

Key words: monosodium glutamate, morphology, medulla, adrenal glands, sodium nitrite, Ponceau 4R, reticular zone, cortical substance, hemomicrocirculatory bed, rats, morphological and functional changes, submicroscopic changes, endocrinocytes.

ORCID and contributionship:

Donchenko S. V.: [0000-0001-7411-9897](https://orcid.org/0000-0001-7411-9897) ^{ABCDEF}

Bilash S. M.: [0000-0002-8351-6090](https://orcid.org/0000-0002-8351-6090) ^{ABCEF}

Conflict of interest:

The Authors declare no conflict of interest.

Corresponding author

Donchenko Svitlana Vladyslavivna
Poltava State Medical University
Ukraine, 36024, Poltava, 23 Shevchenko str.
Tel.: +380955699434
E-mail: donchsveta77@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article

Received 27.11.2022

Accepted 05.05.2023

DOI 10.29254/2077-4214-2023-2-169-386-393

UDC 611.441-019

Sviatotska L. O.

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF THE THYROID GLAND

Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Lviv, Ukraine)

lilysvyatotska@gmail.com

The thyroid gland has an extensive range of hormonal influences on the organs and systems of the body, as well as on the functioning and processes of adaptation of the body to environmental factors. Conducting experimental research on the reconstruction of the thyroid gland in various pathological conditions requires a deeper study of the features of the structural organization of the specified organ in experimental animals. The use of anatomical, morphometric and histological research methods made it possible to find out the peculiarity of its macrostructure in white rats, in particular, the absence of a pyramidal lobe, the presence of an inconspicuous glandular isthmus, the mass of the thyroid gland of a white rat, which was 0.035 ± 0.05 mg, the dimensions of the gland, in particular its length was 6.55 ± 0.05 mm, width – 3.75 ± 0.02 mm, thickness – 2.65 ± 0.002 mm, tight fit of the thyroid gland capsule to its parenchyma, the difference in the thickness of the interlobular septa of the gland in its central and peripheral parts glands (thinner on the periphery), changes in the shape of gland cells depending on their functional state, placement of C cells singly between the basal membrane and the basal pole of thyrocytes (parafollicular arrangement) and the surrounding of these cells with a dense network of capillaries, which, in turn, is also a related feature of the location of human C cells, various levels of metabolic processes in the cellular elements of the thyroid gland of laboratory rats. The obtained data will make it possible to create a base based on which it is possible to establish reactive changes in the thyroid gland and further use the data in modelling the effects of various factors for the prevention and treatment of human thyroid pathology.

Key words: thyroid gland, macro – and microanatomy, rat.

Connection of the publication with planned research works.

The article is part of the planned research work of the Department of Normal Anatomy and Operative Surgery with Topographic Anatomy of the Danylo Halytsky Lviv National Medical University «Morpho-functional features of organs in the pre – and postnatal periods of ontogenesis, under the influence of opioids, food additives, reconstructive operations and obesity» – state registration number 0120U002129.

Introduction.

Among the endocrine organs, the thyroid gland has unique features of morphological structure and functioning. It attracts considerable attention from researchers in various fields due to a wide range of hormonal influences

on the development of a living organism, the formation and functioning of its systems, and the processes of adaptation to changing environmental factors. Receptors of thyroid hormones of the thyroid gland are expressed on the nuclear membranes of all body cells, which determines the wide spectrum of action of these hormones [1, 2, 3]. Thyroid hormones affect all types of metabolism, stimulate oxidative processes, affect the absorption of oxygen by cells, maintain water-salt balance, stimulate cell differentiation and proliferation, indirectly regulate carbohydrate metabolism, affect the contractility of the myocardium, the heart rate and the tone of blood vessels [4, 5, 6]. The wide variability of clinical manifestations of dysfunctions of the thyroid gland itself or disorders of the function of its hormones is associated with such a wide

spectrum of action of thyroid hormones. Pathologies such as obesity, metabolic disorders, atherosclerosis, coronary heart disease, decreased immunological reactivity, some types of cancer, dementia and others are associated with disorders of the synthesis, activation, transport and hormone-receptor interaction of thyroid hormones [7, 8]. Despite the vital role of the thyroid gland in regulating the functions of the body, the last one is quite sensitive to the negative influence of exogenous and endogenous factors, in connection with which its pathology should be considered as a kind of marker of environmental distress. However, most scientific reports on the thyroid gland contain descriptions of clinical cases [9]. There are still many unsolved problems with the morphology of the thyroid gland in both humans and experimental animals.

The aim of the study.

Creation of a complex of morphological and morphometric parameters of the thyroid gland of a white rat, which will serve as a basis for understanding the mechanisms of development of changes in the structural components of the gland correlated with the primary functional states of the body and will provide an opportunity to influence the body to prevent diseases.

Object and research methods.

The object of the study was the thyroid gland of 10 laboratory white male Wistar rats weighing 218-260 g. All studies were conducted in compliance with the basic provisions of the GSR (1996), the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine (from 04.04.1997), the Helsinki Declaration of the World of the Medical Association on the ethical principles of conducting scientific medical research with human participation (1964-2013), orders of the Ministry of Health of Ukraine № 690 dated 23.09.2009, № 616 dated 03.08.2012 and «Procedure for the removal of biological objects from the deceased whose bodies are subject to judicial medical examination and pathological examination, for scientific purposes», the requirements of humane treatment of experimental animals, regulated by the Law of Ukraine «On the Protection of Animals from Cruelty Treatment» (№ 3447-IV dated 21.02.2006) and the European Convention on the Protection of Vertebrate Animals, which are used for research and other scientific purposes (Strasbourg, March 18, 1986).

