

## Классификация околощитовидных желез и частота встречаемости их различных типов у половозрелых крыс

В.Н. Морозов

Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

### Резюме

Околощитовидные железы играют важную роль в регуляции обмена кальция и фосфора в организме. Они находятся в тесном анатомическом взаимоотношении со щитовидной железой и, учитывая малые размеры, могут быть случайно удалены во время хирургических вмешательств на ней. Для избежания ошибок хирургам необходимо знать типичное расположение околощитовидных желез и нетипичные варианты, а для совершенствования методик оперативных вмешательств и отработки навыков можно использовать лабораторных животных, в частности белых крыс. Цель работы – изучить особенности расположения околощитовидных желез относительно долей щитовидной железы, классифицировать на типы и установить частоту их встречаемости у половозрелых крыс. **Материал и методы.** Исследование проведено на 213 белых беспородных половозрелых крысах-самцах. После забора долей щитовидной железы с околощитовидными железами проводку материала осуществляли по стандартному протоколу, срезы окрашивали гематоксилином и эозином, толуидиновым синим, по Ван Гизону и по Гримелиусу. Методом световой микроскопии изучали особенности расположения околощитовидных желез на гистологических срезах щитовидной железы и подсчитывали частоту встречаемости каждого типа. **Результаты.** У половозрелых крыс-самцов по расположению можно выделить типичные, нетипичные и смешанные околощитовидные железы, встречающиеся в 53,52, 45,54 и 0,94 % случаев соответственно. Типичные околощитовидные железы по отношению к середине края доли щитовидной железы делятся на центролатеральные и эксцентрично-латеральные; по погружению в паренхиму долей – краевые и неполные; по форме – правильные и неправильные. Нетипичные околощитовидные железы по количеству на срезе одной доли щитовидной железы подразделяются на одиночные и групповые; по расположению – полюсные, внутрикапсульные, занимающие центр доли или смещенные от центра к капсуле; по погружению в паренхиму долей – без погружения, краевые, неполные и полные; по форме – правильные и неправильные. Смешанный тип включает наличие типичной и нетипичной по расположению железы в одной доле щитовидной железы. **Заключение.** Околощитовидные железы половозрелых крыс-самцов характеризуются значительной вариабельностью локализации по отношению к доле щитовидной железы – от поверхностного до полного погружения внутрь данного органа, расположением в области полюса или в центре, изменчивостью формы и количества.

**Ключевые слова:** крысы, околощитовидные железы, варианты расположения.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Автор для переписки:** Морозов В.Н., e-mail: morozov\_v@bsu.edu.ru

**Для цитирования:** Морозов В.Н. Классификация околощитовидных желез и частота встречаемости их различных типов у половозрелых крыс. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2024;44(2):39–46. doi: 10.18699/SSMJ20240204

## Classification of the parathyroid glands and the frequency of occurrence of their different types in mature rats

V.N. Morozov

Belgorod State National Research University  
308015, Belgorod, Pobedy st., 85

### Abstract

The parathyroid glands play an important role in the regulation of calcium and phosphorus metabolism in the body. They are in close anatomical relationship with the thyroid gland and, considering their small size, can be accidentally removed

during surgical interventions on it. To avoid mistakes, surgeons need to know the typical location of the parathyroid glands and non-typical variants. The laboratory animals, in particular white rats, can be used to improve the methods of surgical interventions and develop skills. Aim. To study the features of the location of the parathyroid glands relative to the lobes of the thyroid gland, classify into types and establish the frequency of their occurrence in mature rats. **Material and methods.** The study was carried out on 213 white outbred mature male rats. After taking the lobes of the thyroid gland with the parathyroid glands, the samples were processed according to the standard protocol. The sections of organs were stained with hematoxylin and eosin, toluidine blue, according to Van Gieson and to Grimelius. Light microscopy was used to study the location of the parathyroid glands on histological sections of the thyroid gland; the frequency of occurrence of each type was calculated. **Results.** In mature male rats, by location, one can distinguish typical, atypical and mixed parathyroid glands, occurring in 53.52, 45.54 and 0.94% of cases, respectively. Typical parathyroid glands in relation to the edge of the lobe of the thyroid gland are divided into centro-lateral and eccentric-lateral; by invasion in the parenchyma of the lobes – marginal and incomplete; in shape – regular and irregular. Non-typical parathyroid glands are subdivided into single and group ones according to the number on the section of one lobe of the thyroid gland; by location – polar, intracapsular, occupying the center of the lobe or displaced from the center to the capsule; by invasion in the parenchyma of the lobes – without invasion, marginal, incomplete and complete; in shape – regular and irregular. Mixed parathyroid glands involve the presence of the typical and atypical glands by location in the same lobe of the thyroid gland. **Conclusions.** The parathyroid glands of mature male rats are characterized by a significant variability of localization in relation to the lobe of the thyroid gland – from superficial to complete invasion inside this organ, location in the pole or in the center, variability in shape and quantity.

