

<https://doi.org/10.17816/fm392>



МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ ПОЛА ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА ПО АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ ЧЕРПАЛОВИДНЫХ ХРЯЩЕЙ

Р.Р. Калимуллин^{1*}, В.Н. Звягин²

¹ Областное бюро судебно-медицинской экспертизы, Тюмень, Российская Федерация

² Российский центр судебно-медицинской экспертизы, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. Актуальность. Одним из основных вопросов общей идентификации личности является определение пола обезличенных или фрагментированных тел. В судебно-медицинской литературе имеются единичные сообщения о половом диморфизме хрящей гортани, среди которых черпаловидные хрящи отсутствуют. Публикации носят морфометрическую направленность, практические аспекты диагностики пола в них не рассматриваются, что и обусловило цель настоящей работы. **Цель исследования** — разработать методику определения пола по обладающим половым диморфизмом анатомо-морфологическим признакам черпаловидных хрящей взрослого человека. **Материал и методы.** Исследованы анатомо-морфологические особенности черпаловидных хрящей от 160 лиц мужского (80) и женского (80) пола в возрасте от 20 до 78 лет. При визуальном исследовании выявлены различия, связанные с половой принадлежностью по 9 признакам. Достоверность полового диморфизма признаков проверена с помощью критерия Хи-квадрат и коэффициентов пропорциональности. **Результаты.** Выявлена информационная значимость признаков и проведена индивидуальная оцифровка наблюдений по формуле. Установлена возможность определения пола по черпаловидным хрящам в 93,75% случаев, в остальных 6,25% обоснован вывод о невозможности решения этой задачи по заданной совокупности признаков. **Заключение.** Разработанная методика определения половой принадлежности обладает высокой точностью и может найти применение в диагностике пола при производстве судебно-медицинской экспертизы гортани разрушенного трупа.

Ключевые слова: черпаловидные хрящи; анатомо-морфологические признаки; право-левосторонняя принадлежность; определение пола.

Для цитирования: Калимуллин Р.Р., Звягин В.Н. Методика диагностики пола взрослого человека по анатомо-морфологическим особенностям черпаловидных хрящей. Судебная медицина. 2021;7(2):83–87. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm392>

Поступила 27.04.2021

Принята после доработки 04.05.2021

Опубликована 09.06.2021

METHODS FOR DIAGNOSING THE SEX OF ADULT HUMAN BY ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF ARYTENOID CARTILAGES

Rafkat R. Kalimullin^{1*}, Viktor N. Zvyagin²

¹ Regional Bureau of Forensic Medical Expertise, Tyumen, Russian Federation

² Russian Center of Forensic Medical Expertise, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT. Background: One of the main issues of general personality identification is the ascertainment of the sex of impersonated or fragmented bodies. Sporadic studies in the forensic medical literature have reported larynx cartilage sexual dimorphism, among which arytenoid cartilages are absent. The publications have morphometric focus and do not consider the practical aspects of sex diagnostics, which have been determined in this study. **Aim:** To develop a method for determining sex using the features of sexually dimorphic anatomical and morphological arytenoid cartilage of an adult. **Materials and methods:** The anatomical and morphological features of arytenoid cartilage from 80 males and 80 females aged 20–78 years were studied. The visual examination revealed differences related to sex based on nine characteristics. The reliability of the sexual dimorphism of traits was verified using the Chi-square test and proportionality coefficients. **Results:** The informational significance of the features was clarified, and the individual observations were digitized using the formula. The possibility

of sex determination by arytenoid cartilage was established in 93.75% of cases. In the remaining 6.25% cases, it was deemed impossible to solve this problem using the given set of features. **Conclusion:** The method developed for determining sex is highly accurate and can be used in sex diagnostics during a forensic medical larynx examination of a decayed or a fragmented corpse.

Keywords: arytenoid cartilage; anatomical and morphological signs; right-left-handed affiliation; sex determination.