After weighing the animals, they were euthanized using ether anaesthesia. The topographic features of the thyroid gland were determined by dissection of the front surface of the neck of white rats. The thyroid gland was examined, measured, and weighed to study the anatomical features. The thyroid gland was measured with the help of callipers, and the thyroid gland was weighed on analytical scales. The study of the peculiarities of the microscopic structure of the gland and the identification of the criteria of its morphological maturity in sexually mature laboratory white rats was carried out by analyzing histological sections stained with hematoxylin-eosin. For histological examination, the preparation of the organ was fixed in a 10% neutral formalin solution, dehydrated in alcohol and embedded in paraffin blocks. While studying the features of the microscopic structure and morphological criteria, tissue sections with a 5-6 µm thickness were stained with hematoxylin-eosin.

Research results and their discussion.

According to the results of the study, it was found that the thyroid gland of a white rat is represented by an organ of pale pink colour in the form of two elongated

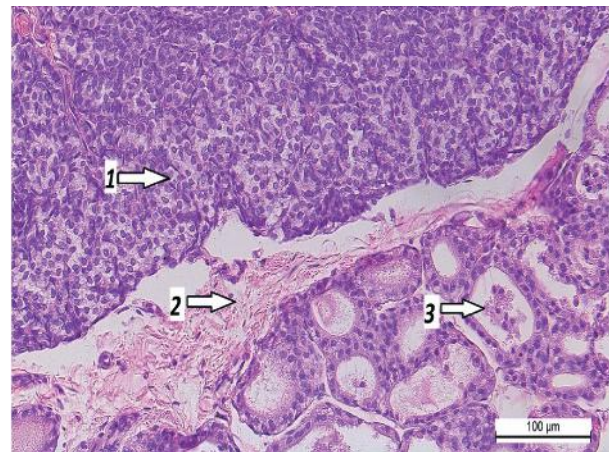


Figure 1 – Fragment of the thyroid gland of a white rat. Photomicrograph. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification: x200. Designation: 1 – parathyroid gland, 2 – thyroid capsule, 3 – thyroid follicle.

lobes located behind the larynx on the lateral surface of the trachea at the level of 2-4 rings of the trachea. The pyramidal lobe was not visualized. The lobes are connected by an inconspicuous glandular isthmus. Only in two cases the lobes of the gland of a white rat were connected by an isthmus, which is 20% of the total volume of the studied material. The mass of the studied thyroid glands was 0.035 ± 0.05 mg. The dimensions of the gland were: length 6.55 ± 0.05 mm, width 3.75 ± 0.02 mm, thickness 2.65 ± 0.002 mm. From the front, the thyroid gland of a white rat is covered by a capsule that tightly adheres to the parenchyma of the gland and divides it into lobes (fig. 1).

The lobules contain the organ's parenchyma, represented by follicles filled with colloidal content. While researching histological preparations, it was established that the thyroid gland of a white rat is made of lobules and has a follicular structure. Interlobular septa, which are especially well developed in the central part of the gland, depart from the capsule in the thickness of the parenchyma. The connective tissue strands are much thinner in the peripheral parts of the parenchyma (fig. 2).

The septa contain a significant amount of connective tissue fibres. The organ's parenchyma is represented by closed formations – follicles, which differ in size and shape. A considerable part of the follicles has an oval

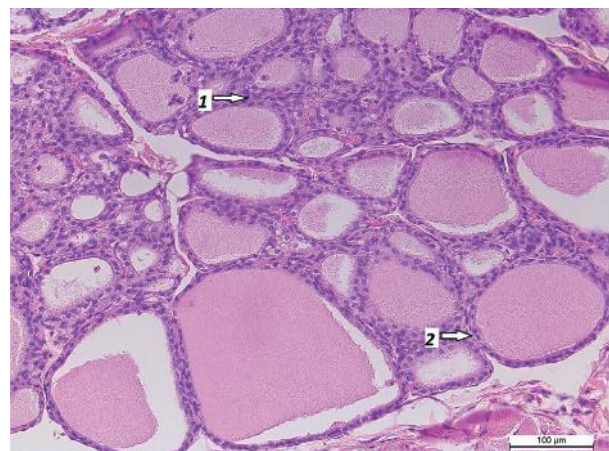


Figure 2 – Fragment of the thyroid gland of a white rat. Photomicrograph. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification: x200. Designation: 1 – thickened wall of the follicle of the thyroid gland in the central part, 2 – thinned wall of the follicle on the periphery.

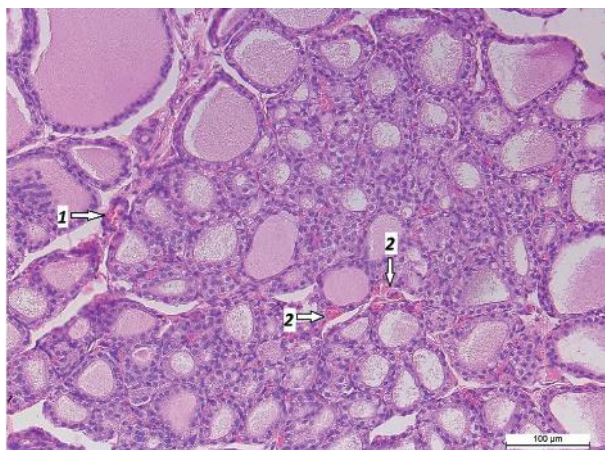


Figure 3 – Fragment of the thyroid gland of a white rat. Photomicrograph. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification: x200. Designation: 1 – arterioles of the lobe of the thyroid gland, 2 – capillaries of the thyroid gland.

shape. The rounded shape is more typical for follicles of a small diameter. The ratio of follicles of different diameters corresponded to the following indicators: large – 4%, medium – 75%, and small – 22%.