**Key words:** rats, parathyroid glands, variability of location.

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Correspondence author:** Morozov V.N., e-mail: morozov\_v@bsu.edu.ru

**Citation:** Morozov V.N. Classification of the parathyroid glands and the frequency of occurrence of their different types in mature rats. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal* = *Siberian Scientific Medical Journal*. 2024;44(2):39–46. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20240204

## Введение

Заболевания щитовидной железы занимают второе место по частоте встречаемости среди органов эндокринной системы, уступая лишь сахарному диабету [1], а патологические состояния околощитовидной железы (ОЖ) – третье место [2]. В возрастном аспекте они преобладают у взрослых и в детском возрасте [3]. Существуют ситуации (узловой зоб, опухоли), когда лишь хирургическое вмешательство позволяет радикально удалить очаг патологического процесса в щитовидной железе [4], однако из-за тесного анатомического расположения этих желез возможно случайное удаление ОЖ, что сопровождается послеоперационным осложнением в виде гипопаратиреоза [5]. Во избежание ошибок во время операций требуются совершенствование методик резекции и отработка алгоритма действий, для чего можно использовать лабораторных животных. При этом необходимо знать типичное расположение у них ОЖ относительно долей щитовидной железы и возможные, отличные от типичного, варианты расположения. В литературе сведений о вариантной анатомии данных желез практически нет, отсутствуют критерии деления их на типы и не установлена частота встречаемости каждого типа.

Исходя из этого, целью исследования явилось изучение особенностей расположения ОЖ относительно долей щитовидной железы у белых беспородных половозрелых крыс-самцов, классифи-

кация этих особенностей на типы и установление частоты встречаемости.

## Материал и методы

Исследование проведено на 213 половозрелых беспородных крысах-самцах массой 280–370 г. В условиях вивария уход за данными животными осуществляли, основываясь на правилах Европейской конвенции по защите животных, которые используются в фундаментальных исследованиях [6]. Протокол исследования утвержден на заседании комиссии по биоэтике в ГУ ЛНР «Луганский государственных медицинских университет им. Святителя Луки» (протокол № 2 от 25.03.2022). Крыс выводили из эксперимента методом декапитации после воздействия эфирного наркоза. Извлекали гортанно-трахеопищеводный комплекс, выделяли правую и левую доли щитовидной железы совместно с ОЖ. Гистологическую проводку и заливку в парафин осуществляли по стандартному протоколу [7]. Изготовленные срезы окрашивали гематоксилином и эозином, толуидиновым синим, по Ван Гизону и по Гримелиусу. Далее при помощи микроскопа Eclipse Ni (Nikon, Япония) и цифровой камеры Nikon DS-Fi3 на объективах 4× и 10× изучали особенности расположения ОЖ относительно доли щитовидной железы и фотографировали их. После установления типа расположения ОЖ подсчитывали частоту их встречаемости.

## Результаты и их обсуждение

У половозрелых крыс на гистологических срезах *типичные по расположению ОЖ* выявлены в 53,52 % случаев и были разделены на подтипы по следующим критериям:

По расположению относительно доли щитовидной железы:

- центрлатеральное (на середине края доли щитовидной железы) (50,88 % здесь и ниже от общего количества типичных ОЖ);

- эксцентрично-латеральное (ОЖ смещена от середины края доли щитовидной железы в сторону переднего или заднего ее полюса) (49,12 %).

По погружению ОЖ в паренхиму доли щитовидной железы:

- краевое (один край или до 60 % включительно ОЖ контактирует или погружено в паренхиму щитовидной железы) (80,70 %);

- неполное (большая часть или 61–99 % включительно ОЖ погружены в паренхиму щитовидной железы) (19,30 %).

По форме:

- правильная (круглая, овальная, ланцетовидная, каплевидная, треугольная) (92,11 %);

- неправильная (7,89 %) (рис. 1).

В 45,54 % наблюдений выявлены случаи *нетипичного расположения ОЖ* относительно доли щитовидной железы – эктопии, которые классифицированы по следующим критериям:

По количеству ОЖ на срезе одной доли щитовидной железы:

- одиночные (98,97 % здесь и ниже от общего количества нетипичных ОЖ);

- групповые (1,03 %).

