

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИСЛОКАЦИЯ ГОРТАНИ ПРИ ДВИЖЕНИЯХ ГОЛОВЫ

Трунин Е.М.^{1,2} ORCID ID 0000-0002-2452-0321, Татаркин В.В.¹ ORCID ID 0000-0002-9599-3935, Дыдыкин С.С.³ ORCID ID 0000-0002-1273-0356, Старчик Д.А.¹ ORCID ID 000-0001-9535-4503, Васильев Ю.Л.³ ORCID ID 0000-0003-3541-6068, Мовчан К.Н.⁵ ORCID ID 0000-0002-9843-9868, Щеголев А.И.^{1,4} ORCID ID 0000-0001-6427-4295, Бакунов А.М.² ORCID ID 0000-0003-3389-5026, Никулин С.Ю.¹ ORCID ID 000-0003-4993-4499, Стецик Е.О.¹ ORCID ID 0009-0001-5865-1629, Качмазов В.Г.¹ ORCID ID 0009-0002-6230-7748, Томазова В.С.¹ ORCID ID 0009-0007-9672-8010

¹Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: kachmaz013@mail.ru;

²Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

³Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Российская Федерация;

⁴Городская больница № 40 Курортного административного района, Сестрорецк, Российская Федерация;

⁵Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр» (МИАЦ), Санкт-Петербург, Российская Федерация

Позиционная топографическая анатомия гортани позволяет оценить степень её смещения при изменении положения головы, прогнозировать ход раневого канала, а также выбрать рациональную укладку пациента для наиболее удобного и безопасного хирургического доступа. Полученные сведения будут способствовать уменьшению частоты осложнений. Цель - выявить особенности физиологической дислокации гортани с учётом пола и типа телосложения. Для витального изучения позиционной анатомии гортани выполнена магнитно-резонансная томография шеи у 55 женщин (55%) и 45 мужчин (45%) - добровольцев. При изменении положения головы и шеи (сгибание) промежуток между выбранной контрольной отметкой, расположенной на яремной вырезке грудины до намеченных точек на щитовидном хряще справа и слева, а также интервал до точки в середине перстневидного хряща спереди сокращается. Максимальное уменьшение расстояния между серединой яремной вырезки грудины и левой реперной точкой на щитовидном хряще составило 36,8%. В большинстве случаев оба промежутка увеличиваются при разгибании шеи. У женщин брахиморфного типа телосложения наблюдали максимальное изменение (на 21,2%). При физиологическом повороте головы влево у большинства добровольцев отмечено увеличение расстояния от центральной точки яремной вырезки до реперных точек на щитовидном хряще, наиболее существенно (на 32,3%) у мужчин брахиморфного типа телосложения. При этом расстояние от центра дуги перстневидного хряща до контрольной отметки уменьшается, у мужчин мезоморфного типа телосложения - на 4,9%. При повороте головы вправо расстояния от реперной точки на яремной вырезке до точек на щитовидном хряще у мужчин долихоморфного типа телосложения в большинстве случаев увеличиваются - максимально на 9,6%. При этом расстояние от центральной точки на дуге перстневидного хряща до срединной точки яремной вырезки изменяется неодинаково. Изучена прижизненная анатомия гортани, что является новым направлением в витальном изучении топографической анатомии шеи и гортани.

Ключевые слова: прижизненная визуализация, гортань, региональная анатомия, магнитно-резонансная томография органов шеи.

PHYSIOLOGIC DISLOCATION OF THE LARYNX DURING HEAD MOVEMENTS

Trunin E.M.^{1,2} ORCID ID 0000-0002-2452-0321, Tatarkin V.V.¹ ORCID ID 0000-0002-9599-3935, Dydikin S.S.³ ORCID ID 0000-0002-1273-0356, Starchik D.A.¹ ORCID ID 000-0001-9535-4503, Vasiliev Y.L.³ ORCID ID 0000-0003-3541-6068, Movchan K.N.⁵ ORCID ID 0000-0002-9843-9868, Shchegolev A.I.^{1,4} ORCID ID 0000-0001-6427-4295, Bakunov A.M.² ORCID ID 0000-0003-3389-5026, Nikulin S.Yu.¹ ORCID ID 000-0003-4993-4499, Stetsik E.O.¹ ORCID ID 0009-0001-5865-1629, Kachmazov V.G.¹ ORCID ID 0009-0002-6230-7748, Tomazova V.S.¹ ORCID ID 0009-0007-9672-8010

¹North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: kachmaz013@mail.ru;

²City Hospital of Saint Elizabeth the New Martyr, Saint Petersburg, Russian Federation;

³The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation;

⁴City Hospital No. 40 of the Kurortny Administrative District, Sestroretsk, Russian Federation;

⁵St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution "Medical Information and Analytical Center" (MIAC), Saint Petersburg, Russian Federation

The positional topographic anatomy of the larynx allows for assessing the degree of its displacement during changes in head position, predicting the trajectory of a wound channel, and selecting a rational patient positioning for the most convenient and safe surgical approach. The obtained data will contribute to reducing the frequency of complications. Aim: To identify the features of the physiological dislocation of the larynx, considering sex and body type. For the vital study of the positional anatomy of the larynx, magnetic resonance imaging of the neck was performed on 55 female (55%) and 45 male (45%) volunteers. During a change in head and neck position (flexion), the distance between the selected control point located on the jugular notch of the sternum and the designated points on the thyroid cartilage (right and left), as well as the interval to the point in the middle of the cricoid cartilage anteriorly, decreases. The maximum decrease in the distance between the midpoint of the jugular notch of the sternum and the left reference point on the thyroid cartilage was 36.8%. In most cases, both distances increase during neck extension. The maximum change (21.2%) was observed in females with a brachymorphic body type. During physiological head rotation to the left, an increase in the distance from the central point of the jugular notch to the reference points on the thyroid cartilage was noted in most volunteers, most substantially (by 32.3%) in males with a brachymorphic body type. At the same time, the distance from the center of the cricoid cartilage arch to the control mark decreases, specifically by 4.9% in males with a mesomorphic body type. During head rotation to the right, the distances from the reference point on the jugular notch to the points on the thyroid cartilage in males with a dolichomorphic body type mostly increased, with a maximum increase of 9.6%. At the same time, the distance from the central point on the cricoid cartilage arch to the midpoint of the jugular notch changed unevenly. The vital anatomy of the larynx has been studied, representing a new direction in the vital study of the topographic anatomy of the neck and larynx.

Keywords: in vivo visualization, larynx, regional anatomy, magnetic resonance imaging of the neck organs.