The central part of the organ is mainly represented by medium-sized follicles ($89 \pm 0.4 \mu\text{m}$) containing pale pink colloids. It reveals a significant number of pinocytotic vesicles, which are evenly located both in the central part and in the apical poles of thyrocytes. Individual large follicles, whose diameter is $141 \pm 0.2 \mu\text{m}$, are also determined.

A single-layer flat epithelium forms the wall of small follicles. Among medium-diameter follicles, hormone-producing cells are represented more often by cubic thyrocytes, $17.5 \pm 0.5 \mu\text{m}$ in height and $9.4 \pm 0.7 \mu\text{m}$ in diameter of the nucleus, which occupies a central position or is slightly shifted to the basal pole. Large follicles are characterized by thick and dense colloid content, which changes the shape of the follicle to an irregular oval. Thyrocytes of large follicles lose their cubic shape. The vascular system of the thyroid gland of a white rat is represented by intracapsular interlobular arteries, perifollicular arterioles, a capillary network, venules, interlobular and intracapsular veins (fig. 3).

The branches of the cranial and caudal thyroid arteries enter the gland through the capsule and further divide into interlobular and intrafollicular layers. The diameter of intracapsular vessels is $126 \pm 0.5 \mu\text{m}$, intraorgan – $68 \pm 0.2 \mu\text{m}$, and capillaries $6 \pm 0.3 \mu\text{m}$. A dense network of microcirculatory vessels surrounds each follicle.

The innervation of the thyroid gland of the white rat is represented by sensitive and autonomic nerves. Perivascular nerve plexuses, whose diameter is $4.9 \pm 0.3 \mu\text{m}$, are characterized by high density. Perifollicular fibres tightly envelop each follicle and anastomose with their branches to form an external framework of nerve elements. From the specified structures, numerous fibres sink into the follicle, between the thyrocytes, forming endings on the cell bodies, part of which penetrates the colloid of the follicle. They are distinguished: C-cells are an epithelial type of thyroid gland cells of neurogenic origin located in small groups on the surface of follicles or have a common basement membrane with thyrocytes. Very rarely, they are located between hormone-producing cells and do not border the colloid in the lumen of the follicles. The C-cell is represented by an independent unicellular endocrine gland, surrounded by a dense capillary network with many anastomoses (fig. 4).

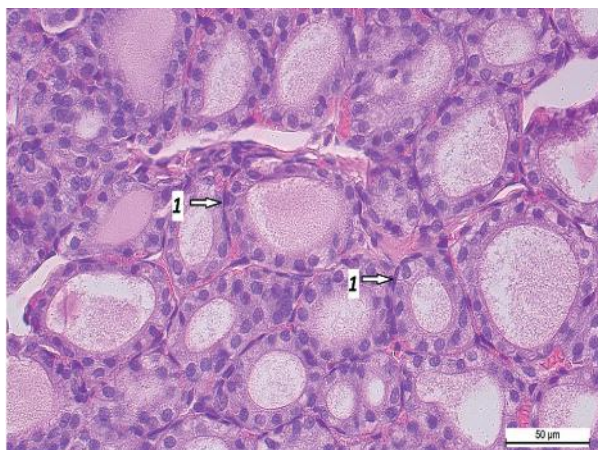


Figure 4 – Fragment of the thyroid gland of a white rat. Photomicrograph. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification: x400. Designation: 1 – C cell (parafollicular) of the thyroid gland.

Hemocapillaries are often squeezed into the cytoplasm and slightly change the shape of the cells. C-cells are located throughout the area of the organ, sometimes forming cell lines or creating groups of cells of 5-7 units. Granularity is rather small and is located evenly in the cytoplasm. The dimensions of the C-cell are $31.47 \pm 0.9 \mu\text{m}$.

Experimental scientific research on the influence of certain factors on the structure of the thyroid gland is mainly carried out on laboratory white rats since the structure of the thyroid gland of a white rat is very close to that of a human [10]. However, we found that the lobes of the rat thyroid gland are not connected by an isthmus. Only in two cases out of ten were both lobes connected by an isthmus and took the usual «butterfly» shape. Microscopic examination of the thyroid gland in rats shows a typical follicular structure, which is very close to the morphological structure of the follicles of the human thyroid gland [11]. In a rat, as in a person, the lobes are separated by connective tissue septa and thyroid follicles with mostly clear contours. The intracellular space of the follicles is filled with a homogeneous oxyphilic colloid. The results of our research confirmed the scientific literature data that the shape of the gland's cells changed depending on its functional state [12]. C cells lie singly between the basement membrane and the basal pole of thyrocytes (parafollicular arrangement). They are surrounded by a dense network of capillaries, which in turn is also a related feature of the location of human C cells.

Conclusions.

The creation of a biological model based on anatomical, morphological and morphometric parameters of the thyroid gland of a white rat can serve as a basis for experimental research and understanding of the mechanisms of development of changes in the structural components of the thyroid gland.

Prospects for further research.

The obtained data will make it possible to create a base based on which it is possible to establish reactive changes in the thyroid gland and further use the data in modelling the effects of various factors for the prevention and treatment of pathologies of the human thyroid gland.