По расположению относительно доли щитовидной железы:

- в области полюса (41,24 %);

- в толще капсулы щитовидной железы (12,37 %);

- эксцентрично в паренхиме щитовидной железы (29,90 %);

- центрально в паренхиме щитовидной железы (16,49 %);

По погружению ОЖ в паренхиму доли щитовидной железы:

- без погружения (отсутствует контакт какого-либо участка с паренхимой щитовидной железы) (12,37 %);

- краевое (один край или до 60 % включительно ОЖ контактирует или погружено в паренхиму щитовидной железы) (32,99 %);

- неполное (большая часть или 61–99 % включительно ОЖ погружено в паренхиму щитовидной железы) (8,25 %);

- полное (вся поверхность ОЖ контактирует с паренхимой щитовидной железы) (46,39 %).

По форме:

- правильная (круглая, овальная, ланцетовидная, треугольная, каплевидная) (86,60 %);

- неправильная (13,40 %) (рис. 2, рис. 3, таблица).

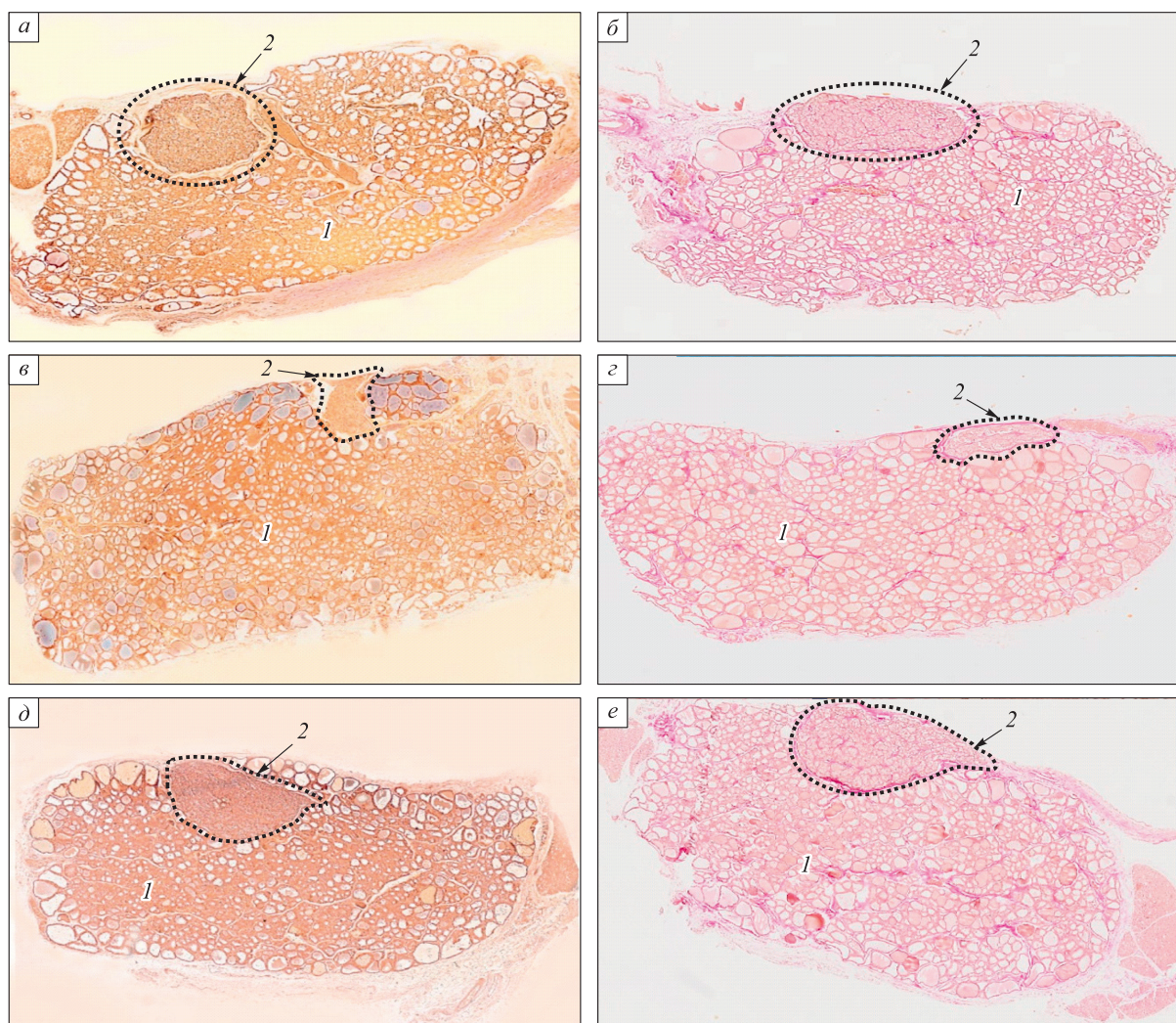
Следует также выделить третий вид расположения ОЖ – смешанный (рис. 4), который встречался в 0,94 % наблюдений. Он включал расположение типичной и нетипичной ОЖ в одной доле щитовидной железы, каждую из которой можно было характеризовать по соответствующим критериям, описанным выше.

