

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЧАГОВ ДЕМИЕЛИНИЗАЦИИ В ДИАГНОСТИКЕ РАССЕЯННОГО СКЛЕРОЗА

Рушкевич И. В.

**Научные руководители: ассист. Андреева М. А.,
зав. лабораторией Карапетян Г. М.**

*Кафедра нервных и нейрохирургических болезней,
Лаборатория информационно-компьютерных технологий
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

Резюме. В данной статье представлены результаты сравнения полуавтоматического метода обработки МРТ-сканов по сравнению с методом ручного оконтуривания. Рассмотрен способ ускорения анализа полученных математических данных.

Ключевые слова: рассеянный склероз, 3D-модель, магнитно-резонансная томография, демиелинизация.

Resume. This article presents the results of a comparison of the semi-automatic method of processing MRI scans compared to the method of manual contouring. The method of accelerating the analysis of the obtained mathematical data is considered.

Актуальность. Рассеянный склероз – самое распространенное демиелинизирующее заболевание, поражающее людей молодого и трудоспособного возраста, в среднем от 25 до 40 лет. С 2018 года в Республике Беларусь препараты ПИТРС (Препараты, Изменяющие Течение Рассеянного Склероза) назначаются пациентам бесплатно. Для назначения данной терапии необходимо соблюдение показаний к лечению, в основе которых лежат нейровизуализационные данные (распространение очагов во времени и пространстве, накопление контраста, увеличение количества очагов). Это обуславливает необходимость разработки инструмента, позволяющего провести наиболее точный количественный анализ нейровизуализационных данных.

Цель: улучшение диагностики рассеянного склероза с помощью применения автоматического анализа 3D-модели очагов демиелинизации.

Задачи: 1. Сравнить результаты сегментации очагов демиелинизации, полученные с помощью методов ручного оконтуривания и полуавтоматического выделения очагов на аксиальных срезах у пациентов с рассеянным склерозом (РС).

2. Повысить скорость и удобство обработки результатов, полученных в ходе обработки МРТ-серий.

3. Упростить сравнение математических параметров очагов демиелинизации при динамическом наблюдении.

4. Определить время, затраченное на сегментацию очагов вышеназванными методами.

Материал и методы. Проведен анализ 16 МРТ-серий в формате DICOM пациентов с РС, полученных на аппарате с напряженностью магнитного поля 1,5Тл (Philips). Анализировались T2W, FLAIR последовательности, выполненные в аксиальной плоскости. Идентичные сканы обрабатывались с помощью программы BrainSnitch двумя различными способами: ручного оконтуривания и

полуавтоматического выделения с помощью инструмента SmartBrush. Метод 3D-реконструкции, заложенный в основу программы BrainSnitch, разрабатывается лабораторией информационных технологий БГМУ совместно с кафедрой нервных и нейрохирургических болезней. Метод ручного оконтуривания представляет собой интерактивное выделение контура сложной формы. Он осуществляется ручной расстановкой по краям объекта набора вершин. Таким образом, объект оказывается вписанным в многоугольник. При использовании метода полуавтоматической сегментации инструментом «умная кисть» (SmartBrush) пользователь выделяет патологический участок окружностью. Размер окружности исследователь задаёт по своему усмотрению. Удобство инструмента в том, что границы при таком закрасивании соблюдать не нужно – кисть сама их отыскивает, не выходя за пределы очага. После последовательно проведённой посрезовой сегментации с помощью любого из методов, программой осуществляется попарный анализ соседних срезов с построением объёмной модели очагов демиелинизации и определением комплексных математических параметров [1].

В ходе работы проводилось сравнение различных показателей у пациентов при использовании двух вышеназванных методов. Анализу подвергались следующие показатели: количество объёмных и плоскостных очагов, абсолютный и относительный объём очагов. Также были вычислены суммарные показатели абсолютного и относительного объёма.