Введение

С точки зрения биомеханики организм человека представляет собой управляемую систему подвижно соединённых тел. Некоторые участки тела имеют значительную подвижность, которая позволяет реализовывать важную функцию организма - двигательную. Особенной подвижностью, наряду с конечностями, обладает шея. Анализ годового диапазона движений показывает, что среднестатистический здоровый молодой человек совершает 335,6 миллиона градусов движений при сгибании-разгибании шеи, 109,3 миллиона градусов - при её боковом наклоне и 166,9 миллиона градусов - при осевом вращении. Физиологические движения головы и шеи приводят к трансформации топографии анатомических объектов в переднем отделе шеи [1]. Взаимные отклонения поверхностной фасции, поверхностного и глубокого листков собственной фасции и внутренностной фасции шеи (по В.Н. Шевкуненко) в ее переднем отделе при повороте головы достигают 5,5 мм [2, с. 26-27]. В доступной нам литературе не обнаружено результатов комплексных витальных топографо-анатомических исследований, касающихся позиционной топографии гортани. Данные, полученные в результате таких исследований, позволят разрабатывать современные хирургические доступы к разным отделам гортани и минимизировать риски интраоперационных повреждений органов и анатомических образований переднего отдела шеи. Кроме того, подобные исследования необходимы для прогнозирования возможных повреждений сосудисто-нервного пучка, пищевода и трахеи по ходу раневого канала с учётом положения головы и шеи пациента во время нанесения ранения или травмы, а также для виртуального планирования хирургической тактики [3; 4].

Цель исследования - выявить особенности физиологической дислокации (витальной позиционной анатомии) гортани с учётом пола и типа телосложения.

Материалы и методы исследования

Площадкой для проведения научной работы являлась клиническая база кафедры оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С.А. Симбирцева СЗГМУ им. И.И. Мечникова - Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Санкт Петербурга «Городская больница святой преподобномученицы Елизаветы». Период проведения исследования: 12.2024 – 03.2025.

В работе принимали участие здоровые волонтеры с сохранённым полным физиологическим объёмом движений шеи и не переносившие ранее операции на шее - 45 мужчин (45%) и 55 женщин (55%). Возраст лиц, включенных в исследование, 18–65 лет. Средний возраст волонтеров, включенных в исследование, составил $28,48 \pm 12,89$ года, медиана - 22 [21; 32] года. Критерием включения являлся возраст совершеннолетия (старше 18 лет). У лиц, добровольно участвующих в исследовании, не были выявлены острые и хронические воспалительные процессы в области шеи и онкопатология.

Тип телосложения участника исследования определяли по В.Н. Шевкуненко. Для этого измеряли рост и длину нижних конечностей добровольцев, после чего определяли отношение длины нижней конечности к росту [2, с. 14]. Величину этого расстояния менее 50 считали признаком брахиморфного типа телосложения. При интервале этой величины в пределах от 50 до 55 волонтера относили к мезоморфному типу телосложения. Лиц с величиной этого расстояния более 55 причисляли к долихоморфному телосложению. Для определения ширины или диаметра шеи рассчитывали длину окружности шеи у ее основания, а также промежуток между верхнегрудной и подбородочной точками (по Шевкуненко В.Н.). Вычисляли величину эпигастрального угла. Тип телосложения считали долихоморфным, если величина угла составляла менее 85° . Если угол составил $85-95^\circ$ - мезоморфным. А при угле более 95° волонтера относили к брахиморфному типу телосложения.

В процессе проведения МРТ (магнитно-резонансной томографии) на коже передней поверхности шеи волонтера располагали радиочастотную катушку в виде ее специализированного двухкомпонентного варианта. При проведении томографии специальные контрастирующие вещества не использовались. В ходе проведения процедуры следовали протоколу «Функциональное исследование шеи». Параметры выполнения МРТ исследований включали: 4 плоскости сканирования (3 Pl Loc, Sag T2, Cor T2, а также Ax T2); поле зрения (FOV) для всех снимков составило 25 см; толщина срезов (Slice thickness) – 5 мм для 3 Pl Loc, 4 мм для Sag T2, Cor T2, и Ax T2. Расстояние между срезами (Spacing) – 5

мм для 3 Pl Loc, 1,5 мм для Cor T2, и Ax T2, а для Sag T2 – 1 мм. В 3 Pl Loc выполнено 15 срезов, в Sag T2 – 23, в Cor T2 14, а в Ax T2 – 20; интервал для Sag T2 составил 3835 мс, для Cor T2 – 2200 мс, для Ax T2 – 2650.

Положение волонтера в ходе исследования лёжа на спине. Сканирование проводили в направлении снизу-вверх в аксиальной плоскости; сзади наперёд – во фронтальной; и справа налево - в сагиттальной. Первоначально исследование осуществляли в стандартном анатомическом положении головы и шеи. В этом положении при укладке подбородочный выступ располагали по средней линии, а шею в среднем физиологическом положении. Затем обследуемому придавали положение с максимальным физиологическим сгибанием (разгибанием) шеи с фиксацией подбородочного выступа в срединном положении. На этапе проведения томографии с максимальным физиологическим поворотом головы подбородочный выступ отклоняли на 45° от средней линии вправо или влево. В этот момент стабилизировали позвоночник в шейном отделе в сагиттальной плоскости (рис. 1).

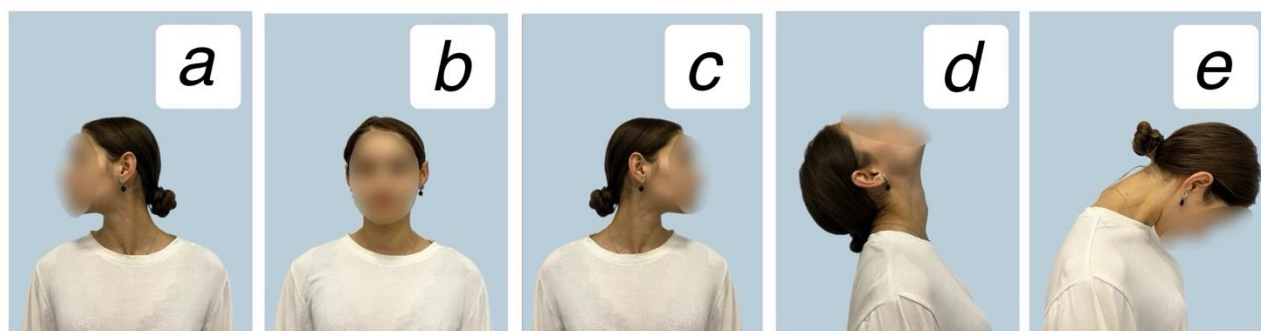


Рис. 1. Позиционирование головы обследуемого во время выполнения магнитно-резонансной томографии: а - поворот головы вправо; b - стандартное анатомическое положение; с - поворот головы влево; d - максимальное разгибание шеи; e - максимальное сгибание шеи

Для фиксации головы и шеи обследуемого добровольца в положениях максимального физиологического сгибания (разгибания) шеи и поворота головы в правую и левую стороны использовали фиксирующее устройство оригинальной конструкции.

Для идентификации в сагиттальной плоскости, выбранной для навигации контрольной точки в центральной части вырезки рукоятки грудины, подбирали томографический срез, на котором размеры рукоятки грудины были наибольшими. Затем, исходя из расчета, что больший диаметр вписанной фигуры совпадал с продольной осью грудины, а меньший с линией, соединяющей наиболее удаленные точки передней и задней компактной пластинки рукоятки грудины, строили эллипс, используя соответствующий

программный инструмент. Верхнюю точку пересечения диаметра и контура эллипса принимали за реперную точку на яремной вырезке рукоятки (рис. 2).