В ходе эмбриогенеза ОЖ развиваются из энтодермы, а именно из III глоточного кармана, как и тимус [8, 9]. Под влиянием внешних или внутренних факторов скорость и направление процессов миграции зачатков ОЖ к своему постоянному месту расположения могут изменяться, что приводит к развитию эктопий. Это позволяет объяснить выявление типичных, нетипичных и смешанных вариантов расположения ОЖ в настоящем эксперименте. В работе A. Brandli-Baiocco et al. описывается случай эктопии ОЖ в паренхиму тимуса у крыс [8]. А.В. Аюшеева и соавт. в своей работе на крысах-самках породы Wistar отмечают, что в шестимесячном возрасте ОЖ располагаются под капсулой или в паренхиме щитовидной железы, а к десяти месяцам постепенно выступают над поверхностью доли щитовидной железы из-за увеличения своего объема [10]. В другом исследовании эти же авторы для создания модели гипопаратиреоза предлагают использовать только крыс-самок в возрасте не менее десяти месяцев [11]. Учитывая то, что гормональный статус самок отличается от такового у самцов, особенно в половозрелом возрасте, данные результаты нельзя экстраполировать на противоположный пол [12, 13], а также они неприменимы для крыс младше десяти месяцев из-за возрастного изменения уровня метаболизма [14]. Принимая во внимание сложность, связанные с макроскопической визуализацией ОЖ у половозрелых крыс-самцов возрастом 5–6 месяцев, автором статьи определение варианта расположения ОЖ относительно долей щитовидной железы осуществлялось на гистологических срезах методом световой микроскопии.

Выявленные в ходе эксперимента закономерности расположения ОЖ легли в основу разработанной и вышеописанной автором классификации данных органов у половозрелых крыс-самцов. Установленная частота встречаемости каждого типа и подтипа позволит повысить эффективность способов хирургического вмешательства у данных животных при моделировании состояний, связанных с изучением нарушений фосфорно-кальциевого обмена.

