

ЛИТЕРАТУРА

1. Физико-химическое исследование «запахового портрета» человека / Т.М. Дмитриева, П.Ю. Хапаева, Е.С. Бродский, Э.П. Зинкевич // Вестник РУДН. – 2001. – № 5. – С. 94–102.
2. Хапаева П.Ю. Влияние андростенона на обонятельное восприятие и физиологические процессы у человека / П.Ю. Хапаева, Т.М. Дмитриева, Э.П. Зинкевич // Вестник РУДН. – 1999. – № 3. – С. 136–144.
3. Дмитриева Т.М. Релизерное и праймерное действие андростенона на человека / Т.М. Дмитриева // Вестник РУДН. – 2002. – № 6. – С. 134–137.

риева, П.Ю. Хапаева, Э.П. Зинкевич // Стресс и поведение: Материалы IV международной конференции по биологической психиатрии, 25–26 октября 2001 г. – М., 2001. – С. 17.

4. Хапаева П.Ю. Роль феромонов в поддержании репродуктивного здоровья / П.Ю. Хапаева, Э.П. Зинкевич // Здоровье в XXI веке – 2002: Сб. трудов Межд. научно-практ. конф., сентябрь 2002 г. – Тула, 2002. – С. 116–117.

5. Дмитриева Т.М. Роль обонятельных сигналов в экологии человека / Т.М. Дмитриева. – Вестник РУДН. – 2002. – № 6. – С. 134–137.

УДК 576.32/.34+577.591.181

Ключевые слова: нейроны, раздражимость, гиперполяризация**С.Э. Мурик****О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА****Иркутский государственный университет (Иркутск)**

Термин функциональное состояние (ФС) широко используется в физиологии при изучении различных уровней организма человека и животных, однако в него при этом может вкладываться совершенно разный смысл. В нейрофизиологии, говоря о ФС нейронов, подразумевают такие явления как возбуждение, торможение и покой [2, 3, 4, 8].

Функциональное же состояние в буквальном смысле этих слов означает состояние функции или состояние выполнения функции. Отвечая на вопрос о ФС, необходимо описать, в каком состоянии находится выполнение той или иной функции: в хорошем или плохом, т.е. дать качественную характеристику функции.

Понятие ФС как качественной характеристики деятельности в отличие от нейронального уровня уже давно используется в исследованиях на уровне целостного организма. При таком подходе интегральным показателем ФС организма выступает эффективность поведения [5, 7, 9]. Очевидно, что эффективность поведения зависит от ФС составляющих организм элементов более низкого уровня. Однако, если на уровне систем органов понятие ФС как качественной характеристики их деятельности иногда еще используется, то на клеточном уровне этого практически не встречается. Говоря о ФС нейрона, обычно говорят о его возбуждении или торможении, не рассматривая при этом состояние функций нейрона с качественной точки зрения. Отсутствие же единого методологического подхода в решении проблемы ФС на разных уровнях организма мешает эффективному продвижению в изучении механизмов поведения.

Для нейрона основной функцией, которую он выполняет, является генерация потенциала

действия (нервного импульса). Мерой эффективности выполнения этой функции будет лабильность (или функциональная подвижность), т.е. количество импульсов, которое клетка может генерировать в единицу времени [2]. Анализ литературных данных показывает, что эффективность деятельности нейрона (функциональная способность) меняется при изменении уровня ПП. Деполяризация сопровождается снижением, а гиперполяризация – повышением лабильности возбудимого образования, соответственно этому меняется и ФС нейрона: при гиперполяризации улучшается, при деполяризации ухудшается.

О том, что устойчивая деполяризация МП является неблагоприятным не только с функциональной, но и с метаболической точек зрения, свидетельствует большое количество экспериментальных данных:

Во-первых, давно известно [11], что появление устойчивой деполяризации нейрональной мембранны может произойти только в том случае, если механизмы, восстанавливающие ионный гомеостаз после генерации импульсов, не справляются со своей задачей. Чаще всего это происходит при возникновении энергетического голода клетки. Иначе говоря, развитие деполяризации нейрона в процессе деятельности отражает появление дефицита макроэнергических соединений.

Во-вторых, показано, что устойчивая деполяризация запускает целый каскад патогенетических процессов, приводящих в конечном итоге клетки к гибели. Так, сначала открываются потенциалзависимые Ca^{2+} -каналы, вход Ca^{2+} в клетку стимулирует выделение возбуждающих аминокислот (глутамата, аспартата и др), а также активирование потенциалнезависимых Ca^{2+} , Na^{+} ,

K^+ и Cl^- каналов. Накопление внутриклеточного кальция провоцирует каскады биохимических реакций образования свободных радикалов и перекисного окисления липидов. Глутамат-зависимое повышение внутриклеточного Ca^{++} понижает МП митохондрий [6]. Как следствие происходит набухание митохондрий, повреждение внешней мембраны и выход из межмембранныго пространства митохондрий в цитозоль белка, вызывающего апоптоз.

