

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЕ ПРИ ДИФФУЗНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ЗОБЕ

С. КУРБОНОВ¹, М.К. ГУЛОВ², И.А. ДАВЛАТОВ¹, Э.Х. ТАГАЙКУЛОВ³

¹ Кафедра анатомии человека им. Я.А. Рахимова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

² Кафедра общей хирургии № 1, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

³ ЦНИЛ, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

Цель: изучить основные патоморфологические и морфометрические структурные перестройки тканевых образований щитовидной железы (ЩЖ) при диффузном токсическом зобе (ДТЗ).

Материал и методы: методами анатомического препарирования и гистологических срезов изучены макро- и микроскопические структурные особенности ЩЖ у 22 пациентов с ДТЗ, обоего пола в возрасте от 36 до 60 лет, прооперированных в отделении общей хирургии ГКБ № 5 им. академика К.Т. Таджиева.

Результаты: анализ степени прогрессирования патоморфологических изменений ткани и фолликулярной структуры ЩЖ выявил зависимость от длительности и тяжести заболевания. Результаты количественного исследования показали, что средний диаметр фолликулов по сравнению с нормой ($70,8 \pm 1,19$ мкм) стал больше ($80,8 \pm 1,26$ мкм). Высота фолликулярного эпителия при данной патологии была равна $15,16 \pm 0,22$ мкм, при норме $10,06 \pm 0,09$ мкм ($p < 0,01$). Это привело к изменению индекса Брауна, т.е. чем больше был этот индекс, тем ниже становилась функциональная активность органа.

Заключение: характерными морфологическими признаками ЩЖ при ДТЗ являются лимфоплазмацитарная инфильтрация стромы железы, активация фолликулогенеза и гиперплазия тиреоидного эпителия, которые могут привести к развитию функциональных нарушений ЩЖ.

Ключевые слова: щитовидная железа, диффузный токсический зоб, патоморфология.

PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE THYROID GLAND IN TOXIC DIFFUSE GOITER

S. KURBONOV¹, M.K. GULOV², I.A. DAVLATOV¹, E.H. TAGAYKULOV³

¹ Department of Human Anatomy named after Ya.A. Rakhimov, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Tajikistan

² Department of General Surgery № 1, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Tajikistan

³ Central Scientific Research Laboratory, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Tajikistan

Objective: To study the main pathomorphological and morphometric structural rearrangements of thyroid tissue (TT) formations in toxic diffuse goiter (TDG).

Methods: By the methods of anatomical preparation and histological sections, macro and microscopic structural features of the thyroid gland were studied in 22 patients with TDG; both sexes aged 36 to 60 years, operated in the Department of General Surgery, State Clinical Hospital № 5, named by Academician K.T. Tadjiev.

Results: An analysis of the degree of progression of pathomorphological changes in the tissue and the follicular structure of the thyroid gland revealed a dependence on the duration and severity of the disease. The results of a quantitative study showed that the average diameter of the follicles, as compared with the norm (70.8 ± 1.19 μm), became larger (80.8 ± 1.26 μm). The height of the follicular epithelium for this pathology was 15.16 ± 0.22 μm , with a norm of 10.06 ± 0.09 μm ($p < 0.01$). This led to a change in the Brown index, i.e. the more this index was, the lower the functional activity of the organ.

Conclusions: The characteristic morphological signs of thyroid disease in TDG are lymphoplasmacytic infiltration of the stroma of the gland, activation of folliculogenesis and hyperplasia of the thyroid epithelium, which can lead to the development of functional thyroid disorders.

Keywords: *Thyroid gland, toxic diffuse goiter, pathomorphology.*

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы физиология и патология щитовидной железы (ЩЖ) выделена в самостоятельную дисциплину – тиреодологию, являющуюся важным разделом эндокринологии, в связи с широким распространением заболеваний данного органа и развитием серьёзных осложнений. В Республике Таджикистан (РТ), которая является эндемичным регионом, отмечается неуклонный рост числа пациентов с диффузным токсическим зобом (ДТЗ), который составляет по разным данным от 23,3% до 70% от общего числа заболеваний эндокринной системы [1-3]. Несмотря на то, что в 1979 г. Постановлением Правительства РТ была принята «Национальная программа борьбы с йододефицитными заболеваниями в РТ на 1979-2001 г.г.», в 90-е годы XX столетия наша страна, в результате гражданской войны, столкнулась с

проблемой йодной недостаточности и её последствиями. Этим и обусловлена на сегодняшний день высокая медико-социальная значимость эндемического зоба в РТ.