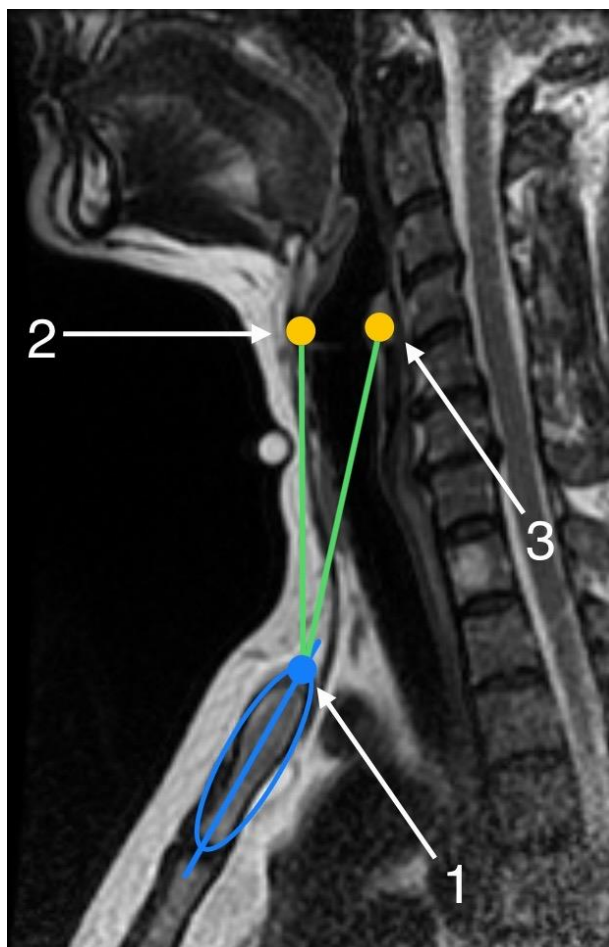


Рис. 2. Схема измерений магнитно-резонансной томограммы в сагиттальной плоскости: 1 - верхний край рукоятки грудины, соответствующий нижней точке яремной вырезки; 2 - верхний край щитовидного хряща; 3 - наиболее отдалённая назад точка дуги перстневидного хряща; синий эллипс вписан в срез рукоятки грудины в самом широком месте; синяя прямая – больший диаметр эллипса; зеленая прямая, расположенная ближе к передней поверхности шеи – отрезок от яремной вырезки до щитовидного хряща; зеленая прямая, расположенная дальше от передней поверхности шеи – отрезок от яремной вырезки до перстневидного хряща; зеленая точка – место пересечения всех отрезков

Измеряли: расстояние в продольной плоскости от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще справа - расстояние в продольной плоскости; расстояние в сагиттальной плоскости от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще слева - расстояние 1 в сагиттальной плоскости; расстояние в сагиттальной плоскости от реперной

точки в центре яремной вырезки грудины до контрольной точки на дуге перстневидного хряща - расстояние 2 в сагиттальной плоскости 2.

Для выявления особенностей витальной позиционной анатомии гортани у лиц мужского и женского пола с разным типом телосложения (100 волонтеров) выполнены антропометрические измерения и МРТ шеи.

Анализ в группах

В исследование включено 100 здоровых волонтеров - 45 мужчин (45%) и 55 женщин (55%). Участников распределили по типу телосложения (долихоморфный, мезоморфный, брахиморфный) и половой принадлежности (мужчины, женщины), всего было сформировано 6 групп: мужчины и женщины долихоморфного типа телосложения (МДТТ n=17 и ЖДТТ n=20), мужчины и женщины мезоморфного типа телосложения (ММТТ n=15 и ЖМТТ n=18), мужчины и женщины брахиморфного типа телосложения (МБТТ n=13 и ЖБТТ n=17).

Методы регистрации исходов

Магнитно-резонансную томографию шеи выполняли на МР-томографе GE Optima 36 1,5T (GE Healthcare, США).

Статистический анализ

Для статистической обработки результатов проведенных исследований использовали пакеты компьютерных программ Microsoft Office Excel 2019 (Microsoft, США) и Jamovi (v. 1.0.1.9, The jamovi project). Для объективизации полученных данных вычисляли средние величины, стандартные отклонения ($M \pm SD$), медианы и квартили ($Me [LQ; HQ]$), минимальные и максимальные значения ($min-max$), абсолютных значений и долей от целого (в %). Для проведения статистического анализа данных использована статистическая модель со смешанными эффектами, где фиксированный эффект – положение головы, тип телосложения и пол, а случайный эффект – индивидуальный номер пациента с последующим post hoc analysis. При оценке различий количественных показателей минимально допустимой вероятностью считали значение 0,95 (95% доверительный интервал, или $p < 0,05$). С учетом малых объемов исследуемых групп непараметрические методы обладают меньшей мощностью, по сравнению с параметрическими, поэтому использование классических параметрических методов с поправкой Бонферрони будет иметь низкую специфичность и разрешающую возможность. Отклонение остатков модели от нормального имело место, однако полученные значения были симметричны и концентрировались около нуля.

В ходе исследования было принято решение о том, что тест Шапиро - Уилка не может быть использован в связи с тем, что малых группах высок риск ложнонегативного

определения ненормального распределения, а при большом количестве наблюдений возможно ложноположительное отклонение.

Использовался False Discovery Rate из-за большого количества сравнений.

Результаты исследования и их обсуждение

В общей группе обследованных волонтеров ширина шеи равна $107,0 \pm 9,5$ мм, медиана - 108,0 [100,0; 113,0] мм, причём у мужчин значение этого показателя выше, чем у женщин - $112,0 \pm 9,7$ мм (113,0 [103,0; 118,0] мм) и $105,0 \pm 9,2$ мм (105,0 [110,0; 111,0] мм) соответственно. При выполнении изолированных вычислений ширины шеи у волонтеров разного типа телосложения и пола наибольшая ширина шеи выявлена среди ММТТ ($114,0 \pm 10,2$ мм), а наименьшая - среди МДТТ (100,0 мм).

Расстояние в продольной плоскости от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще справа - расстояние в продольной плоскости

В стандартном анатомическом положении наибольшее расстояние от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще справа выявлено у ММТТ (94,6 мм), наименьшее - у МБТТ (64,5 мм).

В продольной плоскости при сгибании шеи среди всех волонтеров, без учёта типа телосложения и пола, исследованное расстояние равно $56,2 \pm 8,2$ мм, медиана - 56,5 [50,0; 61,0] мм, максимальное значение - 75 мм, минимальное - 43 мм.

Анализ по группам выявил, что при сгибании шеи наибольшее расстояние в продольной плоскости наблюдается в группе ММТТ (64,2 мм; $p \leq 0,05$), а наименьшее - МДТТ (45,3 мм; $p \leq 0,03$). Исследованное расстояние уменьшается во всех группах волонтеров, при этом максимальное уменьшение выявлено в группе МДТТ - на 36%.

При разгибании шеи у МДТТ зафиксировано максимальное (на 17%) увеличение расстояния в продольной плоскости. Наименьшие значения этого отрезка продемонстрировал испытуемый в группе МДТТ - 10,1 мм, а наибольшее выявлено у женщины в группе ЖБТТ - 74,7 мм ($p \leq 0,05$). Следовательно, при разгибании шеи расстояние в продольной плоскости от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще справа увеличивается во всех обследованных группах.