ПОРІВНЯЛЬНА МОРФОЛОГІЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (м. Львів, Україна)

lilysvyatotska@gmail.com

Щитоподібна залоза має надзвичайно широкий спектр гормонального впливу на органи та системи організму, а також на функціонування та процеси адаптації організму до чинників навколишнього середовища. Проведення експериментальних досліджень перебудови щитоподібної залози при різних патологічних станах вимагає глибокого вивчення особливостей структурної організації вказаного органу в експериментальних тварин. Використання анатомічних, морфометричних та гістологічних методів дослідження дозволило з'ясувати особливості її макробудови у білих щурів, зокрема відсутність пірамідної частки, наявність малопомітного залозистого перешийка, масу щитоподібної залози білого щура, що складала $0,035 \pm 0,05$ мг, розміри залози, зокрема довжина її складала $6,55 \pm 0,05$ мм, ширина – $3,75 \pm 0,02$ мм, товщина – $2,65 \pm 0,002$ мм, щільне прилягання капсули щитоподібної залози до її паренхіми, різницю товщини міжчасточкових перегородок залози в центральній та периферичних її частинах залози (на периферії – тонші), зміну форми клітин залози залежно від їхнього функціонального стану, розміщення С-клітин поодинокі між базальною мембраною та базальним полюсом тиреоцитів (парафолікулярне розташування) та оточення вказаних клітин густою сіткою капілярів, що, в свою чергу, також є спорідненою ознакою розташування людських С клітин, різноманітні рівні метаболічних процесів в клітинних елементах щитоподібної залози лабораторних щурів. Отримані дані дозволять створити базу, спираючись на яку можливо встановити реактивні зміни в щитоподібній залозі та в подальшому використовувати дані в моделюванні впливів різноманітних чинників з метою профілактики та лікування патології щитоподібної залози людини.

Ключові слова: щитоподібна залоза, макро – та мікроанатомія, щур.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Стаття є частиною планової науково-дослідної роботи кафедри нормальної анатомії та оперативної хірургії з топографічною анатомією Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького «Морфо-функціональні особливості органів у пре – та постнатальному періодах онтогенезу, при впливі опіоїдів, харчових добавок, реконструктивних операцій та ожирінні» – номер державної реєстрації 0120U002129.

Вступ.

Серед ендокринних органів щитоподібна залоза наділена унікальними особливостями як морфологічної будови, так і функціонування. Вона привертає до себе значну увагу дослідників різних галузей через широкий спектр гормональних впливів на розвиток живого організму, становлення та функціонування його систем, на процеси адаптації до мінливих факторів зовнішнього середовища. Рецептори тиреоїдних гормонів щитоподібної залози експресуються на ядерних мембранах усіх клітин організму, що обумовлює широкий спектр дії даних гормонів [1, 2, 3]. Тиреоїдні гормони спричиняють вплив на усі види обміну речовин, стимулюють окислювальні процеси, впливають на засвоєння клітинами кисню, підтримують водно-сольовий баланс, стимулюють диференціацію та проліферацію клітин, опосередковано регулюють вуглеводний обмін, впливають на скоротливу здатність міокарда, частоту серцевих скорочень та тонус кровоносних судин [4, 5, 6]. Із таким широким спектром дії тиреоїдних гормонів пов'язана широка варіабельність клінічних проявів дисфункцій самої щитоподібної залози або ж порушень функції її гормонів. Із порушеннями синтезу, активації, транспорту та гормон-рецепторної взаємодії гормонів

щитоподібної залози пов'язують такі патології як ожиріння, порушення метаболізму, атеросклероз, ішемічна хвороба серця, зниження імунологічної реактивності, деякі види раку, деменція та інші [7, 8]. Незважаючи на вагомий роль щитоподібної залози у регулюванні функцій організму, остання є досить чутливою до негативного впливу екзо – та ендогенних чинників, в зв'язку з чим її патологію слід розглядати як своєрідний маркер екологічного неблагополуччя. Проте більшість наукових повідомлень щодо щитоподібної залози містять опис клінічних випадків [9]. Залишається багато невирішених проблем морфології щитоподібної залози як людини, так і експериментальних тварин.

Мета дослідження.

Створення комплексу морфологічних та морфометричних параметрів щитоподібної залози білого щура, котрі слугуватимуть базою для розуміння механізмів розвитку змін структурних компонентів залози корельованих з основними функціональними станами організму та нададуть можливість впливати на організм з метою попередження захворювань.

Об'єкт і методи дослідження.

Об'єктом дослідження стала щитоподібна залоза 10 лабораторних білих щурів самців лінії Вістар вагою 218-260 г. Усі дослідження проведено з дотриманням основних положень GCP (1996), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2013), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009, № 616 від 03.08.2012 і «Порядку вилучення біологічних об'єктів від померлих, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі і патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей», вимог

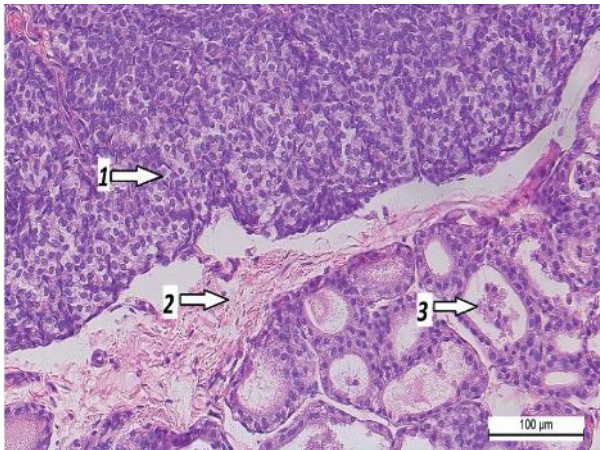


Рисунок 1 – Фрагмент щитоподібної залози білого щура. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксиліном та еозином. 36.: x200. Позначення: 1 – прищитоподібна залоза, 2 – капсула щитоподібної залози, 3 – фолікул щитоподібної залози.

гуманного ставлення до піддослідних тварин, регламентованих Законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 3447-IV від 21.02.2006 р.) та Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 18.03.1986 р.).