Развивающиеся патоморфологические изменения в ЩЖ ряд авторов связывает с изменившейся экологической обстановкой [4-6]. В многочисленных обзорных статьях и руководствах достаточно подробно и с разных позиций освещены клинические особенности, вопросы диагностики, патогенез и оперативное лечение заболеваний ЩЖ [1, 2, 7-9]. Из-за роста эндокринной патологии в РТ вопросам патоморфологии ЩЖ наши учёные начали также уделять довольно серьёзное внимание [7, 10]. В последние годы, отмечен рост частоты рака ЩЖ на фоне ДТЗ, особенно у пациентов старше 40 лет [10-12]. Известно, что варианты нормы тиреоидной гормональной активности организма и распространённость заболеваний ЩЖ, как показали некоторые

исследования, зависят от этнических и климатогеографических факторов [4, 5, 13]. Однако, несмотря на многочисленные работы по изучению ДТЗ, в большей степени опирающиеся на результаты функциональных исследований, в РТ до настоящего времени не проводилось детальное патоморфологическое изучение паренхиматозной перестройки ЩЖ при ДТЗ.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дать патоморфологическую и морфометрическую оценку тканевых структур ЩЖ при ДТЗ на основании комплексного морфологического исследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились ЩЖ (от лиц мужского и женского пола). Фактический материал для исследования в условиях нормы был получен от 20 трупов людей (мужского и женского пола), смерть которых наступила от асфиксии, несовместимых с жизнью травм, острых нарушений кровообращения, инфаркта миокарда, инсульта и т.д. В материал для исследования не включали лиц с заболеваниями органов иммунной системы и эндокринных органов.

Отпрепарированные ЩЖ освобождали от соединительной и жировой ткани. Затем из средней части каждой доли железы вырезали пластинку толщиной 3-4 мм поперёк для её последующего гистологического изучения. Железы вместе с бирками (данные больных) помещали в марлевые мешочки и опускали в 10% раствор нейтрального формалина. Зафиксированный материал заливали в парафин. Срезы толщиной 5-6 мкм окрашивали гематоксилином Эрлиха, эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону.

Наряду с изучением препаратов, нами были проведены измерения диаметра фолликулов и высоты их эпителиальной выстилки и сосудов микроциркуляторного русла с помощью окулярмикрометра. В каждой ЩЖ производили измерения в 91 фолликуле. Средний внутренний диаметр фолликулов определяли путём деления пополам суммы наибольшего и наименьшего диаметров. Для установления средней высоты железистого эпителия, измеряли высоту клеток выстилки каждого измеренного фолликула. Высчитывали индекс Брауна, деля средний диаметр фолликула на среднюю высоту фолликулярного эпителия. Для оценки результатов патоморфологических исследований использовали систему компьютерного анализа микроскопических изображений, состоящую из светооптического микроскопа. Микропрепараты изучали под микроскопом Olympus CX 21 при разных увеличениях камерой Digital MicroScope Camera Specification MC-DO 48U (E).

Результаты исследования были обработаны методами вариационной статистики с подсчётом средних значений и их стандартного отклонения. Дисперсионный анализ выполняли для независимых выборок с применением U-критерия Манна-Уитни. Нулевая гипотеза отвергалась при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гистологические исследования ЩЖ у лиц контрольной группы (в норме) показали, что в зрелом возрасте второго периода гистологическая структура ЩЖ соответствует описанной в литературе. Паренхиму органа составляют фолликулы разного размера – от крупных до мелких, между которыми находятся прослойки соединительной ткани и залегают поля интерфолли-

кулярного эпителия. Прослойками соединительной ткани железы делятся на дольки: в междольковом пространстве пролегают кровеносные сосуды – артериолы, капилляры и вены. Стенки фолликулов отделены от близлежащей ткани базальной мембраной, на которой расположен однорядный фолликулярный эпителий. Фолликулы заполнены коллоидом, метахромазия которых указывает на активные процессы функционального обмена веществ между ним и тиреоцитами.