В общей группе (волонтеры обоего пола и всех типов телосложения) при повороте головы влево расстояние в продольной плоскости составляет $91,6 \pm 10,8$ мм, медиана - 94,0 [86,0; 100,0] мм. Наибольшая величина этого расстояния равна 105 мм ($p \leq 0,05$), а наименьшая - 59,0 мм ($p \leq 0,05$).

В группе МДТТ отмечено самое большое значение описываемого расстояния (100,7 мм, $p \leq 0,05$), а самое малое - в группе ЖБТТ (77,3 мм, $p \leq 0,05$). У испытуемых МБТТ происходит самое существенное увеличение расстояния - на 31%. Исходя из изложенного следует, что поворот головы в левую сторону увеличивает расстояние в сагиттальной плоскости от контрольной точки на рукоятке грудины до точки на щитовидном хряще во всех группах обследованных добровольцев, кроме ЖМТТ.

В случае поворота головы вправо в общей группе среднее расстояние в продольной плоскости составляет $89,0 \pm 13,0$ мм, медиана - 90,0 [80,8; 100,0] мм, наибольшая величина - 108,0 мм ($p \leq 0,05$), а наименьшая - 59,0 мм ($p \leq 0,05$).

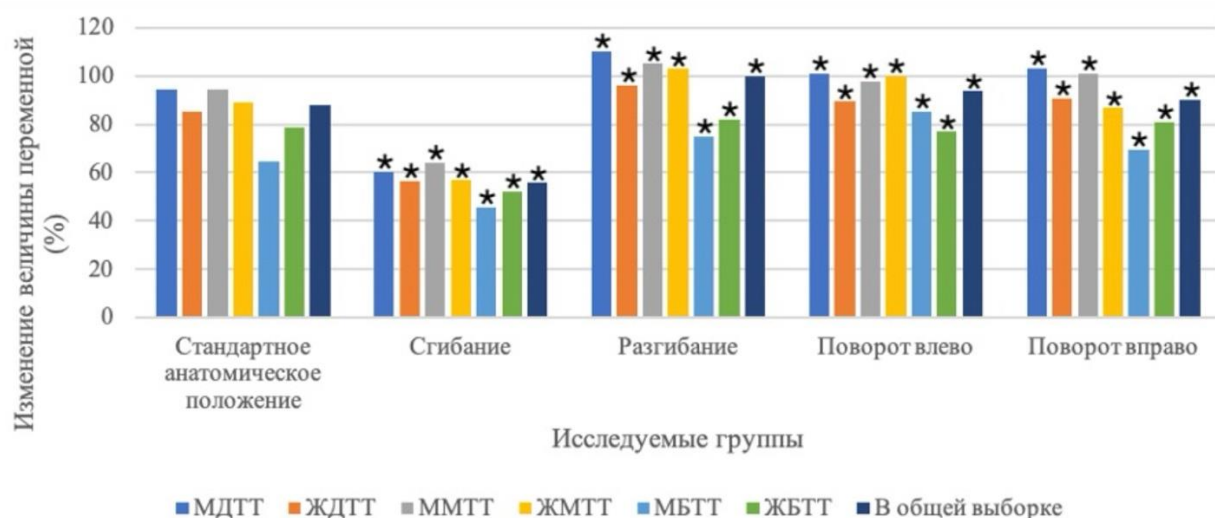
В группе МДТТ происходит наиболее существенное увеличение описываемого расстояния - на 9,6%. Максимальная величина также выявлена в этой группе волонтеров - 103,0 мм ($p \leq 0,05$). В группе МБТТ расстояние, напротив, было наименьшим - 69,7 мм ($p \leq 0,03$). Следовательно, при повороте головы вправо расстояние в сагиттальной плоскости от реперной точки на incisura jugularis до контрольной точки на cartilago thyroidea увеличивается во всех обследованных группах, кроме группы ЖМТТ (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Расстояние (в мм) от реперной точки в центре incisura jugularis до контрольной точки на cartilago thyroidea справа, сагиттальная плоскость

Положение	Тип телосложения и пол					
	Долихоморфный		Мезоморфный		Брахиморфный	
	мужской (n=17)	женский (n=20)	мужской (n=15)	женский (n=18)	мужской (n=13)	женский (n=17)
Стандартное анатомическое положение	94,4 [90,3; 98,5]	85,0 [81,8; 88,2]	94,6 [90,8; 98,3]	88,8 [85,0; 92,7]	64,5 [60,4; 68,6]	78,6 [74,8; 82,5]
Сгибание	60,4 [56,3; 64,5]	56,5 [53,3; 59,7]	64,2 [60,5; 67,9]	57,2 [53,3; 61,0]	45,3 [41,2; 49,4]	52,3 [48,4; 56,1]
Разгибание	110,1 [106,1; 114,2]	95,9 [92,7; 99,1]	105,1 [101,4; 108,8]	103,3 [99,5; 107,1]	74,7 [70,6; 78,8]	82 [78,1; 85,8]
Поворот влево	100,7 [96,6; 104,8]	89,8 [89,8; 93,0]	97,7 [94,0; 101,4]	99,6 [95,7; 103,4]	85,3 [81,2; 89,4]	77,3 [73,5; 81,2]
Поворот вправо	103,0 [98,9; 107,1]	90,5 [87,3; 93,7]	100,8 [97,0; 104,5]	87,1 [83,2; 90,9]	69,7 [65,6; 73,8]	80,7 [76,8; 84,5]

Примечание. Данные представлены в виде Ме [LQ; UQ], в мм.



МДТТ — мужчины долихоморфного типа телосложения;
 ЖДТТ — женщины долихоморфного типа телосложения;
 ММТТ — мужчины мезоморфного типа телосложения;
 ЖМТТ — женщины мезоморфного типа телосложения;
 МБТТ — мужчины брахиморфного типа телосложения;
 ЖБТТ — женщины брахиморфного типа телосложения;

Рис. 3. Расстояние от реперной точки в центре incisura jugularis до контрольной точки на cartilago thyroidea справа в сагиттальной плоскости с учётом пола и типа телосложения волонтера; *статистически значимые различия по сравнению со значением показателя в стандартном анатомическом положении, $p \leq 0,05$

Расстояние в сагиттальной плоскости от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще слева - расстояние 1 в сагиттальной плоскости

В стандартном анатомическом положении в сагиттальной плоскости расстояние от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще слева равно $84,3 \pm 12,1$ мм, медиана - 87,0 [87,0; 94,0] мм, наибольшее значение - 103,0 мм, наименьшее - 59,0 мм.

В ходе проведения анализа с учётом половой принадлежности и типа телосложения в стандартном анатомическом положении максимальное значение расстояния 1 в сагиттальной плоскости выявлено в группе МДТТ - 94,7 мм, а минимальное у МБТТ - 65,3 мм.

При сгибании шеи наибольшее изменение этого расстояния происходит в группе МДТТ - оно уменьшается на 36,8%. При этом максимальное значение также выявлено в группе МДТТ (59,8 мм, $p \leq 0,05$), а минимальное - у МБТТ (45,2 мм, $p \leq 0,03$).

При разгибании шеи наибольшее расстояние 1 в сагиттальной плоскости обнаружено в группе МДТТ (109,1 мм, $p = 0,013$), а наименьшее - у МБТТ (74,2 мм, $p \leq 0,05$).

