

Выводы

1. Моделирование геморрагического шока у мелких животных представляет определённые трудности в связи с малым калибром магистральных сосудов.

2. Известная модель геморрагического шока включает применение дополнительных препаратов, что нарушает естественный патогенетический механизм развития шока.

3. Описанные методы забора крови у мелких лабораторных животных весьма травматичны и не приводят к развитию геморрагического шока.

4. Предложенная оригинальная модель геморрагического шока проста в исполнении, отличается чистотой эксперимента.

5. Использование в эксперименте мелких лабораторных животных и отсутствие необходимости применения в процессе моделирования сложных устройств делает предложенную модель экономически выгодной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулагин, В. К. Патологическая физиология травмы и шока / В. К. Кулагин. — М., 1978. — 296 с.
2. Ноздрачев, А. Д. Анатомия крысы (лабораторные животные) / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков. — СПб., 2001. — 464 с.
3. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте / И. П. Западнюк [и др.]. — Киев, 1983. — 383 с.
4. Michael, W. M. Biological Effects of Blood Loss: Implication for Sampling Volumes and Techniques / W. M. Michael, N. R. Andrew // ILAR Journal. — 1989. — Vol. 31. — P. 4–8.
5. Tsukamoto, T. Animals Model for Trauma Reserch: What Are the Options? / T. Tsukamoto, P. H. Christoph // Shock. — 2009. — Vol. 31. 6 P. 3 – 10.
6. Лопухин, Ю. М. Экспериментальная хирургия / Ю. М. Лопухин. — М.: Медицина, 1971. — 343 с.
7. Пособие по токсикологии для лаборантов / О. Н. Елизарова [и др.]. — М.: Медицина, 1974. — 168 с.
8. Проблема нормы в токсикологии / И. М. Трахтенберг [и др.]. — М.: Медицина, 1991. — 203 с.
9. Шок. Классификация, шоковая клетка, патофизиология лечения / Ю. Шутеу [и др.] — Бухарест. Военное издательство, 1981. — 515 с.
10. Пальцев, М. А. Патологическая анатомия / М. А. Пальцев, Н. М. Аничков. — М.: Медицина, 2001. — 528 с.

Поступила 28.12.2012

УДК 611.343:614.876]-092.9

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТОЩЕЙ КИШКИ БЕЛОЙ КРЫСЫ ПРИ ИНКОРПОРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

¹И. Л. Кравцова, ¹Н. Г. Мальцева, ²А. А. Артишевский

¹Гомельский государственный медицинский университет

²Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

В работе проведен системный анализ эндокриноцитов и других компонентов тощей кишки белых крыс, подвергшихся воздействию инкорпорированных радионуклидов. Выявлена динамика корреляционной структуры органа, заключающаяся в изменении числа, силы и направленности связей между признаками в биосистеме. Стрессовое состояние органа в начальный период характеризуется функциональной дезорганизацией системы связей. Развитие компенсаторных механизмов сопровождается увеличением числа связей, восстановлением показателя интеграции.

Ключевые слова: эндокриноциты, тонкая кишка, белая крыса, инкорпорированные радионуклиды, корреляционный анализ.

SYSTEMIC ANALYSIS OF JEJUNUM STRUCTURAL COMPONENTS IN WHITE RATS IN INCORPORATED RADIONUCLIDES

¹I. L. Kravtsova, ¹N. G. Maltseva, ²A. A. Artishevskiy

¹Gomel State Medical University

²Belarusian State Medical University, Minsk

The work deals with the systemic analysis of endocrinocytes and other components of jejunum in white rats affected by incorporated radionuclides. It also reveals the dynamics of the organ correlative structure which lies in the changing number, strength and direction of the intercorrelations between the signs in the biosystem. The stressive condition of the organ is characterized by functional disorganization of the system intercorrelations in the initial period. The development of the compensatory mechanism is associated with the increase in the number of relations and re-establishment of the integration index.

Key words: endocrinocytes, jejunum, white rat, incorporation radionuclide, correlative analysis.

Введение

Диффузная эндокринная система (ДЭС) играет важную роль в регуляции процессов гомеостаза организма. Ее клетки, расположенные в

эпителии желудка, тонкой, толстой кишки и панкреатических островках, составляют гастроэнтеропанкреатическую (ГЭП) систему [1]. Неосомненный прогресс в изучении диффузной эн-

докринной системы связан с идентификацией типов эндокриноцитов, установлением роли выделяемых ими биологических веществ, определением значения структурно-функциональных нарушений эндокриноцитов в патогенезе ряда заболеваний пищеварительной и других систем организма. Однако многие вопросы, касающиеся влияния на их популяцию средовых факторов, являются малоизученными [1, 2, 3].

