

DOI: 10.33184/dokbsu-2020.3.1

Ультраструктурные характеристики двенадцатиперстной кишки белых крыс на фоне хронического воздействия наночастиц магния

И. И. Терегулов*, А. М. Федорова

Башкирский государственный университет

Россия, Республика Башкортостан, 450076 г. Уфа, улица Заки Валиди, 32.

**Email: ildarcha@mail.ru*

В данной работе проведено исследование влияния наночастиц гидроксида магния на ультраструктурные характеристики двенадцатиперстной кишки крыс. Работа выполнена на самцах крыс линии Non-linear albino, которым перорально вводили наночастицы гидроксида магния в дозе 50 мг/кг в течение 14 дней. Было выявлено, что после введения наночастиц гидроксида магния уменьшились морфометрические и морфофункциональные характеристики бокаловидных клеток и эпителиоцитах стенки двенадцатиперстной кишки опытной группы.

Ключевые слова: наночастицы $Mg(OH)_2$, двенадцатиперстная кишка, крысы линии Non-linear albino.

В последние годы использование наночастиц (НЧ) металлов в промышленности резко возросло, созданы наноматериалы, в состав которых входят НЧ магния и его соединений. НЧ магния активно используются в медицине, электронике, нефтеперерабатывающей и пищевой промышленности, в производстве тканей и бумаги, и во многом другом [7–9]. При этом вопрос о токсикологическом влиянии НЧ магния на организм остается открытым.

Беря во внимания особенности поступления наночастиц в организм человека и животных, основными органами-мишенями являются ткани дыхательной, интерстициальной, иммунной, кожной систем, а также пищеварительная система, костный мозг, репродуктивные органы. Отсутствие единой шкалы приоритетов для оценки безопасности всего многообразия наноматериалов и низкая информативность, а, зачастую, неприменимость традиционных токсико-гигиенических характеристик к наноразмерным структурам, делает необходимым поиск и использование новых биомедицинских подходов к их оценке. Проводимое исследование расширит теоретические представления о механизме воздействия наночастиц на организм, а также физиологический механизм ответной реакции воздействия наночастиц на организм.

Целью настоящей работы стало изучение структурно-функциональной организации двенадцатиперстной кишки крыс под влиянием перорального введения наночастиц магния в дозе 50 мг/кг.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на самцах беспородных крыс ($n=12$), обладавших средней массой тела 314 ± 50 г. Контрольная группа состояла из 12 животных, из которых 6 перорально вводился хлорид натрия. В эксперименте были задействованы следующие опытные группы: получавшие наночастицы магния в дозах 50 мг/кг ($n=10$) и 10 мг/кг ($n=10$) перорально. Животные содержались в виварии БашГУ в стандартных условиях по 4–5 особей в клетке при свободном доступе к пище и воде в условиях естественного цикла день-ночь. Манипуляции с животными, необходимые для проведения эксперимента, выполнялись в соответствии с Хельсинкской декларацией 64 пересмотра (Бразилия, 2013). С целью определения микроморфометрических и кариометрических характеристик бокаловидных клеток и каемчатых эпителиоцитов стенки двенадцатиперстной кишки на 15 день было проведено вскрытие и изъятие органа [1] и помещение его в фиксирующий раствор (10% формалин по Лилии) [4]. Далее были изготовлены препараты, окрашенные методом гематоксилин эозина [5]. Морфометрия клеток проводилась в программе «ImageJ».

В ходе эксперимента животным опытной группы вводили перорально наночастицы гидроксида магния в виде водного раствора в дозе 50 мг/кг массы тела в течение 14 дней. Анализ и статистическую обработку данных провели с помощью программы «STATISTICA» v.10.0 (Stat Soft Inc., США). Для оценки различий между группами использовали U- критерий Манна-Уитни [3]. Значения считались достоверными при уровне значимости $p < 0.05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Двенадцатиперстная кишка (duodenum) – это первый отдел тонкой кишки от пилоруса (привратника) до самого двенадцатиперстно-тощего изгиба [2]. Как мы видим на *рис. 1* и *2* при гистологическом исследовании слизистая стенка двенадцатиперстной кишки представлена четырьмя слоями: ворсинками, собственной пластинкой, мышечной пластинкой, серозной оболочкой, ворсинки представлены двумя типами клеток: бокаловидными клетками и каемчатыми эпителиоцитами.

