

ИССЛЕДОВАНИЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ШЕИ МЕТОДОМ ПЛАСТИНАЦИИ

Казанцева Е.В., Бусарин Д.Н., Старчик Д.А.

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова», Санкт-Петербург, e-mail: E.Kazanceva@szgmu.ru

Цель работы – оценка преимуществ использования метода пластинации эпоксидной смолой при изучении шеи и щитовидной железы. Изучение щитовидной железы и шеи возможно проводить различными прижизненными методами исследования: компьютерной томографией, ультразвуковой диагностикой. Однако, помимо этих вариантов, в анатомии используют традиционное исследование на секционном материале. В последнее время появляются другие методы морфологических исследований, позволяющие получить новые данные на мезоскопическом уровне. Одним из таких перспективных методов исследования является пластинация срезов и распилов тела с использованием в качестве пропитывающего агента эпоксидной смолы. В данной работе исследуются щитовидная железа и область шеи человека с помощью метода эпоксидной пластинации. Этим способом нами изучена топографическая анатомия органа, определены размеры щитовидной железы и расположенных рядом структур. На прозрачных распилах шеи исследованы площади сечения щитовидной железы, шеи и предложен щитовидно-шейный коэффициент. Использование данного коэффициента позволило определить процентное отношение эндокринного органа к общей площади шеи. Преимущество нового метода исследования заключается в возможности изучения как макроскопических, так и микроскопических структур на одном препарате. Дополнительным положительным моментом является возможность получения изображений для цифровых методов анализа с помощью обычного офисного сканера. Недостатком можно считать более длительный срок изготовления пластинированных препаратов по сравнению с клиническими методами исследования.

Ключевые слова: область шеи, щитовидная железа, пластинация, эпоксидная смола.

THYROID GLAND AND NECK STUDY BY PLASTINATION METHOD

Kazantseva E.V., Busarin D.N., Starchik D.A.

I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, e-mail: E.Kazanceva@szgmu.ru

The goal of this paper is to study advantages of using the epoxy plastination for the neck and thyroid gland. Thyroid gland and neck can be examined in various antemortem studies, such as computer tomography and ultrasound diagnostics. However, apart from these variants, traditional studies on autopsy material are also used in the anatomy. Recently we have seen the appearance of other methods of morphological studies allowing us to receive new data at a mesoscopic level. One of such promising methods is plastination of body sections and cuts using the epoxy resin as an impregnating agent. This publication studies a human thyroid and neck area by the method of epoxy plastination. We used it to examine the topographic anatomy of the organ and determine the dimensions of the thyroid gland and nearby structures. We used transparent neck cuts to study the sectional areas of thyroid gland and neck, and propose the thyroid-neck quotient. This quotient allowed us to determine the percentage ratio of the size of this organ to the total area of the neck. The advantage of the new method of study is the ability to examine both macroscopic and microscopic structures on one specimen. An additional advantage is the opportunity to receive images for digital analysis methods using a common office scanner. A disadvantage is that plastination specimens require longer preparation time than clinical methods of study.

Keywords: neck region, thyroid gland, plastination, epoxy resin.

Традиционно изучение органов шеи, в том числе щитовидной железы, в анатомии происходит на объемных фиксированных препаратах с использованием различных «стандартных» консервирующих растворов [1]. Возможно применение срезов, выполненных по методу Н.И. Пирогова, изготовление которых связано с процессом замораживания человеческого тела и осуществлением распилов в различных плоскостях [2]. Изобретение Гунтером фон Хагенсом пластинации с помощью эпоксидной смолы в 1980-х гг. позволило

расширить возможности исследования анатомических объектов с помощью распилов. Данный метод пластинации позволяет получать прозрачные срезы и распилы органов или частей тела толщиной 3–5 мм, что является наиболее оптимальным для визуального изучения анатомических структур, топографической анатомии и внутренней структуры органов [3, 4]. Получаемые пластинаты имеют достаточную прозрачность для изучения микроанатомических структур размерами более 70 мкм в прямом и отраженном свете как на макроскопическом уровне, так и с увеличением [5]. Дополнительными преимуществами метода эпоксидной пластинации являются удобство получения цифровых изображений области тела с высоким разрешением и долговечность изготавливаемых препаратов. Этот метод чаще используется для исследования конечностей и отдельных внутренних органов, однако в изученной нами литературе нам не встретилось данных исследования шеи и щитовидной железы путем пластинации с помощью эпоксидной смолы.