В настоящее время с каждым годом увеличивается использование источников ионизирующего излучения в разных сферах деятельности человека. Основным источником радиационного воздействия на человека является внутреннее облучение, вызванное инкорпорацией радионуклидов, главным дозообразующим элементом — ^{137}Cs . Он поступает в организм человека и животных в основном с пищей и полностью всасывается в желудочно-кишечном тракте, проникая в кровь. Соли ^{137}Cs способны легко проникать через мембраны и накапливаться внутри клеток и их органелл [2, 4].

Использование количественных методов в морфологии позволяет выявить не только существенные структурные сдвиги в органах и тканях, но и такие незначительные изменения, которые при качественном микроскопическом исследовании в большинстве случаев не определяются [5, 6]. Корреляционный анализ позволяет изучить внутреннюю структуру клеточной популяции, выявить взаимосвязи между отдельными морфометрическими параметрами и их совокупностью в биологической системе, а также «увидеть» поведение системы при экспериментальных и патологических состояниях [7, 8].

Цель работы

Изучение цитометрических характеристик клеточных популяций тощей кишки белой крысы при инкорпорации радионуклидов и установление корреляционных взаимосвязей между различными количественными параметрами.

Материалы и методы исследования

Экспериментальное исследование выполнено на 25 беспородных белых крысах-самцах с соблюдением правил, предусмотренных Европейской комиссией по надзору за проведением лабораторных и других опытов с участием экспериментальных животных разных видов. Крысы получали радиоактивное зерно с удельной активностью по Cs 475,7 Бк/кг в течение 1 недели (1-я группа), 4 недель (2-я группа) и 4 месяцев (3-я группа). Контрольная группа животных содержалась на стандартном рационе вивария. Материал фиксировали в жидкости Буэна и после проводки через хлороформ заливали в парафин.

Срезы окрашивались гематоксилином и эозином. Для выявления эндокринных клеток использовались: метод Гримелиуса, реакция

серебрения по Массону-Гамперлю. Методом точечного счета при увеличении 7×40 определялись относительные объемы слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной оболочки. Проводился информационный анализ двухкомпонентной системы, представленной относительным объемом эндокриноцитов и остальных эпителиоцитов (вычислялись показатели энтропии и избыточности), а также корреляционный анализ системы из признаков (возраст, площадь, логарифм площади, фактор формы, элонгация). Корреляционный анализ использовался для выявления взаимосвязей между морфометрическими и информационными показателями эндокриноцитов и других компонентов тощей кишки. Рассчитывались парные прямые и обратные коэффициенты корреляции Пирсона (r), средние значения коэффициентов корреляции для разных объектов исследования (МСС), определялась достоверность их различий по коэффициенту асимметрии (АС), рассчитывался показатель интеграции в биосистеме (ПИ), индекс направленности связей (ИНС), индекс межуровневых связей (ИМС), показатель лабильности системы (ПЛ). Статистическая обработка данных информационного анализа производилась с помощью оригинальных программ, разработанных И. А. Мельниковым на кафедре гистологии, цитологии и эмбриологии Белорусского государственного медицинского университета, а также с помощью пакета программ «Statistica», 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что при инкорпорации радионуклидов в течение 7 суток происходит увеличение количества эндокринных и снижение бокаловидных клеток. Возрастает число эндокриноцитов в криптах на 23,2 %. Отмечается снижение средней площади эндокринных клеток, увеличение фактора формы и элонгации. Коэффициент вариации по площади и фактору формы увеличивается по сравнению с контрольной группой на 39,4 %. Обнаруживаются дегранулировавшие эндокриноциты и клетки «закрытого» типа. В собственной пластинке слизистой оболочки и подслизистой основе наблюдается интерстициальный отек, умеренная дилатация сосудов микроциркуляторного русла с участками формирования эритроцитарных стазов и очагами диапедезных кровоизлияний. Относительный объем собственной пластинки слизистой оболочки на 7 сутки наблюдения увеличивается на 32,6 %. Относительный объем подэпителиальных гемокapилляров увеличился на 22,7 %. Относительный объем мышечной оболочки достоверно не изменился.

Через 4 недели эксперимента количество эндокриноцитов резко снижается — на 28,6 %. Встречаются клетки с единичными гранулами, частично заполненные и дегранулировавшие. Обнаруживаются клетки «открытого» типа. Средняя

площадь, логарифм площади и элонгация клеток достоверно не изменились, коэффициент вариации по фактору формы увеличился на 12,43 %. Количество бокаловидных экзокриноцитов увеличивается на 13,8 %. В криптах редко встречаются митотически делящиеся эпителиоциты. Выявлено снижение относительного объема слизистой оболочки на 12,3 %. Перикапиллярные пространства расширены, выражена лейкоцитарная инфильтрация. Отмечается снижение относительного объема мышечной оболочки на 9,87 %.