For citation: Kalimullin RR, Zvyagin VN. Methods for diagnosing the sex of adult human by anatomical and morphological features of arytenoid cartilages. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(2):83-87. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm392>

Submitted 27.04.2021 Revised 04.05.2021 Published 09.06.2021

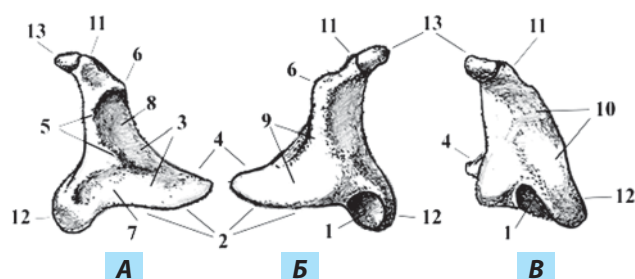


Рис. 1. Правый черпаловидный хрящ: латеральная (А), медиальная (Б) и задняя (В) поверхности.

1. Суставная поверхность. 2. Основание. 3. Латеральная поверхность (место прикрепления мышцы). 4. Голосовой отросток (место прикрепления голосовой связки). 5. Дугообразный гребешок. 6. Холмик. 7. Продольная ямка (место прикрепления щито-черпаловидной мышцы). 8. Треугольная ямка. 9. Медиальная поверхность. 10. Задняя поверхность. 11. Верхушка. 12. Мышечный отросток (место прикрепления перстнечерпаловидных мышц). 13. Рожковидный хрящ.

Fig. 1. Right arytenoid cartilage: lateral (A), medial (B), and posterior (C) surfaces.

1. Articular surface. 2. Base. 3. Lateral surface (place of attachment of the muscles). 4. Vocal process (place of attachment of the vocal cord). 5. Arched scallop. 6. Mound. 7. Longitudinal fossa (place of attachment of the thyroid muscle). 8. Triangular fossa. 9. Medial surface. 10. Posterior surface. 11. Apex. 12. Muscular process (place of attachment of the cricoid muscles). 13. Corneal cartilage.



Рис. 2. Нативный препарат черпаловидных хрящей. Вид изнутри. Сращение правых рожковидного и черпаловидного хрящей.

Fig. 2. Native preparation of arytenoid cartilage. Inside view. Fusion of the right corneal and arytenoid cartilages.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В судебно-медицинской литературе имеются единичные сообщения о половом диморфизме хрящей гортани, среди которых черпаловидные хрящи (ЧХ) отсутствуют [1, 2]. Публикации носят морфометрическую направленность. Оформление диагностических методик авторами не завершено. Возможность определения пола по анатомо-морфологическим признакам в них не рассматривается. Между тем именно эта группа признаков нашла широкое применение в экспертной практике при диагностике пола по черепу [3], тазу [4, 5], дистальному концу плечевой кости [6].

Цель исследования — разработать методику определения пола по обладающим половым диморфизмом анатомо-морфологическим признакам черпаловидных хрящей взрослого человека.

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧЕРПАЛОВИДНЫХ ХРЯЩЕЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВО-ЛЕВОСТОРОННЕЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Черпаловидные хрящи, *cartilagine arytaenoideae* (рис. 1), имеют почти пирамидальную форму; на них можно различать вогнутое основание (*basis*), прилегающее к верхнему краю перстневидного хряща, и как бы срезанную верхушку (*apex*), которая обращена вверх и несколько кзади. Основание ЧХ имеет на нижней поверхности суставную площадку (*facies articularis cricoidea*), предназначенную для сочленения с перстневидным хрящом. Здесь же находится заостренный плоский голосовой отросток (*processus vocalis*), направленный вперед, и массивный закругленный мышечный отросток (*processus muscularis*), помещающийся сзади в латеральном углу основания. Определение мышечного отростка облегчается еще и тем, что под ним находится фасетка для сочленения с перстневидным хрящом.

Различают три поверхности — медиальную, латеральную и заднюю. На латеральной поверхности ЧХ находится дугообразный гребешок (*crista arcuata*), отделяющий две ямки — верхнюю треугольную (*fovea triangularis*) и нижнюю продольную (*fovea oblonga*). Этот гребешок заканчивается у верхушки хряща кругловатым холмиком (*colliculus*). Задняя поверхность ЧХ вогнута; медиальная, располагающаяся в срединной плоскости, — почти ровная и гладкая. Над верхушками ЧХ располагаются маленькие рожковидные хрящи — *cartilagine corniculata (santorini)*, иногда с ними сращенные (рис. 2) [7].