Максимальные изменения имели место в группе ЖМТТ - увеличение на 18,4%. Следовательно, при разгибании шеи расстояние 1 в сагиттальной плоскости во всех группах обследованных волонтеров увеличивается.

При повороте головы влево максимальная величина данного расстояния обнаружена в группе МДТТ (100,3 мм, $p \leq 0,05$), а наименьшее его значение выявлено в группе ЖБТТ (77,8 мм, $p \leq 0,05$). Уменьшение данного расстояния выявлено также в группе ММТТ (91,8 мм, $p < 0,05$). В остальных группах волонтеров расстояние в сагиттальной плоскости от реперной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до контрольной точки на щитовидном хряще слева увеличивается, максимальное увеличение (на 32,3%) отмечено в группе МБТТ. Таким образом, поворот головы влево разнонаправленно влияет на величину расстояния 1 в сагиттальной плоскости.

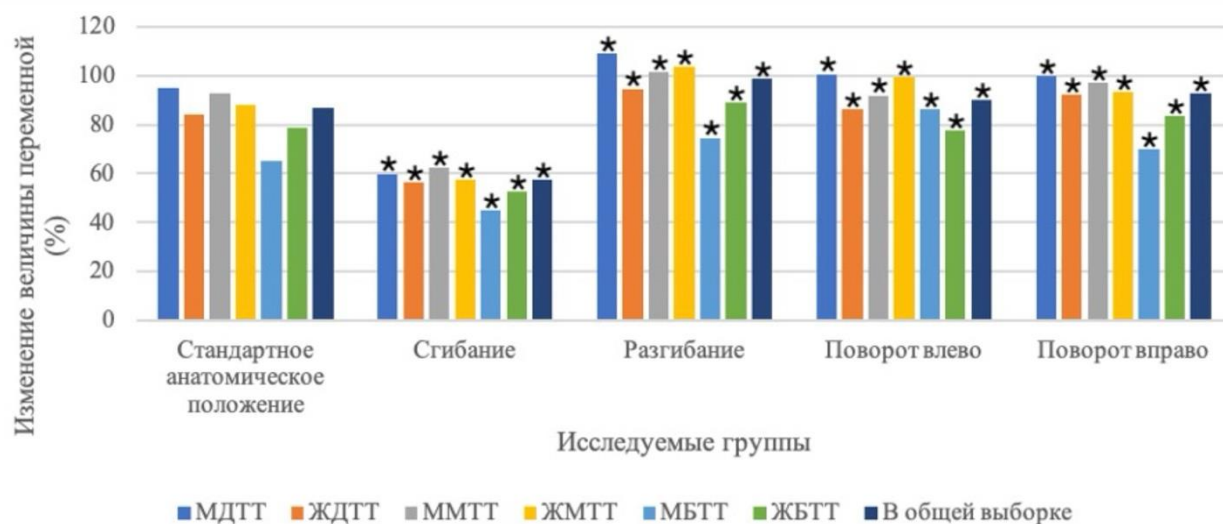
При повороте головы вправо у женщин в группе ЖДТТ имеет место максимальное увеличение расстояния 1 - на 9,5%. Наибольшая величина этого расстояния выявлена в группе МДТТ (99,7 мм, $p \leq 0,05$), а наименьшая - в группе МБТТ (70,1 мм, $p = 0,01$). Следовательно, поворот головы в правую сторону ведёт к увеличению расстояния 1 в сагиттальной плоскости во всех обследованных группах (табл. 2, рис. 4).

Таблица 2

Расстояние (в мм) от реперной точки в центре incisura jugularis до контрольной точки в области cartilago thyroidea слева, сагиттальная плоскость

Положение	Тип телосложения и пол					
	Долихоморфный		Мезоморфный		Брахиморфный	
	мужской (n=17)	женский (n=20)	мужской (n=15)	женский (n=18)	мужской (n=13)	женский (n=17)
Стандартное анатомическое положение	94,7 [90,4; 98,9]	84,3 [81,0; 87,7]	93,0 [89,2; 96,9]	87,8 [83,8; 91,8]	65,3 [61,1; 69,6]	78,5 [74,5; 82,5]
Сгибание	59,8 [55,6; 64,1]	56,2 [52,9; 59,5]	62,6 [58,7; 66,5]	57,6 [53,6; 61,6]	45,2 [40,9; 49,4]	52,7 [48,7; 56,6]
Разгибание	109,1 [104,8; 113,3]	94,5 [91,2; 97,8]	101,5 [97,6; 105,3]	103,9 [100,0; 107,9]	74,2 [70,0; 78,5]	89,0 [85,0; 93,0]
Поворот влево	100,3 [96,1; 104,6]	86,5 [83,2; 89,9]	91,8 [88,0; 95,7]	99,5 [95,5; 103,5]	86,3 [82,0; 90,5]	77,8 [73,9; 81,8]
Поворот вправо	99,7 [95,4; 103,9]	92,2 [88,8; 95,5]	97,0 [93,1; 100,8]	93,3 [89,3; 97,2]	70,1 [65,8; 74,3]	83,4 [79,5; 87,4]

Примечание. Данные представлены в виде Me [LQ; UQ], в мм.



МДТТ — мужчины долихоморфного типа телосложения;
 ЖДТТ — женщины долихоморфного типа телосложения;
 ММТТ — мужчины мезоморфного типа телосложения;
 ЖМТТ — женщины мезоморфного типа телосложения;
 МБТТ — мужчины брахиморфного типа телосложения;
 ЖБТТ — женщины брахиморфного типа телосложения;

Рис. 4. Расстояние от реперной точки в центре incisura jugularis до контрольной точки в области cartilago thyroidea слева в сагиттальной плоскости с учётом половой принадлежности и типа телосложения волонтера; * статистически значимые различия по сравнению со значением показателя в стандартном анатомическом положении, $p \leq 0,05$

Расстояние в сагиттальной плоскости от реперной точки в центре яремной вырезки грудины до контрольной точки на дуге перстневидного хряща - расстояние 2 в сагиттальной плоскости

В стандартном анатомическом положении наибольшая величина данного расстояния имела место в группе ММТТ (81,4 мм, $p \leq 0,05$), а наименьшая - в группе МБТТ (59,3 мм, $p \leq 0,05$).

Самая большая величина расстояния 2 в сагиттальной плоскости обнаружена в группе МДТТ (59,5 мм, $p \leq 0,05$), самая малая - у МБТТ (41,8 мм, $p \leq 0,05$). Максимальное уменьшение (на 32,1%) этого показателя выявлено в группе ММТТ. Таким образом, сгибание шеи приводит к уменьшению расстояния 2 в сагиттальной плоскости во всех группах обследованных волонтеров.

При разгибании шеи максимальное значение расстояния 2 выявлено в группе ЖМТТ (91,2 мм, $p = 0,04$), а минимальное - у МБТТ (67,3 мм, $p \leq 0,05$). Максимальное (на 21,2%) возрастание вычисляемого расстояния обнаружено в группе ЖБТТ. Исходя из изложенного следует, что отрезок длины от контрольной точки на яремной вырезке грудины до опорной

точки в области дуги перстневидного хряща при разгибании шеи увеличивается у всех обследованных групп волонтеров.