Наблюдения показали, что на 16 неделе эксперимента увеличилось количество эндокриноцитов в эпителии по сравнению с 4 недель на 9,36 %. Средняя площадь клеток уменьшилась на 17,4 %. Достоверно изменились показатель элонгации и фактора формы. Отмечается рост числа бокаловидных и бескаемчатых клеток. Выявлено увеличение относительного объема слизистой оболочки на 8,4 %. Отмечается снижение относительного объема мышечной оболочки на 15,9 %.

Изучение функциональных взаимосвязей в системе тощей кишки в норме выявило существование сильных прямых корреляционных зависимостей между количеством эндокриноцитов и каемчатых эпителиоцитов ($r = +0,885$, $p_{\text{Spearman}} = 0,01$), а также между эндокриноцитами и бокаловидными клетками ($r = +0,917$,

$p_{\text{Spearman}} = 0,015$), обратную сильную связь между эндокриноцитами и бескаемчатыми эпителиоцитами ($r = -0,945$, $p_{\text{Spearman}} = 0,01$). Эти зависимости объяснимы: за счет синхронизации функциональной деятельности — синтеза гормонов и влияния этих гормонов на дифференцировку эпителиоцитов. Установлено существование прямых корреляционных взаимосвязей между количеством эндокринных клеток и относительными объемами слизистой и мышечной оболочек, коэффициентом вариации эндокринных клеток и количеством каемчатых и бокаловидных клеток.

Через 1 неделю после эксперимента значительно уменьшается число связей (таблица 1). Разрушаются основные связи и устанавливаются обратные зависимости между количеством эндокриноцитов и фактором формы, элонгацией, энтропией; между размерами эндокриноцитов и относительным объемом мышечной оболочки. Показатели интеграции снижены, а лабильности — повышены. Индекс направленности связей снижается в 2 раза. Установлена взаимосвязь между количеством эндокриноцитов и относительным объемом капилляров. Показатель информационной избыточности — 8,74, что соответствует вероятностным системам. По состоянию корреляционной структуры следует считать, что система в данный период находится в стрессовом состоянии.

Таблица 1 — Количественная характеристика системы связей тощей кишки при инкорпорации радионуклидов

Признаки системы связей	1 неделя		4 недели		16 недель	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Число достоверных связей (ЧДС)	18	5	16	9	15	10
Мощность системы связей (МСС)	0,535	0,263*	0,496	0,277	0,519	0,356*
Индекс межуровневых связей (ИМС)	0,259	0,125*	0,280	0,246	0,311	0,167
Индекс направленности связей (ИНС)	+1,444	-2,846	+1,538	-1,334	+1,867	-1,864
Энтропия системы связей (Н)	3,990	3,312	4,157	3,262	4,073	3,278
Показатель интеграции системы (ПИ)	0,672	0,273*	0,758	0,596*	0,707	0,624*
Показатель лабильности системы (ПЛ)	0,328	0,727*	0,242	0,404*	0,293	0,376*
Избыточность	39,14	8,74	35,37	12,48	49,74	17,26

* Различия в сравнении с контролем статистически значимы ($p < 0,001$)

При инкорпорации радионуклидов в течение 4 недель отмечается увеличение числа достоверных связей на 80 %, но их количество по сравнению с контролем меньше на 56 %. Мощность системы связей не изменяется, а индекс межуровневых связей повышается и лишь незначительно отличается от контрольных значений. Показатель интеграции увеличивается в 2,2 раза. Информационная избыточность системы повышается до уровня 12,48, что свойственно вероятностно-детерминированным системам. Ослабляются связи между количеством эндокринных клеток и относительными объемами слизистой и

мышечной оболочек. Отмечаются отрицательные связи между фактором формы и площадью эндокринных клеток, разрушаются связи между размерами и элонгацией, логарифмом площади и фактором формы эндокриноцитов.

В последующие сроки эксперимента (16 недель) изменения корреляционной структуры тощей кишки характеризуются снижением числа значимых связей по сравнению с контролем, изменением индекса межуровневых связей и индекса направленности связей, преобладанием числа отрицательных связей в системе. На 16 неделе появляются сильные обратные корреляци-

онные связи между элонгацией эндокринных клеток и относительным объемом мышечной оболочки ($r = (-0,812, p_{\text{спармен}} = 0,03)$) и при этом отмечается снижение относительного объема. Характерно, что при общем снижении числа достоверных связей показатель интеграции в ней существенно выше, чем в контроле, в то время как индекс лабильности меняется незначительно. Показатель интеграции увеличивается. Это достигается изменением направленности связей, уменьшением силы связей, но появлением одновременно связей, редко наблюдаемых в контроле, в группе достоверных. В целом по состоянию корреляционной структуры следует считать, что система в данный период находится в состоянии адаптивного напряжения и в отличие от стрессового состояния, которое описано для 7-суточного эксперимента, отражает включение механизмов адаптации для противодействия повреждающим факторам.