Материалы и методы исследования. Изготовление препаратов проводилось в лаборатории пластинации кафедры морфологии человека СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Секционный материал получен от 18 умерших лиц женского пола зрелого возраста, смертельный исход которых не был связан с заболеваниями щитовидной железы, а также не имевших оперативных вмешательств на органах шеи. Всего было изготовлено 36 горизонтальных и 28 фронтальных распилов области шеи и щитовидной железы. Поскольку верхние полюса щитовидной железы достигают гортани, поперечные распилы были выполнены выше уровня щитовидного хряща, а именно с третьего шейного позвонка до второго грудного, так как не исключалось атипичное расположение данного эндокринного органа. Для пластинации распилов использовалась оригинальная методика эпоксидной пластинации, которая включала в себя следующие этапы:

1. Замораживание области шеи в специализированной морозильной камере Thermo scientific (2018 г. выпуска, США) до температуры -80°C с последующим распилом на ленточной пиле Kolbe K430 (Германия) в горизонтальной или фронтальной плоскостях.

2. Дегидратация и обезжиривание распилов путем выдерживания их в смеси ацетона с гексаном в соотношении 3:1 в течение 2–3 недель [6].

3. Импрегнация распилов смесью эпоксидной смолы ЭД-20 (Дзержинск, Россия) и отвердителя ТЭТА (NanYa Plastics Corp, Тайвань) в соотношении 20:1 в вакуумной камере Biodur Plastination Kettle (Германия) до прекращения выделения промежуточного растворителя.

4. Извлечение срезов из импрегнационной композиции с последующей заливкой смесью эпоксидной смолы ЭД-20 с отвердителем в соотношении 10:1 в плоские камеры из органического стекла и отверждением при комнатной температуре в течение 2 недель [4].

5. На завершающем этапе работ производились демонтаж камер и сканирование пластинатов с двух сторон на офисном сканере Epson Perfection V33 при разрешении 1200 пикселей/дюйм.

Измерения линейных размеров и площадей поперечного сечения в дальнейшем проводились на сканированных изображениях в программе Adobe Photoshop CC (2019).

Для определения соотношений размеров щитовидной железы и параметров шеи нами были введены щитовидно-шейный коэффициент (Т) и передний щитовидно-шейный коэффициент (Т_а), которые определялись по следующим формулам:

$$T = P/Z * 100\%,$$

где P – площадь максимального поперечного сечения щитовидной железы; Z – площадь поперечного сечения шеи.

$$T_a = P/Z_a * 100\%,$$

где P – площадь поперечного сечения щитовидной железы; Z_a – площадь поперечного сечения передней и латеральной части шеи.

Для статистического анализа показателей была использована программа Microsoft Excel 2017. Результаты представлены в виде средних арифметических значений и среднеквадратичного отклонения для всех исследованных параметров [7].

Результаты исследования и их обсуждение

На всех выполненных распилах шеи хорошо дифференцировались кожа, подкожно-жировая клетчатка, поверхностные и глубокие мышцы шеи, позвонки и их внутренняя структура, а также внутренние органы. Помимо вышеперечисленного, на препаратах легко определялись фасции, клетчаточные пространства шеи, артерии и вены. Нервы шеи лучше различались в окружающей рыхлой соединительной ткани при увеличении более чем в 3 раза. В отличие от артерий, вены содержали значительное количество свернувшейся крови и поэтому лучше контрастировались за счет реакции гемоглобина с эпоксидной смолой, которая придавала данным сосудам темно-коричневый или черный цвет.

На рисунке 1 представлен распил шеи на уровне тела первого грудного позвонка, выполненный под углом 15–20° к горизонтальной плоскости. На препарате хорошо визуализируется тело первого грудного позвонка с четкими ячейками губчатого вещества, содержащими красный костный мозг. Остистый отросток и дуга принадлежат вышележащему седьмому шейному позвонку. Из соединений позвоночного столба хорошо определяются желтые связки, а также щели дугоотростчатых суставов. Остистый отросток, поперечные отростки и тело позвонка ограничивают спинномозговой канал, в котором располагается спинной мозг, имеющий на срезе форму окружности, диаметром 11,2±1,3 мм. При увеличении

можно различить мягкую и твердую оболочки спинного мозга, хорошо определяется серое вещество спинного мозга в форме бабочки, окруженное белым веществом.

