

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ЧЕЛОВЕКА ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ЩИТОВИДНОГО ХРЯЩА

Пиголкин Ю.И., Полетаева М.П., Золотенкова Г.В.

Цель исследования. Изучить возрастную динамику строения щитовидного хряща (ЩХ) на рентгенограммах для оценки возможности использования полученных данных при судебно-медицинской идентификации личности.

Материалы и методы. Исследованы 90 рентгенограмм щитовидного хряща, на которых с помощью программы графического анализа изображений были определены площадь щитовидного хряща, площадь костной и хрящевой ткани.

Результаты. После статистической обработки полученных данных найдена сильная прямая связь между степенью окостенения щитовидного хряща и возрастом человека ($r = 0,8$), что в дальнейшем позволило вывести уравнение линейной регрессии для определения возраста. Среднеквадратичная величина ошибки прогнозирования составила 8,4 года.

Выводы. Полученные результаты могут быть применены на практике как дополнительный критерий определения биологического возраста человека при судебно-медицинской идентификации личности.

Ключевые слова: идентификация личности, определение возраста, щитовидный хрящ, рентгенологический метод.

Контактный автор: Полетаева М.П., e-mail: poletaeva.maria2013@yandex.ru

Для цитирования: Пиголкин Ю.И., Полетаева М.П., Золотенкова Г.В. Использование лучевой диагностики для определения биологического возраста человека по морфометрическим параметрам щитовидного хряща. REJR 2017; 7(4):23-29. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-4-23-29.

Статья получена: 02.10.17

Статья принята: 16.10.17

AGE DETERMINE BY THE AGE OF THE THYROID CARTILAGE BY THE RADIOLOGICAL METHOD IN FORENSIC MEDICINE

Pigolkin Yu.I., Poletaeva M.P., Zolotenkova G.V.

Purpose. The aim of this article is radiological examination of age change of thyroid cartilage (TC).

Materials and methods. 90 radiographs of TC were observed in this study. The degree, distribution and frequency of ossification of thyroid cartilage were investigated in each radiograph by the software of graphical analysis of data.

Results. Radiographically detectable thyroid ossification increased with age. There was a positive correlation between degree of osseous tissue and age (correlation coefficient = 0.8) and standard error was 8.4 year.

Conclusions. The thyroid cartilage has age-related changes in its structure. This method for detecting of age can be used in personal identification with more accurate methods in forensic medicine.

Keywords: personal identification, age determine, thyroid cartilage, forensic radiology.

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Москва, Россия.

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Moscow, Russia.

Corresponding author: Poletaeva Maria, e-mail: poletaeva.maria2013@yandex.ru.

For citation: Pigolkin Yu.I., Poletaeva M.P., Zolotenkova G.V. Age determine by the age of the thyroid cartilage by the radiological method in forensic medicine. REJR 2017; 7(4):23-29. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-4-23-29.

Received: 02.10.17

Accepted: 16.10.17

В медицине изучение костной системы методами лучевой диагностики появилось в начале прошлого века и продолжается до настоящего времени, в том числе и в судебно-медицинской экспертизе [1, 2]. Данные методы позволяют выявить характер повреждения костей, установить механизм и давность получения травмы. Прижизненные рентгенологические (одонтологические, КТ и МРТ) данные используются для индивидуального отождествления личности с помощью сравнения со снимками, полученными в ходе судебно-медицинской экспертизы. Известно, что кости отражают общие процессы развития организма и являются наиболее информативным показателем биологического возраста человека [3]. Неуклонный рост количества несчастных случаев, природных, техногенных катастроф и террористических актов сопровождается массовой гибелью людей. Повреждения и расчленения трупов за счет воздействия физических факторов, влияние поздних трупных изменений и другие факторы значительно осложняют процесс идентификации личности. В этих условиях при идентификации личности увеличивается значение общих признаков личности, то есть принадлежности идентифицируемого к определенной группе людей по расовому признаку, полу, росту и т.д. [4]. По мнению многих авторов одним из наиболее важных общих признаков является возраст. В настоящее время накоплены многочисленные рентгенологические данные по возрастным изменениям различных костей скелета человека, например, по кисти, грудине, бедренной кости, костям таза и другие [3, 5, 6]. В современной литературе до настоящего времени практически отсутствуют данные о возрастных изменениях щитовидного хряща (ЩХ). В связи с тем, что только полное картирование различных костных структур позволяет с максимальной точностью определить возраст неизвестного человека, изучение возрастных изменений щитовидного хряща представляется перспективной задачей.