Статистическую обработку результатов исследования выполняли с использованием пакета StatSoft Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. При сравнении математических характеристик очагов демиелинизации, полученных с помощью методов полуавтоматического выделения и ручного оконтуривания, статистически значимых различий выявлено не было (для всех анализируемых параметров $p > 0,05$), что говорит о хорошей воспроизводимости результатов.

В то же время при сравнении абсолютного и относительного объёмов очагов в 75% случаев была отмечена тенденция к увлечению при обработке полуавтоматическим методом. Средний прирост абсолютного и относительного объёма при полуавтоматическом исследовании по сравнению с методом ручного оконтуривания составил 25,6% и 25,7%, соответственно.

Относительный объём отражает отношение объёма каждого очага к объёму полости черепа, что помогает исключить ошибки при изменении масштаба при получении изображения и потому считается более объективным показателем. При более детальном изучении относительного объёма было выявлено, что в очагах демиелинизации с положительным темпом прироста наблюдалось его увеличение в среднем на 37,5% по отношению к показателю относительного объёма, полученного для аналогичного очага с помощью метода ручного оконтуривания. Эти результаты обусловлены более точным выделением границ очага при использовании инструмента SmartBrush по сравнению с обработкой границ очагов исследователем вручную.

При сравнении количества очагов демиелинизации, было выявлено, что при методе полуавтоматического выделения уменьшается количество плоскостных очагов (с 358 до 354) и возрастает количество объёмных очагов (с 148 до 152). Стоит отметить, что суммарное количество очагов было одинаковым.

Было выявлено, что обработка с помощью инструмента SmartBrush позволяет ускорить время обработки МРТ-скана в среднем более чем в 2,5 раза. Время, затрачиваемое на построение модели, зависит от количества очагов демиелинизации и толщины сканов, и составило для ручного оконтуривания 40[25;65] мин, в то время как для полуавтоматического выделения 15[8;40] мин., что позволит значительно ускорить анализ томограмм в клинической практике.

В ходе работы также была выявлена необходимость в улучшении способа учета очагов демиелинизации. В программе BrainSnitch очаги демиелинизации автоматически распределялись на две группы: объемные и плоскостные. К первой группе относились очаги, содержащие хотя бы один участок, имеющий одинаковые координаты по горизонтальной оси на двух следующих друг за другом срезах. Очаги, которые не имели подобных полей связности, рассматривались как плоскостные. В ходе обработки полученных данных было выявлено, что использование подобного разделения очагов демиелинизации не всегда является корректным. При изменении толщины срезов МРТ-сканов происходит изменение пропорции плоскостных и объемных очагов, что значительно усложняет анализ размера очагов в динамике.

Таким образом, увеличение толщины срезов приводит к уменьшению количества объемных очагов, что может быть ошибочно трактовано как положительная динамика процесса.

Необходимость учета математических показателей двух групп очагов значительно замедляло процесс анализа и усложняло оценку параметров очагов демиелинизации в динамике. В результате был разработан новый подход к обработке плоскостных очагов, позволяющий перенести эту группу в разряд объемных очагов. Данный метод был заложен в основу модифицированной версии программы BrainSnitch. Для вычисления объема плоскостного очага использовалась следующая формула:

$$V_{пл.} = S_{пл.} \times T$$

$V_{пл.}$ - объем плоскостного очага;

$S_{пл.}$ - площадь очага;

T - толщина среза;

При сравнении количества очагов на Рисунках 1 и 2 можно отметить хорошую воспроизводимость результатов обоих методов.