В нижеприведенной таблице представлены результаты морфометрического и морфофункционального анализа гистологических срезов стенки двенадцатиперстной кишки крыс контрольной группы и группы, подвергавшейся пероральному введению нанодисперсной формы гидроксида магния в течении 14 дней в дозе 50 мг/кг.

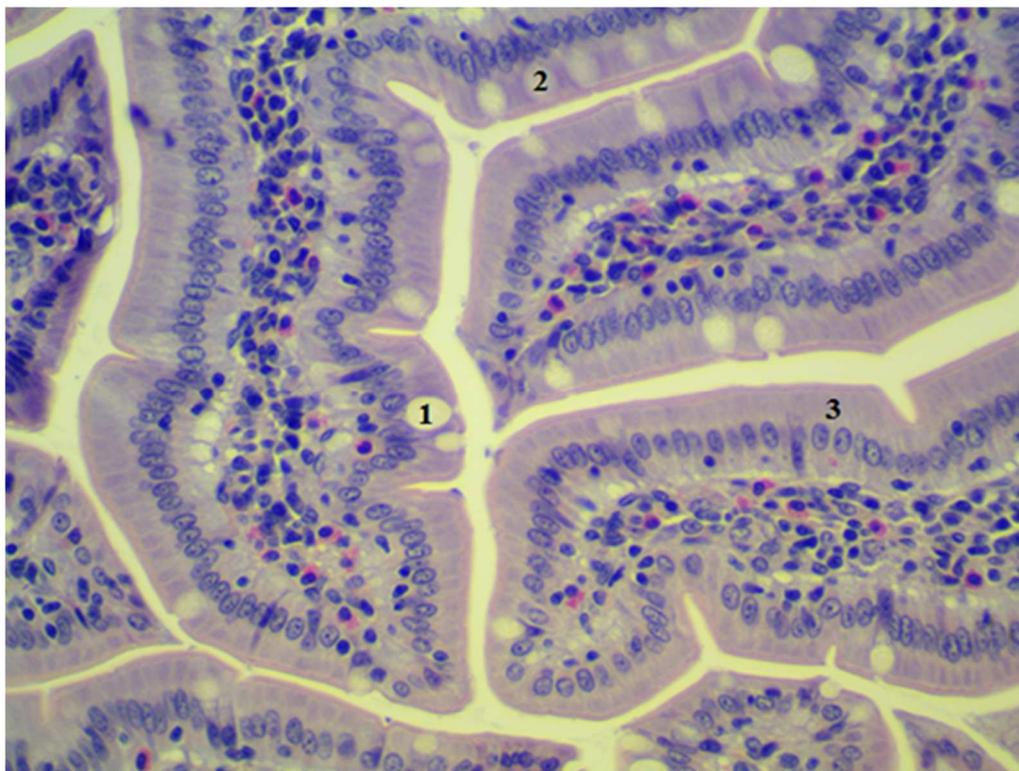


Рис. 1. Микрофотография гистологического среза ворсинок двенадцатиперстной кишки крысы контрольной группы, после 14 дней введения физиологического раствора (доза: 50 мг/кг), окрашивание гематоксилином и эозином. Х400. Обозначения: 1-Эпителиоциты, 2-Бокаловидная клетка, 3-Бокаловидная клетка, заполненная слизью.