Після зважування тварин, здійснювали їхню етаназію з використанням ефірного наркозу. Топографічні особливості щитоподібної залози з'ясовували шляхом препарування передньої поверхні шиї білих щурів. Для вивчення анатомічних особливостей проводився огляд, вимірювання, зважування щитоподібної залози. Виміри щитоподібної залози проводили за допомогою штангенциркуля, зважування щитоподібної залози виконували на аналітичних вагах. Дослідження особливостей мікроскопічної будови залози і виявлення критеріїв її морфологічної зрілості у статевозрілих лабораторних білих щурів проводили шляхом аналізу гістозрізів, пофарбованих гематоксилін-еозином. Для гістологічного дослідження препарат органу фіксували у 10% нейтральному розчині формаліну, зневоднювали в спиртах та заливали в парафінові блоки. Під час вивчення особливостей мікроскопічної будови та морфологічних

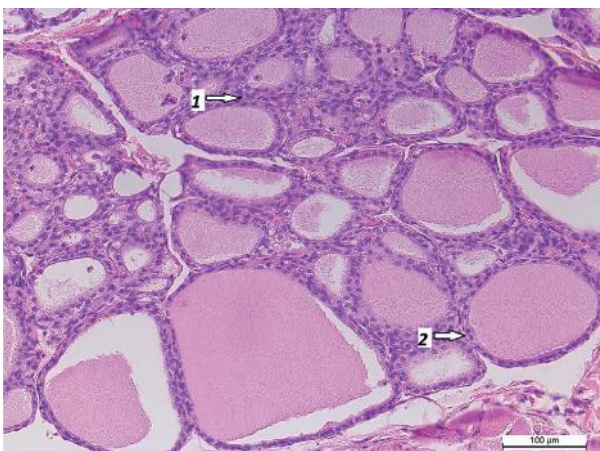


Рисунок 2 – Фрагмент щитоподібної залози білого щура. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксиліном та еозином. 36.: x200. Позначення: 1 – потовщена стінка фолікула щитоподібної залози в центральній частині, 2 – стоншена стінка фолікула по периферії.

критеріїв гістозрізи товщиною 5-6 мкм фарбувалися гематоксилін-еозином.

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами дослідження, з'ясовано, що щитоподібна залоза білого щура представлена органом, блідо-рожевого кольору у вигляді двох витягнутих часток, розташованих позаду гортані на латеральній поверхні трахеї, на рівні 2-4 кілець трахеї. Пірамідну частку не візуалізували. Частки з'єднані малопомітним залозистим перешийком. Лише у двох випадках частки залози білого щура були з'єднані перешийком, що складає 20% від загального обсягу досліджуваного матеріалу. Маса досліджуваних щитоподібних залоз складала $0,035 \pm 0,05$ мг. Розміри залози склали: довжина $6,55 \pm 0,05$ мм, ширина $3,75 \pm 0,02$ мм, товщина $2,65 \pm 0,002$ мм. Спереду щитоподібна залоза білого щура вкрита капсулою, котра щільно прилягає до паренхіми залози та розділяє її на часточки (рис. 1).

В часточках міститься паренхіма органу, представлена фолікулами наповнених колоїдним вмістом. У процесі дослідження гістологічних препаратів встановлено, що щитоподібна залоза білого щура побудована з часточок і має фолікулярну будову. Від капсули в товщу паренхіми відходять міжчасточкові перегородки, котрі особливо добре розвинені в центральній частині залози, на периферичних ділянках паренхіми сполучнотканинні тяжі значно тонші (рис. 2).

Перегородки містять значну кількість сполучнотканинних волокон. Паренхіма органу представлена замкнутими утвореннями – фолікулами, котрі відрізняються як за розміром, так і за формою. Значна частина фолікулів має овальну форму, округла форма більш характерна для фолікулів невеликого діаметру. Співвідношення фолікулів різного діаметру відповідало наступним показникам: великі – 4%, середні – 75%, малі – 22%.

Центральна частина органу представлена здебільшого фолікулами середнього розміру ($89 \pm 0,4$ мкм), що містять колоїд блідо-рожевого кольору. В ньому виявляється значна кількість піноцитозних пухирців, котрі розташовані рівномірно як у центральній частині, так і в апікальних полюсах тироцитів. Також визначаються поодинокі великі фолікули, діаметр котрих становить $141 \pm 0,2$ мкм.

Стінка малих фолікулів утворена одношаровим плоским епітелієм. Серед фолікулів середнього діаметру гормонотворюючі клітини представлені частіше кубічними тироцитами, висотою $17,5 \pm 0,5$ мкм та діаметром ядра $9,4 \pm 0,7$ мкм, котре займає центральне розташування або незначно зміщене до базального полюса. Фолікули великих розмірів, характеризуються густим та щільним колоїдним вмістом, котрий змінює форму фолікула до неправильної овальної, тироцити великих фолікулів втрачають кубічну форму. Судинна система щитоподібної залози білого щура представлена інтракапсулярними міжчасточковими артеріями, перифолікулярними артеріолами, капілярною сіткою, венулами, міжчасточковими інтракапсулярними венами (рис. 3).

Гілки краніальної та каудальної щитоподібних артерій входять в залозу через капсулу і в подальшому розділяються в міжчасточкових та інтрафолікулярних прошарках. Діаметр внутрішньокапсулярних судин

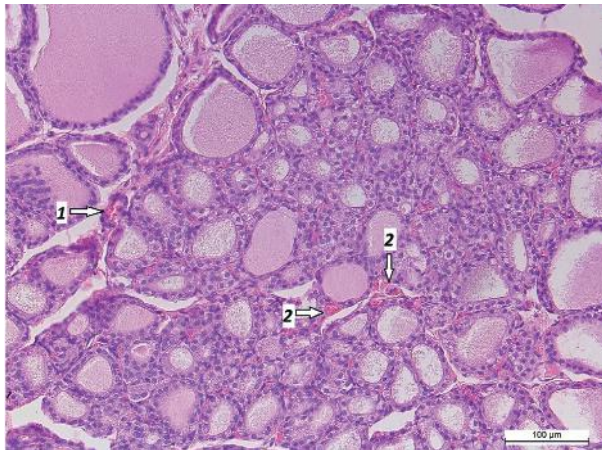


Рисунок 3 – Фрагмент щитоподібної залози білого щура. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксиліном та еозином. 36.: x200. Позначення: 1 – артеріоли часточки щитоподібної залози, 2 – капіляри щитоподібної залози.

