

**К.Д. Решетов, З.С. Шкрымбал**  
**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНДОКРИННОГО ОТДЕЛА  
ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ**

**Научные руководители: ассист. А.Л. Григорян,  
канд. мед. наук, доц. Д.А. Александров, ассист. Н.А. Заря**

*Кафедра нормальной физиологии*

*Кафедра патологической анатомии*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**K.D. Reshetov, Z.S. Shkrymbal**  
**MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN THE ENDOCRINE PART  
OF PANCREAS DURING AGING**

**Tutors: assistant A.L. Grigorian, PhD, associate professor D.A. Alexandrov,  
assistant N.A. Zarya**

*Department of Normal Physiology*

*Department of Pathological Anatomy*

*Belarusian State Medical University, Minsk*

**Резюме.** Сравнение препаратов поджелудочной железы лиц разных возрастных групп позволило установить изменение соотношения долей эндокринного, экзокринного и стромального отделов. Выявлено абсолютное увеличение эндокринной доли, связанное с развитием компенсаторной гиперплазии с ухудшением синтетической функции клеток, о чём свидетельствует увеличение ядерно-цитоплазматического отношения.

**Ключевые слова:** поджелудочная железа, возрастные изменения.

**Resume.** Comparison of preparations of pancreas of people of different age groups allowed establishing the change in the ratio of endocrine, exocrine and stromal parts. An absolute increase of the endocrine lobe associated with the development of compensatory hyperplasia with deterioration of the synthetic function of cells, as evidenced by an increase in the nuclear-cytoplasmic ratio, was revealed.

**Keywords:** pancreas, age-related changes.

**Актуальность.** Поджелудочная железа – это орган смешанной секреции, клетки которого в процессе старения претерпевают морфологические и функциональные изменения, включающие снижение способности к пролиферации и регенерации. Изучение возрастных механизмов функционирования поджелудочной железы (ПЖ далее) и их связь с изменением ее гистологического строения позволит углубить понимание механизмов регуляции углеводного обмена у человека в разные возрастные периоды. В доступной литературе информация о возрастных изменениях здоровой ПЖ предоставлена преимущественно на основании экспериментальных животных в то время, как у человека они изучены недостаточно.

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

**Задачи:**

1. Подготовить и описать препараты здоровой поджелудочной железы людей разного возраста.

2. Сравнить долю эндокринного отдела в препаратах поджелудочной железы людей разного возраста.

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

**Материалы и методы.** Было исследовано 10 гистологических препаратов здоровой ПЖ человека. Толщина парафиновых срезов составляла 7–8 мкм, окраска гематоксилином и эозином. Гистологические препараты были разделены на две группы: в первую группу вошли препараты ПЖ, полученные от 5 человек в возрасте 31-36 лет (34 (34; 35)), во вторую – от 5 человек в возрасте 81-90 лет (89 (84; 89)). Здесь и далее результаты представлены в виде медианы (Ме), верхнего (Q25) и нижнего (Q75) квартилей. По данным медицинской документации не было зарегистрировано заболеваний ПЖ железы и/или нарушений углеводного обмена. Окрашенные препараты были подготовлены и отсканированы лаборантами кафедры патологической анатомии Белорусского государственного медицинского университета; коллективом авторов проводилась микрофотографирование на различных увеличениях (x10 – x40) с помощью программного обеспечения ImageScope. Обработка результатов проводилась с использованием программ Microsoft Excel и Statistics 8.0, применяя методы математической статистики. Для определения различий между сравниваемыми группами использовался критерий Манна-Уитни.

**Результаты и их обсуждение.** Среди факторов развития заболеваний ПЖ выделяют вредные привычки такие как курение и употребление алкоголя, нарушение пищевых привычек, например, переедание, злоупотребление жирной пищи, прием некоторых лекарственных препаратов. Данные факторы создают дополнительную нагрузку на поджелудочную железу, приводя к снижению секреции гормонов и ферментов. Некоторые авторы отмечают, что изменение функции в старческом возрасте связано с увеличением доли адипоцитов, что приводит к эндокринным и экзокринным ограничениям работы ПЖ [4]. В исследованной нами литературе за последние 5 лет большое внимание уделяется питанию ПЖ [5, 1].