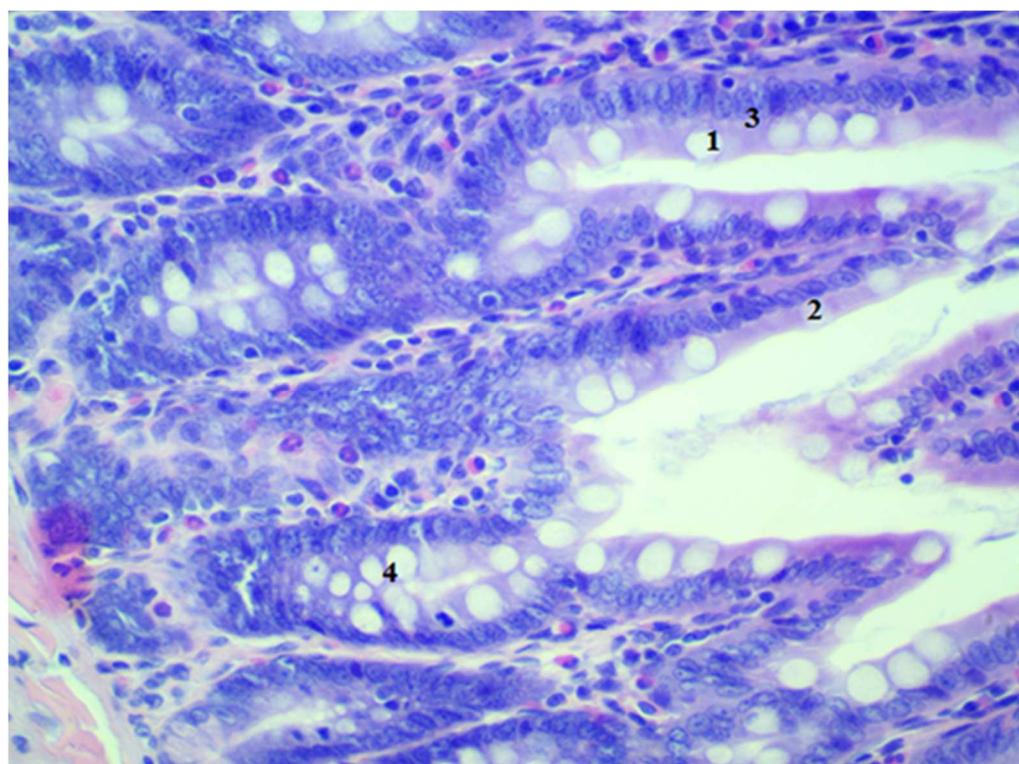


Рис. 2. Микрофотография гистологического среза ворсинок и крипт двенадцатиперстной кишки крысы, после 14 дней введения наночастиц гидроксида магния (доза: 50 мг/кг), окрашивание гематоксилином и эозином. Х400. Обозначения: 1-Бокаловидная клетка, 2-Бокаловидная клетка, заполненная слизью, 3-Эпителиоциты, 4-Крипты.

Таблица 1. Исследование морфометрических и морфофункциональных показателей двенадцатиперстной кишки белых крыс на фоне воздействия наночастиц гидроксида магния в течение 14 дней, 50 мг/кг

	Контрольная группа (КГ)	Опытная группа (ОГ)	Z	p
Площадь бокаловидных клеток	91.08±2.97	74.60±1.79	4.85	0.01
Диаметр бокаловидных клеток	9.81±0.16	9.03±0.12	3.43	0.01
Площадь ядер бокаловидных клеток	59.42±2.54	56.17±2.06	0.54	0.54
Диаметр ядер бокаловидных клеток	2.89±0.12	2.61±0.07	1.80	0.07
Площадь каемчатых эпителиоцитов	316.08±6.87	240.33±4.44	8.10	0.01
Диаметр каемчатых эпителиоцитов	11.43±1.4	9.03±0.12	13.84	0.01
Площадь ядер Каемчатых эпителиоцитов	9.81±0.16	9.03±0.12	3.78	0.01
Диаметр ядер Каемчатых эпителиоцитов	9.81±0.16	9.03±0.12	0.42	0.66
Количество бокаловидных клеток на ворсинку (штуки)	25.58±1.96	17.64±0.92	3.451251	0.01

Результаты наших исследований показали, что в стенке двенадцатиперстной кишки крыс, подвергавшихся влиянию НЧ магния, выявлены статистические различия диаметра и площади каемчатых эпителиоцитов в сравнении с аналогичными показателями крыс КГ (табл. 1). Так под влиянием НЧ магния диаметр клеток уменьшился на 28.43%, а площадь – на 23.96%, что составляет 3.25 мкм и 75.75 мкм². Также в ОГ статистически значимые различия имеет площадь ядер каемчатых эпителиоцитов в сравнении с КГ (табл. 1). Под влиянием наночастиц магния в дозе 50 мг/кг площадь уменьшилась на 11.26%, что составляет 9.08 мкм². Между параметрами диаметра ядер каемчатых эпителиоцитов статистически значимых различий не было выявлено.