Максимальное расстояние 2 (86,8 мм, $p \leq 0,05$) при повороте головы в левую сторону зафиксировано у волонтеров женского пола в группе ЖМТТ, а минимальное у мужчин в группе МБТТ (64,1 мм, $p = 0,04$). В группе ММТТ при таком положении шеи происходит наиболее существенное уменьшение расстояния 2 в сагиттальной плоскости (на 4,9%). Таким образом, поворот головы влево во всех группах волонтеров, за исключением ММТТ и МБТТ, ведёт к уменьшению расстояния в сагиттальной плоскости от реперной точки в центре яремной вырезки грудины до контрольной точки на дуге перстневидного хряща.

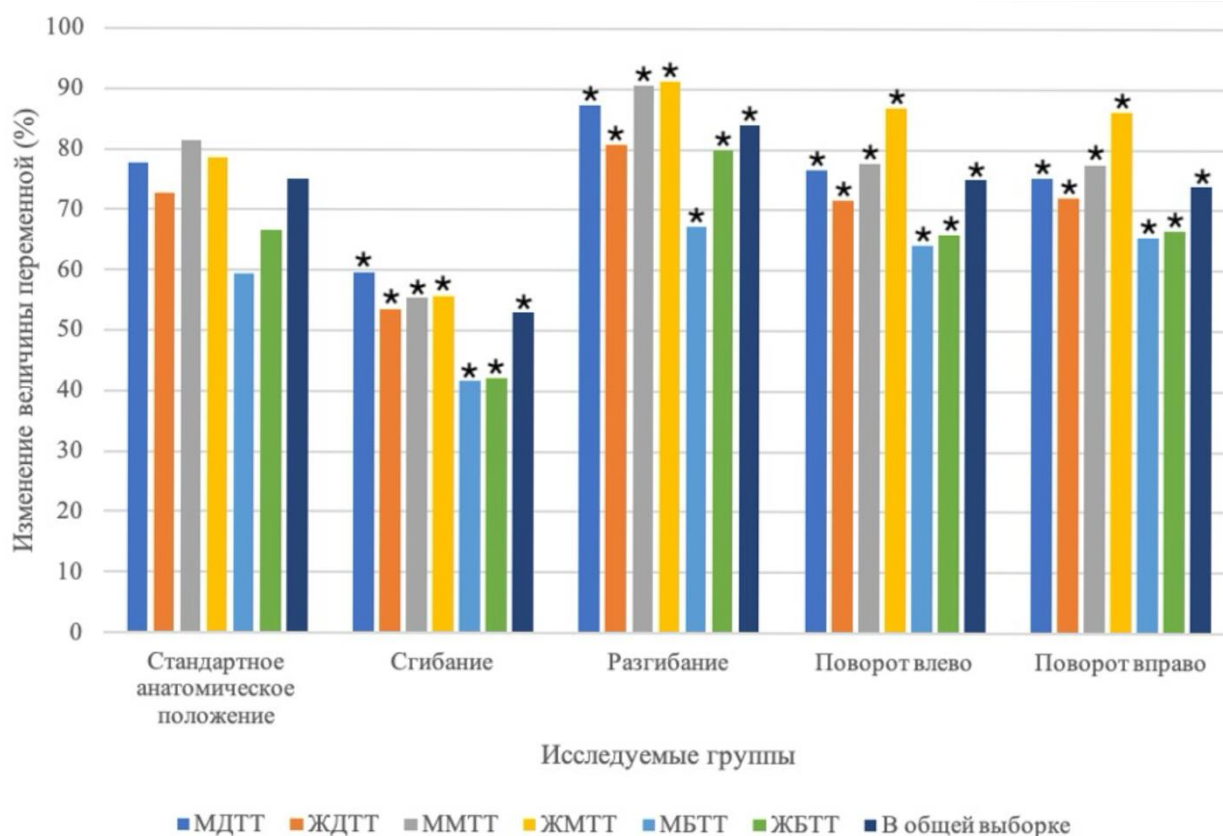
При повороте головы вправо у всех волонтеров в группах ММТТ, МДТТ и ЖДТТ расстояние 2 уменьшается, а в группах ЖМТТ, ЖБТТ и МБТТ - напротив, увеличивается. Среди добровольцев, у которых отмечено увеличение расстояния 2, максимальные изменения зафиксированы в группе ЖМТТ (на 10,3%). В группах с уменьшением данного показателя наибольшие изменения имеют место у ММТТ (на 4,9%). Наибольшая величина расстояния 2 в сагиттальной плоскости выявлена у ЖМТТ (86,3 мм, $p \leq 0,05$), а наименьшая - у МБТТ (65,4 мм, $p \leq 0,05$; табл. 3, рис. 5).

Таблица 3

Расстояние (в мм) от реперной точки в центре incisura jugularis до контрольной точки на дуге cartilago cricoidea, сагиттальная плоскость

Положение	Тип телосложения и пол					
	Долихоморфный		Мезоморфный		Брахиморфный	
	мужской (n=17)	женский (n=20)	мужской (n=15)	женский (n=18)	мужской (n=13)	женский (n=17)
Стандартное анатомическое положение	77,7 [73,8; 81,6]	72,7 [69,6; 75,7]	81,4 [77,8; 84,9]	78,7 [75,1; 82,4]	59,3 [55,4; 63,2]	66,5 [62,8; 70,1]
Сгибание	59,5 [55,6; 63,5]	53,5 [50,5; 56,6]	55,5 [52,0; 59,1]	55,7 [52,1; 59,4]	41,8 [37,8; 45,7]	42,2 [38,6; 45,9]
Разгибание	87,4 [83,5; 91,4]	80,7 [77,6; 83,7]	90,7 [87,1; 94,2]	91,2 [87,5; 94,8]	67,3 [63,4; 71,2]	80,0 [76,3; 83,7]
Поворот влево	76,6 [72,7; 80,5]	71,5 [68,5; 74,6]	77,7 [74,2; 81,3]	86,8 [83,1; 90,4]	64,1 [60,2; 68,0]	66,0 [62,3; 69,6]
Поворот вправо	75,4 [71,5; 79,4]	72,0 [69,0; 75,1]	77,5 [74,0; 81,1]	86,3 [82,6; 89,9]	65,4 [61,5; 69,3]	66,6 [63,0; 70,3]

Примечание. Данные представлены в виде Me [LQ; UQ], в мм.



МДТТ — мужчины долихоморфного типа телосложения;

ЖДТТ — женщины долихоморфного типа телосложения;

ММТТ — мужчины мезоморфного типа телосложения;

ЖМТТ — женщины мезоморфного типа телосложения;

МБТТ — мужчины брахиморфного типа телосложения;

ЖБТТ — женщины брахиморфного типа телосложения;

Рис. 5. Расстояние от реперной точки в центре *incisura jugularis* до контрольной точки на дуге *cartilago cricoidea* в сагиттальной плоскости с учётом половой принадлежности и типа телосложения волонтера; * статистически значимые различия по сравнению со значением показателя в стандартном анатомическом положении, $p \leq 0,05$

Обсуждение

Важность топографии гортани и её взаимосвязь со скелетом, а также органами и анатомическими образованиями мягких тканей шеи отмечена во многих исследованиях. Связь патологических изменений гортани с её закладкой и развитием в процессе эмбриогенеза исследована в работе Е.Д. Луцай и соавт. [5]. Авторы проводят количественную оценку ориентации расположения гортани относительно элементов скелета по реперным точкам в области *incisura jugularis*, *os hyoideum*, *angulus mandibulae* и *vertebrae cervicales*. В работе описано положение относительно соседних анатомических структур органов и анатомических образований переднего отдела шеи (гортани, щитовидной железы, шейного отдела пищевода, тимуса, поднижнечелюстных слюнных

желёз). При анализе развития плода на сроке 14–20 недель развития авторами установлены особенности расположения гортани относительно окружающих анатомических структур в виде высокого расположения *isthmus glandulae thyreoideae*, который практически полностью закрывает *ligamentum cricothyreoideum medianum*. Авторами установлено также наличие на этом сроке развития плода близкого расположения долей щитовидной железы; слабую выраженность *recessus piriformis*; несимметричность в локализации основных сосудисто-нервных пучков шеи справа и слева [5].