Таким образом, анатомическая морфология строения ЧХ, по нашему мнению, позволяет достоверно определить верх–низ отдельно взятого ЧХ (*apex–basis*), переднезаднюю его позицию (*processus vocalis–processus muscularis*), латеральную и медиальную поверхности хрящевого объекта (сложный ямочно-гребешковый рельеф–отсутствие рельефа).

При секционном исследовании органокомплекса хрящей гортани с мягким тканями в целом определить с тем, какой из хрящей является правым, а какой левым, не составляет затруднений. Однако после удаления мягких тканей изолированные скелетированные хрящи требуют четкой дифференциации право-и левосторонней принадлежности.

Приведенная информация позволяет кратко сформулировать следующее правило определения право-левосторонности хрящевых объектов: при анатомически правильном расположении исследуемого хряща наличие рельефной его стороны слева будет, бесспорно, указывать на левостороннюю принадлежность хряща, если эта сторона справа — соответственно, хрящ является правым.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на базе Тюменского областного Бюро судебно-медицинской экспертизы (Бюро СМЭ). Материал исследования включал 160 органокомплексов гортани от трупов 80 мужчин и 80 женщин, умерших от механической странгуляционной асфиксии в возрасте от 20 до 78 лет. Препарирование и исследование хрящей гортани производили по модифицированной методике Мишина (1992) [8]. Для консервации выделенных ЧХ и восстановления высушенных ЧХ из архива Бюро СМЭ использовали специальный раствор (спирт 95%, вода дистиллированная, 10% формалин) в разведении 1:1:1. При длительном нахождении ЧХ в этой среде (до 10 нед и более) раствор остается прозрачным, а хрящевая ткань вполне соответствует нативному состоянию. На период исследования каждая пара ЧХ хранилась в вышеуказанном растворе в отдельной емкости.

Материал был разделен на две равные совокупности: 1) обучающая группа (40 мужских и 40 женских пар ЧХ); 2) группа верификации (по 40 пар ЧХ обоего пола).

Их исследование выполнено независимо с интервалом 6 мес.

Определение половой принадлежности

Методика диагностики пола по анатомическим особенностям строения ЧХ человека разработана для взрослого европеоидного населения различного этнического происхождения. Диагностический перечень включает 10 признаков (табл. 1), из которых 9 имеют альтернативный (наличие/отсутствие) характер проявления с частотой встречаемости, близкой к 50%. Исключение сделано лишь для признака № 10, который обнаруживается очень редко и преимущественно у мужчин.

Трактовка признаков дана в форме, максимально способствующей визуальному либо тактильному их распознаванию. Каждый признак допускает две альтер-

нативные оценки: например, наличие (+)/отсутствие (-) или гребневидный (+)/валикообразный (-) и т. п.

Положительная оценка признака ЧХ по первой колонке перечня именуется в дальнейшем мужской вариантой, по второй — женской вариантой.

Статистическая достоверность полового диморфизма у каждого из 9 признаков ЧХ в обучающей группе была проверена с помощью критерия Хи-квадрат и коэффициентов пропорциональности.

Информационная значимость признаков по обучающей группе (J1) и группе верификации (J2) очень близка (см. табл. 1): и в том, и в другом случае она максимальна у признаков № 3 и 4 (80,5–90%) и минимальна у № 2 и 6 (68,7–72,5%). Эти разбросы, как выяснилось в дальнейшем, практически не сказываются на точности диагностики пола по ЧХ.

Преднамеренное исключение в группе верификации одного-двух признаков не приводит к ошибочным результатам, поэтому при малейшем затруднении в оценке признака (или отсутствии признака при нарушении целостности хряща) его в расчет принимать не следует. То же касается случаев, когда оценка вариант признака на правом и левом ЧХ не совпадает.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При исследовании отдельного ЧХ соотношение вариант всех признаков рассчитывают по формуле:

$$ДК = 100Lg(M/Ж),$$

где ДК — диагностический коэффициент, М — количество мужских вариант, Ж — количество женских вариант.

Например, при М = 7 и Ж = 2 ДК = $100Lg7/2 = 54,407$. Если оценки признаков противоположны (М = 2, Ж = 7), то ДК = $100Lg2/7 = -54,407$. В мужской совокупности, как правило, наблюдались положительные величины ДК, в женской — отрицательные, но далеко не всегда (табл. 2).