Возрастное ухудшение питания ПЖ может быть одной из причин изменения активности ее эндокринного и экзокринных отделов [7, 8]. Отмечается, что в процессе старения наблюдаются значительное снижение микрососудистой плотности и количества артерий [2]. В связи с чем мы провели сравнение толщины стенки сосудов в препаратах ПЖ людей разного возраста. Хотя установление диаметра артериол является затруднительным ввиду особенностей среза, естественного снижения тонуса стенки сосуда и других причин, можно определить толщину стенки приносящих сосудов. В исследованных нами препаратах наблюдается утолщение стенки некоторых сосудов, что может быть одной из причин снижения функциональной активности клеток ПЖ (рис. 1).

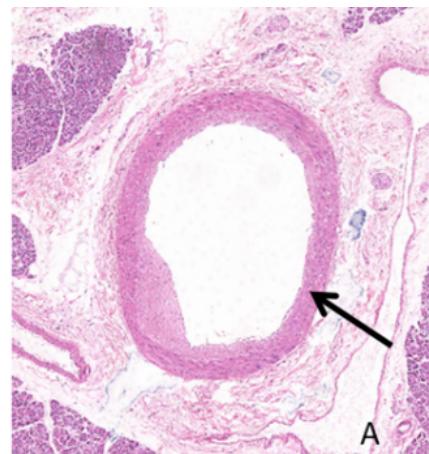


Рис. 1 – Микрофотография сосудов, питающих поджелудочную железу, на увеличение x8 у лиц молодого (А) и старческого (Б) возраста

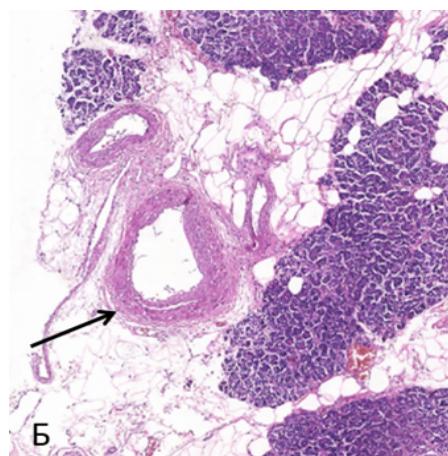


Рис. 2 – Микрофотография сосудов, питающих поджелудочную железу, на увеличение x8 у лиц молодого (А) и старческого (Б) возраста

В немногочисленной литературе отмечено, что состояние ПЖ у здорового человека начинает изменяться со среднего возраста (около 32 лет) [8]. С возрастом частота клинических признаков нарушений работы ПЖ увеличивается и проявляется в виде аномалий паренхимы [4]. Известно, что у экспериментальных животных наблюдается нефункциональная гипертрофия эндокринной части ПЖ, которая приводит к стабильному повышению уровня глюкозы в крови и к нарушениям углеводного обмена [1]. Отмечаются также функциональные изменения со стороны микроокружения островков Лангерганса [6]. В соответствии с этим требуется своевременное проведение мероприятий по профилактике заболеваний ПЖ.

Доли паренхимы и стромы ПЖ неодинаковое и изменяется в процессе старения [9]. Нами было установлено изменение соотношения долей (с 0,85% (0,76; 0,94) до 2,55% (2,08; 2,82), критерий Манна-Уитни (U),  $p < 0,01$ ), экзокринной (с 82,30% (76,46; 86,16) до 57,82% (50,66; 62,22), U,  $p < 0,01$ ) и стромальной (с 16,85% (12,98; 22,70) до 40,0% (35,30; 46,73), U,  $p < 0,01$ ) частей ПЖ у молодых и старых людей, соответственно (рис. 2).

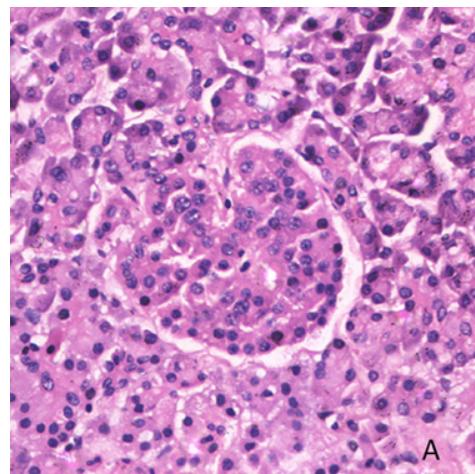


Рис. 3 – Микрофотография эндокринного отдела поджелудочной железы на увеличение x8 у лиц молодого (А) и старческого (Б) возраста

