

тоцитах вплоть до восстановления в ряде случаев структуры органа. Характерные для цирроза печени значительные разрастания соединительной ткани на фоне использования фотодинамической терапии через 7 дней были менее выражены, а в ряде случаев отсутствовали. Через месяц отмечено снижение количества соединительной ткани в сочетании с ее зрелостью и отсутствием мезенхимально-клеточной реакции может указывать на отсутствие активного процесса и редукции цирротической соединительной ткани под воздействием фотодинамической терапии, проведенной по предложенной методике. Необходимо отметить также отсутствие в зоне воздействия признаков кровотечения и желчеистечения, спаечного процесса при применении фотодинамической терапии, что является важным положительным моментом в связи с возможностью более безопасного манипулирования в этой зоне в случае

необходимости выполнять в перспективе трансплантацию печени.

Проведенное экспериментальное исследование указывает на целесообразность исследования перспектив применения данной методики в клинических условиях у пациентов с циррозом печени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kumar, M. Is cirrhosis of the liver reversible? / M. Kumar, S. K. Sarin // Indian J. Pediatr. — 2007. — Vol. 74, № 4. — P. 393–399.
2. Wnt signaling in liver fibrosis: progress, challenges and potential directions / C. G. Miao [et al.] // Biochimie. — 2013. — Vol. 95, № 12. — P. 2326–2335.
3. Elpek, G. O. Cellular and molecular mechanisms in the pathogenesis of liver fibrosis: An update / G. O. Elpek // World J Gastroenterol. — 2014. — Vol. 20, № 23. — P. 7260–7276.
4. Evaluation of collagen alteration after topical photodynamic therapy (PDT) using second harmonic generation (SHG) microscopy -in vivo study in a mouse model / T. Lv [et al.] // Photodiagnosis Photodyn Ther. — 2012. — Vol. 9, № 2. — P. 164–169.
5. Nie, Z. Is photodynamic therapy a solution for keloid? / Z. Nie // G Ital Dermatol Venereol. — 2011. — Vol. 146, № 6. — P. 463–472.

Поступила 28.01.2015

УДК 611.018.72:614.876

ВЛИЯНИЕ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА ДУОДЕНАЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ БЕЛОЙ КРЫСЫ

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

¹Гомельский государственный медицинский университет

²Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Проведен системный анализ структурных компонентов двенадцатиперстной 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: дуоденальные железы, двенадцатиперстная кишка, белая крыса, инкорпорированные радионуклиды, корреляционный анализ.

THE EFFECT OF INCORPORATED RADIONUCLIDES ON THE DUODENAL GLANDS OF WHITE RATS

¹I. L. Kravtsova, ¹N. G. Maltseva, ²A. A. Artishevsky, ²V. S. Gayduk

¹Gomel State Medical University

²Belarusian State Medical University, Minsk

The work presents a systemic study of the duodenum components in white rats affected by incorporated radionuclides. It revealed the organ correlative structure dynamics in the changing number, strength and direction of the intercorrelations among the signs in the biosystem. The stress condition of the organ in the initial period is characterized by the functional disorganization of the system intercorrelations. Development of the compensatory mechanism is associated with an increase in the number of intercorrelations and re-establishment of the integration index.

Key words: duodenal glands, duodenum, white rat, incorporation radionuclide, correlative analysis.

Введение

Влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье человека является актуальной проблемой. Основным источником радиационного воздействия, формирую-

щим дозу облучения человека, является внутреннее облучение, вызванное инкорпорацией радионуклидов [1, 2].

Двенадцатиперстная кишка представляет собой сложную систему, состоящую из разнород-

ных элементов, имеющих различную структуру и выполняющих разные функции [1, 3]. Только в этом отделе тонкой кишки в подслизистой основе расположены железы, которые носят название дуоденальных или бруннеровых. В эпителиальной выстилке и железах сосредоточено наибольшее количество эндокринных клеток, гормоны которых оказывают влияние на процессы эмбрионального морфогенеза, на процессы пищеварения, регулируя моторную и секреторную функцию органов, на тонус сосудов, болевые рецепторы и др. [3, 4, 5]. Дуоденальные железы участвуют в образовании кишечного сока. Секрет, с одной стороны, выполняет защитную функцию: благодаря слизи предохраняет стенку кишечника от механических и химических повреждений, с другой — пищеварительную [5, 6].