Таким образом, целью настоящей работы явилось изучение с помощью рентгенологического метода возрастных преобразований щитовидного хряща, выявление наиболее зависящего от возраста параметра и разработка диагностической модели биологического возраста

человека.

Материалы и методы.

В бюро СМЭ ДЗ г. Москвы было отобрано 90 рентгенограмм щитовидного хряща от мужчин с известным возрастом без сильного повреждения пластинок хряща. Рентгенологическое исследование выполнено в прямой проекции, при помощи рентгеновского аппарата SRI, модель SR-130 SDU при следующих параметрах: KVP-40, MAS -0,7 TIME -0,05, L-86 см, с записью результатов в графические файлы формата DICOM с последующей конвертацией в jpg формат. Для дифференцированного исследования возрастных изменений хрящевой ткани весь исследованный материал был распределен по группам, его характеристика представлена в таблице №1. Средний возраст составил 41 год.

Полученное графическое изображение рентгенограммы щитовидного хряща исследовалось с помощью программы графического анализа изображений (Adobe Phothoshop CS6). Алгоритм исследования включал следующие этапы: определение на рентгенограмме общей площади щитовидного хряща (рис. 1), вычисление площади костной и хрящевой ткани в процентах и их соотношение относительно друг друга.

При этом обращалось внимание на расположение костной ткани в исследуемом образце. Полученные данные обобщались, вносились в базу данных Microsoft Excel. Статистическая обработка проведена с помощью статистической программы IBM SPSS Statistics 21.

Результаты.

Щитовидный хрящ состоит из правой и левой пластинок четырехугольной формы, соединенных между собой под различным углом. Каждая пластинка имеет верхний, нижний, передний и задний края. Передние края пластинок соединяются и образуют линию смыкания, оставляя у верхнего края верхнюю щитовидную вырезку. От задних краев пластинок отходят две пары рогов: длинные верхние рожки и более толстые и короткие нижние рожки [7]. В возрасте до 18 лет щитовидный хрящ на рентгенограмме представлен только хрящевой тканью во всех исследуемых случаях (рис. 2). После 19 лет появляются первые очаги костной ткани, расположенные в нижне - заднем углу и в ниж-

Таблица №1. Распределение материала исследования по возрасту, n=90.

Возрастная группа	Число наблюдений, абс.	Процент наблюдений, %
1. Детский, юношеский (до 18 лет)	9	10
2. Первый период зрелого возраста (19-35 лет)	9	32
3. Второй период зрелого возраста (36-60 лет)	31	34
4. Старческий (61-75 лет)	21	24
Всего	90	100

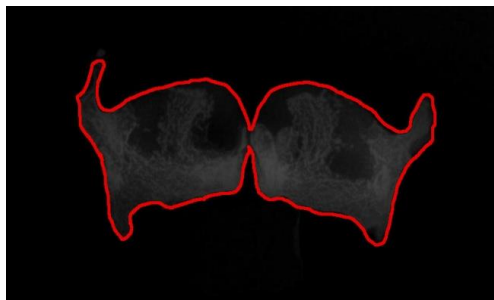


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

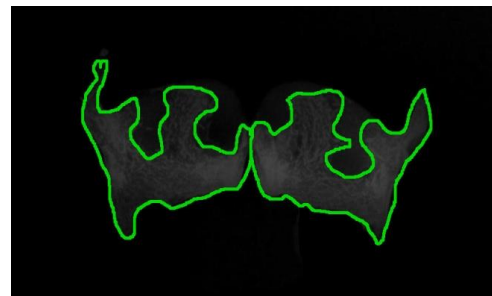


Рис. 1 б (Fig. 1 б)

Рис. 1. МРТ.