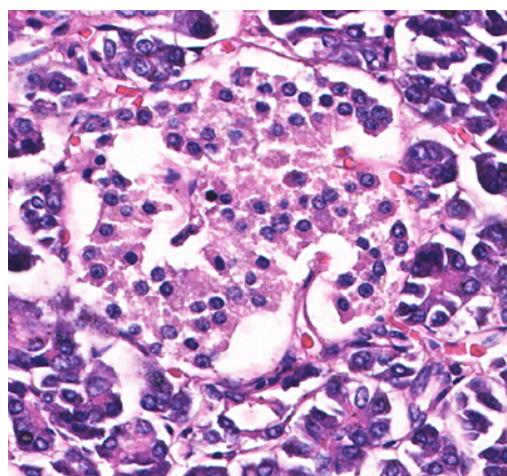


Рис. 4 – Микрофотография эндокринного отдела поджелудочной железы на увеличение x8 у лиц молодого (А) и старческого (Б) возраста

Увеличение доли эндокринного отдела ПЖ происходило за счет гиперплазии; в экзокринном отделе ПЖ наблюдалось сочетание гиперплазии и гипертрофии. Нами также было установлено увеличение числа адипоцитов как в эндокринной, так и в экзокринной частях ПЖ. В литературе отмечается, что увеличение площади жировых клеток ПЖ приводит к снижению функциональной активности бета-клеток [3]. Для оценки синтетической функции клеток ПЖ нами было проведено исследование площади ядра и цитоплазмы по отношению к общему объему клеток. При исследовании ядерно-цитоплазматического отношения было выявлено его увеличение с 1:3 в молодом возрасте до 1:1 в старческом возрасте. У молодых доля площади ядра по отношению к всему объему инсулоцита составила 25,15% (20,90;28;09), U, p<0,01; у старых – 47,84% (45,50;54,60), U, p<0,01. Данные изменения указывают на снижение способности инсулоцитов к синтезу гормонов. В связи с чем увеличение объема эндокринной части является проявлением компенсаторной гиперплазии для поддержания углеводного обмена.

### Выводы:

1. Увеличение толщины стенок приносящих сосудов может влиять на работу клеток эндокринного отдела поджелудочной железы.
2. Поджелудочная железа старого человека характеризуется увеличением доли стромального отдела и площади эндокринной части с одновременным уменьшением доли экзокринной части по сравнению с железой молодого человека.
3. Увеличение ядерно-цитоплазматического отношения эндокринных клеток поджелудочной железы старого человека указывает на снижение способности клеток к синтезу инсулина и его секреции.
4. Компенсаторное увеличение доли эндокринного отдела поджелудочной железы при старении человека происходит за счет гиперплазии.

### Литература

1. Sredneva, L. A. Age-specific morphofunctional features of pancreatic endocrine apparatus in rats / L. A. Sredneva [et al.] // Advances in Gerontology = Uspekhi Gerontologii. – 2022. – Vol. 35, No 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. – Vol. 4, No 1. – P. 338.
3. Fujita, Y. Hyperplasia of fat-containing cells with mature adipocyte marker is associated with pancreatic fat enlargement / Y. Fujita [et al.] // Pancreas. – 2025. – Vol. 54, No 3. – P. 221-226.
4. Möller, K. Pancreatic changes with lifestyle and age: What is normal and what is concerning? / K. Möller [et al.] // Endoscopic Ultrasound. – 2023. – Vol. 12, No 2. – P. 213-227.
5. Löhr, J. M. The ageing pancreas: a systematic review of the evidence and analysis of the consequences / J. M. Löhr [et al.] // Journal of Internal Medicine. – 2018. – Vol. 283, No 5. – P. 446-460. – DOI: 10.1111/joim.12756.
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. – Vol. 14, No 2. – P. 83.
7. Афанасьев, Ю. И. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – С. 562-569. – ISBN 978-5-9704-2742-9.
8. Смирнов, В. М. Физиология: учебник / В. М. Смирнов; под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. – М.: Медицинское информационное агентство, 2017. – 520 с. – ISBN 978-5-8948-1864-3.
9. Ульяновская, С. А. Пренатальный и ранний постнатальный морфогенез поджелудочной железы человека / С. А. Ульяновская // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9-3. – С. 530-534.