

Введение

Мозжечок является интеграционным центром ромбовидного мозга, регулирующим статокинетические, вестибулярные, а также многочисленные висцеральные функции организма. Доказана роль мозжечка в психоэмоциональной деятельности и осуществлении эпилептической активности мозга. Знание закономерностей и особенностей морфогенеза мозжечка в пре- и постнатальном развитии формируют условную норму для сравнения с ней патологических изменений, что будет способствовать пониманию механизмов развития заболеваний. Нарушение нормального функционирования органа может быть связано не только с патологией нейронов мозжечка, но и с нарушением их кровоснабжения. В настоящее время в соответствии с гипотезой Шеррингтона, принято считать, что грушевидные нейроны (клетки Пуркинье) мозжечка, окруженные глиальными клетками и капиллярами, составляют единую метаболическую систему [1]. Изучение сосудов микроциркуляторного русла мозжечка поможет проанализировать развитие патологических изменений при нарушениях мозгового кровообращения, разработать методы диагностики рисков развития сосудистой патологии и их профилактики [2].

Цель

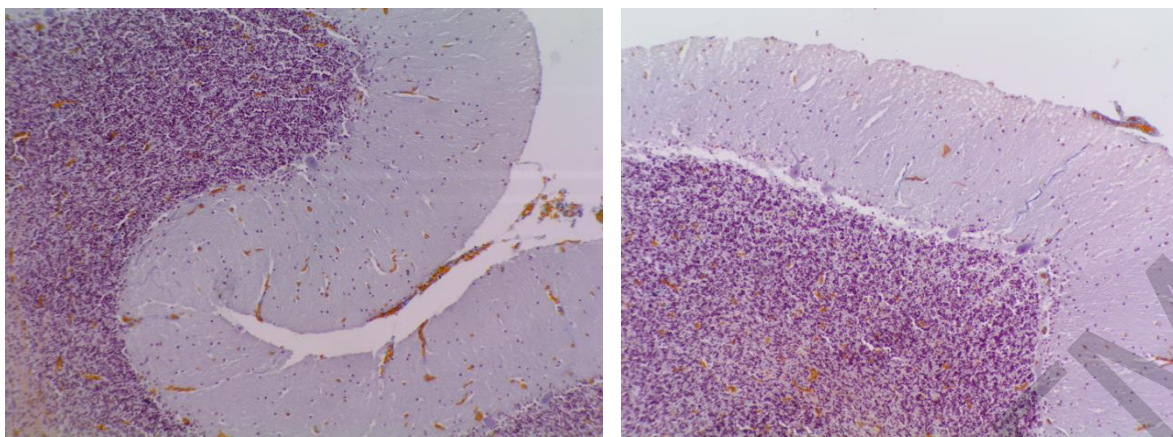
Определить морфометрические параметры сосудов микроциркуляторного русла коры мозжечка человека.

Материал и методы исследования

Объектом исследования являлся мозжечок 18 умерших человек, чья смерть не была связана с цереброваскулярной патологией. В первую группу включили людей молодого возраста (25–44 лет), во вторую — среднего возраста (45–60 лет), в третью пожилого (60–74 года). Материал фиксировали в нейтральном формалине и после проводки через хлороформ заливали в парафин. Срезы толщиной 5–6 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону. При увеличении 10x40 измеряли диаметр поперечных сечений сосудов микроциркуляторного русла, подсчитывали их количество в молекулярном, ганглионарном и зернистом слоях. Для получения статистически достоверных результатов производили микрофотосъемку в 10 полях зрения. Для анализа изображений использовалась компьютерная программа по цитофотометрии. Данные в тексте приведены в виде $Me (Q_1; Q_3)$, где Me — медиана, $Q_1; Q_3$ — верхний и нижний квартили. Нулевую гипотезу отклоняли при уровне статистической значимости $p < 0,05$ [3].

