

СОСТОЯНИЕ МОЗЖЕЧКА В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ  
(КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ)

Жанузаков Д.З.\*

Кыргызско-Российский Славянский университет  
им. Б.Н. Ельцина, Бишкек, Киргизская Республика

DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.41.38.021

**Резюме.** Представлено и обсуждено строение, этапы развития, состояние в норме и патологии мозжечка, а также рассмотрены современные методы ее коррекции. При изучении литературных данных найдены сведения об основных этапах развития мозжечка в период филогенеза и его последовательные морфологические, физиологические и биохимические преобразования в процессе онтогенеза. Рассмотрено влияние на мозжечок патологических процессов как ишемия головного мозга (ИГМ) и черепно-мозговая травма (ЧМТ). По статистике осложненное течение инсульта встречается у 70% больных с массивным инфарктом мозжечка. Изучение ишемии головного мозга имеет большое значение, т.к. занимает высокие позиции заболеваемости и смертности среди населения во всем мире. Также с каждым годом увеличивается процент получения ЧМТ, с последующим развитием осложнений головного мозга, причиной, одним из которых также является изменение состояния мозжечка. Были исследованы литературные данные об морфологических и гистологических изменениях мозжечка, которые были экспериментально проведены на лабораторных крысах. Изучение состояние мозжечка является одним из главных критериев в области челюстно-лицевой хирургии, т.к. при патологии мозжечка в большинстве случаев есть высокий риск получения осложнений не только ЧМТ, но и лицевой. Однако данные материалы недостаточны для изучения мозжечка, что требуют проведения дальнейших исследований и экспериментов на животных, а именно на крысах.

**Ключевые слова:** мозжечок, развитие, изменение, патология, крыса.

**Актуальность.** Одним из наиболее любопытных и таинственных отделов мозга является мозжечок, функции которого уникальны и многогранны. По словам Дуденкова Н.А., Шубина О.С. [8] и Данилова А.В. [6] рассматривающийся рост патологии мозжечка и взаимосвязанные с этим инвалидизация и смертность определяют важность и необходимость дальнейшего углубления исследований этой части головного мозга [11].

Исследованию мозжечка посвящено много работ как отечественных, так и зарубежных ученых и исследователей. Несмотря на это, на данный момент остается множество вопросов, требующих незамедлительного ответа [2].

## 1. Мозжечок в норме и в условиях патологии

### 1.1. Филогенез мозжечка

Эволюция мозжечка в филогенезе прошла три основных этапа соответственно способам передвижения животного мира [18].

Еще в 1946 г. Гринштейн А. М. в «Пути и центры нервной систем» отметил, что мозжечок является важным элементом ЦНС всех позвоночных [5]. Как утверждает

## THE STATE OF THE CEREBELLUM IN NORMAL AND PATHOLOGICAL CONDITIONS (CLINICAL AND EXPERIMENTAL DATA)

Zhanuzakov D.Z.\*

B.N. Yeltsin Kyrgyz-Russian University, Bishkek, Kyrgyz Republic

**Abstract.** The structure, stages of development, the state of normal and pathological conditions of the cerebellum are presented and discussed, as well as modern methods of its correction. When studying the literature data, information was found about the main stages of the development of the cerebellum during the period of phylogeny and its successive morphological, physiological and biochemical transformations during ontogenesis. The influence on the cerebellum of pathological processes such as cerebral ischemia (IHI) and traumatic brain injury (TBI) is considered. According to statistics, a complicated course of stroke occurs in 70% of patients with massive cerebellar infarction. The study of cerebral ischemia is of great importance, since occupies a high position in morbidity and mortality among the population around the world. Also, every year the percentage of traumatic brain injuries is increasing, with the subsequent development of complications of the brain, the reason, one of which is also a change in the state of the cerebellum. The literature data on morphological and histological changes in the cerebellum were studied, which were experimentally carried out on laboratory rats. The study of the state of the cerebellum is one of the main criteria in the field of maxillofacial surgery, because with cerebellar pathology, in most cases there is a high risk of complications not only of traumatic brain injury, but also of the facial one. However, these materials are insufficient for studying the cerebellum, which requires further research and experiments on animals, namely, on rats.

**Keywords:** cerebellum, development, change, pathology, rat.

Орлянская Т.Я., эволюция позвоночных характеризуется перестройкой его отделов, отдельных слоев, возникновением коры, дифференцировкой клеточных структур, внутримозжечковых ядер [16].

Фаллер А. и Шюнке М. (2008) указали [20], что филогенетически самая древняя часть мозжечка — архидеребеллум, состоит из ядра шатра, узелка червя и билатерально расположенных клочков. Палеодеребеллум филогенетически моложе и состоит из оставшихся долек червя и двух ядер — пробковидного и шаровидного. Самая молодая и самая большая часть мозжечка — неодеребеллум, состоит из полушарий и зубчатого ядра [18].

Параллельно развитию коры мозжечка идет при этом развитие и ядер его.