Метод измерения площади щитовидного хряща (а) и площади окостенения щитовидного хряща (б) на рентгенограммах с помощью программы Adobe Phothoshop CS6.

Fig. 1. MRI.

The method of determining area of TC (a) and area ossification of TC (b) in radiograph by Adobe Phothoshop CS6.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

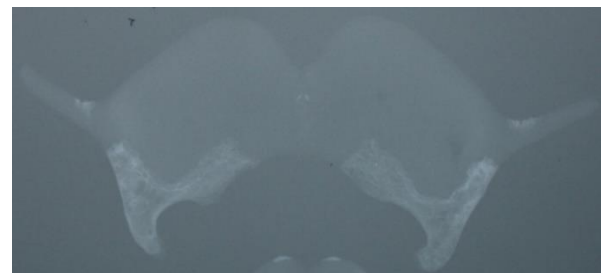


Рис. 2 б (Fig. 2 б)



Рис. 2 в (Fig. 2 с)



Рис. 2 г (Fig. 2 d)

Рис. 2. Рентгенограммы щитовидного хряща мужчин различных возрастов, прямая проекция.

а - юноша 18 лет, б - мужчина 35 лет, в - мужчина 50 лет, г - мужчина 67 лет.

Fig. 2. Radiograph of TC of men: а - 18 years, б -35 years, с - 50 years, d - 67 years.

них рожках щитовидного хряща (табл. №2). Костная ткань занимает до 29% площади щитовидного хряща. Среднее значение для возрастной группы 19-35 лет составляет $19 \pm 8\%$.

С увеличением возраста к уже имеющемуся окостенению ниже-заднего угла и нижних рожков щитовидного хряща присоединяется костная ткань в нижней части пластинки: она занимает сначала до $\frac{1}{4}$ ее высоты, затем – половину пластинки. На следующем этапе отмечается окостенение задних краев пластинок. В возрастной группе от 36 до 60 лет общий процент окостенения составляет $40 \pm 14\%$ (максимальное значение 59%). От 61 до 75 лет костная ткань распространяется вверх по пластинке и затрагивает всю толщину верхних рожков и большую часть пластинок щитовидного хряща. Среднее значение площади окостенения для этой группы – $68 \pm 9\%$ (табл. №2).

При исследовании совместного распределения возраста образцов и доли костной ткани на рентгенограмме было получено, что между ними имеется сильная прямая связь, близкая к линейной (рис. 3).

При построении прогноза ожидаемой величины возраста по доли костной ткани по методу линейной регрессии было получено следующее выражение:

прогноз возраста = $17,594 + 0,705 \cdot \text{процент костной ткани (\%)}$.

Среднеквадратичная величина ошибки прогнозирования составила 8,4 года. При сопоставлении ожидаемых и фактических значений возраста было получено, что в самой старшей и самой младшей возрастной группе ошибок в определении возраста нет, а в средних возрастных группах возможны ошибочные выводы с попаданием прогноза в соседнюю группу. Доля правильных ответов составила 76,6 % (табл. №3).

Обсуждение результатов.

Наше исследование показало, что щитовидный хрящ подвергается естественным возрастным изменениям, первые признаки которых начинаются в период после 18 лет. По мнению одних исследователей, процессы обызвествления хряща и замещение его костной тканью начинаются с периода половой зрелости, по мнению других – с момента прекращения роста скелета [8, 9]. Полученный результат согласуется с представлениями теории старения и гетерохронией возрастных изменений органов и систем [3]. Ведущим показателем возрастных перестроек оказалась площадь костной ткани в образце (%). В работах некоторых авторов было установлено, что процесс замещения хрящевой ткани в щитовидном хряще имеет гендерные отличия [10, 11]. Поэтому, для исключения влияния половых гормонов на процесс оссификации, в настоящем исследовании в качестве объ-