На гистологических препаратах ЩЖ, на которых операции проводились по поводу ДТЗ, соединительнотканное волокно в строме железы было пропитано бледным отёчным содержанием, они были разрыхлены, а в междольковой соединительной ткани обнаруживались крупные очаги лимфоидной инфильтрации. Гистологически фолликулы ЩЖ обычно были неправильной формы, вместо нормального однослойного кубического эпителия стенки их были выстланы цилиндрическим, нередко многослойным эпителием. В последних содержалось незначительное количество жидкого, бесцветного, со множеством вакуолей коллоида.

Наиболее характерным морфологическим признаком ДТЗ является лимфоплазмоцитарная инфильтрация [14, 15]. Согласно нашим данным, диффузная лимфоплазмоцитарная инфильтрация, как правило, преобладала над лимфоидной. Лимфоциты не только контактировали с фолликулами, но и пенетрировали в цитоплазму ацинарных клеток, что не наблюдается в нормальной ЩЖ (рис. 1). Такую же картину могут дать и крупные лимфоидные фолликулы, которые всегда можно найти в строме ЩЖ при этой патологии.

В этих случаях сосочковая пролиферация занимает не всю железу диффузно, а располагается отдельными очагами. Ряд авторов [14,15] считает, что гиперпластические процессы в тиреоидном эпителии (сосочковая пролиферация эпителия и новообразование фолликулов) являются характерными морфологическими признаками ДТЗ. Проллиферация эпителия характеризуется образованием сосочковых выростов в просвет фолликулов. Сосочки в фолликуле представлены складками эпителия без соединительнотканной основы. Встречаются короткие и широкие сосочки с капилляром в соединительнотканной строме, покрытые тиреоидным эпителием.

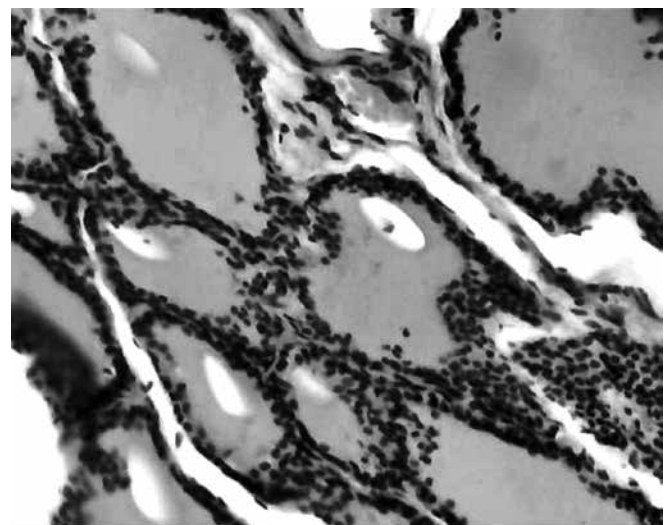


Рис. 1 Фолликулы разного размера выстланы кубическим эпителием, вакуолизация коллоида в фолликулах. Лимфоцитарные инфильтрации в междольковой строме при ДТЗ (окраска гематоксилин-эозином, ув. х 200)

Гиперпластические процессы при ДТЗ проявляются новообразованиями небольших фолликулов овальной или округлой формы. Помимо гиперплазии фолликулярного эпителия, также происходит гиперплазия и экстрафолликулярного эпителия. При этом между фолликулами появляются островки тиреоидного эпителия. Функциональная активность клеток приводит к накоплению коллоида, дальнейшее развитие процесса завершается формированием новых мелких фолликулов, вдавленных в просвет фолликулов – подушечек Сандерсона (рис. 2).

Подушечки Сандерсона со стороны фолликулов покрыты более высоким призматическим эпителием, указывающим на увеличение функциональной активности клеток. На фоне выраженной диффузной пролиферации фолликулярного эпителия в ткани железы отмечается и образование узлов повышенной активности тиреоцитов. Причиной узлообразования является неравномерность пролиферативных процессов в тиреоидном эпителии. Строма уплотнена, в ней определяются очаговые лимфоцитарные инфильтраты, вплоть до образования лимфатических фолликулов (рис. 2).