- у низших млекопитающих имеется только два парных ядра: ядро кровли (*nucleus tecti*) и зубчатое ядро мозжечка (*ND cerebelli*).
- третье ядро — так называемое промежуточное ядро мозжечка (*nucleus intercalatus*).
- у высших же млекопитающих, в том числе и у человека, имеются уже четыре пары ядер — зубчатое ядро мозжечка (*ND cerebelli*), кровельное ядро (*nucleus tecti*), пробка (*embolus*) и шаровидное ядро (*NG*) [18].

\* e-mail: dastan\_kgz95@mail.ru

Matano S., и Hirasaki E. доказали, что прогрессивное развитие ядер есть только у людей [33]. Это связано не с прямохождением, а с универсальным и координированным движением пальцев, появившемся после прямохождения. Это мозжечковая реорганизация явилась надлежащим и нужным условием для эволюции человеческого языка [18].

### 1.2. Онтогенез мозжечка

Советский анатом Иванов. Г.Ф. писал, что мозжечок, или малый мозг cerebellum, развивается в эмбриональном периоде из дорзальной стенки заднего мозга [12].

Triulzi F., Parazzini C., Righini A. заявили [37], что вначале развиваются archicerebellum и paleocerebellum, тем временем как neocerebellum развивается медленно и в основном после рождения [18].

Многие зарубежные авторы, такие как Saksena S., Husain N., Malik G.K., Trivedi R., Sarma M., Rathore R.S., Pandey C.M., Gupta R.K. считают, что развитие мозжечка происходит неравномерно [34].

Объем мозжечка увеличивается примерно в семь раз с 20 по 31 неделю беременности. Scott J.A., Hamzelou K.S., Rajagopalan V., Habas P.A., Kim K., Barkovich A.J., Glenn O.A., Studholme C. подтвердили, что скорость роста мозжечка превышает скорость роста головного мозга [36].

Yew D.T., Luo C.B., Heizmann C.W., Chan W.Y. отметили, что иммуногистохимическое изучение белков кальретинина, кальбиндина и парвальбумина показывают, что ядра мозжечка развиваются поочередно: вначале ядра шатра, затем пробковидные, шаровидные и зубчатые ядра [18; 39]. Все ядра мозжечка обнаруживаются методом Ниссля, уже на 16 неделе беременности. На этапе развития наблюдаются три стадии:

- первая или недифференцированная стадия, на 16 неделе беременности;
- вторая стадия на 21–32 неделе беременности;
- третья стадия с монотонным увеличением ядерных объемов и с постепенным снижением плотности нейронов после 35 недели беременности по данным авторов Yamaguchi K., Goto N., Yamamoto T.Y. [38].

В коре мозжечка имеются два зародышевых слоя зерен: наружный и поверхностный, занимающий самую периферию коры мозжечка. Последний слой остается у новорожденного, приблизительно до 9 месяцев; первый, т.е. наружный, исчезает еще до рождения, служа материалом для образования клеток Пуркинье [18].

По морфологическим особенностям коры полушарий мозжечка на различных этапах постнатального онтогенеза можно перечислить следующие свойства:

- наиболее высокая скорость дифференцировки клеточных элементов (0–3 года), все клеточные элементы коры мозжечка различаются незрелостью;
- понижение скорости дифференцировки клеточных элементов (4–12 лет), в период второго детства (8–12 лет), выслеживается уменьшение размеров крупных и сверхкрупных нейронов;

- наибольшая вариабельность структуры клеточных элементов и усложнение всех типов нейронов (13–21 лет);
- относительная стабильность дифференцировки клеточных элементов (22–60 лет);
- инволютивные преобразования в структуре клеточных элементов (61 год и старше) по данным Ахмедова Р.Л. [1].

### 1.3. Структура мозжечка

Иванов Г.Ф. заметил, что мозжечок — самый большой отдел заднего мозга, целиком находящийся в задней черепной ямке. Сверху мозжечок прикрыт полулунной складкой твердой оболочки мозга — мозжечковым наметом [12].

Блинкова С.М. и Глезера И.И. [3] сообщили, что объем мозжечка равен в среднем 162 мм<sup>3</sup> [18]. Масса мозжечка взрослого человека колеблется от 136 до 169 г. Масса мозжечка у новорожденного составляет всего 5,0% веса головного мозга, а у взрослого — 11,0%. Вес мозжечка у новорожденных — 20 г.; к 18 годам он достигает 150 г. Наибольший поперечный размер его — 11 см. Продольный его размер (по середине червя) — около 3 см. Отчасти эти размеры зависят от формы мозгового черепа по данным Иванова Г.Ф. [12].

Мозжечок расположен роstralно от мозжечкового намета, каудально до большого затылочного отверстия и занимает большую часть задней черепной ямки. Книзу и вентрально он отделен полостью IV желудочка от продолговатого мозга и моста [14].

