

## ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА: МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

П.А. Чумаченко

*Рязанский государственный медицинский университет, Рязань, Россия  
(390026, Россия, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9) root@ryazgmi.ryazan.ru*

Подробная информация об авторах размещена на сайте  
«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**В статье представлены новые морфометрические параметры щитовидной железы, которые дополняют и вместе с тем расширяют наше представление о функциональной активности органа. Приведенная морфометрическая программа является уникальным инструментом физиологического анализа.**

В настоящем сообщении представлена программа морфометрического анализа состояния щитовидной железы, которая апробирована в наших исследованиях морфофункциональных отношений между молочной и щитовидной железами от рождения до глубокой старости в условиях целостного женского организма [2, 4, 5].

Эта программа включает 17 показателей.

1. Средняя площадь одного фолликула в тысячах квадратных микрометров (мкм) (Пф).

2. Высота эпителия фолликулов в мкм (Вэ).

3. Индекс накопления (ИН): отношение диаметра фолликула к удвоенной высоте эпителия фолликула.

4. Процент доли эпителия (%Э).

5. Процент доли коллоида (%К).

6. Процент доли стромы (%С).

7. Масса щитовидной железы в граммах (Мш).

8. Масса эпителия в граммах (Мэ).

9. Масса коллоида в граммах (Мк),

10. Масса стромы в граммах (Мс).

11. Отношение доли эпителия к доле стромы (э/с),

12. Отношение доли эпителия к доле коллоида (э/к).

13. Площадь контакта эпителия и стромы в тыс. см<sup>2</sup> (ПКс).

14. Площадь контакта эпителия и коллоида в тыс. см<sup>2</sup> (ПКк).

15. Разность площади контакта эпителия со **стромой** и **эпителия** с коллоидом в тыс. см<sup>2</sup> (Рпк) по формуле: Рпк = ПКс - ПКк.

16. Совокупный морфофункциональный показатель первый (СМП 1) по формуле: СМП 1 = 0,25Вэ + 0,25ИН + 0,5Мэ.

17. Совокупный морфофункциональный показатель второй (СМП 2) по формуле: СМП 2 = 0,25Вэ + 0,25ИН + 0,25Мэ + 0,25ПКк.

Показатели %Э, %К, %С определяли как объёмные отношения этих структур. Переход к объёмным значениям долей этих показателей осуществляли через предварительное вычисление процентов площадей стромы (% Пс), эпителия (% Пэ), коллоида (% Пк) с помощью тесточкового метода, весьма распространённого в морфометрии [1]. При этом мы исходили из того, что площадь эпителия, стромы и коллоида в сумме составляет 100%.

Расчет показателей %С, %Э, %К осуществляли по следующим формулам:

$$\%С = (1000 - / 100 - \%Пс / \times \sqrt{100 - \%Пс}) : 10 ;$$

$$\%Э = (/ 100 - \%Пс / \times \sqrt{100 - \%Пс} - \%Пк \times \sqrt{\%Пк}) : 10 ;$$

$$\%К = / \%Пк \times \sqrt{\%Пк} / : 10.$$

Пример:

Дано:

%Пс = 10

%Пэ = 10

%Пк = 80

Найти: %С, %Э, %К.

$$\%С = (1000 - /100 - 10/ \times \sqrt{100-10}) : 10 = /1000 - 854/ : 10 = 14,6$$

$$\%Э = (/100 - 10/ \cdot \sqrt{100 - 10 - 80 \times \sqrt{80}}) : 10 = /854 - 716/ : 10 = 13,8$$

$$\%К = /80 \times \sqrt{80} / : 10 = 716 : 10 = 71,6$$

Для ускоренного определения значений показателей %С, %Э, %К, что может найти применение при экстренной диагностике в хирургической практике, нами

разработана таблица коэффициентов пересчета %Пс, %Пэ, %Пк в вышеназванные показатели (табл. 1).

Пример.

Дано:

%Пс = 10,

%Пэ = 10,

%Пк = 80.

Найти: %С, %Э, %К.

%С = 1,46 × 10% = 14,6% (коэффициент 1,46 находим в столбце Кс напротив %Пс=10).

%Э = 1,38 × 10% = 13,8% (коэффициент 1,38 находим в столбце К1э напротив %Пэ=10).

