

Нейропротекторные и антиатрофические эффекты транстравматической эпидуральной электростимуляции спинного мозга у свиней

Научный руководитель – Исламов Рустем Робертович

Шевченко Р.В.¹, Ким С.С.², Таргачев С.С.³, Караманян О.В.⁴, Бекмухамедова Э.Э.⁵,
Михеев П.Н.⁶, Ким Е.С.⁷, Гайнуллин И.И.⁸, Камалтдинова А.И.⁹, Фазуллин М.Ш.¹⁰,
Шарифуллина К.И.¹¹

1 - Казанский государственный медицинский университет, Педиатрический факультет, Казань, Россия, *E-mail: shev42006@yandex.ru*; 2 - Казанский государственный медицинский университет, Лечебный факультет, Казань, Россия, *E-mail: sabinakim2004@gmail.com*; 3 - Казанский государственный медицинский университет, Лечебный факультет, Казань, Россия, *E-mail: d2.sultan@mail.ru*; 4 - Казанский государственный медицинский университет, Педиатрический факультет, Казань, Россия, *E-mail: karamanyan.oganes2014@yandex.ru*; 5 - Казанский государственный медицинский университет, Лечебный факультет, Казань, Россия, *E-mail: esphir555@gmail.com*; 6 - Казанский государственный медицинский университет, Педиатрический факультет, Казань, Россия, *E-mail: miheew.pav@yandex.ru*; 7 - Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт фундаментальной медицины и биологии, Кафедра фундаментальных основ клинической медицины, Казань, Россия, *E-mail: evgenykim1996@gmail.com*; 8 - Казанский государственный медицинский университет, Педиатрический факультет, Казань, Россия, *E-mail: ildargain06@gmail.com*; 9 - Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казань, Россия, *E-mail: kamaltdinvalina99@gmail.com*; 10 - Казанский государственный медицинский университет, Педиатрический факультет, Казань, Россия, *E-mail: marat17_fazullin@mail.ru*; 11 - Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия, *E-mail: kamshrrrr@mail.ru*

Травма спинного мозга (ТСМ) остается одной из наиболее сложных медицинских проблем, обуславливая стойкие двигательные и чувствительные нарушения. Перспективным направлением в терапии является транстравматическая эпидуральная электростимуляция (ТЭЭС), которая стимулирует процессы нейропластичности, активации клеточных механизмов выживания и регенерации аксонов.

Цель — оценить эффективность ТЭЭС в восстановлении спинного мозга и предотвращении атрофии мышц задних конечностей после контузионной ТСМ у свиней.

Материалы и методы. Эксперимент выполнен на мини-пигах с моделью контузионной ТСМ на уровне Th8-Th9. Животные разделены на интактную, контрольную (ТСМ) и опытную (ТСМ+ТЭЭС) группы. ТЭЭС проводилась на двух уровнях: краниальнее травмы (Th5) и на уровне поясничного утолщения (L2). Через 8 недель выполняли морфометрический и иммунофлуоресцентный анализ спинного мозга (ростральный и каудальный сегменты) и камбаловидной мышцы (m. soleus).

Результаты. При морфометрическом анализе серого вещества спинного мозга было выявлено, что в опытной группе площадь сохранного серого вещества составила 75,47% в ростральном сегменте (РС) и 72,18% в каудальном (КС), что выше, чем у контрольной группы (71,91% и 69,00%). Это свидетельствует о нейропротекторном эффекте ТЭЭС, который замедляет дегенеративные процессы в спинном мозге после травмы.

Иммунофлуоресцентный анализ показал снижение количества Caspase3-позитивных клеток (маркер апоптоза) в опытной группе. В РС их количество уменьшилось до 12,50 кл/0,05 мм² по сравнению с 15,67 кл/0,05 мм² в контрольной группе. В КС количество Caspase3-позитивных клеток составило 15,00 кл/0,05 мм² в опытной группе против 17,00

кл/0,05 мм² в контрольной. Кроме того, отмечено уменьшение экспрессии белка теплового шока Hsp27 в передних рогах РС — до 31,62% в опытной группе против 37,41% в контрольной, что указывает на снижение клеточного стресса. В КС задних рогов у опытных животных определялось снижение GFAP-позитивной площади (маркер астроцитов) до 19,46% против 26,81% в контрольной группе, что указывает на снижение уровня астроглиоза. Также в РС и КС количество микроглиальных клеток (Iba1-позитивные клетки) было меньше в опытной группе (25,75 и 26,75 кл/0,05 мм²) по сравнению с контрольной (29,75 и 33,00 кл/0,05 мм²). Эти данные могут свидетельствовать о торможении процессов формирования глиального рубца.

Морфометрический анализ m.soleus (камбаловидной мышцы) показал, что доля медленных мышечных волокон в опытной группе составила 70,37%, а в контрольной — 44,35%. Масса m.soleus в опытной группе (10,59 г) была близка к интактной и выше контрольной группы (4,41 г), что подтверждает эффективность ТЭЭС в предотвращении мышечной атрофии.

ТЭЭС оказывает комплексное нейропротекторное и антиатрофическое действие, способствуя уменьшению апоптоза, поддержанию нейрональных и глиальных структур и предотвращению атрофии мышц. Полученные данные открывают перспективы для разработки новых методов реабилитации пациентов с травмой спинного мозга.