становить $126 \pm 0,5$ мкм, внутрішньоорганних – $68 \pm 0,2$ мкм, капілярів $6 \pm 0,3$ мкм. Густа сітка судин мікроциркуляторного русла огортає кожен фолікул.

Іннервація щитоподібної залози білого щура представлена чутливими та вегетативними нервами. Навколосудинні нервові сплетення, діаметр яких складає $4,9 \pm 0,3$ мкм, характеризуються високою щільністю. Перифолікулярні волокна щільно огортають кожен фолікул, анастомозуючи своїми гілками формують зовнішній каркас з нервових елементів. Від вказаних структур чисельні волокна занурюються в фолікул, між тироцитами, утворюючи на тілах клітин закінчення, частина яких проникає у колоїд фолікула. Розрізняють: С-клітини – епітеліальний тип клітин щитоподібної залози нейрогенного походження, що розташовані невеликими групами на поверхні фолікулів або мають з тироцитами спільну базальну мембрану. Дуже рідко вони знаходяться поміж гормонотворюючих клітин та не межують з колоїдом в просвіті фолікулів. С-клітина представлена незалежною одноклітинною ендокринною залозою, оточена густою капілярною сіткою з великою кількістю анастомозів (рис. 4).

Гемокапіляри часто втискаються в цитоплазму і дещо змінюють форму клітин. С-клітини розташовані по всій площі органу, деколи формуючи клітинні тяжі або створюють групи клітин по 5-7 одиниць. Зернистість досить дрібна і розташовується рівномірно в цитоплазмі. Розміри С-клітини становлять $31,47 \pm 0,9$ мкм.

Експериментальні наукові дослідження щодо впливу тих чи інших чинників на структуру щитоподібної залози переважно проводять на лабораторних білих щурах, оскільки за своєю будовою щитоподібна залоза білого щура дуже близька до людської

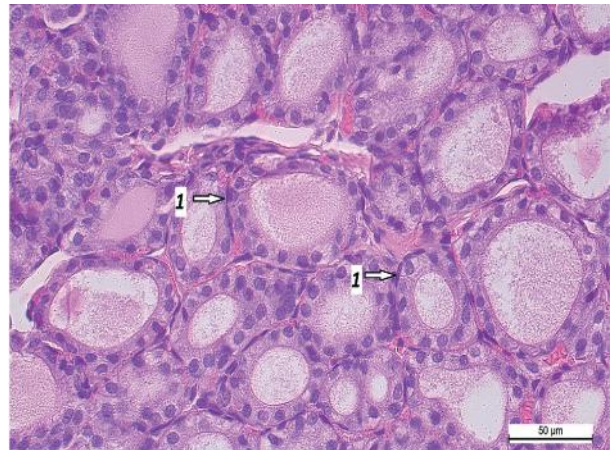


Рисунок 4 – Фрагмент щитоподібної залози білого щура. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксиліном та еозином. 36.: x400. Позначення: 1 – С-клітина (парафолікулярна) щитоподібної залози.

[10]. Проте, нами встановлено, що частки щитоподібної залози щура не з'єднані перешийком, лише у двох випадках з десяти обидві частки були з'єднані перешийком і приймали звичку форму «метелика». При мікроскопічному дослідженні щитоподібної залози у щурів відмічається типова фолікулярна будова, що дуже наближена до морфологічної будови фолікулів щитоподібної залози людини [11]. У щура, як і в людини, часточки відокремлені одна від одної сполучнотканинними перегородками, тиреоїдні фолікули з переважно чіткими контурами. Інтрацелюлярний простір фолікулів заповнений однорідним оксифільним колоїдом. Результати проведених нами досліджень підтвердили дані наукової літератури, що форма клітин залози змінювалась залежно від її функціонального стану [12]. С-клітини лежать поодинокі між базальною мембраною та базальним полюсом тироцитів (парафолікулярне розташування) та оточені густою сіткою капілярів, що в свою чергу також є спорідненою ознакою розташування людських С клітин.

Висновки.

Створення біологічної моделі на основі анатомічних, морфологічних та морфометричних параметрів щитоподібної залози білого щура може слугувати базою для експериментальних досліджень та розуміння механізмів розвитку змін структурних компонентів щитоподібної залози.

Перспективи подальших досліджень.

Отримані дані дозволять створити базу, спираючись на яку, можливо встановити реактивні зміни в щитоподібній залозі та в подальшому використовувати дані в моделюванні впливів різноманітних чинників з метою профілактики та лікування патологій щитоподібної залози людини.

References / Література

1. Tiron OI. Osnovni ekzo – ta endohenni factory, shcho zdadni chynyty vplyv na morfofunktsional'ni kharakterystyky shchytopydibnoyi zalozy (ohlyad literatury). Visnyk Vinnyts'koho natsional'noho medychnoho universytetu. 2018;22(4):760. DOI: [10.31393/reports-vnmedical-2018-22\(4\)-32](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2018-22(4)-32). [in Ukrainian].
2. Boas M, Main KM, Feldt-Rasmussen U. Environmental chemicals and thyroid function: an update. Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes. Obes. 2009;16(5):385-391. DOI: [10.1097/MED.0b013e3283305af7](https://doi.org/10.1097/MED.0b013e3283305af7).
3. Antonica F, Kasprzyk DF, Opitz R, Iacovino M, Liao XH, Dumitrescu AM, et al. Generation of functional thyroid from embryonic stem cells. Nature. 2012;491(7422):66-71. DOI: [10.1038/nature11525](https://doi.org/10.1038/nature11525).
4. Webb P. Thyroid hormone receptor and lipid regulation. Curr. Opin. Investig. Drugs. 2010;11(10):1135-1142.