Индекс накопления коллоида (показатель Брауна), выводимый из двух основных показателей (среднего диаметра просвета фолликулов и высоты эпителия), наиболее приближенно отражает степень активности щитовидной железы. Как следует из результатов количественного исследования, средний диаметр фолликулов по сравнению с нормой ($70,8 \pm 1,19$ мкм) стал больше ($80,8 \pm 1,26$ мкм). Высота фолликулярного эпителия при данной патологии была равна $15,16 \pm 0,22$ мкм, при норме $10,06 \pm 0,09$ мкм ($p < 0,01$). Это привело к изменению индекса Брауна, т.е. чем больше этот индекс, тем ниже функциональная активность органа. Полученные нами данные об общей динамике индекса накопления коллоида полностью совпадают с данными других авторов [9, 16]. При диффузном зобе происходит угнетение симпатической медиации, т.е. снижение адренергической медиации в организме, которая сопровождается снижением

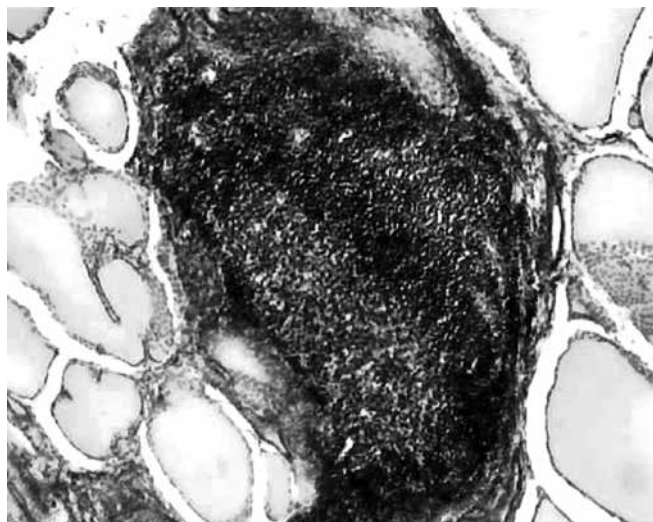


Рис. 2 Сосочковые выросты в просвете фолликулов – подушечки Сандерсона. Очаговые лимфоцитарные инфильтраты вплоть до образования лимфатических фолликулов при ДТЗ (окраска гематоксилин-эозином, ув. х 200)

функциональной активности щитовидной железы. Это приводит к снижению содержания йода по сравнению с нормальной железой [1, 2, 4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученная совокупность патоморфологических данных при ДТЗ свидетельствует о наличии гиперпластических процессов (гиперплазия тиреоидного эпителия, активация фолликулогенеза и лимфоидной инфильтрации). Результаты должны быть учтены при разработке методов профилактики, лечения и патоморфологической диагностики ЩЖ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кахаров АН. *Диагностика и хирургическое лечение зоба*. Душанбе, РТ: Ирфон; 2008. 186 с.
2. Кахаров АН, Ибодова ГХ. Современные аспекты диагностики и хирургического лечения доброкачественного узлового и многоузлового зоба. *Здравоохранение Таджикистана*. 2016;1:77-82.
3. Юсупова ШЮ, Зокиров РА, Абдурозиков АА, Окилов МО. Результаты ультразвукового исследования состояния тиреоидной паренхимы. *Вестник Авиценны*. 2012;4:77-9.
4. Солиев ФГ, Кахорова НЮ, Ибодова ГХ, Кахаров АН. Эндемический зоб среди населения, проживающего в экологически неблагоприятном регионе. *Здравоохранение Таджикистана*. 2009;2:2629.
5. Адамова ЯУ, Чумаченко АН. Морфологические особенности различной патологии щитовидной железы у населения, проживающего в техногенно-загрязненном регионе. *Архив патологии*. 2007;2:25-8.
6. Ганиева ГМ, Исаев АБ. Параметры функциональных единиц щитовидной железы при диффузном токсическом и узловом эутиреоидном зобе у населения приграничных районов Азербайджана и Грузии. *Georgian Medical News*. 2013;5:67-72.
7. Гулов МК, Расулов АТ, Нуров ЗМ, Солиев ХМ. Клинико-морфологическая картина многоузлового эутиреоидного зоба. *Вестник Авиценны*.