Используются различные подходы к делению мозжечка на его структуры. С функциональной и филогенетической точек зрения он может быть подразделен на три больших отдела:

- вестибулоцеребеллум;
  - спиноцеребеллум;
  - цереброцеребеллум [14].
1. Вестибулоцеребеллум (архиперебеллум) является наиболее древним отделом мозжечка, представлен у человека флоккулонодулярной долей и частью червя, связанными преимущественно с вестибулярной системой. Отдел соединен реципрокными связями с вестибулярным и ретикулярным ядрами ствола мозга, что является основой его участия в контроле равновесия тела, а также координации движений глаз и головы. Это реализуется через регуляцию и распределение вестибулярной частью мозжечка тонуса аксиальных мышц тела. Повреждение вестибулоцеребеллума может сопровождаться нарушением координации сокращения мышц, развитием атаксической (пьяной) походки, а также нистагма глаз [14].
  2. Спиноцеребеллум (палеоцеребеллум) представлен передней и небольшой частью задней доли мозжечка. Он связан спиноцеребелловыми путями со спинным мозгом, откуда получает соматотопически организованную информацию из спинного мозга. Используя

полученные сигналы, спинocerebellum принимает участие в регуляции мышечного тонуса и контроле движений преимущественно мышц конечностей и аксиальных мышц тела. Его повреждения сопровождаются нарушением координации движений, сходных с теми, которые развиваются после повреждения неocerebellum [14].

3. Неocerebellum (цереброберебеллум) представлен задней долей полушария мозжечка и является наибольшим отделом мозжечка человека. К нейронам этой части мозжечка поступают сигналы по аксонам нейронов, многих полей коры больших полушарий мозга. Поэтому неocerebellum называют также цереброберебеллум. Он модулирует сигналы, получаемые из моторной коры мозга, и участвует в планировании и регуляции движений конечностей. Каждая сторона неocerebellum модулирует сигналы, поступающие с моторных областей коры мозга противоположной стороны. Поскольку эта контралатеральная сторона коры контролирует движения ипсилатеральной конечности, то неocerebellum регулирует моторную активность мышц той же стороны тела [14].

#### 1.4. Мозжечок в условиях патологии (экспериментальные данные)

Важно отметить, что мозжечковые патологические нарушения имеют множество причинных факторов, которые включают врожденные и приобретенные пороки состояния, симптомы которых различаются в зависимости от причин. Одним из частых симптомов при патологических состояниях мозжечка является атаксия, а именно нарушение координации движений. Поэтому при постановке диагноза всегда необходимо основываться по клиническим данным, а в исследованиях — по экспериментальным опытам.

Современные знания по физиологии мозжечка основаны на данных, полученных методами частичного или полного его разрушения, раздражения и регистрации биопотенциалов этого органа. Биологические модели помогают исследовать механизмы мозжечковых дисфункций. Но по утверждению Manto M., Marmolino D. существует разница между животными и человеком, это не следует упускать из виду [32].

Неустойчивость конечностей, шаткая походка, наклонность к падению — наблюдаются одинаково и после удаления мозжечка у животных, и в случаях разрушения его болезненным процессом у человека по данным Вилигер Э. (1930) [4].

При половинных и вообще несимметричных разрушениях мозжечка, равно как и при одностороннем повреждении его ножек, расстройства бывают выражены еще резче, и особенно выступают в этих случаях так называемые «вынужденные движения», в виде падения на бок, вращения вокруг оси тела или «манежных» движений по кругу, а также сочетанное отклонение глаз в противоположную сторону [18].

У людей вынужденные движения встречаются гораздо реже, чем у животных; но наклонность падать в одну сторону и сочетанное отклонение глаз наблюдаются и у них очень часто [18].

Сочетанное скошение глаз в здоровую сторону с вертикальной дивергенцией (отклонение глаза на здоровой стороне кверху, на оперированной — книзу) наблюдалось впервые Гертвигом (1826) и Мажанди (1889) при повреждениях средней и нижней ножек мозжечка, поэтому и называется часто «Мажанди-Гертвиговским косоглазием» [18].

Расстройство координации при мозжечковых поражениях клинически было изучено Бабинским. Им отмечены, во-первых, несоразмерность (дисметрия, чаще в смысле гиперметрии) отдельных движений, во-вторых, асинергия, т.е. разрозненность движений, входящих в состав одного акта, нарушение их одновременности [18].

Автор известного экспериментального исследования Luciani, наблюдавший оперированных им животных в течение более долгого времени, определил мышечные расстройства, остающиеся после удаления мозжечка, тремя терминами: *asthenia* (слабость сокращений), *atonia* (слабость тонуса при покое) и *astasia* (неустойчивость, неспособность поддерживать силу сокращения на одной высоте) [4]. Это, по мнению Лючиани, является результатом неправильности функции отдельных мышц. Он указывает на то, что на оперированной стороне тонус мышц понижен, имеется атония. При активных движениях сила мышечного сокращения также заметно понижена. Наконец, Лючиани указывает на то, что каждое движение совершается не плавно, как в норме, а толчкообразно, с дрожанием. Таким образом, по Лючиани, мозжечок является регулятором акта сокращения каждой мышцы в отдельности, а не координаторным аппаратом [5].