5. Wiersinga WM. Clinical relevance of environmental factors in the patho-genesis of autoimmune thyroid disease. *Endocrinol. Metab.* (Seoul). 2016;31:213-322. DOI: [10.3803/EnM.2016.31.2.213](https://doi.org/10.3803/EnM.2016.31.2.213).
6. Ferrari SM, Fallahi P, Antonelli A, Benvenega S. Environmental Issues in Thyroid Diseases. *Front Endocrinol* (Lausanne). 2017;8:50. DOI: [10.3389/fendo.2017.00050](https://doi.org/10.3389/fendo.2017.00050).
7. Brent GA. Mechanisms of thyroid hormone action. *J. Clin. Invest.* 2012;122(9):3035-3043. DOI: [10.1172/JCI60047](https://doi.org/10.1172/JCI60047).
8. Javed Z, Sathyapalan Th. Levothyroxine treatment of mild subclinical hypothyroidism: a review of potential risks and benefits. *Ther. Adv. Endocrinol. Metab.* 2016;7(1):12-23.
9. El-Sayed SM, Ibrahim HM. Effect of high-fat diet-induced obesity on thyroid gland structure in female rats and the possible ameliorating effect of metformin therapy. *Folia Morphol* (Warsz). 2020;79(3):476-488. DOI: [10.5603/FM.a2019.0100](https://doi.org/10.5603/FM.a2019.0100).
10. Mekawy AM, Ahmed YH, Khalaf AAA, El-Sakhawy MA. Ameliorative effect of Nigella sativa oil and vitamin C on the thyroid gland and cerebellum of adult male albino rats exposed to Monosodium glutamate (histological, immunohistochemical and biochemical studies). *Tissue Cell.* 2020 Oct;66:101391. DOI: [10.1016/j.tice.2020.101391](https://doi.org/10.1016/j.tice.2020.101391).
11. Khalaf HA, Arafat EA. Effect of different doses of monosodium glutamate on the thyroid follicular cells of adult male albino rats: a histological study. *Int J Clin Exp Pathol.* 2015 Dec 1;8(12):15498-510.
12. Banerjee A, Mukherjee S, Maji BK. Worldwide flavor enhancer monosodium glutamate combined with high lipid diet provokes metabolic alterations and systemic anomalies: An overview. *Toxicol Rep.* 2021 Apr 29;8:938-961. DOI: [10.1016/j.toxrep.2021.04.009](https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.04.009).

ПОРІВНЯЛЬНА МОРФОЛОГІЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

Святоцька Л. О.

Резюме. Вступ. Для успішного проведення експериментальних досліджень впливу екзо – та ендогенних чинників на структуру щитоподібної залози необхідно з'ясувати особливості макро – та мікроанатомії вказаного органу експериментальних тварин.

Метою дослідження є створення комплексу морфологічних та морфометричних параметрів щитоподібної залози білого щура, котрі слугуватимуть базою для розуміння механізмів розвитку змін структурних компонентів залози при різних патологічних станах.

Об'єкт і методи дослідження. Матеріалом дослідження слугували щитоподібні залози 10 білих щурів самців лінії Вістар вагою 218-260 г. Виміри щитоподібної залози проводили за допомогою штангенциркуля, зважування її виконували на аналітичних вагах. Дослідження особливостей мікроскопічної будови залози проводили шляхом аналізу гістозрізів, пофарбованих гематоксином та еозином.

Результати. У щитоподібній залозі білих щурів пірамідну частку не візуалізували. Частки з'єднані переважно малопомітним залозистим перешийком. Маса досліджуваних щитоподібних залоз складала $0,035 \pm 0,05$ мг. Встановлено наступні розміри залози: довжина $6,55 \pm 0,05$ мм, ширина $3,75 \pm 0,02$ мм, товщина $2,65 \pm 0,002$ мм. Щитоподібна залоза білого щура вкрита капсулою, котра щільно прилягає до паренхіми, представленої фолікулами з колоїдним вмістом. Міжчасточкові перегородки особливо добре розвинені в центральній частині залози, на периферичних ділянках залози вони значно тонші. Результати проведених нами досліджень підтвердили дані наукової літератури, що форма клітин залози змінюється залежно від її функціонального стану. С-клітини лежать поодинокі між базальною мембраною та базальним полюсом тиреоцитів (парафолікулярне розташування) та оточені густою сіткою капілярів, що, в свою чергу, також є спорідненою ознакою розташування людських С клітин.

Висновки. Створення біологічної моделі на основі анатомічних, морфологічних та морфометричних параметрів щитоподібної залози білого щура може слугувати базою для експериментальних досліджень та розуміння механізмів розвитку змін структурних компонентів щитоподібної залози.

Ключові слова: щитоподібна залоза, макро – та мікроанатомія, щур.

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF THE THYROID GLAND

Sviatotska L. O.

Abstract. *Introduction.* To successfully perform experimental studies on the influence of exogenous and endogenous factors on the structure of the thyroid gland, it is necessary to understand the macro – and microanatomy features of this organ in experimental animals.

The aim of this work was to establish a set of morphological and morphometric parameters of the thyroid gland of the white rat, which will serve as a basis for understanding the mechanisms of structural changes in the gland's components under various pathological conditions.

