

К.Д. Решетов, З.С. Шкрымбал

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКЗОКРИННОГО ОТДЕЛА
ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ**

Научные руководители: ст. преп. С.И. Белевцева, ассист. Н.А. Заря

Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии

*Кафедра патологической анатомии и судебной медицины с курсом повышения
квалификации и переподготовки*

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

K.D. Reshetov, Z.S. Shkrymbal

**MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN THE EXOCRINE PART
OF THE HUMAN PANCREAS DURING AGING**

Tutors: senior lecturer S.I. Belevtseva, assistant N.A. Zarya

Department of Histology, Cytology and Embryology

*Department of Pathological Anatomy and Forensic Medicine with Advanced Training and
Retraining Course*

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Сравнение препаратов поджелудочной железы у лиц различных возрастов выявило изменение соотношения между эндокринным, экзокринным и стромальным компонентами органа. Установлено уменьшение объема экзокринной ткани при одновременном увеличении стромы, что, вероятно, отражает развитие компенсаторной адаптации, обусловленной снижением основного обмена и, как следствие, уменьшением потребности организма в пищеварительных ферментах.

Ключевые слова: поджелудочная железа, возрастные изменения, экзокринная часть.

Resume. Comparison of pancreatic tissue samples from individuals of different ages revealed changes in the ratio of endocrine, exocrine, and stromal components. A decrease in the volume of exocrine tissue with a simultaneous increase in stromal elements was observed, likely reflecting a compensatory adaptation associated with reduced basal metabolic rate and, consequently, decreased demand for digestive enzymes.

Keywords: pancreas, age-related changes, exocrine part.

Актуальность. Поджелудочная железа – орган смешанной секреции, клетки которого с возрастом претерпевают морфологические и функциональные изменения, включая снижение способности к пролиферации, регенерации и секреции. По данным ВОЗ, в 2021 году 529 млн человек в мире имели сахарный диабет, а к 2050 году число таких пациентов возрастет до почти полутора миллиардов. В доступной литературе сведения о возрастной перестройке здоровой ПЖ в основном основаны на данных, полученных в экспериментах на животных [1]. В то же время аналогичные исследования на материале человеческой поджелудочной железы проводились ограниченно, что указывает на необходимость дальнейшего изучения этой темы.

Цель: установить возрастные особенности морфологии и функционирования экзокринного отдела поджелудочной железы человека.

Задачи:

1. Подготовить и описать препараты здоровой поджелудочной железы людей разных возрастных групп.

2. Сравнить процентное содержание экзокринного отдела в препаратах поджелудочной железы людей разного возраста.

3. Оценить величину ядерно-цитоплазматического отношения в клетках поджелудочной железы людей разного возраста.

Материалы и методы. В исследование были включены 10 гистологических препаратов здоровой поджелудочной железы человека, толщина среза 7–8 мкм, окраска гематоксилин-эозин. Все образцы были разделены на две возрастные группы: первая группа – 5 человек в возрасте 31–36 лет; вторая – 5 человек в возрасте 81–90 лет. Согласно данным медицинской документации, у включённых в исследование лиц не было зарегистрировано заболеваний поджелудочной железы и нарушений углеводного обмена. Окраска, подготовка и сканирование препаратов выполнялись сотрудниками кафедры патологической анатомии Белорусского государственного медицинского университета. Микрофотографии были сделаны авторами исследования при увеличении от $\times 4$ до $\times 40$ с использованием программного обеспечения ImageScope. Статистическая обработка данных проводилась в программах Microsoft Excel и Statistica 10.0 с применением непараметрических методов. Для оценки различий между группами использовался критерий Манна–Уитни, для определения статистической ошибки – коэффициент Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. В исследованной нами литературе за последние 5 лет значительное внимание уделяется вопросам трофики поджелудочной железы [1, 5]. Возрастное ухудшение кровоснабжения органа рассматривается как один из ключевых факторов, влияющих на снижение функциональной активности как эндокринного, так и экзокринного отделов железы [3, 4]. Отмечается, что в процессе старения происходит выраженное снижение микрососудистой плотности, а также уменьшение количества артериальных сосудов [2], что указывает на прогрессирующие трофические нарушения. В связи с этим в рамках нашего исследования было проведено сравнение морфометрических характеристик сосудов поджелудочной железы у лиц различного возраста. Несмотря на трудности в точной оценке диаметра артериол, обусловленные особенностями срезов, возрастным снижением сосудистого тонуса и анатомическими вариациями, возможным оказалось измерение толщины стенки приносящих сосудов. Было установлено, что с возрастом стенка приносящих сосудов утолщается, что может свидетельствовать о развитии возрастной ангиопатии. (рис. 1).

