

ны, соответственно и поверхности межпозвонкового диска, примыкающие к позвонкам, не параллельны. Значит  $F_2$  – сила давления верхних позвонков на межпозвонковый диск – не параллельна силе реакции опоры нижнего диска  $N_2$ .

Подробно рассмотрим систему сил, действующую на межпозвонковый диск (рис. 6).

Действующие силы являются векторными величинами. Поэтому рассмотрим их составляющие на вертикальную и горизонтальную оси. Учитывая вышесказанное и то, что в вертикальном направлении тело неподвижно, для вертикальной оси имеем следующее равенство:

$$N_2 \sin \beta = F_2 \sin \alpha. \quad (1)$$

Так как ось верхнего позвонка сильнее отклоняется от вертикальной оси, чем ось нижнего позвонка, то угол  $\beta$  очевидно больше, чем угол  $\alpha$ . Для горизонтальных составляющих сил покажем, что

$$F_2 \cos \alpha - N_2 \cos \beta > 0, \quad (2)$$

или по – другому

$$(F_2 / N_2) > (\cos \beta / \cos \alpha). \quad (3)$$

Заменяя  $(F_2 / N_2)$  в (3) выражением из (1), равным  $(\sin \beta / \sin \alpha)$ , получим

$$(\sin \beta / \sin \alpha) > (\cos \beta / \cos \alpha), \quad (4)$$

или

$$\operatorname{tg} \beta > \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

что является справедливым, так как угол  $\beta$  больше угла  $\alpha$ .

Таким образом, результирующая горизонтальных сил всегда направлена в сторону, противоположную направлению отклонения осей позвонков относительно вертикальной оси, т.е. в сторону, противоположную наклону позвоночника.

**Выводы.** При наклоне, т.е. сгибании-разгибании позвоночника в момент поднятия тяжести или под воздействием собственного веса, в межпозвонковом диске возникают внутренние силы, выталкивающие его в сторону позвоночного канала, что приводит к протрузии, а затем к выпадению грыжи межпозвонкового диска дорсально или дорсолатерально. А слабость задней продольной связки является вторичной причиной из-за постоянного растяжения при наклоне (сгибании позвоночника) и давлении самого диска на нее.

УДК 612.822.3.08:612.825

**Г.Ш. Гафиятуллина**

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ ТКАНИ В ПРОТЕЗИРОВАНИИ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

Трансплантация эмбриональной нервной ткани открывает новые возможности в решении проблем самоорганизации мозга, позволяет выявить степень специфичности устанавливаемых взаимосвязей, а также генетически обусловленные и зависящие от внешних влияний факторы в развитии нервных структур, изучить динамику процессов, лежащих в основе регуляции ткани мозга в условиях его пластической реорганизации.

Целью пересадки эмбрионального нейротрансплантата (ЭНТ) является коррекция генно- и фенотипических нарушений, восстановление сенсорных и двигательных функций. Необходимость в ЭНТ обусловлена ограниченной способностью зрелой нервной ткани к

регенерации. Ввиду того, что функциональная морфология мозга больных людей после нейротрансплантации остается неизвестной, данные об особенностях организации ЭНТ можно установить только в экспериментах на животных.

К числу основных аспектов проблемы ЭНТ относится оценка его жизнеспособности и интеграции с мозгом реципиента [1,2], одним из факторов которой представляется воссоздание афферентных входов к ЭНТ [3,4]. Важнейшим критерием этого процесса может служить оценка характера биоэлектрических процессов в пересаженной нервной ткани. Нами проведено комплексное исследование, направленное на изучение возможности применения ЭНТ в протезировании сенсорных систем реципиента. Целью работы явилось изучение характера суммарной фоновой биоэлектрической активности ЭНТ в динамике его приживления после гомотопической аллотрансплантации в области коры головного мозга крыс.

В работе представлены результаты исследований, выполненных в экспериментах на 115 6-месячных крысах-самцах линии Wistar массой 180–200 г, которым осуществляли аллогенную гомотопическую пересадку ЭНТ в зрительную, слуховую и соматосенсорную области коры мозга. Основную группу экспериментальных животных составили крысы с ЭНТ (n=51). Для этого животным, наркотизированным кетамин, трепанировали кости черепа в области проекции зрительной, слуховой и соматосенсорной коры [5], надрезали твердую мозговую оболочку и удаляли 1 мм<sup>3</sup> серого вещества, формируя в коре углубление, в которое под микроскопическим контролем помещали донорскую ткань. Затем производили костную аутопластику, ткани головы ушивали.

Донорскую ткань получали от 17-18-дневных эмбрионов, которых после извлечения из матки помещали в стерильный 5 %-ный раствор глюкозы (t=37 °C). После декапитации эмбриона и вскрытия мозговых оболочек под микроскопическим контролем из зоны мозга, соответствующей изучаемой области коры [6], с помощью шприца со стеклопластиковым наконечником извлекали фрагмент ткани объемом 1 мм<sup>3</sup>, используемый в качестве ЭНТ.