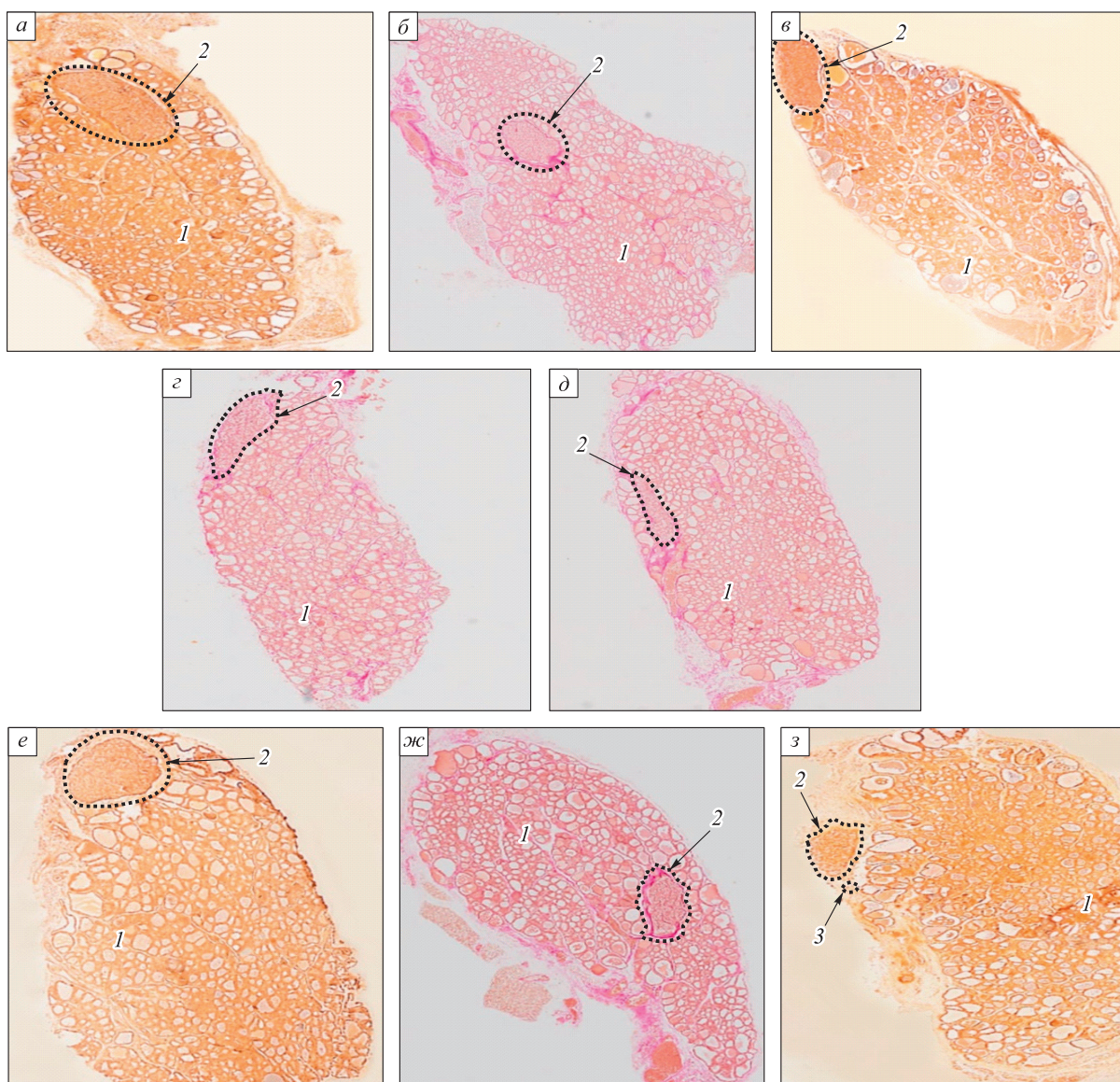
## Заключение

ОЖ половозрелых крыс-самцов по расположению делятся на типичные, нетипичные (эктопии) и смешанные. Типичные околощитовидные



**Рис. 1.** Особенности расположения типичных ОЖ относительно долей щитовидных желез на гистологических срезах: а – ОЖ правильной (круглой) формы, эксцентрично-латерально расположенная, с неполным погружением, б – ОЖ правильной (овальной) формы, центрлатерально расположенная, с краевым погружением, в – ОЖ неправильной формы, эксцентрично-латерально расположенная, с неполным погружением, г – ОЖ неправильной формы, эксцентрично-латерально расположенная, с краевым погружением, д – ОЖ правильной (каплевидной) формы, эксцентрично-латерально расположенная, с неполным погружением, е – ОЖ правильной (каплевидной) формы, эксцентрично-латерально расположенная, с краевым погружением. 1 – щитовидная железа; 2 – ОЖ. Окраска: по Гримелиусу (а, в, д), по Ван Гизону (б, г, е). Увеличение  $\times 40$

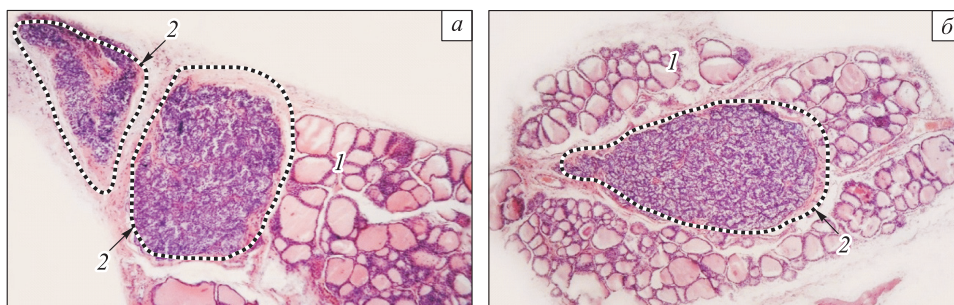
**Fig. 1.** Features of the location of the typical parathyroid glands relative to the lobes of the thyroid glands on histological sections: а – parathyroid gland of the regular (round) shape, eccentricico-lateral location, with incomplete invasion, б – parathyroid gland of the regular (oval) shape, centro-lateral, with marginal invasion, в – parathyroid gland of irregular shape, eccentricico-lateral location, with incomplete invasion, г – parathyroid gland of irregular shape, eccentricico-lateral location, with marginal invasion, д – parathyroid gland of the correct (teardrop-shaped) shape, eccentricico-lateral location, with incomplete invasion, е – parathyroid gland of regular (teardrop-shaped) shape, eccentricico-lateral location, with marginal invasion. 1 – thyroid gland; 2 – parathyroid gland. Staining: according to Grimelius (а, в, д), according to Van Gieson (б, г, е). Magnification  $\times 40$