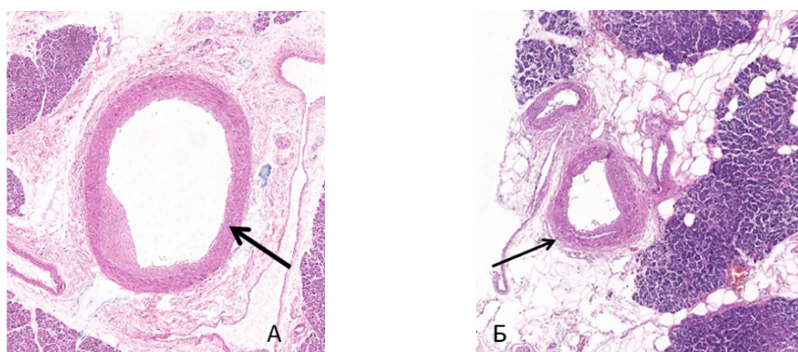


Рис. 1 – Микрофотография сосудов, питающих поджелудочную железу, на увеличение $\times 8$ у лиц молодого (А) и старческого (Б) возраста

Согласно немногочисленным литературным источникам, возрастные изменения в структуре и функции поджелудочной железы у здоровых людей начинают проявляться уже со среднего возраста, приблизительно с 32 лет [2]. Экспериментальные исследования на животных подтверждают данные о возрастной инволюции поджелудочной железы: у стареющих особей отмечается достоверное уменьшение объема функционально активной ткани, что сопряжено со снижением эффективности процессов пищеварения [5]. Эти данные позволяют предположить наличие универсальных механизмов возрастной деструкции экзокринного аппарата, приводящих к снижению его секреторной способности как у человека, так и у животных.

Нами было установлено, что доля экзокринного отдела поджелудочной железы с возрастом подвержена уменьшению. Процентное содержание у группы молодых пациентов составило 82,3% (76,46; 86,16), в то время как у пожилых – 57,85% (50,66; 62,22), $U, p < 0,01$. При этом функциональная ткань замещается на белую жировую, вследствие этого доля стромы с возрастом увеличивается и составляет 16,85% (12,98; 22,7) у группы молодых пациентов, в то время как у группы пожилых – 40,0% (35,3; 46,73), $U, p < 0,01$. (рис. 2).

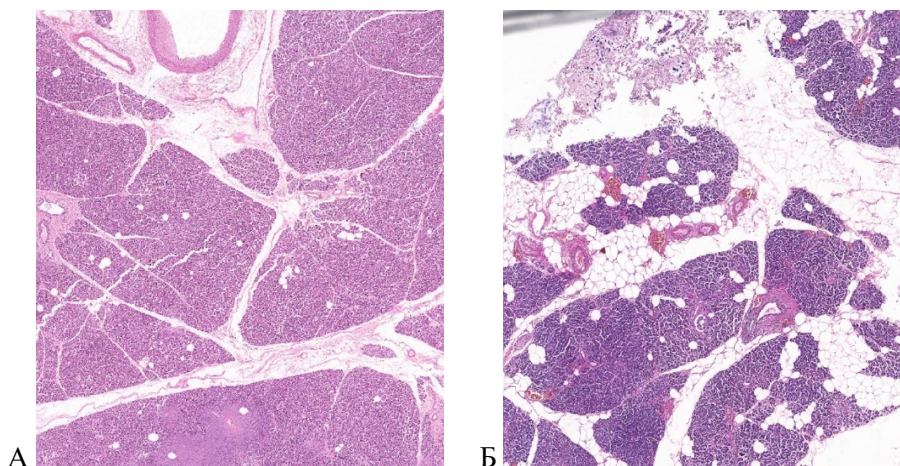


Рис. 2 – Микрофотография поджелудочной железы на увеличение $\times 4$ у лиц молодого (А) и старческого (Б) возраста

Согласно данным литературы, с возрастом снижается потребность организма в макронутриентах, что, вероятно, обусловлено замедлением обменных процессов и изменением образа жизни [10]. В связи с этим мы предположили, что уменьшение объема экзокринного отдела поджелудочной железы является адаптационным механизмом, отражающим сниженный функциональный запрос на синтез и секрецию пищеварительных ферментов в просвет двенадцатиперстной кишки.

Для оценки синтетической активности клеток ПЖ было проведено морфометрическое исследование, включающее анализ площади ядра и цитоплазмы в соотношении к общему объему клетки с целью определения ядерно-цитоплазматического отношения (ЯЦО). Полученные данные показали достоверное увеличение ЯЦО с возрастом: у лиц молодого возраста это соотношение составляло 1:3, в старческом возрасте оно возрастало до 1:1. Морфометрически установлено, что

доля площади ядра в структуре экзокриноцита у молодых составляла 25,15% (20,90; 28,09), $U, p < 0,01$, тогда как у пожилых она увеличивалась до 47,84% (45,50; 54,60), $U, p < 0,01$. Кроме этого, на микропрепаратах заметны различия в доле зимогенной зоны экзокриноцита, которая с возрастом уменьшается. Увеличение ядерной доли и уменьшение доли зимогенной зоны может свидетельствовать о снижении метаболической активности цитоплазмы и, как следствие, уменьшении синтетического потенциала клеток, что так же является одним из предполагаемых нами компенсаторных механизмов.