Исследование биоэлектрической активности ЭНТ у крыс осуществляли через 4 (n=16), 8 (n=18) и 12 (n=17) месяцев после операции. Контрольная группа была представлена крысами с интактной корой (n=64), возраст которых соответствовал возрасту животных основной группы.

Регистрацию электрокортикограммы у наркотизированных кетамин (12,5 мг/кг, внутривенно) крыс производили с применением стереотаксической техники. Для этого в кости черепа, согласно стереотаксическим координатам областей коры [5], проделывали трепанационное отверстие, через которое имплантировали электроды, а поверхность мозга покрывали слоем агар-агара и заливали вазелиновым маслом (t=37 °C).

В области ЭНТ у крыс основной группы и в области проекции зрительной, слуховой и соматосенсорной коры у крыс контрольной группы регистрировали суммарную биоэлектрическую активность, которую отводили эпидурально посредством хлорированных серебряных шариковых электродов диаметром 200 мкм. При этом применяли монополярный способ отведения биопотенциалов, электрограммы которых подвергали визуальному анализу при помощи комплексной электрофизиологической установки УЭФПТ-5. Для автоматизированного анализа полученных данных регистрируемые сигналы пропускали через усилитель (полоса пропускания 0,5–30 Гц, частота дискретизации 200 Гц) и подвергали аналогово-цифровому преобразованию с последующей записью на жесткий магнитный диск компьютера. Автоматизированный спектральный анализ суммарной биоэлектрической активности проводили с применением дискретного преобразования Фурье непосредственно к последовательным не перекрывающимся 1-секундным отрезкам 30-секундных реализаций биоэлектрической активности, с дальнейшим усреднением спек-

тральных характеристик по методу Бартлетта [7]. Спектры мощности определяли в полосе от 1 до 30 Гц с разрешением по частоте 1 Гц.

Через 4, 8 и 12 месяцев после пересадки трансплантаты были обнаружены у 83–94 % реципиентов, они имели стандартные размеры и форму. ЭНТ срастались с паренхимой мозга хозяина и заполняли полость, сделанную при операции. Наблюдение за развитием ЭНТ позволило оценить степень функциональной устойчивости реципрокной реиннервации нейронов, их кровоснабжения и кислородного обеспечения [8, 9].

Было установлено, что через 4 месяца после пересадки фоновая суммарная биоэлектрическая активность ЭНТ характеризовалась наличием дельта-ритма с амплитудой 40 мкВ, имевшего высокую энергетическую мощность, а также колебаний в диапазоне 4–30 Гц с пиком спектральной мощности на частотах 9–11 Гц (рис. 1). В электрокортикограммах коры контрольных крыс выявлено преобладание дельта- и тета-ритмов, а также частот альфа- и бета-диапазонов с доминированием активности 7–12 Гц амплитудой 60 мкВ. Таким образом показано сходство паттернов суммарной биоэлектрической активности ЭНТ и коры головного мозга контрольных крыс, проявившееся наличием в полосе 0,5–12 Гц высокой спектральной мощности ритмов с пиковыми значениями, соответствовавшими аналогичным частотам электрограмм.

Через 8 месяцев после пересадки фоновая суммарная биоэлектрическая активность ЭНТ характеризовалась преобладанием дельта- и тета-ритмов амплитудой 40–50 мкВ с пиком спектральной мощности на частотах 3–5 Гц, а также наличием колебаний в диапазоне 6–25 Гц. В электрокортикограммах коры мозга контрольных крыс выявлены дельта- и тета-ритмы, а также частоты альфа- и бета-диапазонов с доминированием активности 7–12 Гц. Таким образом, паттерны биоэлектрической активности ЭНТ характеризовались высокой составляющей дельта-ритма, в то время как в электрограммах коры контрольных крыс доминировали частоты альфа-диапазона.