Резкое расстройство походки, наклонность падать в одном направлении (особенно вперед или назад), ненормальное положение головы и затруднение речи более характерны для поражений червя, тогда как гемиатаксия (асинергия, дисметрия и пр. в конечностях одной стороны), гемиатония и отклонения «промахи» отдельных конечностей в определенном направлении указывают на заболевание одного из полушарий мозжечка по мнению Вилигера Э. [4]. Как говорил Гринштейн А.М., что промах — это обычный феномен при поражениях мозжечка у человека [5].

Гиперметрия — чрезмерный размах движения — также относится к числу характерных феноменов при поражении мозжечка. Наконец, у больных с поражением мозжечка при отсутствии нагрузки мышцы имеют пониженный тонус и в них наблюдается дрожание интенционного характера по утверждению Гринштейна А.М. [5].

Вынужденные положения, явления гипертонии и каталепсии, судороги тонического или клонического характера, могут быть относимы, с некоторой вероятностью, на счет центральных ядер, особенно зубчатого ядра и начинающейся от него верхней ножки (*tr. cerebello-rubro-spinalis*) [18].

По Вилигеру Э. [4] следует, что выраженные глазные расстройства могут зависеть от участия в поражении *foculi* (Жиро, Барани, Штифлер и др.), если они не обуславливаются сдавливанием заднего продольного пучка и т. п. [18].

При односторонних мозжечковых поражениях, кроме преобладания симптомов на одной (соименной) стороне тела, распознаванию помогают обыкновенно расстройства функций V, VI, VII и VIII нервов и другие признаки одностороннего повреждения Варолиева моста. Вилигер Э. полагает, что так бывает особенно при опухолях «мозжечково-мостового угла» [4].

### 1.5. Мозжечок при ЧМТ

Проблемы лечения ЧМТ и его осложнений разной степени является очень актуальной в медицине, т.к. имеет большое социальное значение. Изучение этой задачи очень важна для многих исследователей, потому что в большинстве случаев ЧМТ затрагивает в значительной степени не только различные отделы головного мозга и особенно костей лицевого скелета, но и чаще всего данная травма сопровождается повреждением других отделов организма: позвоночника, опорно-двигательного аппарата, спинного мозга, органов брюшной и грудной полостей.

Патологические изменения, возникающие при ЧМТ и поиск эффективных средств их лечения требует предварительного экспериментального исследования и оценки результатов проведенного эксперимента [9].

Диагностика и лечение травм челюстно-лицевой области и головного мозга продолжает оставаться актуальной проблемой экстренной медицины [22].

Морфологические изменения паренхимы мозга вследствие механического воздействия на его ткань во многом определяют характер и выраженность последствий ЧМТ [9]. Несмотря на определенные успехи в этой области, Макаров А.Ю. полагает, что актуальность данной проблемы не снижается, поскольку сведений о влиянии ЧМТ на строение коры мозга (мозжечка) в посттравматическом периоде в доступной печати недостаточны [15; 10].

1. Проведенные исследования структурно-функционального состояния нейронов слоев коры полушарий мозжечка головного мозга половозрелых белых крыс при ЧМТ по сравнению с контролем выявили следующие существенные статистически значимые изменения:

- уменьшение толщины молекулярного слоя на 21% и зернистого слоя на 62%, увеличение слоя клеток грушевидных нейроцитов на 15%;
- уменьшение площади перикарионовкорзинчатых нейронов на 21%, звездчатых нейронов на 23%, и клеток Пуркинью на 44,2%. Площадь клеток-зерен статистически значимых изменений не претерпела;
- уменьшение объема перикарионовкорзинчатых нейронов на 115,2%, клеток Пуркинью на 50%, у звездчатых нейронов увеличение 99,9%;

- увеличение площади ядер корзинчатых нейронов на 21%, клеток Пуркинью на 25%, уменьшение у звездчатых нейронов на 16%;

- уменьшение объема ядер корзинчатых нейронов на 50%, клеток Пуркинью на 31,4%, увеличение у звездчатых нейронов на 50,3% [10].

2. В условиях экспериментальной ЧМТ развиваются значительные морфологические и морфометрические изменения нейронов коры мозжечка головного мозга белых крыс, что может быть основой отклонения поведенческих реакций животных [10].

### 1.6. Мозжечок при ИГМ

Необходимо учитывать, что во всем мире в последние годы наблюдается увеличение роста и распространения сосудистых заболеваний головного мозга, которые приводят к непосредственному снижению и изменению качества жизни человека, осложнение данных заболеваний которых могут привести к инвалидности больных.

Нельзя не согласиться с Трофимовой Т.Н. [19] и Grotta J.C., Alexandrov A.V. [29], что острые нарушения мозгового кровообращения остаются важнейшей медико-социальной проблемой во всем мире, занимая лидирующие позиции по заболеваемости и смертности [17].

Мозжечковые инфаркты — относительно редкая патология, составляющая 1,5–2,3% среди ОНМК. При аутопсиях процент немного больше — от 1,5 до 4,2%. Кровоизлияния в мозжечок составляют 4,8–10% от всех внутримозговых кровоизлияний [17].