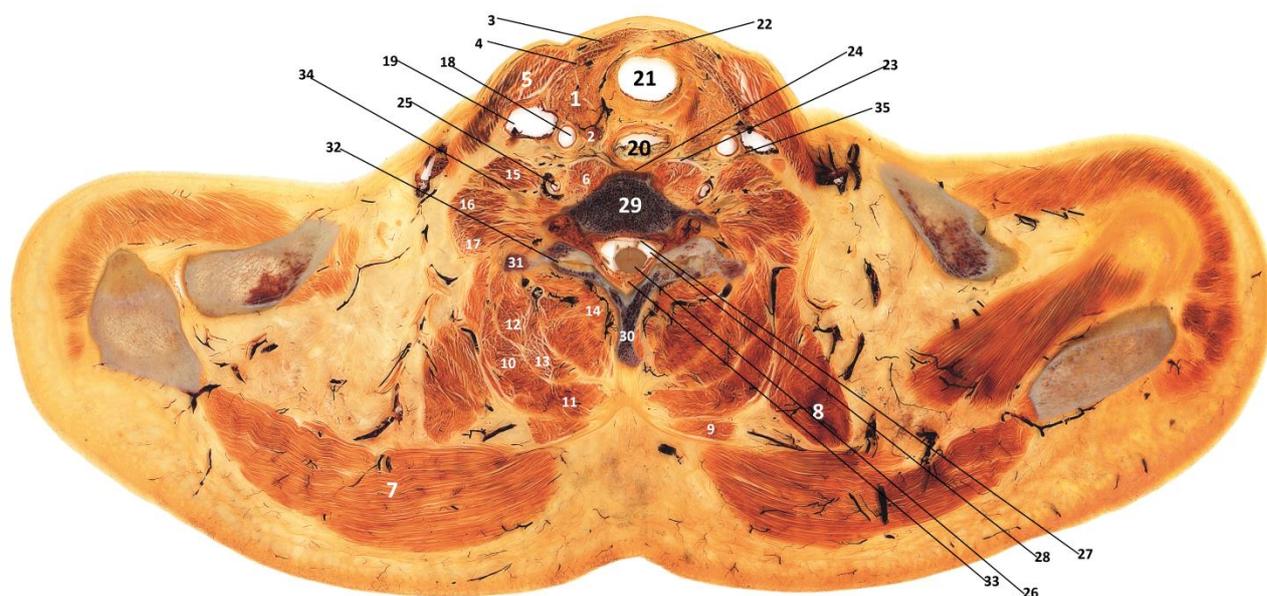


Рис. 1. Распил шеи под углом 15–20° на уровне тела первого грудного позвонка. Пластинация эпоксидной смолой

1 – щитовидная железа; 2 – паращитовидные железы; 3 – грудино-подъязычная мышца; 4 – грудино-щитовидная мышца; 5 – грудино-ключично-сосцевидная мышца; 6 – длинная мышца шеи; 7 – трапециевидная мышца; 8 – мышца, поднимающая лопатку; 9 – малая ромбовидная мышца; 10 – ременная мышца шеи; 11 – ременная мышца головы; 12 – полуостистая мышца головы; 13 – полуостистая мышца шеи; 14 – многораздельные мышцы; 15 – передняя лестничная мышца; 16 – средняя лестничная мышца; 17 – задняя лестничная мышца; 18 – общая сонная артерия; 19 – внутренняя яремная вена; 20 – пищевод; 21 – трахея; 22 – предвисцеральное пространство; 23 – предпозвоночное пространство; 24 – ретровисцеральное пространство; 25 – позвоночная артерия; 26 – спинной мозг; 27 – твердая оболочка спинного мозга; 28 – спинномозговой канал; 29 – тело первого грудного позвонка; 30 – остистый отросток седьмого шейного позвонка; 31 – поперечный отросток первого грудного позвонка; 32 – дугоотростчатый сустав; 33 – желтая связка; 34 – нервы плечевого сплетения; 35 – блуждающий нерв

За счет реакции эпоксидной смолы с миоглобином все скелетные мышцы приобретают коричнево-красный оттенок и четко визуализируются на препарате. На распилах хорошо определяется внутренняя структура всех мышц шеи и затылочной области. Все попавшие в плоскость распила мышцы имеют видимые контуры за счет расположенных вокруг фасций, которые окружают мышечные пучки в виде тонких светлых тяжей и хорошо различаются под увеличением в 3 раза и более.