REFERENCES

1. Kakharov AN. *Diagnostika i khirurgicheskoe lechenie zoba [Diagnosis and surgical treatment of goiter]*. Dushanbe, RT: Irfon; 2008. 186 p.
2. Kakharov AN, Ibodova GK. Sovremennye aspekty diagnostiki i khirurgicheskogo lecheniya dobrokachestvennogo uzlovogo i mnogouzlovogo zoba [Modern aspects of diagnosis and surgical treatment of benign nodular and multimodal goiter]. *Zdravookhranenie Tadjikistana*. 2016;1:77-82.
3. Yusupova ShYu, Zokirov RA, Abdurizikov AA, Okilov MO. Rezul'taty ul'trazvukovogo issledovaniya sostoyaniya tireoidnoy parenkhimiy [Results of ultrasonic examination of a condition of a thyroid parenchyma]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2012;4:77-9.
4. Soliev FG, Kakhorova NYu, Ibodova GK, Kakharov AN. Endemicheskiy zob sredi naseleniya, prozhivayushchego v ekologicheski neblagopoluchnom regione [Endemic goiter among the population, living in an unfavorable region]. *Zdravookhranenie Tadjikistana*. 2009;2:26-9.
5. Adamova YaU, Chumachenko AN. Morfologicheskie osobennosti razlichnoy patologii shchitovidnoy zhelezy u naseleniya, prozhivayushchego v tekhnogenno-zagryaznyonnom regione [Morphological features of various pathology of a thyroid gland at the population living in technogenic pollution region]. *Arkhiv patologii*. 2007;2:25-8.
6. Ganieva GM, Isaev AB. Parametry funktsional'nykh edinit shchitovidnoy zhelezy pri diffuznom toksicheskom i uzlovom eutireoidnom zobe u naseleniya prigranichnykh rayonov Azerbaydzhana i Gruzii [Parameters of functional units of a thyroid gland at diffuse toxic and nodal euthyroid goiter at the population of border districts Azerbaijan and Georgia]. *Georgian Medical News*. 2013;5:67-72.
7. Gulov MK, Rasulov AT, Nurov ZM, Soliev KhM. Kliniko-morfologicheskaya kartina mnogouzlovogo eutireoidnogo zoba [Clinical and morphological

- 2017;19(1):46-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.25005/2074-0581-2017-19-1-46-49>.
8. Калмин ОВ, Калмин ОО. Математическое моделирование показателей структуры щитовидной железы при тиреоидной патологии. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2014;10(1):38-44.
 9. Gemez PA, Gutierrez MT, Gomez J. Development and outcomes of the surgical management of multinodular goiter. *Cir Esp*. 2013;80(2):83-9.
 10. Курбонов С, Абдурахмонов ФА, Зиёева ЗД. Структурные изменения щитовидной железы при диффузном зобе. *Вестник Авиценны*. 2012;1:138-40.
 11. Абросимов АЮ, Кожушная СМ. Морфологические особенности папиллярного рака щитовидной железы с очаговым высококлеточным компонентом. *Архив патологии*. 2012;4: 38-42.
 12. Verburg F, Reineres C. The association between multinodular goiter and thyroid cancer. *Minerva Endocrinol*. 2010;35(3):187-92.
 13. Lasithotaki S. Indications for surgery and significance of unrecognized cancer in endemic multinodular goiter. *World J Surg*. 2012;36(6):1286-96.
 14. Штандель СА, Барилляк ИР, Хазиев ВВ, Гопкалова ИВ. Заболевания щитовидной железы и факторы, влияющие на их распространённость в популяции. *Экологическая генетика*. 2010;8(1):42-9.
 15. Бутова ОА, Боташева ВС, Головки ЕМ. Патогистологическая характеристика щитовидной железы при эндемическом зобе. *Вестник Ставропольского государственного университета*. 2010;69:182-6.
 16. Шадлинский ВБ, Ганиева ГМ, Джанднерик КН, Исаева АБ. Особенности структурных изменений сосудисто-стромального комплекса щитовидной железы при эутиреоидной и токсической формах зоба. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2014;3:91-4.
- characteristics of multinodular euthyroid goiter]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2017;19(1):46-9. Available from: [http://dx.doi.org/10.25005/2074-0581-2017;19\(1\):46-9](http://dx.doi.org/10.25005/2074-0581-2017;19(1):46-9).
8. Kalmin OV, Kalmin OO. Matematicheskoe modelirovanie pokazateley struktury shchitovidnoy zhelezy pri tireoidnoy patologii [Mathematical modeling indicators of structure of a thyroid gland at thyroid pathology]. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal*. 2014;10(1): 38-44.
 9. Gemez PA, Gutierrez MT, Gomez J. Development and outcomes of the surgical management of multinodular goiter. *Cir Esp*. 2013;80(2):83-9.
 10. Kurbonov S, Abdurakhmonov FA, Ziyoeva ZD. Strukturnye izmeneniya shchitovidnoy zhelezy pri diffuznom zobe [Structural changes of thyroid gland at a diffuse goiter]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2012;1:138-40.
 11. Abrosimov AYu, Kozhushnaya SM. Morfologicheskie osobennosti papillyarnogo raka shchitovidnoy zhelezy s ochagovym vysokokletochnym komponentom [Morphological features of papillary thyroid carcinoma with a focal tall-cell component]. *Arkhiv patologii*. 2012;4:38-42.
 12. Verburg F, Reineres C. The association between multinodular goiter and thyroid cancer. *Minerva Endocrinol*. 2010;35(3):187-92.
 13. Lasithotaki S. Indications for surgery and significance of an unrecognized cancer in endemic multinodular goiter. *World J Surg*. 2012;36(6):1286-96.
 14. Shtandel SA, Barilyak IR, Khaziev VV, Gopkalova IV. Zaboлевaniya shchitovidnoy zhelezy i faktory, vliyayushchie na ikh rasprostranyonost' v populyatsii [Diseases of a thyroid gland and factors influencing their prevalence in population]. *Ekologicheskaya genetika*. 2010;8(1):42-9.
 15. Butova OA, Botasheva VS, Golovko EM. Patogistologicheskaya kharakteristika shchitovidnoy zhelezy pri endemicheskom zobe [Pathogistological characteristics of thyroid gland in endemic goiter]. *Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2010;69:182-6.
 16. Shadlinskiy VB, Ganieva GM. Dzhandnerik KN, Isaeva AB. Osobennosti strukturnykh izmeneniy sosudisto-stromal'nogo kompleksa shchitovidnoy zhelezy pri eutireoidnoy i toksicheskoy formakh zoba [Features of structural changes of vascular-stromal complex of thyroid gland at euthyroid and toxic forms of goiter]. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana*. 2014;3:91-4.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Курбонов Саид, д.м.н., профессор, профессор кафедры анатомии человека им. Я.А. Рахимова ТГМУ им. Абуали ибни Сино