Возраст больных с инсультом мозжечка в среднем около 60 лет (от 17 до 80 лет). При этом ишемическим инсультом мужчины болеют в 2–2,5 раза чаще женщин, а распространенность кровоизлияний одинакова среди мужчин и женщин [17].

## 2. Современные методы коррекции нарушений функций мозжечка

Мозжечковая стимуляция — современный метод коррекции различных нарушений в речевом, интеллектуальном и психическом развитии [24].

Существует множество средств мозжечковой стимуляции (прибор «Пустурограф», интерактивная платформа WiiFit, специальные упражнения и т.д.) [24].

Комплекс мозжечковой стимуляции имеет широкий спектр применения. Однако стоит избирательно применять его при различных формах эпилепсии и повышенной судорожной активности головного мозга. В таких случаях необходима консультация эпилептолога, невролога [24; 25].

### 2.1. Глибенкламид

Это препарат второй генерации производных сульфонилмочевины, «золотой стандарт» в терапии сахарного диабета 2-го типа (СД2). Препарат применяется с 1969 г. как эффективное средство для коррекции гипергликемии при СД2 во многих странах мира, является эталоном для

оценки эффективности при поиске новых противодиабетических средств в экспериментальных исследованиях и клинической практике [23].

Огромное значение глибенкламида (микронизированной формы, Манинил) для мировой диабетологии было оценено на ежегодном конкурсе лекарственных средств, который проводится Институтом им. Г.Г. Крейцфельда (г. Киль, Германия), присуждением фармацевтической премии Крейцфельда (H.G. Creutzfeldt Drug Prize) в июле 2010 г. Экспертный комитет представил следующие критерии при номинации: эффективность, подтвержденная клинической практикой в течение длительного времени; экономическая выгода, хорошо комбинируется с другими препаратами; снижение риска поздних осложнений; возможность применения у пожилых пациентов и больных с множественной коморбидностью; наличие глибенкламида в перечне основных лекарственных средств ВОЗ 16-го пересмотра (март 2010) по данным Чепляевой Н.И. в статье «Глибенкламид: доказанные факты, перспективы, дискуссии» [23].

## 2.2. Прогестерон

Baulieu E., Schumacher M. [27] и King T.L., Brucker M.C. [30] утверждают, что прогестерон принадлежит к группе стероидных гормонов (группа C21-стероидов), являясь ключевым промежуточным веществом метаболизма, направленного на выработку других эндогенных стероидов, в том числе половых гормонов и кортикостероидов из эфиров холестерина, а также важным нейростероидом, участвующим в реализации функций головного мозга [13]. Согласно существующей терминологии, определение «прогестерон», как правило, используется только для обозначения естественного гормона, произведенного в желтом теле яичника после овуляции, плаценте во время беременности, надпочечниках, а также ЦНС и периферической нервной системе. Термин «прогестаген» (иной вариант — «гестаген») применяется по отношению к природным или синтетическим стероидам, которые, как и прогестерон, обладают гестагенной активностью и участвуют в том числе в подготовке матки к беременности. Термин «прогестин» применяется для обозначения искусственно синтезированных (экзогенные) аналогов гестагенов, а также обоих C19-производных тестостерона (производные 19-нортестостерона) и производных прогестерона (производные 17β-гидроксипрогестерона и 19-норпрогестерона) [13].

Экспериментальные данные позволили установить, что источником прогестерона в организме являются не только гонады и надпочечники, но и так называемые «органы» стероидогенеза в головном мозге, способные к биосинтезу стероидов *in situ*. Эта деятельность приписывается нейронам и клеткам нейроглии, таким как олигодендро- и астроциты лимбических структур (гиппокамп, миндалевидный комплекс), гипоталамуса, коры мозга, а также клеткам Пуркиньи мозжечка по мнению Zwain I., Yen S. и Finocchi C., Ferrari M. [13; 40; 35].

Широко обсуждается важная роль прогестерона в регуляции пластических процессов в головном и спинном мозге. На основании многочисленных научных данных Koenig H.L., Schumacher M., Ferzaz B., Thi A.N., Ressousches A., Guennoun R., Jung-Testas I., Robel P., Akwa Y., Baulieu E.E. [31] и Finocchi C., Ferrari M. [28] показано, что он обладает способностью регулировать развитие, пластичность, возбудимость нейронов, не модулируя транскрипцию генов; а также работу митохондрий, синтез, выделение и транспорт нейротрансмиттеров, действуя через рецепторы, расположенные на плазматической мембране нейронов, в том числе имеющие сродство к медиаторам ЦНС [13].

## 2.3. Компенсаторные возможности мозжечка

Мозжечок, как единое целое, является координаторным центром высшего порядка. При этом, его отдельные участки играют преобладающую роль в регуляции движений различных моторных аппаратов, связывая эти аппараты функционально со всей остальной мускулатурой, так как каждый двигательный акт, особенно локомоторный, протекает при участии если не всей, то во всяком случае значительной части мускулатуры тела. Вследствие этого каждый участок коры мозжечка анатомически связан не только с непосредственно регулируемым им сегментом тела, но и со всеми остальными сегментами, отсюда вытекает возможность и широкой функциональной компенсации при ограниченных очагах поражения мозжечка [18].