Sahoo S. и соавт. [6] описали возрастные изменения топографии гортани. Установлено, что у взрослого индивидуума среднего возраста гортань располагается между IV и VI шейными позвонками, однако в процессе старения гортань опускается, что связано с инволюционными изменениями и утратой эластичности поддерживающих структур, в частности – связок и мышц. Таким образом, при планировании оперативных вмешательств у лиц старше 65 лет необходимо учитывать тот факт, что нижний край гортани может достигать уровня VII шейного позвонка [6].

Два авторских коллектива: А.С. Ремизовой, С.А. Ульяновской [7] и Д.М. Щигорцова, А.С. Ремизовой [7], рассмотрели развитие, а также половые и возрастные особенности гортани, включая её взаимосвязь с близлежащими анатомическими структурами шеи у детей. Установлено, что особенностью топографии гортани у детей является отклонение её сагиттальной оси назад, в результате чего гортань образует с трахеей угол, открытый в сторону позвоночного столба. Такую особенность синтопии гортани у детей следует учитывать при введении трубки в случае необходимости выполнения трахеостомии [7; 8].

Д.В. Панченко указывает на необходимость принятия в расчет особенностей конституционального строения индивидуумов при создании новейших методик операций на органах и анатомических образованиях шеи [9] (2018).

Перечисленные авторы не изучали позиционную топографическую анатомию шеи и гортани, а сосредоточились в основном на возрастных особенностях топографии органа. Появившиеся в последние годы относительно немногочисленные работы по позиционной (динамической) анатомии шеи, в том числе опубликованные исследовательской группой, посвящены изучению позиционной топографической анатомии щитовидной железы. Подобные работы имеют прикладную значимость, а полученные сведения могут быть использованы для интраоперационной оптимизации основных параметров хирургического мини-доступа к железе. Практическую значимость имеет также работа R. Wang и соавт. [10], в которой приведены данные о позиционной топографической анатомии шеи. Авторы установили, что при изменении положения шеи во фронтальной плоскости проекционная линия внутренней яремной вены перекрывает проекционную линию общей сонной артерии,

что увеличивает риск повреждения артерии при выполнении трансдермальной пункции или постановки катетера во внутреннюю яремную вену. В стандартном анатомическом положении головы и шеи зона наложения внутренней яремной вены и сонной артерии, измеренная на наиболее выступающем вперёд участке грудино-ключично-сосцевидной мышцы, по данным УЗИ составляет 29%. При проведении пункции вены в рекомендованном большинством специалистов положении, когда голова пациента максимально поворачивается в контралатеральную сторону, степень наложения проекций вены на артерию возрастает и составляет уже 72%, что увеличивает риск ятрогенного повреждения сонной артерии. При использовании контролируемых углов поворота головы пациента исследователям удалось выявить наиболее безопасное положение головы для выполнения пункции внутренней яремной вены. В этом положении проекции сосудов на кожу шеи разделяются целевидным пространством, а артерия и вена располагаются параллельно друг другу во фронтальной плоскости, не пересекаясь [10].

Borders J.C. и соавт. [11] применили основы позиционной топографической анатомии в клинической практике для выполнения оперативных вмешательств на гортани. Путём варьирования степени сгибания и разгибания шеи авторам удалось оптимизировать условия выполнения микроларингоскопии [11].

В некоторых публикациях отмечено, что сгибание и разгибание шеи существенно влияют на расположение эндотрахеальной трубки в просвете гортани при проведении тиреоидэктомии. Степень смещения эндотрахеальной трубки особенно велика у лиц с короткой шеей и избыточной массой тела [12].

Е.С. Мохова и соавт. [13] отмечают большую практическую и теоретическую значимость данных об изменениях топографии анатомических образований шеи при смене положения головы, но рассматривают их в контексте предикторов соматической дисфункции и целевых зон для диагностики и остеопатического вмешательства. На основании МРТ-исследований и последующего конечно-элементного моделирования шеи авторами изучены закономерности смещения фасций шеи при физиологических изменениях положения головы и шеи в виде поворотов головы в сторону на 20° и 50°. Авторами доказано, что за счёт деформирующего натяжения, которое возникает при растяжении грудино-ключично-сосцевидной мышцы на стороне поворота, при повороте головы на 20° угловое смещение lamina superficialis fasciae colli на уровне межпозвонковых дисков второго-третьего, третьего-четвертого и четвертого-пятого шейных позвонков, а также на уровне диска четвертого-пятого шейных позвонков при повороте головы на 50° превышает значение угла поворота головы относительно туловища [13].

Использование принципов позиционной топографической анатомии дало возможность I. Takenaka и соавт. [14] определить наилучшее положение головы и шеи пациента для снижения риска аспирации желудочного содержимого во время вводного наркоза. В работах других авторов продемонстрировано, что знания позиционной топографической анатомии положительно влияют на проведение нейрохирургических и челюстно-лицевых операций, офтальмологических микрохирургических операций, а также хирургических вмешательств на ЛОР-органах. В частности, отмечены клинически значимые колебания внутричерепного давления при изменении угла наклона головы пациента во время хирургического вмешательства по поводу онкологических заболеваний, воспалительных процессов и других патологий [15].

Анализ литературных источников позволяет говорить о том, что топография гортани является важным направлением прикладных топографо-анатомических исследований. Достаточно хорошо изучены возрастные особенности топографии гортани. При этом исследования, посвящённые вопросам прижизненной позиционной анатомии гортани, практически отсутствуют. Немногочисленные опубликованные работы по позиционной топографической анатомии шеи, которые только в незначительной степени затрагивают и гортань, носят преимущественно клинический характер, не систематизированы, а также не учитывают половую принадлежность и тип телосложения. При этом современные технические возможности прижизненного неинвазивного анатомического исследования позволяют получить принципиально новые сведения, касающиеся позиционной топографической анатомии переднего отдела шеи, в частности гортани. Эти знания в будущем могут иметь важное прикладное значение и быть использованы для совершенствования хирургических вмешательств в зоне интереса. В связи с этим позиционная топографическая анатомия подвижных частей тела становится новым направлением изучения анатомии человека.

Заключение

Проведенным исследованием установлено, что при физиологических движениях головы пол и тип телосложения обследованного лица влияют на расстояние от контрольных точек на щитовидном и перстневидном хрящах гортани, которые являются основой её скелета, до опорной, относительно стабильной при движениях шеи, точки на яремной вырезке рукоятки грудины. У мужчин и женщин всех типов телосложения сгибание шеи приводит к уменьшению расстояния от реперной точки в области яремной вырезки грудины до избранных контрольных точек на правой и левой поверхностях щитовидного хряща и контрольной точки на середине дуги перстневидного хряща. У лиц мужского пола долихоморфного телосложения величина этих изменений максимальна (группа МДТТ).