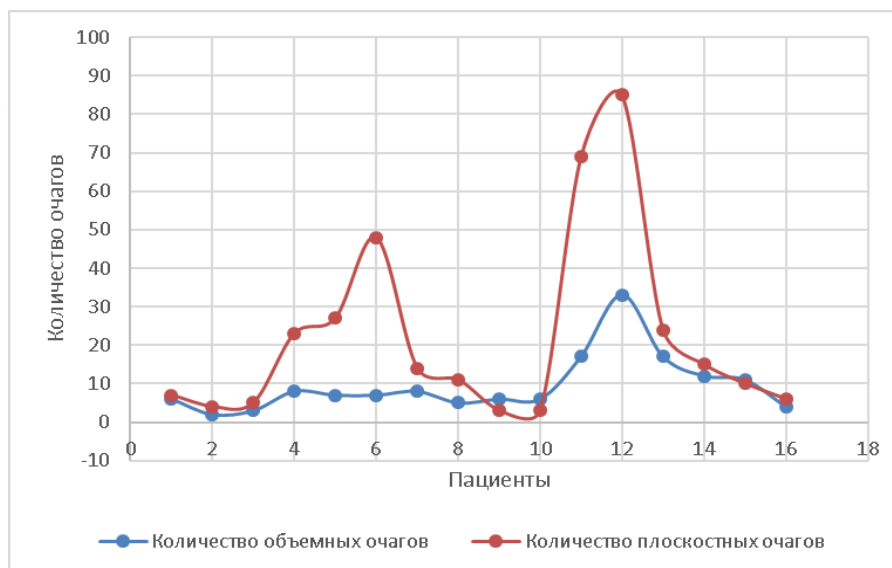


Рис. 1 – Количество очагов демиелинизации с разделением очагов на группы.

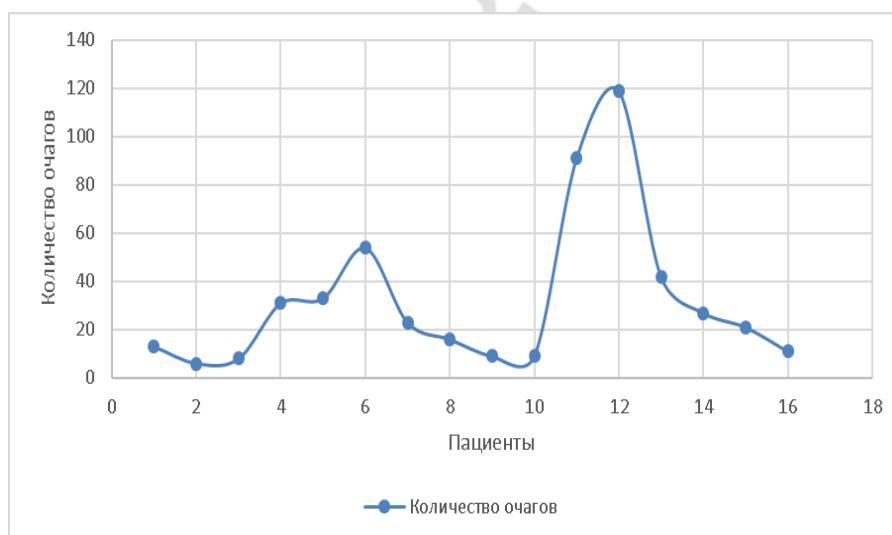


Рис.2 – Количество очагов демиелинизации без разделения очагов на группы.

Использование нового программного подхода анализа очагов демиелинизации позволило отказаться от менее точного анализа группы плоскостных очагов. Это позволило сократить время, затраченное на обработку данных за счет уменьшения количества анализируемых показателей без потери качества анализа.

Клинический пример использования модифицированного подхода к анализу МРТ пациента с рассеянным склерозом:

Пациенту М. с диагностированным рассеянным склерозом были проведены 2 магнитно-резонансных исследования с разницей в год. Для получения более полной и точной картины патологического процесса МРТ-сканы были обработаны программой BrainSnitch с использованием двух различных подходов: с разделением очагов на плоскостные и объемные (Таблица 1) и без разделения очагов на группы (Таблица 2). Данные приведены для МРТ-сканов, обработанных методом полуавтоматического выделения. Ниже представлены некоторые из полученных

математических параметров, помогающие корректной оценке динамики роста очагов демиелинизации.