Таким образом, на 7 сутки выявлена первичная дезорганизация системы связей. А через 4 недели — превышение контрольного уровня показателей системы связей, которое сохраняется до 16-недельного срока наблюдения. Отсутствие стадии вторичной дезинтеграции системы связей в нашем исследовании свидетельствует о наличии достаточно сильных компенсаторно-восстановительных реакций, противостоящих углублению изменений и развитию патологических процессов в органе. Наблюдаемые сдвиги в корреляционной структуре органа при инкорпорации являются проявлением компенсаторно-приспособительных реакций тощей кишки.

Заключение

Продолжительное воздействие инкорпорированных радионуклидов вызывает снижение количества эндокринных и бокаловидных энтероцитов; снижение средней площади клеток и увеличение их полиморфизма; снижение относительных объемов сосудов, слизистой и мышеч-

ной оболочки. Обнаруженные сильные корреляционные связи между информационными показателями (энтропия, избыточность) эндокринного аппарата и относительных объемов слизистой, мышечной оболочки и сосудистого компонента свидетельствует о наличии причинно-следственных отношений в ходе эксперимента. Наблюдаемые сдвиги в корреляционной структуре органа в начальный период наблюдения свидетельствуют о функциональной дезорганизации системы связей. Развитие компенсаторных механизмов сопровождается увеличением числа связей, восстановлением показателя интеграции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пузырев, А. А. Закономерности цитогенеза эндокринной гастроэнтеропанкреатической системы позвоночных / А. А. Пузырев, В. Ф. Иванова, С. В. Костюкевич // Морфология. — 2003. — Т. 124, Вып. 4. — С. 11–19.
2. Кравцова, И. Л. Системный анализ эндокриноцитов двенадцатиперстной кишки белой крысы при инкорпорации радионуклидов / И. Л. Кравцова, Н. Г. Мальцева // Современные аспекты фундаментальной и прикладной морфологии: сб. тр. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рожд. Академика НАН Беларуси Д.М.Голуба, Минск, 15–16 сент. 2011 г. / под ред. П. И. Лобко, П. Г. Пивченко. — Минск: БГМУ, 2011. — С. 152–155.
3. Драй, Р. В. Изменения в эндокринном аппарате ободочной кишки крысы при воздействии высоко интенсивным импульсным магнитным полем / Р. В. Драй // Морфология. — 2008. — Т. 134, Вып. 5. — С. 66.
4. Зезольчик, М. Н. Структура 12-перстной кишки при инкорпорации радионуклидов / М. Н. Зезольчик, Я. Р. Машок, Л. Е. Виноградова // Материалы IV съезда морфологов с международным участием: Российские ведомости. — 1999. — № 1–2. — Раздел 2. — С. 72–73.
5. Кравцова, И. Л. Системный анализ морфометрических параметров двенадцатиперстной кишки в эмбриогенезе / И. Л. Кравцова // Актуальные вопросы морфологии: сб. тр. Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры нормальной анатомии ГрГМУ/ под ред. Е. С. Околокулака. — Гродно: ГрГМУ, 2008. — С. 59–60.
6. Леонтьев, А. С. Структурное разнообразие как критерий системной характеристики процессов морфогенеза / А. С. Леонтьев // Морфология. — 1996. — Т. 109, № 2. — С. 67.
7. Леонтьев, А. С. Информационный анализ в морфологических исследованиях / А. С. Леонтьев, Л. А. Леонтьев, А. И. Сыкало. — Минск: Наука и техника, 1981. — 160 с.
8. Славин, М. Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях / М. Б. Славин. — М.: Медицина, 1989. — 304 с.
9. Терентьев, П. В. Метод корреляционных плеяд / П. В. Терентьев // Вестник ЛГУ. — 1959. — № 9. — С. 137–141.

Поступила 31.10.2012

УДК 612.73/74:796.071:616-008.1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ТРЕНИРОВКЕ В РАЗНЫХ ЗОНАХ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. И. Штаненко, Л. А. Будько, П. А. Севостьянов, Е. С. Чиркова

Гомельский государственный медицинский университет

В статье обсуждаются обоснование и разработка дифференцированного подхода к построению тренировочного процесса гребцов высокой квалификации на основе биохимических показателей крови (определение уровня лактата и зон энергообеспечения) и показателей функциональных возможностей спортсменов по данным ПАК «Омега».

Ключевые слова: лактат, аэробные и анаэробные условия мышечной деятельности, лактатный парадокс, адаптация, тренированность, энергетическое обеспечение.