**Рис. 2.** Особенности расположения нетипичных ОЖ относительно долей щитовидных желез на гистологических срезах: а – одиночная, правильной (овальной) формы ОЖ, расположенная эксцентрично в паренхиме щитовидной железы, с полным погружением, б – одиночная, правильной (овальной) формы ОЖ, расположенная эксцентрично в паренхиме щитовидной железы, с полным погружением, в – одиночная, правильной (овальной) формы ОЖ, расположенная на полюсе щитовидной железы, с краевым погружением, г – одиночная, правильной (ланцетовидной) формы ОЖ, расположенная на полюсе щитовидной железы, с краевым погружением, д – одиночная, правильной (ланцетовидной) формы ОЖ, расположенная эксцентрично в паренхиме щитовидной железы, с полным погружением, е – одиночная, правильной (круглой) формы ОЖ, расположенная на полюсе щитовидной железы, с краевым погружением, ж – одиночная, неправильной формы ОЖ, расположенная эксцентрично в паренхиме щитовидной железы, с полным погружением, з – одиночная, неправильной формы ОЖ, расположенная в капсуле щитовидной железы, без погружения. 1 – щитовидная железа; 2 – ОЖ; 3 – капсула щитовидной железы. Окраска: по Гримелиусу (а, в, е, з), по Ван Гизону (б, г, д, ж). Увеличение  $\times 40$

**Fig. 2.** Features of the location of the atypical parathyroid glands relative to the lobes of the thyroid glands on histological sections: а – single, regular (oval) shape parathyroid gland located eccentrically in the parenchyma of the thyroid gland (with complete invasion), б – single, regular (oval) shape parathyroid gland located eccentrically in the parenchyma of the thyroid gland (with complete invasion), в – single, regular (oval) shape parathyroid gland located at the pole of the thyroid gland (with marginal invasion), г – single, regular (amphioxus-like) shape parathyroid gland located at the pole of the thyroid gland (with marginal invasion), д – single, regular (amphioxus-like) shape parathyroid gland located eccentrically in the parenchyma of the thyroid gland (with complete invasion), е – single, regular (round) shape parathyroid gland located at the pole of the thyroid gland (with marginal invasion), ж – single, irregular shape parathyroid gland located eccentrically in the parenchyma of the thyroid gland (with complete invasion), з – single, irregular shape parathyroid gland located in the capsule of the thyroid gland (without invasion). 1 – thyroid gland; 2 – parathyroid gland; 3 – capsule of the thyroid gland. Staining: by Grimelius (а, в, е, з), by Van Gieson (б, г, д, ж). Magnification  $\times 40$

single, regular (round) shape parathyroid gland located at the pole of the thyroid gland (with marginal invasion), ж – single, irregular shape parathyroid gland located eccentrically in the parenchyma of the thyroid gland (with complete invasion), з – single, irregularly shaped parathyroid gland located in the capsule of the thyroid gland (with no invasion). 1 – thyroid gland; 2 – parathyroid gland; 3 – capsule of the thyroid gland. Staining: according to Grimelius (а, в, е, з), according to Van Gieson (б, г, д, жс). Magnification ×40



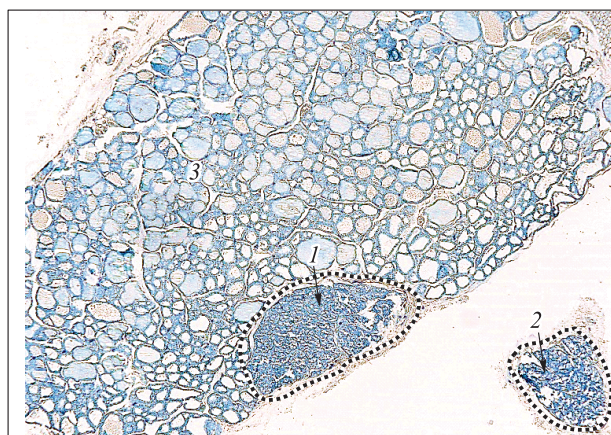
**Рис. 3.** Особенности расположения нетипичных ОЖ относительно долей щитовидных желез на гистологических срезах: а – групповые правильной (треугольной и овальной) формы ОЖ, расположенные на полюсе щитовидной железы, без погружения и с краевым погружением, б – одиночная, правильной (каплевидной) формы ОЖ, расположенная центрально в паренхиме щитовидной железы, с полным погружением. 1 – щитовидная железа; 2 – ОЖ. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×100 (а), ×40 (б)