Эта возможность, по мнению Гринштейна А.М. [5] — особенно велика при поражениях полушарий мозжечка, так как она происходит за счет деятельности не только оставшихся частей полушарий мозжечка, но и за счет деятельности больших полушарий мозга, тесно связанных с полушариями мозжечка [18].

Bauer D.J., Peterson T.C., Swain R.A. [26] утверждают, что при двустороннем поражении зубчатых ядер наблюдаются изменения в префронтальной коре [18].

При очагах поражения в черве, компенсация может происходить только за счет сохранившихся элементов червячка и стволовых структур, поэтому она выражена всегда гораздо слабее [18].

Так, по словам Гринштейн А.М. [5] вследствие структурных и функциональных различий, которые существуют между червячком и полушариями, при поражении одного из этих образований роль второго в компенсаторных феноменах, по-видимому, незначительна [18].

Таким образом изучение состояния мозжечка в норме и условиях патологии при действии многих факторов является основным компонентом для исследования осложнений черепно-мозговой и лицевой травм в условиях высокогорья. Несмотря на то, что многие достижения деятелей науки и докторов в современной медицине, в настоящее время у большинства ученых есть достаточно множество задач по изучению структур головного мозга и особенно мозжечка. Анализ и разбор этой проблемы

разрешил многие вопросы существующих на данный момент в профилактической медицине. С помощью экспериментов в нашей работе можно определить изменения в организме не только в условиях низменности, но и в горных местностях. Это может привести к развитию перспективы профилактики в снижениях количества случаев осложнений черепно-мозговой и лицевой травм, что непосредственно повлечет за собой к увеличению качества жизни человека.

**Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов (The author declare no conflict of interest).**

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Ахмедов Р.Л. Возрастные, индивидуальные изменения морфологических и морфометрических параметров коры мозжечка у человека: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук; 2007. [Ahmedov RL. Vozrastnye, individual'nye izmeneniya morfologicheskikh i morfometricheskikh parametrov kory mozzhechka u cheloveka. [Avtoferat dissertatsii] 2007. (In Russ).]
- Баландин А.А. Анатомическая характеристика мозжечка и структурная организация его коры в периоде от юношеского до старческого возраста // Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat. — 2018. [Balandin AA. Anatomicheskaya harakteristika mozzhechka i strukturnaya organizatsiya ego kory v periode ot yunosheskogo do starcheskogo vozrasta // Nauchnaya elektronnyaya biblioteka dissertatsij i avtoferatov disserCat. — 2018. (In Russ).]
- Блинков С. М., Глезер И. И. Мозг человека в цифрах и таблицах. Ленинград: Медицина, 1964. — 433 с. [Blinkov SM, Glezer II. Mozg cheloveka v cifrah i tablicah. Leningrad: Medicina, 1964. 433 p. (In Russ).]
- Виллигер Э. Головной и спинной мозг; пер с нем. 1930. — С. 90–96. [Viliger E. Golovnoj i spinnoj mozg; per s nem. 1930. P. 90–96. (In Russ).]
- Гринштейн А. М. Пути и центры нервной системы. М.: Медгиз. — 1946. — С. 93–108. [Grinshtejn AM. Puti i centry nervnoj sistemy. M.: Medgiz. 1946. P. 93–108. (In Russ).]
- Данилов А.В. Структурно-функциональные особенности мозжечка крыс при действии алкоголя и физической нагрузки: Дис. ... канд. биол. наук. — Уфа; 2009. [Danilov AV. Strukturno-funkcional'nye osobennosti mozzhechka krysv pri dejstvii alkogolya i fizicheskoj nagruzki. [Dissertatsion] Ufa; 2009. (In Russ).]
- Дедов И.И., Шестакова М.В. Сахарный диабет. Диагностика, лечение, профилактика. — М. — 2011; 801 с. [Dedov II, Shestakova MV. Saharnyj diabet. Diagnostika, lechenie, profilaktika. M. 2011. 801 p. (In Russ).]
- Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Цитологическая оценка репродуктивной способности семенников самцов белых крыс после воздействия ацетата свинца. / V Mezhduнародная научно-практическая конференция «Современная биология: актуальные вопросы»; февраль 13-14, 2015; Санкт-Петербург. [Dudenkova NA, Shubina OS. Citologicheskaya ocenka reproduktivnoj sposobnosti semennikov samcov belyh krysv posle vozdejstviya acetata svinca. / V Mezhduнародnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennaya biologiya: aktual'nye voprosy»; fevral' 13-14, 2015; Sankt-Peterburg. (In Russ).]
- Егорова М.В., Шубина О.С. Морфологическая характеристика коры мозжечка белых крыс при экспериментальной травме // Здоровье и образование в XXI веке. — 2016. — №6. — С. 99–102. [Egorova MV, Shubina OS. Morfologicheskaya harakteristika kory mozzhechka belyh krysv pri eksperimental'noj travme. Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. 2016; 6: 99–102. (In Russ).] Доступно по: <https://rucont.ru/efd/513124>.
- Егорова М.В., Шубина О.С. Морфометрическое состояние нейронов коры полушарий мозжечка белых крыс при черепно-мозговой травме // Здоровье и образование в XXI веке. — 2016. — №9. — С. 95–102. [Egorova MV, Shubina OS. Morfometricheskoe sostoyanie neironov kory polusharij mozzhechka belyh krysv pri cherepno-mozgovoj travme. Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. 2016; 9: 95–102. (In Russ).] Доступно по: <https://lib.rucont.ru/efd/561703>.
- Егорова М.В., Шубина О.С. Нейроглиальное соотношение в слое клеток грушевидных нейроцитов коры мозжечка после интоксикации свинцом и черепно-мозговой травмы // Ульяновский медико-биологический журнал. 2017. — №4. — С. 125–132. [Egorova MV, Shubina OS. Neiroglial'noe sootnoshenie v sloe kletok grushevidnyh nejrocitov kory mozzhechka posle intoksikatsii svincom i cherepno-mozgovoj travmy. Ul'yanovskij mediko-biologicheskij zhurnal. 2017; 4: 125–132. (In Russ).]
- Иванов Г.Ф. Основы нормальной анатомии человека в 2 томах. — М.: Медгиз, 1949. [Ivanov GF. Osnovy normal'noj anatomii cheloveka v 2 tomah. M.: Medgiz. 1949. (In Russ).]
- Иванова Г.П., Горобец Л.Н., Литвинов А.В., Буланов В.С., Василенко Л.М. Роль прогестерона и его метаболитов в регуляции функций головного мозга // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018; 118(5): 129–137. [Ivanova GP, Gorobec LN, Litvinov AV, Bulanov VS, Vasilenko LM. Rol' progesterona i ego metabolitov v regulyatsii funktsij golovnogo mozga. Zhurnal nevrologii i psichiatrii im. S.S. Korsakova. 2018; 118(5): 129–137. (In Russ).]
- Кубарко А.И., Семенович А.А., Переверзев В.А. Нормальная физиология. Часть 1. Минск: Высшая школа, 2013. 412 с. [Kubarko AI, Semenovich AA, Pereverzev VA. Normal'naya fiziologiya. CHast' 1. Minsk: Vyshejschaya shkola. 2013. 412 p. (In Russ).]
- Макаров А.Ю. Последствия ЧМТ и их классификация // Неврологический журнал. 2001. Т. 6. №2. С. 38–42. [Makarov AYU. Posledstviya CHMT i ih klassifikatsiya. Nevrologicheskij zhurnal. 2001; 6(2): 38–42. (In Russ).]
- Орлянская Т.Я. Пластичность нейронных популяций коры и подкорковых образований мозжечка в филогенезе позвоночных: Морфо-цитохимическое исследование: Автореф. дис. ... доктора биол. наук; 2004. [Orlyanskaya TYa. Plastichnost' nejronnyh populyatsij kory i podkorkovykh obrazovanij mozzhechka v filogeneze pozvonochnykh: Morfo-citohimicheskoe issledovanie. [Avtoferat dissertatsii] 2004. (In Russ).]
- Переверзев И.В. Особенности метаболизма головного мозга при инсульте мозжечка // Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat. 2011. [Pereverzev IV. Osobennosti metabolizma golovnogo mozga pri insult'e mozzhechka. Nauchnaya elektronnyaya biblioteka dissertatsij i avtoferatov disserCat. 2011. (In Russ).]
- Свешников А. В. Современные данные о строении и функции мозжечка (Обзор) // Математическая морфология. 2015. — Т. 14. — Вып. 4. [Sveshnikov AV. Sovremennye dannye o stroenii i funktsii mozzhechka (Obzor). Matematicheskaya morfologiya. 2015; 14(4). (In Russ).]
- Трофимова Т.Н. Лучевая анатомия человека. — СПб.: СПбМАПО, 2005. 496 с. [Trofimova TN. Luchevaya anatomiya cheloveka. SPb.: SPbMAPO, 2005. 496 p. (In Russ).]
- Фаллер А., Шюнке М. Анатомия и физиология человека; пер. с англ. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. — С. 430–432. [Faller A, Shyunke M. Anatomiya i fiziologiya cheloveka; per. s angl. M.: Binom. Laboratoriya znaniy. 2008. — P. 430–432. (In Russ).]
- Хашченко Е.П., Уварова Е.В. Механизмы влияния прогестерона и его производных на центральную нервную систему // Репродукт. здоровье детей и подростков. — 2014. — №5. С. 68–71. [Hashchenko EP, Uvarova EV. Mekhanizmy vliyaniya progesterona i ego proizvodnykh na central'nuyu nervnyuyu sistemu. Reproduct. zdorov'e detej i подростков. 2014; 5: 68–71. (In Russ).]
- Христофорандо Д.Ю. Анализ распространенности, диагностики и лечения сочетанной черепно-лицевой травмы // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2011. — №3. — С. 36–37. [Hristoforando DYU. Analiz rasprostranennosti, diagnostiki i lecheniya sochetannoj cherepno-licevoj travmy. Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza. 2011; 3:36–37. (In Russ).]
- Челляева Н.И. Глибенкламид: доказанные факты, перспективы, дискуссии // Проблемы эндокринологии (архив до 2020 г.). — 2013. — №59(3). — С. 57–62. [Chelleyeva NI. Glibenklamid: dokazannye fakty, perspektivy, diskussii. Problemy endokrinologii (arhiv do 2020 g.). 2013; 59(3): 57–62. (In Russ).]
- Коррекционный центр «Логопед-Практик». Мозжечковая стимуляция. [Korrekcionnyj centr «Logoped-Praktik». Mozzhechkovaya stimulyatsiya. (In Russ).] Доступно по: <https://logoped-praktik.ru/teoriya-i-praktika/mozzhechkovaya-stimulyatsiya>.
- Опыт реализации программы мозжечковой стимуляции с применением балансирующего комплекса Learning Breakthrough Kit (Balametrics) // Ассоциация детских нейропсихологов г. Москвы. Раздаточный материал к тренингу-семинару. [Opyt realizatsii programmy mozzhechkovoj stimulyatsii s primeneniem balansirovochnogo kompleksa Learning Breakthrough Kit (Balametrics) // Assotsiatsiya detskikh

