

В.А. Забродин, Е.С. Толстенкова и О.А. Васильева

СРАВНИТЕЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

Кафедра анатомии человека (зав. — доц. Ю.М. Галкина), Смоленская государственная медицинская академия,
e-mail: uusgma@sci.smolensk.ru

Целью работы явилось изучение морфологических особенностей щитовидной железы (ЩЖ) млекопитающих животных разных отрядов и человека на макроскопическом и микроскопическом уровне. В работе была исследована ЩЖ 304 представителей 13 видов, 5 отрядов млекопитающих и человека. На макроскопическом уровне проанализированы изменение формы долей органа, наличие и особенности строения перешейка, его относительные размеры. На микроскопическом уровне рассчитаны: объемная плотность основных компонентов железы, индексы активности, склерозирования и накопления коллоида, а также форма, размер фолликулов на срезе и высота фолликулярного эпителия в сравнительном аспекте. С увеличением габаритов изученных видов прослеживается тенденция к возрастанию ширины долей ЩЖ и появлению паренхимного перешейка, соединяющего доли. На микроскопическом уровне возрастает разнообразие формы и размеров фолликулов железы от мелких грызунов к парнокопытным и человеку. По морфологическим показателям определена сниженная активность ЩЖ у отряда парнокопытных и человека по сравнению с таковой у других представителей млекопитающих.

Ключевые слова: щитовидная железа, анатомия, гистология, млекопитающие

В настоящее время интерес к щитовидной железе (ЩЖ) неуклонно возрастает в связи с тем, что ее заболевания перешли в разряд медико-социальных проблем во всем мире. Большое внимание исследователи уделяют строению ЩЖ, хорошо изученному у некоторых видов животных [4, 10] и человека [1, 2, 5, 7, 11, 14, 15]. Вместе с тем, работы, позволяющие оценить общие закономерности изменения макро- и микроскопического строения ЩЖ в филогенетическом аспекте, единичны.

Цель настоящей работы — изучить особенности топографии, формы долей, наличие перешейка и микроскопического строения ЩЖ у разных отрядов млекопитающих животных и человека.

Материал и методы. Исследована ЩЖ 304 особей, взятая от 242 млекопитающих отрядов насекомоядные (бурозубка обыкновенная, средняя, малая), грызуны (мышь домовая, мышь лесная, рыжая полевка, мышь и крыса лабораторные, свинка морская), хищные (кошка домашняя, норка американская), зайцеобразные (кролик), парнокопытные (свинья домашняя) — всего 13 видов по 20 особей каждого вида обоего пола половозрелого возраста — и ЩЖ 62 человек (40 мужчин и 22 женщин) в возрасте 20–50 лет. Отбор отрядов для исследования осуществляли с учетом их распространенности в Смоленской области. Возраст млекопитающих природных популяций (бурозубки, мышь лесная, рыжая полевка) и переходного вида (мышь домовая) определяли по внешнему виду особи, степени сточенности зубов, форме черепа, согласно указаниям Г.А. Клевезаль [6]. Животных отлавливали в экологически чистом районе Национального природного парка «Смоленское Поозерье» в середине лета.

Эвтаназию всех животных осуществляли под эфирным наркозом. Исследование проводили согласно «Федеральному закону о животном мире» от 24.04.1995 г. № 52 – ФЗ, статье 21 (часть 1) ФЗ от 29.12.2006 г. №258 «Установление ограничений и запретов на использование объектов животного мира». Материал от трупов людей получали в морге г. Смоленска, согласно приложению к приказу Министерства здравоохранения РФ от 10.08.1993 г. № 189 «О порядке изъятия органов человека у доноров-трупов», статье 5 закона РФ «О погребении и похоронном деле» 1993 г. Весь материал тщательно отбирали с целью исключения индивидуумов, причина смерти которых могла влиять на ЩЖ.

Соматометрия животных включала измерение длины тела [13] (расстояние от конца морды до анального отверстия по брюшной поверхности тела), как наименее изменчивого габаритного параметра тела. Для этих измерений использовали штангенциркуль с точностью измерения до 0,01 см.