Использование количественных методов в морфологии позволяет выявить незначительные изменения в органах и тканях, которые при качественном микроскопическом исследовании в большинстве случаев не определяются [1, 7].

Двенадцатиперстная кишка является наиболее радиочувствительным отделом пищеварительной системы. Исследования дуоденальных желез немногочисленны, и многие вопросы, касающиеся влияния на них средовых факторов, остаются малоизученными [2, 1, 8].

Цель

Изучить морфометрические характеристики клеточных популяций двенадцатиперстной кишки белой крысы при инкорпорации радионуклидов.

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). Удельная активность радионуклидов в теле крыс на 7-е сутки составила 1200 Бк/кг, а на 30-е — 3200 Бк/кг, что соответствует сверхмалым поглощенным дозам облучения. Контрольная группа животных содержалась в стандартных условиях вивария на обычном рационе питания. Дозиметрический контроль осуществлялся с помощью сцинтилляционного гамма-спектрофотометра. Животные выводились из эксперимента путем декапитации. В работе соблюдались требования Хельсинской Декларации по гуманному обращению с животными.

Материал фиксировали в формалине, спирте, жидкости Буэна и после проводки через хлороформ заливали в парафин. Срезы окрашивались гематоксилином и эозином, кармином,

методом ШИК для обнаружения гликогена. 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, дуоденальных желез, 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 (площадь, логарифм площади, фактор формы, элонгация). 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 проводилась 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 и их обсуждение

Дуоденальные железы наиболее многочисленны в проксимальном отделе двенадцатиперстной кишки и встречаются в меньшем количестве (а потом и вовсе исчезают) в дистальных ее отделах. Крайне редко они могут заходить в область пилорического сфинктера, иногда — в пилорическую часть желудка, а также в начальные отделы тощей кишки. Дуоденальные железы чаще всего располагаются в толще циркулярных складок двенадцатиперстной кишки [3, 4]. Они являются сложными разветвленными трубчатыми, по характеру выделяемого секрета относятся к слизистым.

Секреторные отделы дуоденальных желез представлены сильно разветвленными трубочками. Эпителий концевых отделов желез состоит из более светлых, чем в поверхностном пласте слабо базофильных клеток. Секреторные клетки имеют вытянутую, высоко цилиндрическую форму. В их цитоплазме имеется множество мелких зерен, которые после спиртовой фиксации хорошо окрашиваются кармином. При окраске гематоксилином и эозином они имеют вид типичных слизистых клеток. В них обнаруживается светлая ячеистая цитоплазма и сплющенное темное ядро, лежащее в базальной части клетки. Слизь в клетках при окраске не обнаруживает явления метхромазии. После выделения секрета клетки принимают кубическую форму, их ядра округ-

ляются. Хроматин в ядрах распределен диффузно, визуализируются 1–2 ядрышка.

В секреторных отделах встречаются апикальнозернистые, аргирофильные (эндокринные), бокаловидные и отдельные обкладочные клетки. Апикальнозернистые клетки секретируют дипептидазы и амилазу. Эндокринные клетки обнаруживаются и в секреторных отделах, и в выводных протоках, синтезируют секретин и другие гормоны. Эндокринные клетки открытого типа — более тонкие и узкие, чем соседние каемчатые клетки, имеют неправильной формы микроворсинки на апикальной поверхности и мелкие секреторные гранулы в цитоплазме. По литературным данным, выявленные эндокринные клетки являются Eс-, G-, S-, D-, L-клетками, гормоны которых обладают выраженным сосудотропным действием, усиливают кровоток, вызывают рост слизистой оболочки, стимулируют спонтанную активность кишечника [5, 1].

Выводные протоки этих желез являются разветвленными, местами расширенными, проходят через мышечную пластинку слизистой оболочки и открываются в крипты или между ворсинками. В начальных отделах протоки выстланы кубическим эпителием. По сравнению с клетками концевых отделов они более мелкие и содержат меньшее количество слизи. Далее среди эпителиоцитов появляются каемчатые клетки и в дистальных участках эпителий представлен в основном каемчатыми клетками.