На всех пластинированных распилах хорошо визуализировались клетчаточные пространства шеи. Предпозвоночное пространство глубиной от 13,7 до 18,8 мм и шириной от 19,6 до 27,4 мм располагалось между передней поверхностью шейных позвонков и предпозвоночной пластинкой шейной фасции и содержало длинную мышцу шеи. Ретровисцеральное пространство располагалось между пищеводом и предпозвоночным листком, имело небольшой переднезадний размер – от 1,3 до 2,8 мм. Предвисцеральное пространство определялось кпереди от трахеи и перешейка щитовидной железы и кзади от

грудино-подъязычной мышцы. Оно имело вид дугообразной щели глубиной от 6,4 до 10,1 мм, содержало рыхлую соединительную ткань и мелкие вены, диаметр которых не превышал 0,2 мм. Это пространство в нижнем отделе шеи было шире, чем в верхнем, и сообщалось с верхним средостением (рис. 2).



Рис. 2. Распил шеи под углом 15–20° на уровне нижнего края тела первого грудного позвонка. Препарат, пластинированный эпоксидной смолой

1 – щитовидная железа; 2 – перешеек щитовидной железы; 3 – трахея; 4 – предвисцеральное пространство шеи

При исследовании поперечных распилов шеи под увеличением от 2 до 10 раз щитовидная железа располагалась сбоку и спереди от трахеи, кзади от нее на расстоянии от 2,7 до 7,6 мм располагался пищевод, приближенный по форме к окружности, размерами от 10,1 до 20,2 мм в диаметре, который отделялся от группы предпозвоночных мышц, а именно от длинной мышцы шеи, хорошо видимой предпозвоночной пластинкой фасции шеи.

Латеральнее правой и левой долей щитовидной железы на расстоянии от 0,42 до 1,9 мм слева и от 0,33 до 2,3 мм справа располагались общие сонные артерии диаметром от 6,1 до 7,1 мм. Толщина стенки данного крупного сосуда составляла от 0,2 до 0,8 мм. Отмечено, что в половине случаев правая и левая общие сонные артерии располагались на распилах

асимметрично. Латеральнее общей сонной артерии проходила внутренняя яремная вена, которая отличалась от артериальных сосудов тонкой стенкой и асимметричной формой. Под увеличением в сосудисто-нервном пучке шеи визуализировался блуждающий нерв, чаще имевший в сечении треугольную форму и располагавшийся между внутренней яремной веной и общей сонной артерией. Также между волокнами передней и средней лестничных мышц визуализировались нервы плечевого сплетения. Позвоночные артерии располагались между лестничными мышцами и длинной мышцей шеи и имели диаметр $4,1 \pm 1,2$ мм. Магистральные сосуды хорошо определялись и на фронтальных распилах (рис. 3).

На распилах шеи, выполненных под углом к горизонтальной плоскости, щитовидная железа определялась в передней области, имела асимметричную форму и состояла из двух долей – правой и левой. При этом ширина правой доли составляла $18,5 \pm 2,1$ мм, толщина $22,4 \pm 4,2$ мм; ширина и толщина левой доли равнялись $15,2 \pm 3,8$ мм и $26,4 \pm 3,1$ мм соответственно. Преимущественно щитовидная железа располагалась на уровне верхнего края тела VI шейного позвонка и доходила до середины тела I грудного позвонка. Перешеек щитовидной железы в большинстве случаев определялся на уровне 2–3 хрящей трахеи, толщина соответствовала $4,2 \pm 1,2$ мм (табл. 1). Пирамидальные доли во всех исследованных случаях отсутствовали.

Таблица 1

Уровень расположения перешейка щитовидной железы по отношению к хрящам трахеи

Уровень (хрящи трахеи)	Абсолютное количество	Относительное количество
1–2	4	22%
2–3	11	61%
3–4	3	17%

На прозрачных пластинках хорошо определялось ячеистое строение железы. Паращитовидные железы в 75% случаев располагались на задней поверхности щитовидной железы и имели размер от 4 и до 7 мм. Под небольшим увеличением было видно, что паращитовидные железы отделены от паренхимы щитовидной железы сетью венозных сосудов диаметром от 0,15 до 2,3 мм. Щитовидная железа покрыта собственной капсулой, имевшей толщину от 0,1 до 0,18 мм, которая соединялась с внутришейной фасцией. На препаратах между капсулами располагались многочисленные венозные сосуды, окружавшие доли щитовидной железы преимущественно снизу.



Рис. 3. Фронтальный распил шеи на уровне угла нижней челюсти и бугорка турецкого седла.