Млекопитающих препарировали по стандартной методике. ЩЖ фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. Для гистологического исследования ЩЖ человека проводили предварительное иссечение центральных участков средней части каждой из долей ЩЖ объемом до 1 см³, у мелких млекопитающих орган полностью заливали в парафин. Срезы окрашивали гематоксилином — эозином и по Габу—Дыбану. Объемную плотность паренхимы, соединительнотканной стромы, коллоида, сосудов ЩЖ на срезах толщиной 5–6 мкм, вычисляли методом точечного счета. Рассчитывали основные показатели микроскопического строения ЩЖ: фолликулярно-коллоидный индекс (ФКИ), взятый как удельный суммарный объем эпителия (фолликулярного и интерфолликулярного), отнесенный к удельному суммарному объему коллоида; индекс склерозирования (ИС), определенный, как удельный суммарный объем всего эпителия, отнесенный к удельному суммарному объему стромы; индекс Брауна (накопления коллоида), равный отношению

среднего диаметра фолликулов железы к удвоенной средней высоте тироцита [12]. Для определения формы фолликулов произведена градация соотношения между их продольным и поперечным диаметрами на срезе. Округлая форма констатировалась при значениях 1–1,3, овальная — 1,31–1,75 и вытянутая — от 1,76 и выше. Также рассчитывали стандартизированные показатели размеров фолликулов на срезе, разделяя их на мелкие (0,2–65 мкм), средние (66–130 мкм) и крупные (131–194 мкм). Высоту эпителия оценивали следующим образом: низкий эпителий (1,2–3,03 мкм), средний эпителий (3,04–4,7 мкм), высокий эпителий (4,8–8 мкм).

Сравнительный анализ полученных данных проводили между видами и отрядами млекопитающих с учетом их эволюционного возраста. Располагали отряды млекопитающих по уменьшению эволюционного возраста возникновения от мелового до четвертичного периодов: грызуны — 80 млн. лет; хищные — 60 млн.; зайцеобразные — 45 млн.; насекомоядные (землеройки) — 40 млн.; парнокопытные — 37 млн.; приматы (человек) — 5 млн. лет [9]. Такое сопоставление показывает общую тенденцию прогрессивной эволюции в классе млекопитающих. Чем позже в ходе эволюции возник тот или иной отряд, тем выше, как правило, энергетический обмен. Половые различия ЩЖ млекопитающих животных и человека в настоящей работе нами не оценивались, так как данный вопрос является объемным, заслуживающим самостоятельного подробного исследования и выходит за рамки данного сообщения. Статистическую обработку данных проводили преимущественно с использованием стандартной программы «Stat Plus 2007». Все представленные межотрядные различия количественных показателей сравнительного анализа считали значимыми при $P < 0,05$ по критериям Манна—Уитни и Стьюдента.

Результаты исследования. При анализе изменений формы долей ЩЖ с учетом габаритных параметров тела изучаемых млекопитающих выявлены следующие особенности: форма долей ЩЖ меняется от овально-треугольной (у бурозубок) с каудальным направлением вершины треугольника, через округло-овальную (у мышей домовых, лесной, лабораторной и рыжей полевки), эллипсовидную (у крысы серой лабораторной), веретеновидную (у морской свинки) к палочковидной (у домашней кошки). В целом, наблюдается нарастание превалирования длины железы над шириной. У норки американской форма долей становится узкой миндалевидной, у кролика — широкой миндалевидной (доли, заостренные к полюсам), у свиньи домашней — овально-удлиненной и у человека — эллипсовидной. Перешеек ЩЖ появляется у крысы серой, но у морской свинки он определяется с трудом, в связи с тем, что он образован рыхлой соединительной тканью. У кошки домашней в перешейке ЩЖ появляются участки паренхимы в виде вертикальных полос шириной 1–1,5 мм. У норки американской включения паренхимы в перешейке не

дифференцируются по форме, но при визуальной оценке ее количество возрастает по сравнению с таковой у кошки домашней. У кролика и человека перешеек имеет уже полностью паренхимную структуру. С появлением перешейка ЩЖ у серой лабораторной крысы и до человека увеличивается разница между длиной перешейка и долей. У крысы длина перешейка ЩЖ меньше длины долей в 1,2 раза, у кошки домашней — в 1,3, у норки американской — в 1,8 раза. К кролику разница увеличивается до 1,83, а у человека соотношение длины перешейка и длины долей ЩЖ составляет 1,9. Соединение долей ЩЖ с помощью перешейка разнообразное.