%К = 0,90 × 80% = 72% (коэффициент 0,90 находим в столбце напротив %Пк=80).

**Таблица 1.** Коэффициенты для вычисления показателей %С, %Э, %К через %Пс, %Пэ, %Пк

%Пс %Пэ %Пк	Кс	Кк	К1э %Пс= 10	К2э %Пс= 20	К3э %Пс= 30	К4э %Пс= 40	К5э %Пс= 50	К 6 э %Пс= 60	К 7 Э %Пс= 60	К 8 э %Пс= 80	К9э %Пс= 90
1	1,50	0,10	1,42	1,33	1,25	1,16	1,06	0,94	0,81	0,66	0,46
4	1,48	0,20	1,41	1,32	1,24	1,14	1,04	0,93	0,79	0,64	0,42
7	1,47	0,26	1,39	1,31	1,22	1,13	1,02	0,91	0,77	0,61	0,38
10	1,46	0,32	1,38	1,30	1,21	1,11	1,01	0,89	0,75	0,57	0,32
20	1,42	0,45	1,34	1,26	1,16	1,06	0,95	0,82	0,66	0,44	-
30	1,38	0,55	1,30	1,21	1,11	1,00	0,88	0,74	0,56	-	-
40	1,34	0,63	1,25	1,16	1,06	0,94	0,81	0,63	-	-	-
50	1,29	0,71	1,20	1,10	1,00	0,87	0,71	-	-	-	-
60	1,25	0,78	1,15	1,04	0,92	0,77	-	-	-	-	-
70	1,19	0,84	1,09	0,98	0,85	-	-	-	-	-	-
80	1,14	0,90	1,03	0,90	-	-	-	-	-	-	-
90	1,08	0,95	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-

Ошибка при таком варианте определения значений %С, %Э, %К настолько незначительна, что её можно практически не учитывать. Так, в нашем примере для

%К ошибка составила всего 0,56% от значения показателя, определённого по соответствующей формуле.

В столбике Кс - коэффициенты для %Пс; столбике Кк - коэффициенты для %Пк; столбиках К1–К9э: коэффициенты для %Пэ при различных значениях %Пс.

Показатели Мэ, Мс, Мк рассчитывали через %С, %Э, %К от Мщ, показатели

э/с и э/к как отношения %Э: %С и %Э: %К.

При расчете показателей ПКс и ПКк использовали разработанные нами формулы.

$$ПКс = (56,5 \times Мэк): Дф.$$

$$ПКк = (56,5 \times Мк): Дк.$$

Мэк – суммарная масса эпителия и коллоида в граммах.

Мк – масса коллоида в граммах.

Дф – диаметр фолликула в мкм.

Дк – диаметр коллоида в мкм.

Пример:

Дано: Мэк = 17; Мк=13; Дф=164; Дк= 150.

Найти: ПКс, ПКк.

$$ПКс = (56,5 \times 17) : 164 = 5,86.$$

$$ПКк = (56,5 \times 13) : 150 = 4,90.$$

Рпк, рассчитанный по формуле:  $Рпк = ПКс - ПКк$ , в нашем примере равен:  $3,06 - 2,48 = 0,58$ .

При определении значений СМП 1 и СМП 2 показатели Вэ, ИН, Мэ, ПКк переводили в баллы (табл. 2) по 6 балльной шкале, а затем их значения в баллах вводили в соответствующую формулу.

**Таблица 2.** Значения показателей Вэ, ИН, Мэ, ПКк в баллах

Баллы	1	2	3	4	5	6	Интер-вал
Мэ	2	4,4	6,8	9,2	11,6	14,0	2,4
Вэ	3	4,7	6,4	8,1	9,8	11,5	1,7
ИН	18,6	15,3	12,0	8,7	5,4	2,1	3,3
	0,5	2,5	4,5	6,5	8,5	10,5	2,0

Пример: Дано: Вэ=7; ИН=10; ПКк=2,5.