**Fig. 3.** Features of the location of the atypical parathyroid glands relative to the lobes of the thyroid glands on histological sections: а – group regular (triangular and oval) parathyroid gland located at the pole of the thyroid gland (with no invasion and with marginal invasion), б – single, regular (teardrop-shaped) parathyroid gland located centrally in the parenchyma of the thyroid gland (with complete invasion). 1 – thyroid gland; 2 – parathyroid gland. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification ×100 (а), ×40 (б)

Распределение типичных, нетипичных и смешанных видов расположения ОЖ на разные подтипы в зависимости от формы и количества случаев их встречаемости

Distribution of typical, atypical and mixed types of the parathyroid glands location into different subtypes depending on the shape and the number of cases of their occurrence

| Типы ОЖ по расположению | Критерий деления |         |               |             |             |                    |
|-------------------------|------------------|---------|---------------|-------------|-------------|--------------------|
|                         | Правильная форма |         |               |             |             | Неправильная форма |
|                         | Овальная         | Круглая | Ланцетовидная | Каплевидная | Треугольная |                    |
| Типичные                | 82               | 8       | 6             | 7           | 3           | 9                  |
| Нетипичные              | 71               | 5       | 3             | 2           | 3           | 13                 |
| Смешанные               | 1/1              | –/–     | –/–           | 1 / –       | – / 1       | –/–                |



**Рис. 4.** Особенности расположения смешанных ОЖ относительно доли щитовидной железы на гистологическом срезе: 1 – типичная ОЖ, 2 – нетипичная ОЖ, 3 – щитовидная железа. Окраска: толудиновый синий. Увеличение ×40

**Fig. 4.** Features of the location of mixed parathyroid glands relative to the lobe of the thyroid gland on the histological section: 1 – typical parathyroid gland, 2 – atypical parathyroid gland, 3 – thyroid gland. Staining: toluidine blue. Magnification ×40

железы встречаются в 53,52 % случаев, нетипичные – в 45,54 %, и их можно разделить по расположению и погружению относительно долей щитовидной железы, а также по количеству и форме. Смешанный тип (0,94 % случаев) включает наличие типичной и нетипичной ОЖ в одной доле щитовидной железы.