При сравнительном изучении микроскопического строения ЩЖ млекопитающих с учетом эволюционного возраста возникновения отрядов обнаружены различия (таблица). Толщина капсулы ЩЖ увеличивается от отряда грызунов в 6,5 раза к хищным, далее в 1,5 раза — к зайцеобразным. У насекомоядных толщина капсулы резко снижена — в 5,5 раза, а у парнокопытных уменьшена незначительно — лишь (в 1,2 раза) по сравнению с таковой у зайцеобразных. У человека толщина капсулы ЩЖ имеет максимальное значение, в 14 раз превышая минимальное значение, отмеченное у грызунов. Минимальное содержание эпителия в ЩЖ наблюдается у парнокопытных, оно в 1,4 раза меньше максимального значения у зайцеобразных.

Половину объема ЩЖ изученных млекопитающих занимает фолликулярный и интерфолликулярный эпителий. Стромальный компонент наиболее развит у грызунов и насекомоядных, а минимальное его содержание характерно для отряда парнокопытных. Сосудистый компонент ЩЖ минимально развит у парнокопытных, у которых его относительное содержание в 6,8 раз меньше, чем у насекомоядных (см. таблицу). Диаметр фолликулов ЩЖ у представителей грызунов и хищных значимо не различается ($P \geq 0,05$). Резкое снижение диаметра фолликулов происходит в ЩЖ у зайцеобразных (в 2,5 раза) по сравнению со значениями у хищных; еще в 2 раза ниже этот показатель у насекомоядных. Для парнокопытных характерно увеличение диаметра фолликулов по сравнению с минимальным значением у насекомоядных (в 10 раз), затем у человека происходит увеличение диаметра фолликулов в 20 раз. Высота фолликулярного эпителия изменяется подобно приведенным изменениям диаметра фолликулов. У грызунов высота фолликулярного эпителия больше, чем у хищных незначимо ($P \geq 0,05$), у

Показатели микроскопического строения щитовидной железы (ЩЖ) млекопитающих

Показатели	Грызуны	Хищные	Зайцеобразные	Насекомоядные	Парнокопытные	Человек
Относительное содержание структурных компонентов ЩЖ, %:						
эпителия	43,39	40,62	51,17	47,08	38	50,81
стромы	20,04	17,79	18,58	20,22	8,5	12,61
коллоида	23,37	31,21	16,67	14,61	51	25,63
сосудов	12,19	10,37	13,58	17,08	2,5	10,96
Индекс склерозирования	2,37	2,27	2,75	2,3	4,47	4,03
Фолликулярно-коллоидный индекс	2,35	3,22	3,07	2,91	0,74	1,98
Диаметр фолликула, ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мкм)	38 $\pm$ 3	47 $\pm$ 4	18,5 $\pm$ 2,2	8,81 $\pm$ 0,23	88 $\pm$ 14	148 $\pm$ 20
Высота фолликулярного эпителия, ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мкм)	3,8 $\pm$ 0,7	3,6 $\pm$ 0,7	3,0 $\pm$ 0,4	2,4 $\pm$ 0,6	4,7 $\pm$ 1,1	5,8 $\pm$ 1,2
Индекс накопления коллоида	5,85	6,44	3,13	1,8	9,27	14,6
Толщина капсулы ЩЖ, ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мкм)	5,31 $\pm$ 0,18	34,6 $\pm$ 2,1	52 $\pm$ 5	9,4 $\pm$ 1,6	44 $\pm$ 4	75 $\pm$ 5
Доля фолликулов различной формы, %:						
округлых	52,72	50	53,3	86,9	60	65
овальных	10,21	40,01	36,7	8,98	33,3	27,4
вытянутых	7,06	9,98	10	4	6,67	7,6
Доля фолликулов различных размеров, %:						
мелких	65,87	81,6	100	100	23,33	6,4
средних	15,83	14,16	0	0	50,07	56,4
крупных	18,3	4,18	0	0	26,6	37,2
Доля фолликулов с эпителием разной высоты, %:						
низким	28,48	40	60	100	0,33	29,53
средним	44,44	50	40	0	46,37	50,29
высоким	27,08	9,98	0	0	53,3	20,18

зайцеобразных она уменьшается по сравнению с таковой у представителей предыдущего отряда. У насекомоядных высота фолликулярного эпителия ЩЖ имеет минимальное значение — в 1,5 раза меньше, чем у грызунов.