- nejropsihologov g. Moskvy. Razdatochnyj material k treningu-seminaru. (In Russ).]
26. Bauer DJ, Peterson TC, Swain RA. Cerebellar dentate nuclei lesions alter prefrontal cortex dendritic spine morphology. *Brain Res.* 2014; 1544: 15–24. doi: 10.1016/j.brainres.2013.11.032.
  27. Baulieu E, Schumacher M. Progesterone as a neuroactive neurosteroid, with special reference to the effect of progesterone on myelination. *Steroids.* 2000; 65(10–11): 605–612. doi: 10.1016/s0039-128x(00)00173-2.
  28. Finocchi C, Ferrari M. Female reproductive steroids and neuronal excitability. *Neurol Sci.* 2011; 32(1): 31–35. doi: 10.1007/s10072-011-0532-5.
  29. Grotta JC, Alexandrov AV. tPA-associated reperfusion after acute stroke. *Stroke.* 1998; 29: 429–432.
  30. King TL, Brucker MC. *Pharmacology for Women's Health.* Jones & Bartlett Publishers. 2010: 372–373.
  31. Koenig HL, Schumacher M, Ferzaz B, Thi AN, Ressousches A, Guennoun R, Jung-Testas I, Robel P, Akwa Y, Baulieu EE. Progesterone synthesis and myelin formation by Schwann cells. *Science.* 1995; 268: 1500–1503. doi: 10.1126/science.7770777.
  32. Manto M, Marmolino D. Animal models of human cerebellar ataxias: a cornerstone for the therapies of the twenty-first century. *Cerebellum.* 2009; 8(3): 137–54. doi: 10.1007/s12311-009-0127-3.
  33. Matano S, Hirasaki E. Volumetric comparisons in the cerebellar complex of anthropoids, with special reference to locomotor types. *Am J Phys Anthropol.* 1997; 103(2): 173–83.
  34. Saksena S, Husain N, Malik GK, Trivedi R, Sarma M, Rathore RS, Pandey CM, Gupta RK. Comparative evaluation of the cerebral and cerebellar white matter development in pediatric age group using quantitative diffusion tensor imaging. *Cerebellum.* 2008; 7(3): 392–400. doi: 10.1007/s12311-008-0041-0.
  35. Schumacher M, Weill-Engerer S, Liere P, Robert F, Franklin RJ, Garcia-Segura LM, Lambert JJ, Mayo W, Melcangi RC, Pauduc A, Suter U, Carelli C, Baulieu EE, Akwa Y. Steroid hormones and neurosteroids in normal and pathological aging of the nervous system. *Prog Neurobiol.* 2003; 71: 3–29. doi: 10.1016/j.pneurobio.2003.09.004.
  36. Scott JA, Hamzelou KS, Rajagopalan V, Habas PA, Kim K, Barkovich AJ, Glenn OA, Studholme C. 3D morphometric analysis of human fetal cerebellar development. *Cerebellum.* 2012; 11(3): 761–70. doi: 10.1007/s12311-011-0338-2.
  37. Triulzi F, Parazzini C, Righini A. Magnetic resonance imaging of fetal cerebellar development. *Cerebellum.* 2006; 5(3): 199–205.
  38. Yamaguchi K, Goto N, Yamamoto TY. Development of human cerebellar nuclei. Morphometric study. *Acta Anat (Basel).* 1989; 136(1): 61–8.
  39. Yew DT, Luo CB, Heizmann CW, Chan WY. Differential expression of calretinin, calbindin D28K and parvalbumin in the developing human cerebellum. *Brain Res Dev Brain Res.* 1997; 103(1): 37–45.
  40. Zwain I, Yen S. Neurosteroidogenesis in astrocytes, oligodendrocytes, and neurons of cerebral cortex of rat brain. *Endocrinology.* 1999; 140: 3843–3852. doi:10.1210/en.140.8.3843.