Препарат, пластинированный эпоксидной смолой

1 – щитовидная железа; 2 – общая сонная артерия; 3 – внутренняя яремная вена; 4 – верхнее средостение

Также для нас представляла интерес максимальная площадь сечения щитовидной железы на горизонтальных распилах шеи, которая зависела от уровня среза и составила $589,2 \pm 30,2 \text{ мм}^2$. Нами была вычислена площадь общего поперечного сечения шеи. Величина этого параметра также зависела от уровня среза и составила $61120,0 \pm 110,4 \text{ мм}^2$. Дополнительно нами определялась площадь поперечного сечения передней области шеи, которая была равна $6064,0 \pm 90,7 \text{ мм}^2$.

Величина щитовидно-шейного коэффициента составила $T=0,96 \pm 0,05\%$, а значение переднего щитовидно-шейного коэффициента было равно $T_a=9,7 \pm 0,4\%$.

Из анализа этих параметров видно, что щитовидная железа занимает менее 1% от площади поперечного сечения шеи у женщин зрелого возраста. Соответственно, определение переднего щитовидно-шейного коэффициента более информативно, так как составляет в процентном соотношении больший размер.

Выводы

Пластинация с применением эпоксидной смолы для изучения щитовидной железы и шеи имеет ряд преимуществ по сравнению с «пироговскими» распилами этой области. Получаемые срезы обладают достаточной прозрачностью для изучения крупных и мелких анатомических образований шеи, таких как мышцы, фасции, органы, мелкие и крупные сосуды, крупные нервы [8]. Данный метод позволяет послойно изучить структуру и строение органов или частей тела, что представляет огромный интерес для врачей рентгенологического

профиля и ультразвуковой диагностики [4]. По сравнению с современными методами клинического исследования, такими как ультразвуковое исследование, пластинирование эпоксидной смолой позволяет измерить и изучить мелкие кровеносные сосуды размером более 70 мкм. Также вычисление переднего щитовидно-шейного коэффициента дает возможность определять процент занимаемой площади щитовидной железы. Однако метод пластинации представляется более сложным, чем ультразвуковая диагностика, поскольку изготовление пластинированных препаратов занимает около 3 недель и является более дорогостоящей процедурой. Различные варианты расположения перешейка по отношению к кольцам трахеи могут быть связаны с особенностями телосложения у женщин зрелого возраста, что требует дополнительного изучения. Большой интерес для конституционной изменчивости у женщин зрелого возраста как на пластинированных распилах, так и на изображениях, полученных с помощью лучевых методов исследования, может представлять коэффициент отношения максимальной площади поперечного сечения щитовидной железы к площади горизонтального сечения передней области шеи.

Список литературы

1. Акопов А.Л., Иванов В.А. Использование биологического материала и других наглядных пособий для преподавания нормальной и клинической анатомии // Оперативная хирургия и клиническая анатомия. 2017. Т. 1. № 2. С. 40-42.
2. Шевченко Ю.Л., Карпов О.Э., Бронов О.Ю. Пироговские срезы, как предтеча современной компьютерной томографии // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2020. Т. 15. № 3. Ч. 1. С. 11.
3. Ключкова С.В., Алексеева Н.Т., Карандеева А.М., Кварацхелия А.Г., Никитюк Д.Б. История бальзамирования и консервирования секционного материала // Медицинский вестник Башкортостана. 2019. Т. 14. № 2. С. 59.
4. Старчик Д.А. Методические основы пластинации распилов тела // Морфология. 2015. Т. 148. № 4. С. 56-61.
5. Latorre R., Kees de Jong, Sora M.-C., Lopez-Albors O., Baptista C. E12 technique: Conventional epoxy resin sheet plastination. *Anatomia Histologia Embryologia*. 2019. vol. 48. no. 6. P. 557-563.
6. Старчик Д.А. Раствор для дегидратации и обезжиривания анатомических препаратов при полимерном бальзамировании // Патент РФ № 2257058. Патентообладатель Старчик Дмитрий Анатольевич. МПК7 А01N1/00, А01N1/02 № 2004116139; заявлено 27.05.04 г; опубл. в БИ. 27.07.05. № 16.

7. Лучкевич В.С., Самодова И.Л., Пивоварова Г.М., Абумуслимова Е.А., Морозько П.Н., Мариничева Г.Н., Зелионко А.В., Тягунов Д.С., Горшков А.А., Абазова Ф.Р., Самсонова Т.В., Каллагова З.Э., Шакиров А.М., Шибанов Е.Н., Кокова Д.Х. Средние величины и их использование в медицине: учебно-методическое пособие. СПб.: Издательство СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. 44 с.
8. Okoye Chukwuemeka Samuel1, Dou Ya-Ru1, Sui Hong-Jin. Tissue shrinkage after P45 plastination. The Journal of Plastination. 2019. vol. 31. no. 2. P. 26-30.