В соответствии с величинами индекса Брауна и ФКИ, можно сказать, что по морфологическим признакам высокая степень активности ЩЖ характерна для представителей отряда насекомоядных. Затем индекс Брауна у зайцеобразных увеличивается в 1,7 раза, что отражает снижение активности ЩЖ. У хищных и грызунов значение индекса Брауна также увеличивается (см. таблицу). У парнокопытных и человека по сравнению с предыдущими видами млекопитающих активность ЩЖ снижается (судя по увеличению индекса Брауна) по сравнению с таковой у насекомоядных — в 5,2 раза у парнокопытных, в 8,1 раза — у человека.

Относительное число мелких фолликулов в ЩЖ увеличивается от грызунов к зайцеобразным

и насекомоядным в 1,2 раза. ЩЖ, содержащая более 50% средних фолликулов, характерна только для парнокопытных и человека. Крупные фолликулы в ЩЖ у этих видов встречаются чаще, чем у грызунов: в 1,45 у отряда парнокопытных и в 2 раза — у человека (см. таблицу). В сравнении с отрядом хищных в ЩЖ парнокопытных крупные фолликулы встречаются чаще в 3,4 раза, а у человека — в 8 раз.

Округлая форма фолликулов ЩЖ является стабильной, в пределах 50–65% у большинства видов. Овальные фолликулы в минимальном количестве присутствуют в ЩЖ грызунов. У хищных доля фолликулов овальной формы возрастает по сравнению с таковой у грызунов в 4 раза, а в дальнейшем по направлению к человеку происходит ее плавное снижение в 1,5 раза. Доля фолликулов вытянутой формы среди представителей исследованных отрядов варьирует, не превышая 10%.

Обсуждение полученных данных. Таким образом, с уменьшением эволюционного возраста возникновения отрядов млекопитающих в ЩЖ происходят определенные изменения. С увеличением габаритных параметров тела форма ЩЖ меняется от овально-треугольной к эллипсоидной. Наблюдается превалирование длины ЩЖ над шириной.

Соединительнотканый перешеек появляется у грызунов, с различной долей включения паренхимы. В дальнейшем, что подтверждается данными Д.Ю. Глода [3] на примере отряда хищных, он становится у человека полностью паренхимным. Как указывают А.Х. Пилов и соавт. [8], у изученных представителей отряда парнокопытных (свины) на месте перешейка ЩЖ располагается «тело органа», но мы считаем, что с учетом наличия отчетливо выраженных долей ЩЖ, описанное «тело» является перешейком, сильно увеличенным, вследствие адаптации ЩЖ к особенностям жизнедеятельности животных.

От грызунов к насекомоядным происходит увеличение относительного содержания эпителия и снижение — коллоида, с отчетливо выраженной филогенетической тенденцией, увеличивается толщина капсулы ЩЖ — в 14 раз от грызунов к человеку, отмечено нарастание активности ЩЖ от грызунов к зайцеобразным и насекомоядным. Вследствие большего, по сравнению с другими отрядами, снижения содержания эпителия, стромы, сосудов, в ЩЖ парнокопытных наблюдается высокое содержание коллоида. От грызунов к насекомоядным в ЩЖ в 2 раза увеличивается содержание фолликулов округлой формы. Высокая вариабельность изменения диаметра фолликулов ЩЖ у разных видов млекопитающих, вероятно, связана с большим разнообразием габаритных параметров тела изученных видов. У парнокопытных и человека значительно выражено разнообразие формы, размеров фолликулов и высоты эпителия ЩЖ по сравнению с таковыми у других млекопитающих. Встречаемость фолликулов с низким эпителием возрастает в ряду от грызунов до насекомоядных в 2,5 раза (100% у последних). У парнокопытных и человека фолликулы с низким эпителием встречаются редко. У мелких животных (бурозубка, мышь, рыжая полевка) с длиной тела 4,8–9,7 см в ЩЖ доминируют мелкие фолликулы, у более крупных грызунов (крыса, морская свинка) увеличивается разнообразие размеров фолликулов, которое достигает максимального значения у парнокопытных и человека. Специфическое эволюционное