Найти: СМП 1, СМП 2.

$$Вэ = 3 + / 7 - 6,4 / : 1,7 = 3,35.$$

$$ИН = 3 + (12 - 10) : 3,3 = 3,61.$$

$$Мэ = 1 + / 3 - 2 / : 2,4 = 1,42.$$

$$СМП 1 = 0,25 \times 3,35 + 0,25 \times 3,61 + 0,5 \times 1,42 = 0,84 + 0,9 + 0,71 = 2,45$$

$$СМП 2 = 0,25 \times 3,35 + 0,25 \times 3,61 + 0,25 \times 1,42 + 0,25 \times 2 =$$

$$0,84 + 0,9 + 0,36 + 0,5 = 2,60$$

При морфометрической оценке состояния щитовидной железы можно пользоваться следующим алгоритмом.

Микроскопически первоначально определяем Пф, Вэ, %Пс, затем находим:

1) %С по формуле:  $\%С = \%Пс \times Кс$  (табл. 2) или по формуле:

$$\%С = 1000 - ( / 100 - \%Пс / \times \sqrt{100 - \%Пс} ) : 10.$$

2) %ЭК (сумма %Э + %К) по формуле:  $\%ЭК = 100 - \%С$ .

- 3) Дф (диаметр фолликула) ;  $Дф = \sqrt{1,274 Пф}$  .
- 4) Дк (диаметр коллоида);  $Дк = Дф - 2Вэ$ .
- 5) %Э по формуле:  $\%Э = \%ЭК \times (Дф^3 - Дк^3) / Дф^3$  .
- 6) %К по формуле:  $\%К = 100 - \%С - \%Э$ .

В заключение соответствующим образом рассчитываем и другие 11 показателей: Мэ, Мс, Мк, э/с, э/к, ИН, ПКс, ПКк, Рпк, СМП 1, СМП 2.

Пример: Дано:  $Пф = 21120 \text{ мкм}^2$ ;  $Вэ = 7$ ;  $\%Пс = 10$ ;  $Мщ = 20,2$ .

Найти: %С, %Э, %К, Мс, Мк, э/с, э/к, ИН, ПКс, ПКк, Рпк, СМП 1, СМП 2.

1.  $\%С = 10 \times 1,46 = 14,6$  или  $\%С = (1000 - / 100 - 10 / \times \sqrt{100 - 10}) : 10 = / 1000 - 854 / : 10 = 14,6$ .
2.  $\%ЭК = 100 - 14,6 = 85,4$ .

3.  $Дф = \sqrt{1,274 \times 21120} = 164$ .
4.  $Дк = 164 - / 2 \times 7 / = 150$ .
5.  $\%Э = 85,4 \times / 164^3 - 150^3 / : 164^3 = 20,1$ .
6.  $\%К = 100 - 14,6 - 20,1 = 65,3$ .
7.  $Мс = / 20,2 \times 14,6 / : 100 = 2,95$ .
8.  $Мэ = / 20,2 \times 20,1 / : 100 = 4,06$ .
9.  $Мк = / 20,2 \times 65,3 / : 100 = 13,19$ .
10.  $э/с = 20,1 : 14,6 = 1,38$ .
11.  $э/к = 20,1 : 65,3 = 0,31$ .
12.  $ИН = 164 : 14 = 11,7$  .
13.  $ПКс = / 56,5 \times 17,25 / : 164 = 5,94$ .
14.  $ПКк = / 56,5 \times 13,19 / : 150 = 4,97$ .
15.  $Рпк = 5,94 - 4,97 = 0,97$ .

Перевод значений показателей Вэ, ИН, Мэ, ПКк в баллы:

- $Вэ = 3 + / 7 - 6,4 / : 1,7 = 3 + 0,35 = 3,35$ .
- $ИН = 3 + / 12 - 10,7 / : 3,3 = 3 + 0,39 = 3,39$ .
- $Мэ = 1 + / 4,06 - 2 / : 2,4 = 1 + 0,86 = 1,86$ .
- $ПКк = 3 + / 4,95 - 4,5 / : 2 = 3 + 0,22 = 3,22$ .
16.  $СМП 1 = 0,25 \times 3,35 + 0,25 \times 3,39 + 0,5 \times 1,86 = 2,62$ .
17.  $СМП 2 = 0,84 + 0,85 + 0,25 \times 1,86 + 0,25 \times 3,22 = 2,97$ .