## Список литературы / References

1. Савина А.А. Тенденции показателей заболеваемости болезнями эндокринной системы взрослого населения Российской Федерации. *Соц. аспекты здоровья населения*. 2021;(4). doi: 10.21045/2071-5021-2021-67-4-6
2. Savina A.A. Trends in incidence of disorders of the endocrine system in the Russian adults. *Sotsial'nyye aspekty zdorov'ya naseleniya = Social Aspects of Population Health*. 2021;(4). [In Russian]. doi: 10.21045/2071-5021-2021-67-4-6
3. Guilmette J., Sadow P.M. Parathyroid pathology. *Surg. Pathol. Clin*. 2019;12(4):1007–1019. doi: 10.1016/j.path.2019.08.006
4. Кузнецова Т.А., Морозова Е.В., Кривомазов А.Ю., Сыромятников Е.А., Шкилёва И.Ю., Фетисова В.И., Шелякина Е.В., Ружицкая Л.В., Касьянов Б.В., Аль-Канани Э.С. Ретроспективный анализ хирургического лечения заболеваний щитовидной и паращитовидной желез. *Международ. студен. науч. вестн.* 2017;4(5):634–640.
5. Kuznetsova T.A., Morozova E.V., Krivomazov A.Yu., Syromyatnikov E.A., Shkil'eva I.Yu., Fetisova V.I., Sheljakina E.V., Ruzhitskaja L.V., Kas'janov B.V., Al-Kanani E.S. Retrospective analysis of surgical treatment of diseases of thyroid and parathyroid gland. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik = International Student Scientific Bulletin*. 2017;4(5):634–640. [In Russian].
6. Yumusakhuylu A.C., Asya O., Gundogdu Y., Oysu C. Clinicopathologic results of the surgical management of thyroid gland pathologies. *Turk. Arch. Otorhinolaryngol.* 2020;58(2):93–98. doi: 10.5152/tao.2020.5276
7. Niu Z., Huang S., Gao W., Yin G., Guo W., Huang J., Zhang Y., Huang Z. Promotion of allogeneic parathyroid cell transplantation in rats with hypoparathyroidism. *Gland. Surg.* 2021;10(12):3403–3414. doi: 10.21037/gs-21-809
8. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes: Council of Europe 18.03.1986. Strasbourg, 1986. 52 p.
9. Slaoui M., Bauchet A.L., Fiette L. Tissue sampling and processing for histopathology evaluation. *Methods Mol. Biol.* 2017;1641:101–114. doi: 10.1007/978-1-4939-7172-5\_4
10. Brandli-Baiocco A., Balme E., Bruder M., Chandra S., Hellmann J., Hoenerhoff M.J., Kambara T., Landes C., Lenz B., Mense M.... Rosol T.J. Nonproliferative and proliferative lesions of the rat and mouse endocrine system. *J. Toxicol. Pathol.* 2018;31(3 Suppl):1S–95S. doi: 10.1293/tox.31.1S
11. Emmrich S., Tolibzoda Z.F., Trapp A., Zhou X., Zhang Q., Irving E.M., Drage M.G., Zhang Z., Gladyshev V.N., Seluanov A., Gorbunova V. Ectopic cervical thymi and no thymic involution until midlife in naked mole rats. *Aging Cell*. 2021;20(10):e13477. doi: 10.1111/accel.13477
12. Аюшеева А.В., Гольдберг О.А., Ильичева Е.А., Лепехова С.А., Курганский И.С., Ахмедов А.Е. Результаты исследования топографической анатомии щитовидной и околощитовидной желез крысы. *Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра СО РАМН*. 2014;(1):64–70.
13. Ayusheeva A.V., Goldberg O.A., Iljicheva E.A., Lepekhova S.A., Kurganskiy I.S., Akhmedov A.E. The results of the study of topographic anatomy of thyroid and parathyroid glands of rat. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Bulletin of East Siberian Scientific Center of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2014;(1):64–70. [In Russian].
14. Аюшеева А.В., Лепехова С.А., Гольдберг О.А., Ильичева Е.А., Андаева Т.М., Корякина Л.Б., Курганский И.С., Зарицкая Л.В. Паратиреоидэктомия у крыс с использованием микрохирургической техники и медицинского клея Сульфакрилат. *Вестн. РАМН*. 2015;70(3):320–327. doi: 10.15690/vramn.v70i3.1328
15. Ayusheeva A.V., Lepekhova S.A., Goldberg O.A., Il'icheva E.A., Andaeva T.M., Koryakina L.B., Kurganskii I.S., Zaritskaya L.V. Parathyroidectomy in rats using microsurgery and medical adhesive sulfacrylate. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2015;70(3):320–327. [In Russian]. doi: 10.15690/vramn.v70i3.1328
16. Clark A.S., Kelton M.C., Guarraci F.A., Clyons E.Q. Hormonal status and test condition, but not sexual experience, modulate partner preference in female rats. *Horm. Behav.* 2004;45(5):314–323. doi: 10.1016/j.yhbeh.2003.12.010
17. Bell M.R. Comparing postnatal development of gonadal hormones and associated social behaviors in rats, mice, and humans. *Endocrinology*. 2018;159(7):2596–2613. doi: 10.1210/en.2018-00220
18. Minet-Quinard R., Moinard C., Villie F., Walrand S., Vasson M.P., Chopineau J., Cynober L. Kinetic impairment of nitrogen and muscle glutamine metabolisms in old glucocorticoid-treated rats. *Am. J. Physiol.* 1999;276(3):E558–E564. doi: 10.1152/ajpendo.1999.276.3.E558

**Информация об авторе:**

**Морозов Виталий Николаевич**, к.м.н., ORCID: 0000-0002-1169-4285, e-mail: morozov\_v@bsu.edu.ru

**Information about the author:**

**Vitaliy N. Morozov**, candidate of medical sciences ORCID: 0000-0002-1169-4285, e-mail: morozov\_v@bsu.edu.ru

*Поступила в редакцию 28.09.2023*

*Принята к публикации 22.01.2024*

*Received 28.09.2023*

*Accepted 22.01.2024*