положение землероек (бурозубок), связанное с относительно поздним возникновением семейства в рамках отряда, по-видимому, ведет к увеличению активности ЩЖ. Также у представителей отряда зайцеобразных, специфика условий проживания и антропогенного стрессорного воздействия, вероятно, приводят к адапционному увеличению активности ЩЖ, у парнокопытных и человека, по сравнению с представителями других изученных отрядов наблюдается самая низкая активность ЩЖ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко Ю.Л. и Хмельницкий О.К. Морфологическая характеристика щитовидной железы взрослых жителей Санкт-Петербурга (по данным выборочного исследования) *Арх. пат.*, 2001, т. 63, вып. 4, с. 22–26.
2. Асфандияров Р.И., Квятковская И.Ю. и Удочкина Л.А. Определение формы щитовидной железы с использованием регрессионного анализа. *Вестн. новых мед. технол.*, 2004, т. 11, № 3, с. 6–8.
3. Глод Д.Ю. Сравнительная морфофункциональная характеристика щитовидной железы у кошек и собак. *Рос. ветерин. журн. (мелкие домашние и дикие животные)*, 2007, № 2–3, с. 22–24.
4. Глумова В.А., Чучкова Н.Н. и Черенков И.А. Эволюционные и онтогенетические особенности щитовидной железы позвоночных. *Морфол. вед.*, 2005, № 1–2, с. 11–12.
5. Каган И.И. и Фатеев И.Н. Топографоанатомические особенности щитовидной железы по данным компьютерной томографии. *Морфология*, 2007, т. 132, вып. 4, с. 56–60.
6. Клевезаль Г.А. Принципы и методики определения возраста млекопитающих. М., Товарищество науч. изд. КМК, 2007.
7. Кубарко А.И. и Yamashita S. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты. Минск, Нагасаки, изд. Минск. мед. ин-та, мед. школы г. Нагасаки, 1998.
8. Пилов А.Х., Пилов А.А. и Гузев А.Х. Патогистологический анализ морфологии щитовидной железы свиней. *Астраханск. мед. журн.*, 2007, № 1, с. 147.
9. Селезнев С.Б. Сравнительная оценка организации иммунной системы млекопитающих. *Морфология*. 2004, т. 126, вып. 4, с. 111.
10. Труш Н.В. Сравнительная и возрастная морфологическая характеристика щитовидной, паращитовидных желез домашних и диких животных: методическое пособие. Благовещенск, Изд-во гос. аграрн. ун-та, 2004.
11. Хмельницкий О.К. и Киселев А.В. Влияние экологического неблагополучия на патологию щитовидной железы человека по данным десяти регионов России. *Экология человека*, 1998, № 4, с. 17–20.
12. Хмельницкий О.К. и Третьякова М.С. Щитовидная железа как объект морфометрического исследования. *Арх. пат.*, 1998, т. 60, № 4, с. 44–46.
13. Юрчинский В.Я., Забродин В.А. и Толстенкова Е.С. Методы анатомирования позвоночных животных: методические

рекомендации. Смоленск, Изд-во Смоленск. гос. мед. акад., 2008.

14. Ravetto C., Colombo L. and Dottorini M.E. Usefulness of fine-needle aspiration in the diagnosis of thyroid carcinoma: a retrospective study in 37,895 patients. *Cancer*, 2000, v. 90, p. 357–363.
15. Zhang Y., Eraser J.L. and Wang H.H. Morphologic predictors of papillary carcinoma of fine-needle aspiration of thyroid with Thin Prep preparations. *Diagn. Cytopathol.*, 2001, v. 24, p. 378–383.

Поступила в редакцию 17.05.2011

Получена после доработки 25.06.2011

COMPARATIVE MORPHOLOGICAL STUDY OF THYROID GLAND IN MAMMALIAN ANIMALS AND MAN

V.A. Zabrodin, Ye.S. Tolstenkova and O.A. Vasilyeva

The objective of this study was to examine the morphological peculiarities of the thyroid gland in animals of different mammalian orders and in man at both macroscopic and microscopic

level. 304 specimens of the thyroid gland obtained from the animals of 13 species and 5 mammalian orders and man, were studied. At the macroscopic level, the changes of lobar shape, presence and structural peculiarities of the isthmus, and its relative size were analyzed. At the microscopic level, the following parameters were determined in comparative aspect: the volume fractions of major structural components, the indices of activity, sclerosis and colloid accumulation, the standardized follicular profile shape and size, follicular epithelium height. With the increase of size of the species studied, a tendency was found for the increase of thyroid lobe width and the appearance of parenchymal isthmus, connecting the lobes. At the microscopic level, the variability of follicular profile shape and size was found to increase from small rodents to artiodactyls and man. According to morphological indices, the activity of the thyroid gland in artiodactyls and man was decreased as compared to that one in the other mammalian species.

Key words: *thyroid gland, anatomy, histology, mammals*

Department of Human Anatomy, Smolensk State Medical Academy