Между каемчатыми эпителиоцитами лежат бокаловидные клетки. Это достаточно крупные клетки, овальной формы, суженные базально, которые выделяют секрет, вы-

полняющий защитную функцию. Диаметр клетки составляет 9.81 ± 0.16 мкм, площадь – 91.08 ± 2.97 мкм² (табл. 1). У белых крыс ОГ под влиянием НЧ магния выявлены статистически значимые различия размеров у бокаловидных клеток в сравнении с такими же показателями в КГ (табл. 1). Диаметр бокаловидных клеток уменьшился на 7.95%, а площадь на 18.09%, что составляет 0.78 мкм и 16.48 мкм² соответственно. Между параметрами ядер бокаловидных клеток статистически значимых различий выявлено не было (табл. 1).

Результаты морфофункционального анализа подсчета количества бокаловидных клеток на ворсинку имеют статистически значимые отличия между группами контроля и опыта (табл. 1). Так, их количество сократилось на 31.04% что составляет 7.94 клетки (при среднем количестве в норме 25.58 ± 1.96 клеток на ворсинку (табл. 1)).

Данные по морфофункциональным особенностям двенадцатиперстной кишки крысы показали, что пол воздействием наномagnesия в дозе 50 мг/кг в течение 14 дней произошли статистически значимые изменения в количестве бокаловидных клеток на ворсинку, их количество уменьшилось на 31.04%. Полученные данные о морфологических особенностях стенки двенадцатиперстной кишки под влиянием наночастиц магния согласуются с данными многих исследователей, установивших патоморфологические изменения органов и тканей при действии на организм некоторых токсических соединений, радиационного излучения [7].

Таким образом, результаты наших исследований показали, что наночастиц гидроксида магния, оказывают отрицательное воздействие на микроморфологические и морфометрические показатели стенки двенадцатиперстной кишки белых крыс линии.

Литература

1. Методика вскрытия и извлечения органов лабораторных животных (крысы) URL: <http://labanimalsjournal.ru/ru/2618723x-2018-02-08>
2. Ноздрачев, А. Д. Анатомия крысы / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков. – СПб. : Лань, 2001. 119 с.
3. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA M., МедиаСфера, 2002. 109–111 с.
4. Фиксация гистологического и биопсийного материала. URL: <https://www.forens-med.ru/book.php?id=513>
5. Янин В. Л., Бондаренко О. М., Сазонова Н. А. Учебно-методическое пособие для аспирантов заочной формы обучения к практическим занятиям по дисциплине «Методы исследования в цитологии и гистологии». Учебно-методическое пособие – Ханты-Мансийск: БУ «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», 2015. – 30с.
6. Федорова А. М., Сальманова О. О., Шарафутдинова Л. А. Структурно-функциональная организация мозжечка крыс под влиянием наночастиц магния // Морфология, 2019. – Т. 156. – №6. – С. 123.

7. Mangalampalli B., Dumala N., Grover P. Acute oral toxicity study of magnesium oxide nanoparticles and microparticles in female albino Wistar rats // J. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2017- 90. P. 170–184.
8. Sahoo S. K., Parveen S., Panda J. J. The present and future of nanotechnology in human health care. // J. Nanomedicine: nanotechnology. Biol. Med., 2007; 3(1):20–31.
9. Zhang L., Gu F. X., Chan J. M., Wang A. Z., Langer R. S., Farokhzad O. C. Nanoparticles in medicine: therapeutic applications and developments. // J. Clin. Pharmacol. Ther, 2008; 33(5):761–769.

Influence of magnesium hydroxide nanoparticles on the ultrastructural characteristics of the duodenum of Non-linear albino white rats

I. I. Teregulov*, A. M. Fedorova

Bashkir State University

32 Zaki Validi Street, 450076 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

**Email: ildarcha@mail.ru*

In this work, we studied the effect of magnesium hydroxide nanoparticles on the ultrastructural characteristics of the duodenum of rats. The work was performed on male rats of the Non-linear albino line, which were orally injected with magnesium hydroxide nanoparticles at a dose of 50 mg/kg for 14 days. It was found that after the introduction of magnesium hydroxide nanoparticles, the morphometric and morphofunctional characteristics of goblet cells and epithelial cells of the duodenal wall of the experimental group decreased.

Keywords: Mg(OH)₂ nanoparticles, duodenum, non-linear albino rats.