Materials and Methods. The study material consisted of the thyroid glands from 10 male white rats of the Wistar strain, weighing 218-260 g. Measurements of the thyroid gland were performed using a caliper, and weighing was done on analytical scales. The examination of the gland's microscopic structure was conducted by analyzing histological sections stained with hematoxylin and eosin.

Results. The pyramidal lobe was not visualized in the white rat thyroid gland. Lobes were predominantly connected by inconspicuous glandular isthmus. The weight of the studied thyroid glands was 0.035 ± 0.05 mg. The following dimensions of the gland were established: length 6.55 ± 0.05 mm, width 3.75 ± 0.02 mm, thickness 2.65 ± 0.002 mm. The white rat thyroid gland was covered by a capsule that tightly adhered to the parenchyma, consisting of follicles with colloid content. Intercellular septa were particularly well-developed in the central part of the gland, while they were thinner in the peripheral areas. The results of our research confirmed the data found in scientific literature, indicating that the shape of gland cells changes depending on its functional state. C-cells were located separately between the basal membrane and the basal pole of thyrocytes (para-follicular placement) and were surrounded by a dense network of capillaries, which is also a characteristic feature of the arrangement of human C-cells.

Conclusions. Established biological model, based on anatomical, morphological, and morphometric parameters of the white rat thyroid gland, can serve as a basis for experimental studies and understanding the mechanisms of structural changes in the thyroid gland's components.

Key words: thyroid gland, macro – and microanatomy, rat.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Sviatotska L. O.: [0009-0006-7499-7001](https://orcid.org/0009-0006-7499-7001) ^{ABCDEF}

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Sviatotska Liliya Olehivna / Святоцька Лілія Олегівна

Danylo Halytsky Lviv National Medical University / Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Ukraine, 79010, Lviv, 69 Pekarska str. / Адреса: Україна, 79010, м. Львів, вул. Пекарська 69

Tel.: +380965669676 / Тел.: +380965669676

E-mail: lilysviatotska@gmail.com

A – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статистичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Received 29.11.2022 / Стаття надійшла 29.11.2022 року

Accepted 05.05.2023 / Стаття прийнята до друку 05.05.2023 року

DOI 10.29254/2077-4214-2023-2-169-393-396

UDC 616.682:599.323.452+615.357:577.169

Stetsuk Ye. V., Shepytko V. I., Boruta N. V., Rud M. V., Skotarenko T. A., Vilkhova O. V.

MORPHOGENESIS OF PERITUBULAR MACROPHAGES IN THE INTERSTITIAL SPACE OF THE RAT TESTES UNDER CENTRAL BLOCKING OF LUTEINISING HORMONE SYNTHESIS BY TRYPTORELIN ON DAYS 180 AND 270 OF OBSERVATION

Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

Stetsuk78@gmail.com

Luteinising hormone (LH) is a glycoprotein hormone, which is formed in the adenohypophysis. Its biological role is to regulate the functions of the human sexual sphere. Together with follicle-stimulating hormone, they are classified as gonadotropic hormones, the synthesis and secretion of which is stimulated by hypothalamic gonadoliberein. Testosterone, the production of which is stimulated by the release of LH, through the activation of testicular interstitial endocrinocytes leads to the activation of macrophage polarisation under the M2 phenotype (anti-inflammatory). Testosterone has a significant impact on the functional state of macrophages in the body. Under the influence of testosterone, macrophage polarisation towards the pro-inflammatory phenotype (M1) is inhibited, resulting in a reduction in the production of cytokines such as interleukin 18 (IL-18) and interleukin 6 (IL-6). Cytokines suppress steroidogenesis at the level of the adrenal glands, testes and ovaries. In the adrenal glands, macrophages and lymphocytes physiologically infiltrate the adrenal cortex extensively, whereas adrenocortical and chromaffin cells also produce cytokines such as IL-1, IL-6, TNFalpha, leukaemia inhibitory factor (LIF) and IL-18, playing a key role in immune-adrenocortical communication. Thus, testosterone has a significant anti-inflammatory and immunomodulatory effect, and in conditions of its deficiency, tissue damage may develop due to excessive polarisation of macrophages by the M1 phenotype.

The experiment was performed on 20 white male rats randomly selected into 2 groups: control (10 animals) and experimental (10 animals). Animals in the experimental group were injected with a solution of tryptorelin acetate at the dose of 0.3 mg of active ingredient per kg of animal weight to simulate central blocking of luteinising hormone synthesis. The studies were performed using an electron microscope.

It has been established that under the influence of central blockade of LH synthesis, the antigen-presenting cells of the interstitial space of the testis, in particular macrophages, are rearranged. These modifications indicate an inversion of their polarisation, which in turn leads to microscopic reorganisation of cells, specifically their activation (M1) to perform certain functional activity in the organ.

Key words: testis, hypothalamic-pituitary system, pituitary gland, LH, testosterone, tryptorelin, macrophage, parietal macrophage, electron micrograph, rats.

The connection of the publication with planned research works.

The study is a fragment of the research project “Experimental morphological study of cryopreserved placenta transplants action diphereline, ethanol and 1% methacrylic acid on the morphofunctional status in a number of internal organs”, state registration No. 0119U102925.

Introduction.

Luteinising hormone (LH) is a hormone of a protein origin, a glycoprotein that is produced in the adenohypo-

physis. The hormone consists of two subunits, α and β . The biological role of LH is to regulate the functions of the human reproductive system. Together with follicle-stimulating hormone, they are known under the general name “gonadotropic hormones”, the synthesis and secretion of which is stimulated by hypothalamic gonadoliberein. LH production is under negative feedback control by the concentrations of sex hormones: increased levels of estrogens and androgens in the blood inhibit LH secretion; decreased functional activity of the gonads (menopause,