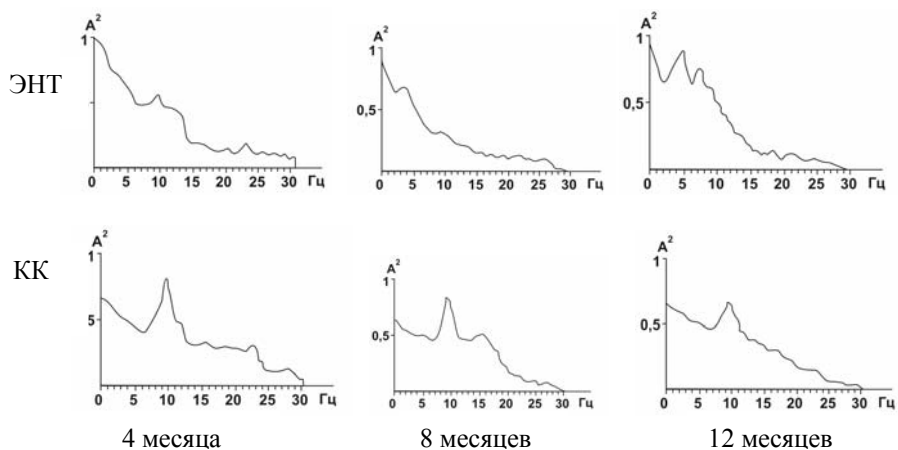


Рис.1 Усредненные спектры мощности ( $n_d=30$ ) фоновой суммарной биоэлектрической активности эмбрионального нейротрансплантата (ЭНТ) через 4, 8, 12 месяцев после пересадки и коры головного мозга контрольных крыс (КК). Обозначения: по оси абсцисс – частота (Гц); по оси ординат –  $A^2$  значения спектральной плотности мощности ( $\text{мкВ}^2/\text{Гц}$ )

Через 12 месяцев после пересадки биоэлектрическая активность ЭНТ характеризовалась преобладанием дельта- и тета-ритмов, на фоне которых в диапазоне альфа-ритма регистрировали пиковую активность 3–9 Гц. В электрокортикограммах коры головного мозга контрольных крыс в диапазоне альфа-ритма с амплитудой 40–50 мкВ выявлено доми-

нирование активности 7–12 Гц, а также наличие дельта- и тета-ритмов. Таким образом, паттерны биоэлектрической активности ЭНТ характеризовались высокой составляющей дельта-ритма, в то время как в электрограммах коры контрольных крыс доминировали частоты альфа-диапазона.

Из представленных результатов следует, что через 4, 8 и 12 месяцев после пересадки паттерны фоновой суммарной биоэлектрической активности ЭНТ и коры головного мозга контрольных крыс имели качественное сходство. В то же время спектральные характеристики электрограмм ЭНТ указывали на высокую энергетическую мощность дельта-ритма и активности в диапазоне 4–10 Гц. В электрокортикограммах коры головного мозга контрольных крыс выявлено преобладание альфа-ритма с пиками спектральной мощности в полосе 7–12 Гц, а также постоянное наличие дельта- и тета-ритмов.

Установленные особенности биоэлектрической активности позволяют предположить у крыс с ЭНТ восстановление функционирования механизмов мозга, принимающих участие в генерации соответствующих ритмов [10].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Александрова М. А.* Биологические основы нейротрансплантации // Онтогенез. – 2001. – Т. 32. – № 2. – С. 106–113.
2. *Cloutier R., Baran D., Morin J.* et al. Brain death diagnoses and evaluation of the number of potential organ donors in Québec hospitals // *Can. J. Anesth.* 2006. – №53. – P. 716 – 721.
3. *Coyne T., Marcus A., Woodbury D.* et al. Stromal cells transplanted to the adult brain are rejected by an inflammatory response and transfer donor Labels to Host Neurons and Glia // *Stem Cells.* – 2006. – №24. – P. 2483 – 2492.
4. *Виноградова О.С.* Некоторые факторы, определяющие морфофункциональную интеграцию трансплантированной ткани головного мозга эмбрионов // *Журн. высш. нервн. деят.* – 1994. – Т.44. – №3. – С.229–251.
5. *Konig J., Klippel R.* Stereotaxic Atlas of Forebrain and Lower Parts of the Brain Stem. Baltimor: Williams and Wilkins, 1963. – 162 с.
6. *Altman J., Bayer S. A.* Atlas of Prenatal Rat Brain Development. FL. USA: CRC Press. Boca Raton., 1995. – 664 с.
7. *Марпл – мл. С. Л.* Цифровой спектральный анализ и его приложение. – М.:Мир, 1990. – 584 с.
8. *Гафиятуллина Г.Ш., Хананашвили Я.А.* Фоновая и вызванная импульсная активность нейронов эмбрионального нейротрансплантата соматосенсорной коры мозга у крыс // *Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова.* – 2005. – Т. 91. – №5. – С.473–480.
9. *Гафиятуллина Г.Ш., Хананашвили Я.А.* Характер локального кровоснабжения и кислородного обеспечения эмбрионального нейротрансплантата в различные сроки его приживления у крыс // *Кубан. науч. мед. вестник.* – 2004. – №4 (70). – С.43–47.
10. *Steriade M.* Impact of network activities on neuronal properties in corticothalamic system // *J. Neurophysiol.* – 2001. – Vol. 86. – P. 1–39.

УДК 616.054.4:616

**А.А. Демидова, Т.Б. Синянин, Э.В. Курбатова, К.С. Караханян, И.А. Демидов**

#### **ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИОИНТЕРВАЛОМЕТРИИ ПРИ ОСТРОЙ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЕ ДЛЯ ПРОГНОЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ КУРСОВОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Не вызывает сомнения, что основным условием достижения успеха в лечении и профилактике диабетической автономной кардионейропатии (АКН) является обеспечение