Гулов Махмадшоҳ Курбоналиевич, д.м.н., профессор, профессор кафедры общей хирургии № 1 ТГМУ им. Абуали ибни Сино

Давлатов Имомходжа Амиршоевич, ассистент кафедры анатомии человека им. Я.А. Рахимова ТГМУ им. Абуали ибни Сино

Тагайкулов Эркин Халикулович, младший научный сотрудник Центральной научно-исследовательской лаборатории ТГМУ им. Абуали ибни Сино

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Работа выполнялась в соответствии с планом НИР ТГМУ им. Абуали ибни Сино. Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали.

Конфликт интересов: отсутствует.

АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Курбонов Саид
д.м.н., профессор, профессор кафедры анатомии человека им. Я.А. Рахимова ТГМУ им. Абуали ибни Сино

734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 139
Тел.: (+992) 985 362107
E-mail: kurbonov.said@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Kurbonov Said, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Human Anatomy named by Ya.A. Rakhimov, Avicenna TSMU

Gulov Mahmadsloh Kurbonalievich, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of General Surgery № 1, Avicenna TSMU

Davlatov Imomkhodja Amirshoevich, Assistant of the Department of Human Anatomy named by Ya.A. Rakhimov, Avicenna TSMU

Tagaykulov Erkin Khalikulovich, Junior Research Fellow of the Central Scientific Research Laboratory of Avicenna TSMU

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Kurbonov Said
Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Human Anatomy named by Ya.A. Rakhimov, Avicenna TSMU

734003, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 139
Tel.: (+992) 98 5362107
E-mail: kurbonov.said@mail.ru

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследований: КС, ГМК, ТЭХ

Сбор материала: ДИА, ТЭХ

Статистическая обработка данных: ДИА, ТЭХ

Анализ полученных данных: КС, ГМК, ДИА

Подготовка текста: КС, ДИА

Редактирование: КС, ГМК

Общая ответственность: КС

Received 01.06.2017

Accepted 11.09.2017

Поступила 01.06.2017

Принята в печать 11.09.2017