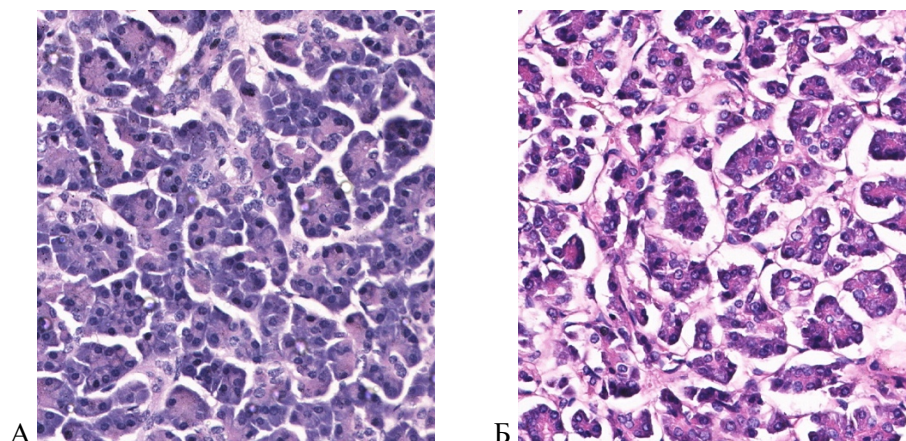


Рис. 3 – Микрофотография экзокринного отдела поджелудочной железы на увеличении $\times 40$ у лиц молодого (А) и старческого (Б) возраста

Выводы:

1. С возрастом ухудшается трофика поджелудочной железы, что проявляется в снижении микрососудистой плотности и утолщении стенок приносящих сосудов.
2. Происходит достоверное уменьшение объема экзокринного отдела поджелудочной железы (с 82,3% до 57,82%) с одновременным увеличением доли стромы (с 16,85% до 40,0%), что говорит о возрастной инволюции органа.
3. Возрастные изменения структуры экзокринных клеток включают увеличение ядерно-цитоплазматического отношения ациноцитов (с 1:3 до 1:1) и уменьшение зимогенной зоны, что указывает на снижение синтетической активности клеток.
4. Выявленные изменения в морфологии ПЖ человека могут носить адаптационный характер, отражая снижение потребности организма в переваривании пищи и активности ферментов ПЖ в связи с общим снижением обменных процессов у пожилых людей.

Литература

1. Age-specific morphofunctional features of pancreatic endocrine apparatus in rats / Sredneva L.A, Klyueva J.N, Gette I.F [et al.] // Advances in gerontology = Uspekhi gerontologii. – 2022. – №35(6) – P. 827-833.
2. Chen, J. Decreased blood vessel density and endothelial cell subset dynamics during ageing of the endocrine system / J. Chen, L. Lippo, R. Labella // The EMBO journal. – 2021. – №4(1).
3. Hyperplasia of fat-containing cells with mature adipocyte marker is associated with pancreatic fat enlargement / Fujita Y., Kozawa J., Horii T. [et al.] // Pancreas. – 2025. – №54(3). – P. 221-226.
4. Pancreatic changes with lifestyle and age: What is normal and what is concerning? Endosc

Ultrasound / Möller K., Jenssen C., Braden B. [et al]. – 2023. – №12(2). – P. 213-227.

5. The ageing pancreas: a systematic review of the evidence and analysis of the consequences / J.M. Löhr, N. Panic, M. Vujasinovic [et al.] // *Journal of internal medicine*. – 2018. – №283(5). – P. 446-460.

6. Villaca, C.B.P. Pancreatic crosstalk in the disease setting: Understanding the impact of exocrine disease on endocrine function / C.B.P. Villaca, T.L. Mastracci // *Comprehensive Physiology*. – 2024. – №14(2).

7. Гистология, эмбриология, цитология / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина, Я. А. Винников [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – С. 562-569.

8. Смирнов, В.М. Физиология: учебник / В. М. Смирнов; под редакцией В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. – М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2017. – 520 с.

9. Ульяновская, С.А. Пренатальный и ранний постнатальный морфогенез поджелудочной железы человека / С.А. Ульяновская // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 9-3. – С. 530-534.

10. Польских, А.Г Биохимия старения / А.Г. Польских // *FORCIPE*. – 2020. – vol. – С. 128-129.