В эксперименте установлено, что при инкорпорации радионуклидов в течение 7 суток отмечается увеличение средней площади экзокриноцитов секреторных отделов дуоденальных желез и увеличение показателя ядерно-цитоплазматического отношения (относительный объем цитоплазмы увеличивается). Возрастает число эндокриноцитов — на 7,4 %. Средняя площадь эндокринных клеток снижается, а показатели фактора формы и элонгации увеличиваются. Коэффициент вариации по площади и фактору формы экзокриноцитов увеличивается по сравнению с контрольной группой на 14,5 %, а эндокриноцитов — на 48,2 %. В окружающей дуоденальные железы соединительной ткани наблюдается интерстициальный отек, умеренное расширение сосудов микроциркуляторного русла. Относительный объем подслизистой основы на 7-е сутки наблюдения увеличивается на 12,3 %, а сосудистого русла — на 22,7 %.

У животных второй группы, получавших радиоактивное зерно в течение 4 недель наблюдается увеличение средней площади экзокриноцитов дуоденальных желез на 16,3 % по сравнению с контрольной группой. Их средняя площадь и ядерно-цитоплазматическое отношение по сравнению с первой группой достоверно не изменяются. Цитоплазма слизистых

клеток вакуолизирована. Ядра некоторых клеток гипертрофированы, других — пикнотизированы. Относительный объем паренхимы желез увеличивается на 10,8 %. Количество эндокриноцитов как в эпителиальной выстилке, так и в дуоденальных железах снижается на 8,9 %. Встречаются клетки с единичными гранулами, частично заполненные и дегранулировавшие. Средняя площадь и элонгация эндокриноцитов клеток достоверно не изменяются, коэффициент вариации по фактору формы увеличивается на 15,3 %. Выявлено снижение относительного объема слизистой оболочки на 12,3 %. Отмечается полнокровие сосудов, перикапиллярные пространства расширены, выражена лейкоцитарная инфильтрация. Отмечается снижение относительного объема мышечной оболочки на 5,7 %.

При инкорпорации радионуклидов в течение 16 недель выявлено уменьшение площади клеток секреторных отделов бруннеровых желез и их ядер, снижение ядерно-цитоплазматического отношения, что свидетельствует о снижении их секреторной активности. Относительный объем сосудистого русла снижается на 7,4 %. Отмечается незначительное увеличение количества эндокриноцитов в поверхностном эпителии и снижение их числа в дуоденальных железах по сравнению со второй группой животных на 6,7 %. Средняя площадь эндокринных клеток снижается на 17,4 %, относительный объем слизистой оболочки — на 8,4 %.

Выявлено существование сильных прямых корреляционных между количеством эндокринных клеток и количеством бокаловидных клеток ($r = +0,917$, $p_{\text{spearmen}} = 0,015$), площадью эндокриноцитов и площадью экзокриноцитов секреторных отделов дуоденальных желез ($r = +0,825$, $p_{\text{spearmen}} = 0,01$), средней площадью эндокринных клеток и относительными объемами слизистой ($r = +0,878$, $p_{\text{spearmen}} = 0,01$) и мышечной оболочек ($r = +0,858$, $p_{\text{spearmen}} = 0,015$). Эта группа связей принадлежит к категории основных, обеспечивающих формирование корреляционной структуры органа. Остальные связи из группы достоверных являются дополнительными, обеспечивающими системе возможности реагирования на изменение среды. Индекс направленности связей в системе свидетельствует о преобладании прямых зависимостей над обратными.

При инкорпорации радионуклидов корреляционная структура резко изменяется. Через 1 неделю после начала 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 значительно снижается. Отмечается усиление связей между количеством эндокриноцитов и относительным объе-

мом капилляров. По состоянию корреляционной структуры следует считать, что система в данный период находится в стрессовом состоянии.