В основу вышеизложенной программы морфометрического анализа состояния щитовидной железы положены планиметрические и объемные представления о структурах органа. С помощью планиметрии рассчитывали такие известные показатели, как высота эпителия, индекс накопления, площадь фолликулов. В последующем через объёмные отношения определяли процентные и долевые показатели.

Внедрению более точных объёмных способов оценки способствовали морфологические особенности щитовидной железы. Именно: основной структурой её является шаровидной формы фолликул, компонентами которого являются коллоид, эпителий и окружающая строма. Следовательно, через формулы объёма и поверхности шара можно определить пло-

щадь контакта эпителия и стромы \ показатель ПКс\ , эпителия и коллоида \ показатель ПКк\, разность площади контакта эпителия со стромой и эпителия с коллоидом \ показатель Рпк\ . А по их значениям оценивать функцию синтеза и резорбции коллоида.

Причем новые показатели дают более точную и богатую информацию, чем обычные показатели / высота эпителия, площадь фолликулов, индекс накопления/. Поскольку в их формулы включены показатели массы эпителия и коллоида, которые позволяют определить суммарные площади контактов всех фолликулов щитовидной железы.

Принципы совокупного морфофункционального показателя щитовидной железы изложены нами ещё в 1980 году [3].

Они основаны на предположении, что для оценки работоспособности любой системы (в том числе и органа) по косвенным показателям необходимо интегрировать две группы характеристик. Одна группа описывает количество работающих элементов (показатели массы, объема, процентные, долевые отношения и т.д.); другая - интенсивность их функционирования (показатели цитометрии, кариометрии, высоты эпителия, количественная гистохимия, состояние ультраструктур и т.д.). В предложенных формулах СМП 1 и СМП 2 о количестве работающих элементов дают представление показатели массы эпителия (Мэ), площадь контакта эпителия и коллоида (ПКк), а об интенсивности функции - показатели высоты эпителия (Вэ) и индекса накопления (ИН).

Таким образом, предложенная морфометрическая программа позволяет объективно оценить структурные и функциональные изменения щитовидной железы, что имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

По нашему мнению, она может найти применение, например, для определения объема оперативного вмешательства на зобноизменённой щитовидной железе с целью предотвращения таких осложнений, как-то: гипотиреоз или рецидив болезни.

Ее трудно заменить при изучении морфофункциональных отношений между щитовидной железой и другими гормонозависимыми органами, особенно в условиях целостного организма, когда исследование по объективным обстоятельствам может проводиться только на секционном материале.

Ценность программы заключена не только в том, что она выводит морфологический анализ на качественно более высокий уровень, но и в доступности ее выпол-

нения. Последнее особенно важно учитывать, ибо не всякий исследователь может располагать дорогостоящим оборудованием и реактивами. Тогда как добротная вычислительная техника, необходимая для реализации методов количественной морфологии, в настоящее время доступна каждому.

Разумеется, для осуществления предложенной морфометрической программы приходится затрачивать значительно большие усилия, нежели при обычном описательном морфологическом исследовании. Но подобные затраты окупаются тем, что морфометрия дает весьма точную информацию о состоянии изучаемого объекта.

И это делает её уникальным инструментом физиологического анализа, который позволяет отслеживать долговременные процессы в норме и патологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Автандилов Г.Г. Проблемы патогенеза и патологоанатомической диагностики болезней в аспектах морфометрии. – М., 1984. – С. 411.
2. Чумаченко П.А. Функциональная морфология молочной железы и эндокринной системы развивающегося женского организма. Дисс. док. мед. наук. – Воронеж, 1978. – С. 555.
3. Чумаченко П.А. О совокупном морфофункциональном показателе щитовидной железы. Арх. патол. – 1980. – № 8. – С. 84 – 85.
4. Чумаченко П.А., Панкратова Е.С. Молочная и щитовидная железы (морфофункциональные отношения). – Рязань – С. 120.
5. Чумаченко П.А. Молочная железа и эндокринный комплекс (морфофункциональные отношения). – Рязань. – С.172.

**MORPHOMETRY OF THYROID GLAND**

P.A. Chumachenko

*Ryazan State Medical University, Department of Pathological Anatomy*

The article represents new morphometric data of thyroid gland, when add and extend over view about functionality of the organ. The given morphometric programm is the unique tool of the physiologic analysis.