Самое значительное уменьшение расстояния от центра яремной вырезки грудины до латеральной точки на щитовидном хряще слева в этой группе составляет 36,8% (39,9 мм).

При разгибании шеи происходит увеличение трёх изученных расстояний в большинстве групп обследованных волонтеров. Наиболее существенно изменяется расстояние между реперной точкой на яремной вырезке рукоятки грудины и контрольной точкой на дуге перстневидного хряща у волонтеров с брахиморфным типом телосложения женского пола (группа ЖБТТ). В этой подгруппе исследуемое расстояние увеличивается на 21,2% (24,3 мм).

При повороте головы в левую сторону измеренные расстояния от опорной точки на грудины до контрольных точек на щитовидном хряще изменяются разнонаправленно. Расстояние от яремной вырезки грудины до выбранных контрольных точек на щитовидном хряще справа и слева увеличивается практически во всех группах. Самое большое увеличение исследованного расстояния на 21,0 мм (32,3%) имело место у мужчин брахиморфного типа телосложения (группа МБТТ) слева. При этом расстояние до точки на задней поверхности дуги перстневидного хряща в большинстве исследованных групп уменьшается, максимально на 3,7 мм (4,9%) в группе обследованных добровольцев с мезоморфным типом телосложения – мужчин (группа ММТТ).

Поворот головы вправо в большинстве групп сравнения увеличивает расстояние от контрольной точки на яремной вырезке рукоятки грудины до реперной точки у края щитовидного хряща. Наибольшее увеличение на 8,6 мм (9,6%) выявлено справа в группе МДТТ. Таким образом, расстояние до реперной точки на задней поверхности дуги перстневидного хряща при повороте вправо изменяется разнонаправленно в разных группах обследованных волонтеров.

Список литературы

1. Tatarkin VV, Shchegolev AI, Bakunov AM, et al. Intravital position study of the clinical anatomy of the middle lobe and superior poles of the thyroid gland // *Medicina* (Kaunas). 2024;60(9):1520. <https://doi.org/10.3390/medicina60091520> EDN: UNSFBJ.
2. Шевкуненко В.Н., Геселевич А.М. Типовая и возрастная анатомия. Л.: Биомедгиз, 1935. 232 с.
3. Ромащенко П.Н., Малеев Ю.В., Фомин Н.Ф., Вшивцев Д.О., Криволапов Д.С., Черных А.В., Голованов Д.Н., Малюков Н.А. Опорный конспект для оперирующих хирургов с классических позиций и методик исследований школы академика В.Н. Шевкуненко (1872–1952) на основании новых данных по типовой анатомии шеи //

Пермский медицинский журнал. 2022. Т. 39. № 5. С. 21-32. URL: <https://doi.org/10.17816/pmj39521-32> (дата обращения: 14.07.2025). EDN: EGIGWS.

4. Jiang Y., Ye Z.P.-P., You C., Hu X., Liu Y., Li H., Lin S. & Li J.-P. (2015) Systematic review of decreased intracranial pressure with optimal head elevation in postcraniotomy patients: a meta-analysis // *Journal of Advanced Nursing*. 2015; 71 (10), 2237–2246. DOI: 10.1111/jan.12679.

5. Луцай Е.Д., Аникин М.И., Муртазина Н.И. Становление топографо-анатомических отношений гортани с некоторыми органами и структурами шеи в промежуточном плодном периоде онтогенеза // *Наука и инновации в медицине*. 2019;4(4):16–20. URL: <https://innoscience.ru/2500-1388/article/view/43746>. DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-4-16-20 EDN: WAVEXR.

6. Sahoo S., Joshi H. Dimensions of Thyroid Cartilage Window for Medialisation Thyroplasty in Indian Population. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2023 Sep;75(3):1542-1545. DOI: 10.1007/s12070-023-03634-3. Epub 2023 Mar 15. PMID: 37636646; PMCID: PMC10447680.

7. Ремизова А.С., Ульяновская С.А. Развитие гортани в пренатальном онтогенезе // *Проблемы современной морфологии человека: Сб. науч. тр., посвящ. 90-летию каф. анатомии СКОЛИФК и 85-летию со дня рождения засл. деятеля науки РФ, чл.-корр. РАМН, проф. Б.А. Никитюка*. Москва, 2018, 26–28 сент. М.: РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2018. С. 66–67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41234567> (дата обращения: 01.08.2025). DOI: 10.12345/example.2018.01.001 EDN: YAOCKL.

8. Щигорцов Д.М., Ремизова А.С. Развитие и возрастные особенности гортани у новорожденных и детей // *Молодежь в практическом здравоохранении: сб. тр. XII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых-медиков*. Тверь, 18 мая 2018 г. Тверь: Тверской государственный медицинский университет, 2018. С. 1120–1122. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=KNSBME> (дата обращения: 24.08.2025). EDN: KNSBME.

9. Слетов А.А., Панченко Д.В., Жидовинов А.В., Локтионова М.В., Винтаев В.В. Сравнительный анализ функционализма анатомических структур шеи при их деликатной и агрессивной диссекции // *Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал)*. 2018. Т. 2. № 3. С. 32-37. DOI: 10.17116/operhirurg2018203132 (дата обращения: 06.09.2025).

10. Wang R, Snoey ER, Clements RC, et al. Effect of head rotation on vascular anatomy of the neck: an ultrasound study // *J Emerg Med*. 2006;31(3):283–286. DOI: 10.1016/j.jemermed.2005.12.026.

11. Borders, J.C., Brandimore, A.E. & Troche, M.S. Variability of Voluntary Cough Airflow in Healthy Adults and Parkinson's Disease // *Dysphagia*. 2021. 36(4), 700–706 DOI: 10.1007/s00455-020-10190-3 (дата обращения: 08.09.2025)
12. Sharma SD, Kumar G, Kanona H, et al. Endotracheal tube positioning during neck extension in thyroidectomy // *J Laryngol Otol*. 2015;129(10):996–999. DOI: 10.1017/S0022215115002029
13. Мохова Е.С., Мохов Д.Е., Яковлев Е.В. и др. Топографо-анатомический анализ и конечно-элементное моделирование динамико-биомеханических паттернов смещения мышечно-фасциальных футляров шеи // *Медицинский совет*. 2023. Т. 17. № 6. С. 330-344. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=TLCTUP> (дата обращения: 17.09.2025). EDN: TLCTUP.
14. Takenaka I, Aoyama K, Iwagaki T. Combining head-neck position and head-down tilt to prevent pulmonary aspiration of gastric contents during induction of anaesthesia: a volunteer and manikin study // *Eur J Anaesthesiol*. 2012;29(8):380–385. DOI: 10.1097/EJA.0b013e328354a51a
15. Isshiki N. Progress in laryngeal framework surgery. *Acta Otolaryngol*. 2000;120(2):120–127. DOI: 10.1080/000164800750000748. (дата обращения: 17.09.2025).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Financing: This study was not supported by any external sources of funding.