Анализ литературных данных [1, 10, 12] также показывает, что активации нейронов в связи с переработкой информации из внешней и внутренней среды организма, как правило, предшествует гиперполяризационное отклонение МП, а генерация ПД выглядит как постгиперполяризационная отдача. Следовательно, гиперполяризация может рассматриваться, как рабочее (или благоприятное) ФС нервных клеток.

Таким образом, совокупность биохимических и электрофизиологических данных указывает на то, что устойчивая деполяризация МП клеток отражает развитие в них неблагоприятного функционального и метаболического состояния и поэтому должна быть нежелательна как для отдельных клеток, так и организма в целом. Развитие неблагоприятного ФС типа устойчивой деполяризации может являться нейрофизиологической основой мотивированных состояний, и субъективного переживания в виде негативных эмоций. Тогда устранение в организме данного

состояния, т.е. реполяризация и гиперполяризация нейронов посредством гуморальных или поведенческих реакций, будет наградой и механизмом положительных эмоций.

На рис. 1 показана схема изменения ФС нервной клетки при действии раздражителей, учитывающая сдвиги качества жизнедеятельности нейрона.

Периоды 1 и 2 соответствуют хорошему метаболическому, а соответственно и ФС клетки. Как видно на рисунке, клетка, находясь в таком состоянии, может генерировать импульсы (ПД), однако МП между импульсами при этом не опускается ниже ПП. Периоды 3, 4 и 5 соответствуют развитию неблагоприятного функционального состояния нейрона. Уровень МП при этом опускается ниже ПП. На ранней стадии (3) нервная клетка еще генерирует ПД, однако постепенно наступает депрессия импульсной активности, свидетельствующая об углублении неблагоприятного метаболического и функционального состояния. Периоды 3, 4 и 5 можно также рассматривать как разные степени утомления. В 3-й стадии клетка еще способна отвечать импульсным возбуждением, однако по мере утомления оно становится все реже, пока не наступит полное молчание. На этом этапе начинает развиваться парабиотическое торможение. Если вовремя не устранить действие раздражителя, то парабиоз закончится гибелю клетки. В совокупности периоды 3 и 4 можно также именовать стационарным воз-

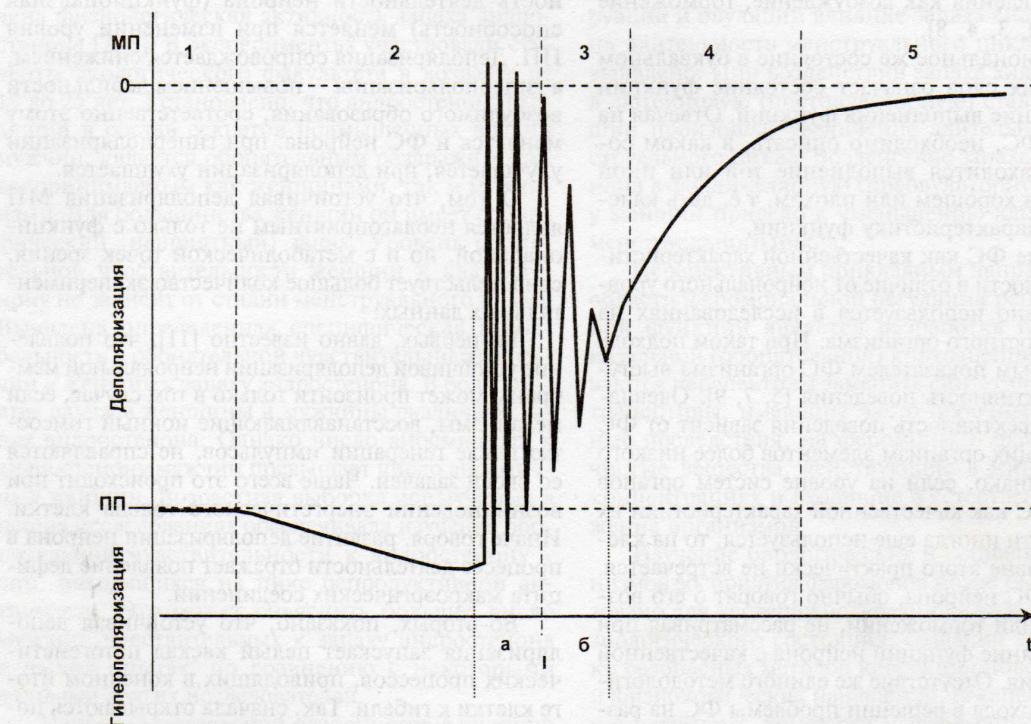


Рис. 1. Схема изменения мембранных потенциала (МП) и функционального состояния нервного образования при действии на него раздражителей с течением времени (t). Функциональные состояния: 1 – покой, 2 – деятельность или «работа», 3 – утомление, 4 – парабиоз (чрезмерное утомление), 5 – смерть; I – период импульсной активности или возбуждения.