екта изучения были выбраны рентгенограммы щитовидного хряща только лиц мужского пола. Наше исследование показало наличие положительной корреляционной связи между степенью окостенения щитовидного хряща и возрастом у мужчин ($r=0.8$). При этом максимальное значение коэффициента корреляции отмечено в возрастной группе 36-60 лет. Полученные данные согласуются с другими работами. De la Grandmaison, изучив 82 рентгенограммы гортанно-подъязычно-трахеального комплекса, получил коэффициент корреляции между возрастом и баллом «непрозрачности» щитовидного хряща, равным 0,74, стандартная ошибка определения возраста при этом составила 12,7 лет [12]. В другом исследовании K-D Dank-Tran проанализировал 312 изображений КТ органов шеи и получил коэффициент корреляции в мужской выборке – 0,75 (стандартная ошибка составила ± 18 лет) [13]. Так же в исследовании Juric A.G. было отмечено, что степень оссификации щитовидного хряща увеличивается с возрастом и у всех исследованных мужчин после 70 лет имеется полное окостенение верхних и нижних рожков и пластинок [14]. Türkmen S. провел ретроспективное исследование по определению рентгенологических возрастных изменений в гортани у 300 человек [15]. Автор обратил внимание на то, что окостенение в щитовидном хряще началось в нижнем рожке и прогрессировало до переднего и заднего края пластинки. Исследователи пришли к выводу, что возрастные изменения хрящей гортани хорошо визуализируются на рентгенограммах, а потому рентгенографию щитовидного хряща можно использовать как эффективный метод установления возраста. Следует заметить, что дегенеративные процессы в хряще у человека распространяются с различной скоростью, поэтому в литературе описаны случаи раннего окостенения щитовидного хряща у 14-летнего мальчика, а также отмечены случаи минимальной оссификации в возрасте 80-89 лет и почти полное окостенение хрящей гортани в возрасте 30-39 лет [10, 16].

Заключение.

По результатам проведенного исследования рентгенограмм щитовидного хряща мужчин мы установили, что щитовидный хрящ обладает возрастной изменчивостью. Замещение хрящевой ткани костной тканью в нем является естественным процессом и начинается в возрасте после 19 лет. Полученные данные позволяют использовать рентгенограммы щитовидного хряща в качестве дополнительного критерия при установлении возраста. С помощью предложенного метода можно дифференцировать исследуемый материал на широкие возрастные группы и использовать результаты исследования в комплексной оценке возраста в судебно-

Таблица №2. Расположение и распределение костной ткани в щитовидном хряще на изученных рентгенограммах.

Возраст	Процент костной ткани в образце, %	Расположение окостенения в ЩХ
До 18 лет	0	Отсутствует
19-35 лет	1-19	Нижне - задний угол
	20-29	Нижние рога
36-60 лет	30-39	Нижние рога, до ¼ пластинки
	40-49	Нижние рога, до ¼ пластинки, задние края пластинок
	50-59	½ пластинок, нижние рога, задние края пластинок
61-75 лет	60-69	½ пластинок, нижние рога, задние края пластинок, верхние рога
	70-79	Два окна посередине пластинки
	80-89	Хрящевое окно в середине пластинок

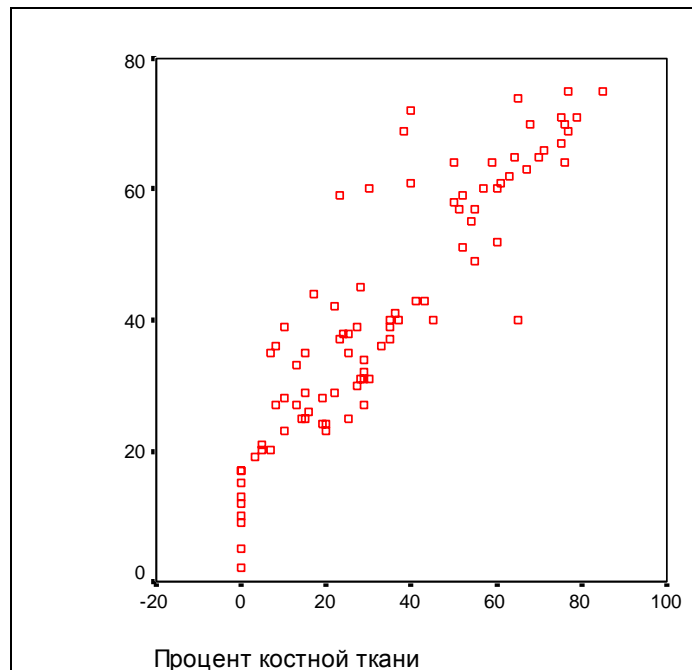


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. График совместного распределения доли костной ткани в щитовидном хряще и возраста.