Результаты исследования и их обсуждение

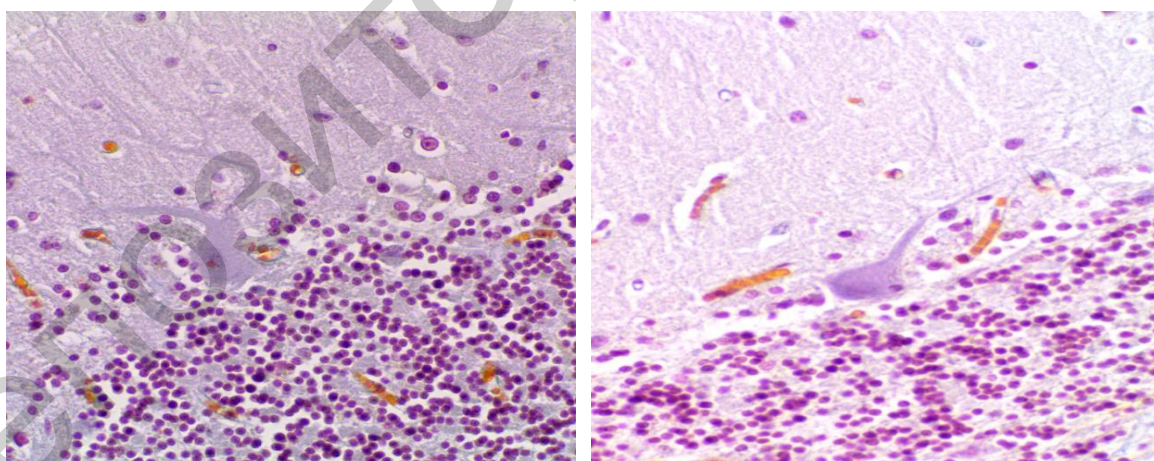
В коре мозжечка четко визуализируются три слоя: молекулярный, ганглионарный и зернистый (рисунок 1). Молекулярный слой содержит звездчатые, корзинчатые нейроны и многочисленные отростки клеток нижележащих слоев. В верхней части молекулярного слоя расположены звездчатые нейроны, а в нижней трети находятся корзинчатые нейроны. Между нейронами видны кровеносные сосуды, преимущественно капилляры. Стенка капилляров образована непрерывным пластом эндотелиальных клеток, лежащим на сплошной базальной мембране. За базальной мембраной изредка встречаются перicytes и адвентициальные клетки.



**Рисунок 1 — Кора мозжечка в молодом возрасте (А) и среднем возрасте (Б).
Окраска: гематоксилином и эозином, увеличение $\times 100$**

В молодом возрасте плотность расположения сосудов микроциркуляторного русла составляет 54,7 (39,1; 64,8) на 1 мм^2 . Средний диаметр капилляров равен 7,2 (5,4; 8,5) мкм, что коррелирует со средним размером эритроцитов. Выявлены капилляры малого диаметра 5,3 (4,2; 5,8) мкм, а также крупные 10,8 (8,7; 14,4) мкм. Большинство капилляров содержит в просвете форменные элементы крови.

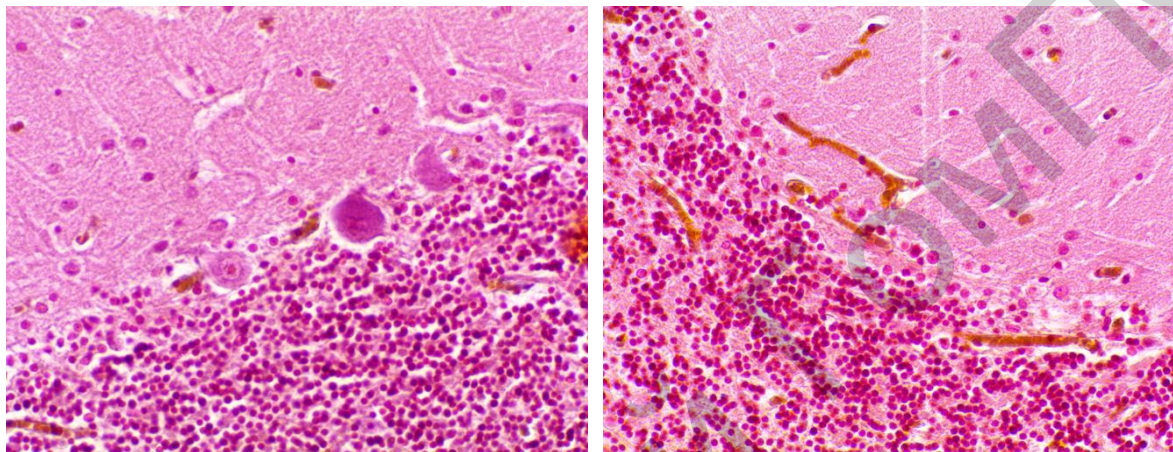
В ганглионарном слое расположены клетки Пуркинье — самые крупные нейроны коры мозжечка. Перикарион их имеет грушевидную форму, содержит крупное светлое ядро. Несколько ветвящихся дендритов уходят в молекулярный слой. Тела клеток Пуркинье окружены корзинками из многочисленных ветвлений аксонов нейронов молекулярного слоя. Около боковых поверхностей перикарионов грушевидных клеток наблюдаются кровеносные капилляры (рисунок 2). В редких случаях капилляры расположены выше и ниже тел клеток Пуркинье. Плотность распределения капилляров в первой группе составляет 45,2 (33,6; 58,8) на 1 мм^2 . Диаметр капилляров составляет 7,4 (5,7; 8,9) мкм. Редко встречаются крупные и мелкие капилляры.