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

Признаки системы связей	1 неделя		4 недели		16 недель	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Число достоверных связей (ЧДС)	19	5	18	8	18	9
Мощность системы связей (МСС)	0,584	0,254*	0,536	0,267*	0,575	0,319
Индекс межуровневых связей (ИМС)	0,295	0,136*	0,295	0,226	0,321	0,158
Индекс направленности связей (ИНС)	+1,764	-2,722*	+1,653	-1,134	+1,767	-1,984*
Энтропия системы связей (Н)	3,720	3,425	4,175	3,582*	3,793	3,645
Показатель интеграции системы (ПИ)	0,572	0,248*	0,675	0,468*	0,717	0,524*
Показатель лабильности системы (ПЛ)	0,428	0,676*	0,348	0,442*	0,393	0,576*

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

При инкорпорации радионуклидов в течение 4 недель отмечается увеличение числа достоверных связей на 60 %, но их количество по сравнению с контролем меньше на 45 %. Индекс межуровневых связей повышается, а к 16-й неделе вновь снижается и достоверно не отличается от показателя на 1-й неделе эксперимента. Информационная избыточность системы повышается до уровня 14,2, что свойственно вероятностно-детерминированным системам. Ослабляются связи между количеством эндокринных клеток и площадью экзокриноцитов секреторных отделов дуоденальных желез. Устанавливаются отрицательные связи между фактором формы и площадью эндокринных клеток, разрушаются связи между размерами и элонгацией, логарифмом площади и фактором формы эндокриноцитов. На 16-й неделе появляются сильные обратные корреляционные связи между площадью эндокринных клеток и относительным объемом сосудистого русла ($r = -0,848$, $r_{\text{спармен}} = 0,02$), между фактором формы эндокриноцитов и элонгацией экзокриноцитов дуоденальных желез.

Под влиянием инкорпорации радионуклидов в корреляционной структуре органа возрастает количество достоверных связей (таблица 1). Это обеспечивает возможность регулирования на изменение факторов окружающей среды в реакциях гомеостаза; реализуется указанная возможность путем увеличения функционального напряжения. Индекс направленности связей в системе свидетельствует в пользу преобладания прямых связей над обратными как в контроле, так и в эксперименте. Энтропия системы в эксперименте незначительно повышается, что свидетельствует о снижении как компенсаторных резервов системы, так и устойчивости к внешним воздействиям.

Таким образом, в эксперименте имеет место некоторое увеличение интегративных свойств

системы при одновременном уменьшении показателей лабильности. Такие динамические колебания корреляционной структуры органа могут отражать диапазон нормы реакции системы и подтверждает наличие функционального напряжения в условиях инкорпорации радионуклидов. Функциональная дезорганизация системы в начальный период стрессового воздействия сменяется постепенным развитием компенсаторных механизмов, сопровождающихся увеличением числа достоверных связей (показатель интеграции). Увеличение числа значимых (достоверных) связей говорит о снижении степени автономизации элементов биосистемы, то есть возможности реагирования на многообразные факторы окружающей среды.

Заключение

Инкорпорированный ^{137}Cs уже на ранних сроках своего воздействия оказывает повреждающий эффект на эпителиальные клетки как поверхностной выстилки, так и дуоденальных желез, вызывая значительные структурно-функциональные нарушения, что сопровождается повышением степени гетерогенности систем, образованными структурами органа. Об этом свидетельствуют результаты информационного анализа (энтропия систем возрастает, а избыточность падает). Инкорпорация радионуклидов приводит к функциональной дезорганизации системы корреляционных связей между количественными показателями, характеризующими структурные показатели двенадцатиперстной кишки. Увеличивается количество сильных связей, что свидетельствует о функциональном напряжении желез.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.

2. Зезюльчик, М. Н. Структура 12-перстной кишки при инкорпорации радионуклидов / М. Н. Зезюльчик, Я. Р. Мацок, Л. Е. Виноградова // Материалы IV съезда морфологов с международным участием: Российские ведомости. — 1999. — № 1–2, Раздел 2. — С. 72–73.

3. Вопросы классификации и морфогенез малых желез стенок полых внутренних органов / М. Р. Сапин [и др.] // Журнал анат. и гистопатологии. — 2013. — Т. 2, № 1. — С. 9–17.

4. Яцковский, А. Н. Дуоденальные железы: сравнительная морфология и гистохимия / А. Н. Яцковский // Успехи совр. биол. — 1990. — Т. 109, Вып. 3. — С. 424–439.