Fig. 3. The distribution of the of the proportion of bone tissue in TC and age.

Таблица №3. Совместное распределение фактического возраста и его прогноза.

Прогнозируемый возраст/ Фактический возраст	0-18	19-35	36-60	>60	Всего
0-18,5	9	0	0	0	9
18,5-35,5	0	22	8	0	30
35,5-60,5	0	7	22	5	34
от 60,5	0	0	0	16	16
Всего	9	29	31	21	90

медицинской практике.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Список литературы:

1. Буров С.А., Резников Б.Д. Рентгенология в судебной медицине. Издательство Саратовского университета, 1975, с. 288.
2. Brogdon B.G. Forensic Radiology CRC Press LLC, 1998. 454 p
3. Глыбочко П.В., Пиголкин Ю.И., Николенко В.Н., Золотенкова Г.В., Ефимова А.А., Алексеев Ю.Д., Федуллова М.В., Савенкова Е.Н., Курзин Л.М., Гончарова Н.Н., Юрченко М.А., Мирошниченко Н.В. Судебно-медицинская диагностика возраста. М.: Первый МГМУ имени И.М.Сеченова, 2016.с.317
4. Звягин В.Н. Новый групповой критерий для дифференциации жертв массовых катастроф Проблемы экспертизы в медицине.2001;1(2):4-8.
5. Юрченко М.А., Пиголкин Ю.И. Метод определения возраста взрослого человека по маркерам старения костей кисти Вестник судебной медицины 2015;1(4):5-8
6. Юрченко М.А., Золотенкова Г.В., Пиголкин Ю.И., Федуллова М.В. Минеральная плотность костной ткани как признак возрастной инволюции костей человека Морфология 2013;144 (4):80-85
7. Williams P.L., Warwick R., Dyson M., Bannister L.H. Gray's Anatomy, 37th ed. London: Churchill Livingstone 1989 37th ed., 1249-1252.
8. Golghate, T., Tambe, S., Meshram, M., Kasote, A., Rahule, A. S., & Thakre, B. Early Ossification of Thyroid Cartilage. Journal of Contemporary Medicine and Dentistry 2014; 2(1): 51–53. doi:10.18049/jcmad/219a11.

References:

1. Burov S.A., Reznikov B.D. Rentgenologiya v sudebnoi meditsine Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 1975, s. 288. Brogdon B.G. Forensic Radiology CRC Press LLC, 1998. 454 p (in Russian).
2. Brogdon B.G. Forensic Radiology CRC Press LLC, 1998. 454 p.
3. Glybochko P.V., Pigolkin Yu.I., Nikolenko V.N., Zolotenkova G.V., Efimova A.A., Alekseev Yu.D., Fedulova M.V., Savenkova E.N., Kurzin L.M., Goncharova N.N., Yurchenko M.A., Miroshnichenko N.V. Sudebno-meditsinskaya diagnostika vozrasta. M.: Pervyi MGIMU imeni I.M. Sechenova, 2016. 317 p (in Russian).
4. Zvyagin V.N., Galitskaya O.I., Beresovsky M.E., Korolyov V.V.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

