чины в 20 мм рт.ст. Через 2 минуты после остановки кровообращения вводили адреналин (0,005мг/кг), возобновляли ИВЛ и проводили компрессии грудной клетки. При восстановлении спонтанного кровообращения продолжали ИВЛ, инфузию раствора NaCl 0,9%. На 10-й минуте постреанимационного периода регистрировали показатели ЭКГ и АД (вр.т. 2). Далее следовало 2-х часовое наблюдение в постреанимационном периоде, после которого снова регистрировали показатели ЭКГ и АД (вр.т.3). Отличие группы ЛО от группы ОК в том, что животным не индуцировали асфиксию и не проводили реанимационные мероприятия. Сбор и анализ первичных данных проводили с помощью системы PowerLab 16/35(ADInstrumets, Австралия) и программного обеспечения LabChartPro 8. Статистический анализ данных проводили в программе GraphPadPrism 8 с использованием Two-Way ANOVA с тестом множественного сравнения Сайдака (Sidak's multiple comparisons test).

Результаты. Показатели АД, ЧСС, интервалы PR, QRS, QTc, амплитуду зубца Т во вр. т. 1 принимали за базовый уровень, характеризующий нормальное состояние животных в анестезии. Во вр.т. 1 группы ЛО и ОК не различались по исследуемым показателям. Во время остановки кровообращения у большинства крыс группы ОК регистрировали: критическую брадикардию и расширение комплексов QRS. Однако в силу разнонаправленности изменений ЭКГ в данный период невозможно количественно охарактеризовать изменение регистрируемых показателей.

Через 10 минут после восстановления спонтанного кровообращения (вр.т. 2) обнаружены статистически значимые межгрупповые различия ОК и ЛО: увеличение ЧСС в группе ОК (287 уд/мин) в сравнении с группой ЛО (219 уд/мин), увеличение продолжительности интервала QT(c) в группе ОК (161 мс) в сравнении с ЛО (119 мс), увеличение амплитуды зубца Т в группе ОК (0,247 мВ) в сравнении с группой ЛО (0,173 мВ). При этом АД между группами не различалось. Выявленные межгрупповые различия ЭКГ хорошо согласовываются с динамикой этих показателей в группе ОК: ЧСС статистически значимо росла относительно вр.т. 1, длительность интервала QT(c) и амплитуда зубца Т — также увеличивались. Через 2 часа (вр.т. 3) ЧСС у крыс группы ОК (248 уд/мин) снизилась относительно вр.т 2 и статистически значимо не отличалась от ЛО. Во вр.т.3 в группе ОК сохранялось статистически значимое увеличение интервала QTc относительно группы ЛО.

Обсуждение. В данной модели ОК происходила по механизму электромеханической диссоциации сердца. Таким образом, последствия асфиксической остановки кровообращения проявляются в значительной изменении параметров ЭКГ через 10 минут после реанимационных процедур и, более того, через 2 часа после реанимации длительность интервала QTc не возвращается к первоначальному уровню.

Если увеличение ЧСС через 10 минут после реанимации свидетельствует скорее об ответной реакции сердца на введение адреналина и проведение реанимационных процедур, то увеличение продолжительности интервала QTc и амплитуды зубца Т следует расценивать как маркеры нарушения процессов реполяризации желудочков. Увеличение через 2 часа после реанимации интервал QTc свидетельствует о длительном ишемически-реперфузионном повреждении миокарда.

Заключение. Патологические изменения ЭКГ у крыс в постреанимационном периоде после асфиксической остановки кровообращения проявляются увеличением длительности интервала QTc и амплитуды зубца Т. В результате проведённых реанимационных мероприятий амплитуда зубца Т снизилась до базовых значений, тогда как длительность интервала QTc осталось на уровне более высоком, чем базовый.

Контактная информация:
Варнакова Л.А.,
E-mail: lvarnakova@fnkcrr.ru.

АНАЛИЗ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ МИКРОГЕМОЦИРКУЛЯЦИИ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКЛ-КОНТРАСТНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРАНИОТОМИИ

Голубова Н.В.[1], Рыжков И.А.[2], Лапин К.Н.[2], Серёгина Е.С.[1], Дунаев А.В.[1], Дрёмин В.В.[1], Потапова Е.В.[1]

[1]ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», Орёл, Россия
[2]НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФНКЦ РР, Москва, Россия

Актуальность. На сегодняшний день лабораторная крыса является одним из наиболее часто используемых модельных организмов для медико-биологических исследований. Метод лазерной спекл-контрастной визуализации (ЛСКВ) позволя-

ет визуализировать микроциркуляцию в области исследования, а также извлекать количественную информацию о перфузии крови для дальнейшего анализа. Однако в задачах изучения церебрального кровотока важно учитывать влияние костей черепа на регистрируемые данные, следовательно, возникает вопрос о целесообразности проведения краниотомии для получения более корректной диагностической информации о характеристиках микрогемоциркуляции.

