні 1-го коронального зрізу великих півкуль становило  $1,398 \pm 0,006$ , мінімальне значення становило 1,243, максимальне — 1,550; значення ФР 2-го коронального зрізу:  $1,394 \pm 0,007$  ( $1,178 \div 1,496$ ); значення ФР 3-го коронального зрізу:  $1,410 \pm 0,005$  ( $1,246 \div 1,511$ ); значення ФР 4-го коронального зрізу:  $1,408 \pm 0,005$  ( $1,275 \div 1,524$ ); значення ФР аксіального зрізу:  $1,466 \pm 0,006$  ( $1,287 \div 1,613$ ); середнє значення ФР чотирьох корональних зрізів:  $1,402 \pm 0,005$  ( $1,266 \div 1,490$ ); середнє значення ФР усіх п'яти томографічних зрізів:  $1,415 \pm 0,004$  ( $1,278 \div 1,514$ ).

Більшість значень фрактальної розмірності (за винятком ФР аксіального зрізу) мали зворотні статистично значущі кореляційні зв'язки з віком. Значення коефіцієнтів кореляції Пірсона між значеннями ФР і віком були такими: 1-й корональний зріз:  $r = -0,566$ ,  $p < 0,001$ ; 2-й корональний зріз:  $r = -0,511$ ,  $p < 0,001$ ; 3-й корональний зріз:  $r = -0,634$ ,  $p < 0,001$ ; 4-й корональний зріз:  $r = -0,554$ ,  $p < 0,001$ ; аксіальний зріз:  $r = -0,182$ ,  $p > 0,05$ ; середнє значення ФР чотирьох корональних зрізів:  $r = -0,709$ ,  $p < 0,001$ ; середнє значення ФР п'яти томографічних зрізів:  $r = -0,669$ ,  $p < 0,001$ .

Виявлені зміни свідчать про те, що значення фрактальної розмірності, маючи сильний та середньої сили кореляційний зв'язок з віком, є інформативним та відповідним параметром для характеризовання вікових атрофічних змін великих півкуль головного мозку. Найбільш репрезентативними виявилися значення ФР корональних зрізів та їхнє середнє значення, на відміну від значень ФР аксіального зрізу. Зменшення значень ФР з віком свідчить про зменшення просторової складності конфігурації піальної поверхні головного мозку, що у цьому випадку є проявом нормального старіння. Фрактальна розмірність дає змогу кількісно визначити ступінь вираженості цих змін, що робить цей параметр об'єктивним критерієм. Отримані нами дані можуть стати основою для розрахунку довірчих інтервалів значень ФР для визначення діапазону нормальних значень із урахуванням віку (так званої «вікової норми»). Можна припустити, що патологічні атрофічні зміни головного мозку (наприклад, при хворобі Альцгеймера) будуть призводити до більш вираженого зменшення значень ФР, які будуть лежати поза межами довірчих інтервалів значень.

**Висновок.** Розроблену нами модифікацію фрактального аналізу за допомогою згладжування контуру та отримані дані можна використовувати для виявлення наявності та визначення ступеня атрофічних змін великих півкуль головного мозку з діагностичною метою.