5. Яцковский, А. Н. Эндокриноциты дуоденальных желез у некоторых представителей отряда приматов / А. Н. Яцковский, Т. В. Боронихина // Архив анат. — 1991. — № 1. — С. 57–61.

6. Юлдашев, А. Ю. Особенности структурно-функционального становления двенадцатиперстной кишки и бруннеровых желез в раннем постнатальном периоде жизни приматов / А. Ю. Юлдашев, З. А. Каххаров, А. А. Нишанова // Совр. пробл. науки и образ. — 2009. — № 3. — С. 77–80.

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. Ибодов, С. Т. Морфологические особенности желез двенадцатиперстной кишки крыс при действии условий высокогорья / С. Т. Ибодов, Д. Б. Никитюк, Э. Х. Тагайкулов // Вестник Авиценны. — 2010. — № 1. — С. 111–115.

Поступила 17.11.2014

УДК 577.3

ОЦЕНКА ПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА КУКОЛОК ДУБОВОГО ШЕЛКОПРЯДА ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНОВ МЕДИ С ПОМОЩЬЮ ALLIUM-ТЕСТА

¹И. И. Концевая, ²И. В. Вуевская

¹Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

²Гомельский государственный медицинский университет

Цель: изучить протекторные свойства водного экстракта куколок китайского дубового шелкопряда в условиях токсического действия ионов меди на цитогенетическую активность в клетках меристем *Allium cepa* L.

Материалы и методы. Влияние тестируемых растворов оценивали с использованием ана-телофазного метода учета перестроек хромосом в клетках корневых меристем по митотическому индексу, метафазно-профазному индексу, патологии митоза, составу и спектру патологий митоза.

Результаты. Выявлено, что использование ВЭКШ в варианте действия сверхлетальной концентрации ионов меди эффективно подавляет патологические процессы в клетках.

Заключение. Протекторные свойства активных компонентов ВЭКШ против серьезных цитогенетических повреждений, вызванных медью, выражены в уменьшении числа пикнотических клеток в интерфазе.

Ключевые слова: *Allium*-тест, ионы меди, митоз, водный экстракт куколок дубового шелкопряда.

THE ASSESSMENT OF PROTECTIVE PROPERTIES OF AQUEOUS EXTRACT OF OAK SILKWORM PUPAE UNDER THE INFLUENCE OF COPPER IONS USING ALLIUM-TEST

¹I. I. Kontsevaya, ²I. V. Vuyevskaya

¹Gomel Fr. Skaryna State University

²Gomel State Medical University

Objective: to study the protective properties of the aqueous extract of Chinese oak silkworm pupae in the conditions of toxic effect of copper ions on the cytogenetic activity in meristematic cells of *Allium cepa* L.

Material and methods. The effect of the tested solutions were assessed by means of ana-telophase method for accounting chromosome aberrations in cells of root meristems by mitotic index, metaphase-prophase index, the pathology of mitosis, its composition and spectrum.

Results. The study revealed that the application of the aqueous extract of Chinese oak silkworm pupae in the effect of the supralethal concentration of copper ions effectively inhibits pathological processes in cells.

Conclusion. The protective properties of the active components of the aqueous extract of oak Chinese silkworm pupae against severe cytogenetic damages caused by the copper are expressed in the reduced number of pyknotic cells in the interphase.

Key words: *Allium*-test, copper ions, mitosis, aqueous extract of oak silkworm pupae.

Введение

Медь относится к группе тяжелых металлов и является микроэлементом, необходимым для жизнедеятельности организмов. Благодаря своей химической активности, ионы меди могут оказывать отрицательный эффект, если клетка не справляется с их детоксикацией. Одной из основных причин негативных эффектов является образование медью радикалов гидроксид-

ла, которые при взаимодействии с тиоловыми группами белков разрушают их вторичную структуру и вызывают деграцию липидов и нуклеиновых кислот. В результате ингибируются многочисленные метаболические процессы, повреждается структура клеток и тканей, наступает задержка роста клеток и их старение [1–3].

В настоящее время накоплен большой объем информации о фитотоксическом действии тяже-