Таблица 1. Математические параметры очагов демиелинизации с разделением очагов на группы

	Абсолютный объем очагов	Абсолютная площадь очагов	Относительная площадь очагов	Относительный объем очагов	Количество плоскостных очагов	Количество объемных очагов
Исследование №1	1367,1	1748,2	0,012	0,0002	23	8
Исследование №2	1998,7	2780,4	0,020	0,0003	27	7

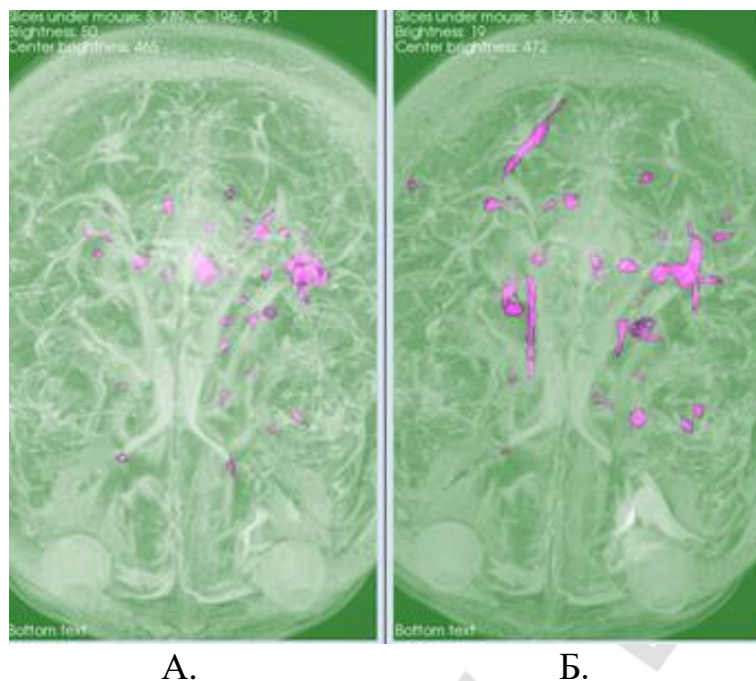
На основании полученных данных можно сделать вывод, что в промежуток между МРТ-исследованием №1 и исследованием №2 у пациента М. наблюдалось прогрессирование процесса, т.к. увеличилось количество плоскостных очагов, увеличились показатели абсолютного и относительного объема, абсолютной и относительной площади.

Таблица 2. Математические параметры очагов демиелинизации без разделения очагов на группы.

	Количество очагов	Абсолютный объем очагов	Относительный объем очагов	Площадь очагов
Исследование №1	31	3215,77	0,0004	3855,14
Исследование №2	33	4797,55	0,0006	5826,99

Аналогичные результаты получены при использовании более быстрого и точного модифицированного метода МРТ обработки (таблица №2), где представлены данные без разделения очагов на плоскостные и объемные.

Сравнение математических данных подтверждается при визуальной оценке 3D-моделей (Рис.3), что указывает на хорошую воспроизводимость результатов обоих методов обработки томограмм.



А.

Б.

Рис. 3 – 3D- модель аксиального среза пациента М. при исследовании №1(А.) и исследовании №2 (Б.).

Выводы: 1.Метод полуавтоматического выделения с помощью инструмента SmartBrush значительно сокращает время обработки МРТ-серии, при этом рассчитывая более точные данные в отношении объема, яркости и количества очагов.

2.При использовании метода полуавтоматического выделения с помощью инструмента SmartBrush определена тенденция к увеличению абсолютного и относительного объема очагов, увеличению количества объемных очагов.

3.Изменение тактики обработки плоскостных очагов демиелинизации в модифицированной версии программы способствует лучшему сопоставлению очагов в динамике и позволяет ускорить анализ математических параметров без потери качества анализа.

Литература

1. Эволюция нейровизуализационных критериев диагностики рассеянного склероза /Андреева М.А., Федулов А.С., Карапетян Г.М., Борисов А.В., Косик И.И.