Цель работы. Целью работы являлся анализ значений церебральной спекл-перфузии у молодых особей крыс методом ЛСКВ без проведения краниотомии и с последующим её проведением для оценки влияния костной ткани на регистрируемый сигнал.

Материалы и методы. Исследования были одобрены Этическим комитетом Орловского государственного университета (протокол №27 от 17 мая 2023) и проводились на 9 лабораторных крысах линии Wistar возрастом 1,5 месяца. Регистрация ЛСКВ-данных проводилась в трех временных точках — после анестезии и экспозиции костей свода черепа (этап 1, n=9), через 5 минут после осуществления краниотомии в левой теменной области (этап 2, n=9), а также через 20 минут после проведения краниотомии (этап 3, n=4).

После анестезии животное подвергалось катетеризации левой сонной артерии для отслеживания артериального давления, а также для осуществления эвтаназии раствором лидокаина 2% 1 мл под общей анестезией в конце эксперимента. Для поддержания стабильной температуры тела и контроля частоты сердцебиения животное помещалось на столик хирургической системы для грызунов Rodent Surgical Monitor+.

Голова животного фиксировалась в стереотаксисе, чтобы избежать артефактов движения. Для доступа к головному мозгу производилась экспозиция костей черепа.

Лазерный источник излучения (длина волны 785 нм) равномерно освещал область исследования через набор диффузоров. Изображения исследуемой области регистрировались с помощью высокоскоростной видеокамеры ИК-диапазона с частотой 90 кадров в секунду.

Для проведения анализа выбирались две симметричные области интереса: в левом (ОИ-ЛП) и правом (ОИ-ПП) полушарии головного мозга крысы, при этом в ОИ-ПП на протяжении всех этапов эксперимента кости черепа не повреждались, тогда как в ОИ-ЛП проводили истончение кости черепа на втором этапе эксперимента.

С помощью составленного алгоритма обработки исходных монохромных изображений были получены карты кровотока в церебральных микрососудах животных.

Результаты. Результаты расчетов показали, что в ОИ-ЛП на втором этапе эксперимента были зарегистрированы более высокие средние значения спекл-перфузии (2349 [2219; 2609] пф.ед.) по сравнению с ОИ-ЛП на первом этапе эксперимента (1708 [1659; 1848] пф.ед.).

Данные различия являются статистически значимыми по результатам применения критерия Уилкоксона. Однако между количественными значениями спекл-перфузии в ОИ-ЛП (2349 [2219; 2609] пф.ед.) и ОИ-ПП (2101 [1939; 2511] пф.ед.) на втором этапе эксперимента статистически значимой разницы выявить не удалось, при этом у одной из крыс наблюдался единичный выброс значения спекл-перфузии, сопровождающийся повышением артериального давления. На третьем этапе эксперимента выявлено, что в результате стабилизации микрогемодинамических параметров после оперативного вмешательства спекл-перфузия в ОИ-ЛП по результатам применения теста Манна-Уитни ($p \leq 0,05$) статистически выше, чем в ОИ-ПП: (2449 [2366; 2491] пф.ед.) против (1907 [1808; 1958] пф.ед.). При этом визуализация микрососудов при проведении краниотомии однозначно улучшается, что подтверждается картами микрососудов для всех крыс во втором и третьем этапах эксперимента.

Обсуждение. Полученные данные являются предварительными и позволяют выдвигать гипотезы для планирования дальнейших экспериментов. Из ограничений исследования стоит отметить относительно малую выборку животных.

Заключение. Полученные результаты свидетельствует о необходимости краниотомии для оценки церебральной микроциркуляции методом ЛСКВ у крыс возрастом 1,5 месяца и старше. При этом короткий период стабилизации животного после краниотомии может оказать существенное влияние на значения и вариабельность регистрируемых физиологических показателей. Требуется дальнейшее проведение экспериментальных исследований с увеличенной выборкой животных.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта No 22-75-10088.

Контактная информация:
Голубова Н.В.,
E-mail: nadin.golubova@inbox.ru