**Рисунок 2 — Кора мозжечка в молодом возрасте (А) и среднем возрасте (Б).
Окраска: гематоксилином и эозином, увеличение $\times 400$**

По данным литературы, большинство клеток Пуркинье кровоснабжаются 1–2 капиллярами и менее 2 % имеют 3–4 сосуда [3]. В наших наблюдениях последние нейроны отсутствовали. В ганглионарном слое между клетками Пуркинье можно обнаружить тормозные интернейроны (клетки-канделябры), аксон которых в молекулярном слое делится на ветви, что придает клетке вид канделябра [4].

В зернистом слое содержатся мелкие клетки-зерна, имеющие округлое ядро, крупные клетки Гольджи, клетки Лунгаро треугольной и веретеновидной формы, а также униполярные кисточковые клетки. Клетки Гольджи тормозят клетки-зерна и индуцируют их синхронную активность. Клетки Лунгаро располагаются подганглионарным слоем и их дендриты образуют синапсы с клетками ганглионарного и молекулярного слоев. Униполярные нейроны — возбуждающие интернейроны [4]. Плотность распределения нейронов высокая (рисунок 3). Между нейронами определяются многочисленные капилляры. Средний диаметр сосудов 8,2 (5,8; 11,6) мкм. Чаще встречаются капилляры большего диаметра (> 10 мкм). Плотность распределения капилляров составляет 62,5 на 1 мм².



**Рисунок 3 — Кора мозжечка в молодом возрасте (А) и среднем возрасте (Б).
Окраска: гематоксилином и эозином, увеличение ×400**

У людей среднего возраста отмечается снижение количества сосудов в молекулярном слое на 12 %, средний диаметр капилляров достоверно не изменяется и составляет 7,3 (5,9; 9,2) мкм. В ганглионарном слое количество сосудов увеличилось на 7 %, средний диаметр капилляров 7,4 (5,9; 10,2) мкм. В зернистом слое наблюдается увеличение плотности распределения сосудов на 17 %, а также увеличение просветов капилляров — средний диаметр капилляров 8,8 (6,3; 11,5) мкм.

В пожилом возрасте выявлено снижение количества сосудов в молекулярном слое на 18 %, в зернистом — на 10 %. Средний диаметр капилляров в молекулярном слое 6,9 (5,5; 8,9) мкм. В ганглионарном слое средний диаметр капилляров достоверно не изменился 7,2 (5,6; 9,2) мкм, в зернистом слое — 8,9 (5,7; 9,9) мкм. Отмечается уменьшение толщины слоев и снижение плотности распределения нейронов. Плотность распределения капилляров увеличивается.

Выводы

Таким образом, с увеличением возраста в молекулярном слое отмечается снижение количества сосудов, кровоснабжающих нейроны, увеличение плотности распределения капилляров в ганглионарном и зернистом слоях мозжечка, а также увеличение диаметра капилляров в зернистом слое, что можно расценивать как компенсаторно-приспособительную реакцию на снижение количества нейронов и толщины слоев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степаненко, А. Ю. Микроциркуляторное русло в зернистом слое палеocerebellума человека (количественное исследование) / А.Ю. Степаненко // Клініч. анат. та оператив. хірург. — 2010. — Т. 9, № 2. — С. 48–50.
2. Степаненко, А. Ю. Закономерности индивидуальной изменчивости поверхностной сосудистой сети мозжечка / А. Ю. Степаненко // Эксперимент. и теорет. медицина. — 2017. — № 2 (75). — С. 44–48.
3. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. — М.: МедиаСфера, 2003. — 312 с.
4. Степаненко, А. Ю. Крупные интернейроны зернистого слоя коры мозжечка / А. Ю. Степаненко // Морфологія. — 2009. — № 4. — С. 5–13.