Точность диагностики пола по группе верификации составляет 93,75%, неопределенные решения имеют место в 6,25% случаях.

Полученные результаты близки к данным по черепу (93,5%), тазу (87,75–89,66%), плечевой кости (74–91%) [3, 4, 6] и почти не уступают методике диагностики пола по морфометрии гортанного комплекса в целом (точность классификации 98,2%), опубликованной М. Byrdu и Т. Jeliessijw [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методика определения половой принадлежности по анатомо-морфологическим признакам черпаловидного хряща взрослого человека обладает высокой точностью и может найти применение в диагностике пола при производстве судебно-медицинской экспертизы гортани разрушенного трупа.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Участие авторов • Author contribution

Р. Р. Калимуллин, В. Н. Звягин — концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, написание, научная редакция и одобрение окончатель-

Таблица 1. Основные анатомо-морфологические признаки черпаловидных хрящей человека, обладающие половым диморфизмом
Table 1. The main anatomical and morphological features of human arytenoid cartilage with sexual dimorphism

№	Признаки/локализация	Муж.	Жен.	J1	J2
Верхний отдел черпаловидного хряща					
1	Верхушка (<i>apex</i>)			83,75	78,75
	• высокая, заостренная	+	-		
	• уплощенная, сглаженная	-	+		
Основание черпаловидного хряща					
2	Голосовой отросток (<i>pr. vocalis</i>)			76,25	68,79
	• с острым углом	+	-		
	• с уплощенным углом	-	+		
3	Мышечный бугорок (<i>pr. muscularis</i>)			92,5	90,0
	• массивный, с наличием ости	+	-		
	• небольшой и сглаженный	-	+		
4	Суставная поверхность (<i>facies articularis</i>)			81,25	82,5
	• поперечник большой ($\geq 5,1$ мм)	+	-		
	• поперечник малый ($\leq 4,5$ мм)	-	+		
Латеральная поверхность черпаловидного хряща					
5	Дугообразный гребешок (<i>crista arcuate</i>)			78,75	78,75
	• гребневидный, протяженный и острый	+	-		
	• валикообразный, прерывистый и пологий	-	+		
6	Холмик (<i>colliculus</i>)			73,75	72,5
	• рельефный	+	-		
	• уплощенный	-	+		
7	Треугольная ямка (<i>fovea triangularis</i>)			75,0	80,0
	• глубокая, рельефная, с овальным контуром	+	-		
	• уплощенная, гладкая, с округлым контуром	-	+		
8	Продолговатая ямка (<i>fovea oblonga</i>)			73,75	77,5
	• углубленная	+	-		
	• уплощенная	-	+		
Задняя поверхность черпаловидного хряща					
9	Задняя поверхность (<i>facies posterior</i>)			80,0	77,5
	• резко вогнутая (глубокая)	+	-		
	• заметно уплощенная (мелкая)	-	+		
Рожковидный и черпаловидный хрящи					
10	• наличие сращения	+	-		8,75
	• отсутствие сращения	-	-		

Примечание. J — информационная значимость полодиагностических признаков (%): 1 — обучающая группа; 2 — группа верификации.

Note. J — informational significance of sex-diagnostic signs (%): 1 — training group; 2 — verification group.

Таблица 2. Пороговые величины диагностического коэффициента для определения пола по качественным анатомо-морфологическим признакам черпаловидных хрящей

Table 2. Threshold values of the diagnostic coefficient for determining sex by qualitative anatomical and morphological features of arytenoid cartilage

Женщины	Пол не установлен	Мужчины
-9,8 и менее	-9,7...+9,7	+9,8 и более

ного варианта рукописи; **Р. Р. Калимуллин** — набор материала и сбор данных; **В. Н. Звягин** — статистический анализ, разработка формулы. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

R. R. Kalimullin, V. N. Zvyagin — concept and design of the study, analysis and interpretation of data, writing, scientific editing, approval of the final-version of the manuscript; **R. R. Kalimullin** — set of material and data collection; **V. N. Zvyagin** — statistical analysis, formulation. Authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis,

interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

The study had no sponsorship.