9. Ross M.H., Paulina W. Histology: A Text and Atlas with correlated cell and molecular biology. Wolters Kluwer 2011
10. Mupparapu M., Vuppalapati A. Ossification of Laryngeal Cartilages on Lateral Cephalometric Radiographs Angle Orthodontist 2005;75(2):196-201.
11. Зелигман С.Б. Возрастные изменения и половые особенности крупных хрящей гортани человека (рентгено-анатомическое исследование) Судебно-медицинская экспертиза 1959;2:6-16
12. De la Grandmaison G.L., Banasr A., Durigon M. Age estimation using radiographic analysis of laryngeal cartilage Am J Forensic Med Pathol. 2003; 24(1):96-99. doi:10.1097/01.paf.0000052756.47528.6d
13. Dang-Tran K.D., Dedouit F., Joffre F. et al. Thyroid cartilage ossification and multislice computed tomography examination: a useful tool for age assessment? J Forensic Sci.;2010 55(3):677-683. DOI: 10.1111/j.15564029.2010.01318.x
14. Jurik A.G. Ossification and calcification of the laryngeal skeleton. Acta Radiologica Diagnosis 1984;25: 17-22.
15. Türkmen S., Cansu A., Türedi S. Age-dependent structural and radiological changes in the larynx ClinRadiol.– 2012; 67(11):22-26.
16. Golghate, T., Tambe, S., Meshram, M., Kasote, A., Rahule, A. S., & Thakre, B. Early Ossification of Thyroid Cartilage. Journal of Contemporary Medicine and Dentistry 2014; 2(1): 51–53. doi:10.18049/jcmad/219a11.

New group criterion for differentiation of mass catastrophes victims Problemy ekspertizy v meditsine.2001;1(2):4-8 (in Russian).

5. Yurchenko M.A., Pigolkin Yu.I. A method to determine the age of an adult by the aging markers of hand bones Vestnik sudebnoi meditsiny 2015;1(4):5-8 (in Russian).
6. Yurchenko M.A., Zolotenkova G.V., Pigolkin Yu.I., Fedulova M.V. Bone mineral density as a sign of an agerelated involution of human bones Morfologiya 2013;144 (4):80-85 (in Russian).
7. Williams P.L., Warwick R., Dyson M., Bannister L.H. Gray's Anatomy, 37th ed. London: Churchill Livingstone 1989 37th ed., 1249-1252.

8. Golghate, T., Tambe, S., Meshram, M., Kasote, A., Rahule, A. S., & Thakre, B. Early Ossification of Thyroid Cartilage. *Journal of Contemporary Medicine and Dentistry* 2014; 2(1): 51–53. doi:10.18049/jcmad/219a11
9. Ross M.H., Pawlina W. *Histology: A Text and Atlas with correlated cell and molecular biology*. Wolters Kluwer 2011.
10. Mupparapu M., Vuppapapati A. Ossification of Laryngeal Cartilages on Lateral Cephalometric Radiographs *Angle Orthodontist* 2005;75(2):196-201.
11. Zeligman S.B. Vozrastnye izmeneniya i polovye osobennosti krupnykh khryashchei gortani cheloveka (rentgeno - anatomicheskoe issledovanie) *Sudebno-meditinskaya ekspertiza* 1959;2:6-16 (in Russian).
12. De la Grandmaison G.L., Banasr A., Durigon M. Age estimation using radiographic analysis of laryngeal cartilage *Am J Forensic Med Pathol* 2003; 24(1):96-99. doi:10.1097/01.paf.0000052756.47528.6
13. Dang-Tran K.D., Dedouit F., Joffre F. et al. Thyroid cartilage ossification and multislice computed tomography examination: a useful tool for age assessment? *J Forensic Sci.*;2010 55(3):677-683. DOI: 10.1111/j.15564029.2010.01318.x
14. Jurik A.G. Ossification and calcification of the laryngeal skeleton. *Acta Radiologica Diagnosis* 1984;25: 17-22.
15. Türkmen S., Cansu A., Türedi S. Age-dependent structural and radiological changes in the larynx *ClinRadiol*– 2012; 67(11):22-26.
16. Golghate, T., Tambe, S., Meshram, M., Kasote, A., Rahule, A. S., & Thakre, B. Early Ossification of Thyroid Cartilage. *Journal of Contemporary Medicine and Dentistry* 2014; 2(1): 51–53. doi:10.18049/jcmad/219a11.