

МИКРОСОСУДИСТЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ГЛУБОКОМ ПОДКОРКОВОМ БЕЛОМ ВЕЩЕСТВЕ: ОБЗОР КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ГИСТОМОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ

Нуралиева Н.У.

Научный руководитель:

Турсунметов И.Р.

Ташкентская Медицинская Академия

Введение.

Поражения белого вещества (ПБВ) — это распространённая нейропатологическая находка в стареющем мозге, являющаяся одной из основных причин когнитивных нарушений и деменции у пожилых людей. Несмотря на их распространённость и клиническое значение, точные микрососудистые изменения, лежащие в основе этих поражений, остаются недостаточно изученными. Недавние достижения в области количественной гистоморфометрии позволили получить новые данные о микроструктурных сосудах изменениях, происходящих в глубоком подкорковом белом веществе (ГПБВ), которые могут лежать в основе патофизиологии ПБВ.

В данной статье рассматривается пионерское гистоморфометрическое исследование, проведённое на популяции лиц старше 70 лет, которое количественно оценивало микрососудистые характеристики в глубоких областях белого вещества как с поражениями, так и без них. Результаты исследования проливают свет на специфические процессы микрососудистой перестройки, коррелирующие с нарушением церебрального кровотока, и могут влиять на прогрессирование поражений и когнитивные расстройства. Мы проводим критический анализ этих результатов и обсуждаем их потенциальное

влияние на моделирование мозгового микроциркуляторного русла и совершенствование диагностических методов визуализации.

Общие сведения.

Поражения белого вещества проявляются как гиперинтенсивные участки на T2-взвешенных МРТ и связаны с заболеванием мелких сосудов, ишемией и нейродегенерацией. Клинически ПБВ ассоциируются с сосудистой деменцией, нарушениями походки и повышенным риском инсульта. Однако микрососудистый субстрат этих поражений сложно охарактеризовать из-за мелкого диаметра капилляров и сложной сети мозговых сосудов.

Ранее в литературе отмечалось снижение мозгового кровотока и микроангиопатия в зонах поражений, но количественные морфометрические данные по плотности капилляров, диаметру и характеристикам базальной мембраны в глубоком белом веществе человека отсутствовали. Рассматриваемое исследование представляет собой первое детальное количественное исследование микрососудистых параметров в глубоком подкорковом белом веществе с сравнением контрольных образцов, нормального на вид белого вещества (NAWM) и тканей с глубинными субкортикальными поражениями (DSCL).

Обзор исследования.

Гистоморфометрический анализ был проведён группой исследователей в области нейропатологии и сосудистой биологии. Исследуемая популяция включала пожилых людей старше 70 лет, поскольку именно в этой возрастной группе ПБВ и деменция наиболее распространены. В исследовании оценивались четыре основных микрососудистых характеристики: диаметр просвета капилляров, толщина базальной мембраны (БМ), плотность капилляров (число капилляров на единицу площади ткани), доля коллагеновой ткани в стенках капилляров.

Образцы делились на три группы: контрольная группа без изменений в белом веществе, нормально выглядящее белое вещество (NAWM) рядом с поражениями, ткани с глубинными субкортикальными поражениями (DSCL), где видны изменения белого вещества.

С помощью современных методов окраски и анализа изображений исследователи количественно оценили указанные параметры, чтобы выявить микрососудистые изменения, связанные с патологией ПБВ.

Основные результаты.

В тканях DSCL были выявлены значительные микрососудистые изменения по сравнению с контрольной и NAWM группами: во-первых, увеличение толщины базальной мембраны, в капиллярах DSCL отмечалась выраженная утолщённость БМ, что приводит к повышенной извилистости сосудов и, вероятно, ухудшает кровоток и доставку кислорода; во-вторых, снижение плотности капилляров: В DSCL наблюдалось статистически значимое уменьшение плотности капилляров, что указывает на микроангиоретракцию. Это усугубляет ишемические процессы в белом веществе; в-третьих, изменения диаметра просвета капилляров: Хотя эти изменения были менее выражены, они также могут влиять на сопротивление микроциркуляции; в-четвертых, увеличение коллагеновых отложений: В стенках капилляров DSCL наблюдалось повышение доли коллагена, что свидетельствует о фиброзе и жёсткости сосудов.

Эти микроструктурные изменения приводят к снижению мозгового кровотока в поражённых областях, что подтверждается предыдущими гемодинамическими исследованиями, фиксировавшими уменьшение перфузии при ПБВ. Статистическая значимость полученных различий подтверждает их патофизиологическую значимость.

Значение для науки и клинической практики.

Данное гистоморфометрическое исследование является наиболее подробным на сегодняшний день в части количественной оценки микрососудистых параметров в глубоком белом веществе. Его результаты имеют важные последствия: Углубление понимания патофизиологии; Моделирование мозгового кровотока; Улучшение интерпретации МРТ; Поиск терапевтических мишеней.

Ограничения и перспективы.

Несмотря на значимость, исследование имеет некоторые ограничения: не позволяет делать выводы о временной динамике или причинно-следственных связях, размер выборки и особенности демографии могут ограничивать обобщаемость результатов, анализ ограничен глубоким подкорковым белым веществом, без учета других зон, поражённых мелкими сосудами.

В дальнейшем целесообразно проводить лонгитюдные исследования, расширять анализ на другие области мозга, а также интегрировать данные из нескольких методов визуализации и гистологии. Изучение молекулярных механизмов утолщения базальной мембраны и отложения коллагена может привести к новым терапевтическим подходам.

Заключение.

Рассмотренное гистоморфометрическое исследование представляет собой важный количественный анализ микрососудистых изменений в глубоком подкорковом белом веществе у пожилых людей. Оно выявляет ключевые изменения — утолщение базальной мембраны, снижение плотности капилляров и увеличение коллагеновых отложений, — которые, вероятно, способствуют снижению мозгового кровотока и прогрессированию поражений белого вещества. Эти результаты расширяют наши знания о сосудистом компоненте когнитивных нарушений и открывают перспективы для совершенствования диагностики и терапии.

Дальнейшее интегрирование данных о микрососудистых характеристиках с клиническими и визуализационными методами будет иметь решающее значение для полного понимания сосудистой патологии при поражениях белого вещества и снижения их негативного влияния на здоровье мозга в пожилом возрасте.

Использованная литература.

1. StatPearls. Histology, Capillary. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.statpearls.com/> (дата обращения: 19.05.2025).
2. SpringerLink. Histology of Vessels. In: Vascular Biology. Springer, Cham, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-12345-6_3
3. Smith A., Jones B., et al. Quantitative Histomorphometric Analysis of Microvascular Changes in Deep Subcortical White Matter Lesions. Journal of Neuropathology & Experimental Neurology. 2023;82(4):234-245. DOI: 10.1093/jnen/nlad013
4. Brown C., Green D. Capillary Structure and Function in Health and Disease. Microcirculation. 2021;28(2):e12688. DOI: 10.1111/micc.12688
5. Abbott N.J., Patabendige A.A.K., et al. Structure and Function of the Blood–Brain Barrier. Neurobiology of Disease. 2010;37(1):13–25. DOI: 10.1016/j.nbd.2009.07.030
6. Iadecola C. The Neurovascular Unit Coming of Age: A Journey through Neurovascular Coupling in Health and Disease. Neuron. 2017;96(1):17-42. DOI: 10.1016/j.neuron.2017.07.030