Конфликт интересов • Conflict of interest

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поletaева М.П. Возможности установления пола по анатомическим особенностям щитовидного хряща человека // Судебно-медицинская экспертиза. 2017. Т. 60, № 4. С. 21–24. doi: 10.17116/sudmed201760421-24
2. Золотенкова Г.В., Шигеев С.В., Поletaева М.П., Гульгельдиев Г.Г. Возможности установления пола по антропометрическим параметрам перстневидного хряща человека // Судебно-медицинская экспертиза. 2021. Т. 64, № 1 С. 24–28. doi: 10.17116/sudmed20216401124
3. Звягин В.Н. Методика краниоскопической диагностики пола человека // Судебно-медицинская экспертиза. 1983. Т. 26, № 3. С. 15–17.
4. Garmus A. Pelvic bones in forensic medicine. Vilnius: Baltic medico-legal association; 1993. С. 128–130.

5. Rogers T., Saunders S. Accuracy of sex determination using morphological traits of the human pelvic // J Forensic Sci. 1994. Vol. 39, N 4. P. 1047–1056. doi: 10.1520/jfs13683j
6. Rogers T. A visual method of determining the sex of skeletal remains using the distal humerus // J Forensic Sci. 1999. Vol. 44, N 1. P. 57–60. doi: 10.1520/jfs14411j
7. Фениш Х. Карманный атлас анатомии человека. Минск: Высшая школа, 1996. 464 с.
8. Мишин Е.С. Особенности повреждений хиоидео-ларинго-трахеального комплекса и методы их обнаружения при удушении петлей // 3-й Всероссийский съезд судебных медиков. Ч. II. Саратов, 1992. С. 320–323.
9. Byrды M., Jeliесеijw T. Kriminalistik forens. Wiss, 1971. P. 153–159. [Quoted by Hunger H., Leopold D. Identification. Leipzig: J.A. Barth, 1978. P. 157–159].

REFERENCES

1. Poletaeva M. The possibilities for sex determination based on the specific anatomical features of the human thyroid cartilage. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2017;60(4):21–24. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed201760421-24
2. Zolotenkova G, Shigeev S, Poletaeva M, Gulgeldiev G. The possibilities for gender determination based on the specific anatomical features of the human cricoid cartilage. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2021;64(1):24–28. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed20216401124
3. Zvyagin VN. Method of cranioscopic diagnosis of human sex. *Forensic medical examination*. 1983;26(3):15–17. (In Russ).
4. Garmus A. Pelvic bones in forensic medicine. Vilnius: Baltic medical-legal association; 1993. P. 128–130.

5. Rogers T, Saunders S. Accuracy of sex determination using morphological traits of the human pelvic. *J Forensic Sci*. 1994; 39(4):1047–1056. doi: 10.1520/jfs13683j
6. Rogers T. A Visual method of determining the sex of skeletal remains using the distal humerus. *J Forensic Sci*. 1999;44(1): 57–60. doi: 10.1520/jfs14411j
7. Fenish H. Pocket atlas of human anatomy. Minsk: Vysheyschaya shkola; 1996. 464 p.
8. Mishin ES. Features of injuries of the hioidero-laryngo-tracheal complex and methods for their detection with loop strangulation in the book: 3rd All-Russian congress of forensic physicians (materials). Part II. Saratov; 1992. P. 320–323. (In Russ).
9. Byrды M, Jeliесеijw T. Kriminalistik forens. Wiss; 1971. P. 153–159. [Quoted by Hunger H, Leopold D. Identification. Leipzig: J.A. Barth; 1978. P. 157–159].

ОБ АВТОРАХ

* **КАЛИМУЛЛИН Рафкат Равильевич**; адрес: Российская Федерация, 625032, Тюмень, ул. Юрия Семовских, д. 14, e-mail: kalim_raf@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9707-912X>

ЗВЯГИН Виктор Николаевич, д.м.н., профессор; e-mail: oil@rc-sme.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1972-3615>

AUTHORS INFO

Rafkat R. Kalimullin; address: 14 Yuri Semovskikh str., Tyumen, 625032, Russian Federation; e-mail: kalim_raf@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9707-912X>

Viktor N. Zvyagin, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; e-mail: oil@rc-sme.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1972-3615>