буждением, особенностью которого является развитие устойчивой деполяризации МП.

Возбуждение, таким образом, может протекать на фоне как хорошего (Ia), так и плохого (Ib) ФС нейрона. Торможение как отсутствие возбуждения также может сочетаться и с хорошим, и с плохим ФС. Однако парабиотическое торможение вряд ли может быть отнесено к функциональным. Поскольку, отражает в первую очередь развитие метаболического истощения, и поэтому вряд ли уместно использование его в качестве адаптивной реакции живых клеток.

Неблагоприятное ФС нервной клетки может формироваться в процессе деятельности как утомление, но может возникать и вследствие нарушения обмена веществ. Например, при нехватке питательных веществ или кислорода. Развитие неблагоприятного ФС в специализированных популяциях нейронов в этом случае, может лежать в основе выявления нервной системой раздражителей и факторов, имеющих отрицательное биологическое значение для организма и организации на этой основе адаптивного поведения. Иначе говоря, биологическая значимость раздражителя может быть оценена по ФС воспринимающих его нейронов. С другой стороны, изменение ФС клеток головного мозга не может не отразиться на субъективном переживании индивида. Поэтому изменение ФС нейронов мозга в процессе их деятельности или при нарушениях обмена веществ может являться также нейрофизиологической основой эмоций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батуев А.С. Функции двигательного анализатора / А.С. Батуев. – Л.: ЛГУ, 1970. – 224 с.
2. Введенский Н.Е. Возбуждение, торможение и наркоз / Н.Е. Введенский. – СПб, 1901. – 110 с.
3. Голиков Н.В. Физиологическая лабильность и ее изменения при основных нервных процессах / Н.В. Голиков. – Л., 1950. – 240 с.

4. Голиков Н.В. Работы Л.Л. Васильева об основных нервных процессах и их место в современной физиологии / Н.В. Голиков, А.Г. Копылов // Физиологические механизмы основных нервных процессов. Труды ленинградского общества естествоиспытателей. – 1985. – Т. 75, Вып. 5. – С. 15–23.

5. Тест дифференциальной самооценки функционального состояния / В.А. Доскин, Н.А. Лаврентьев, М.П. Мирошников, В.Б. Шарай // Вопросы психологии. – 1973. – № 6. – С. 141–145.

6. Глутамат вызывает понижение мембранныго потенциала митохондрий в культивированных клетках-зернах мозжечка / Н.К. Исаев, Д.Б. Зорев, А.А. Лыжин и др. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1994. – № 2. – С. 208.

7. Медведев В.И. Функциональные состояния оператора / В.И. Медведев // Эргономика: Принципы и рекомендации. – М., 1970. – Вып. 1. – С. 127–160.

8. Мовчан Н.П. Исследования Л.Л. Васильева – новый этап в развитии учения Н.Е. Введенского о парабиозе / Н.П. Мовчан // Физиологические механизмы основных нервных процессов. Труды Ленинградского общества естествоиспытателей. – Л., 1985. – Т. 75, Вып. 5. – С. 5–15.

9. Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека / А.Б. Леонова. – М.: МГУ, 1984. – 199 с.

10. Скребицкий В.Г. Регуляция проведения возбуждения в зрительном анализаторе / В.Г. Скребицкий. – М.: Медицина, 1977. – 160 с.

11. Шапот В.С. Энергетический обмен головного мозга и проблема гипоксических состояний / В.С. Шапот, К.Г. Громова // Биохимия нервной системы. – Киев, 1954. – С. 139–150.

12. Andersen P. Inhibitory phasing of neuronal discharge / P. Andersen, J. Eccles // Nature. – 1962. – № 196. – Р. 645–647.

УДК 575.1

Ключевые слова: генетика, хромосомы

А.В. Натяганова

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ПОЛИТЕННЫХ ХРОМОСОМ ХИРОНОМИД

Лимнологический институт СО РАН (Иркутск)

Парадоксальная ситуация существует в отношении изученности хромосомного вещества – хроматина, представляющего собой в структурном отношении нитчатые комплексные молекулы дезоксирибонуклеопротеида (ДНП). С одной стороны, детально исследованы процессы биосинтеза ДНК и РНК, прочитаны целые геномы. «Ходьбой по хромосоме» назван один из методов

молекулярной генетики. С другой стороны, считается, что наши представления о структурной организации даже элементарных компонентов ядра и хромосом на сегодняшний день очень скучны и противоречивы [1, 2]. По определению одного из пионеров хромосомологии Г. Риса [1, 2] хромосома оказалась слишком мала для детального анализа с помощью светового микроскопа