

На правах рукописи

**ПОЛЕТАЕВА
Мария Петровна**

**СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ДИАГНОСТИКА ВОЗРАСТНЫХ
ИЗМЕНЕНИЙ ЩИТОВИДНОГО ХРЯЩА**

14.03.05 – судебная медицина

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2019

Работа выполнена в ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

Научный руководитель:

член-корреспондент РАН,
доктор медицинских наук, профессор

Пиголкин Юрий Иванович

Официальные оппоненты:

Баринов Евгений Христофорович – доктор медицинских наук, доцент, ФГОУ ВО МГМСУ имени А.И. Евдокимова Минздрава России, кафедра судебной медицины и медицинского права, профессор кафедры;

Федулова Мария Вадимовна – доктор медицинских наук, ФГБУ "РЦСМЭ" Минздрава России, отдел лабораторных, морфологических и специальных исследований, заведующая отделом.

Ведущее учреждение – ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И.П. Павлова» Минздрава России.

Защита диссертации состоится «___» _____ 2019 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета Д. 208.040.16 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2.

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119021, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1, и на сайте организации (www.sechenov.ru).

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.м.н.

Машковский Евгений Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности темы диссертации

Актуальной проблемой современной судебной медицины является идентификация личности (ИЛ) (Звягин В.Н. и др., 2016; Золотенкова Г.В., 2015; Леонов С.В. и др., 2017; Пиголкин Ю.И. и др., 2014, 2015, 2016, 2017; Титаренко Е.Н. и др., 2014). Неизменный интерес к данной проблеме у нас в стране и за рубежом связан с увеличивающимся количеством природных, техногенных катастроф и террористических актов (Aly S.M. и др., 2016; Bhateja S. и др., 2015; Brough A.L. и др., 2015; Cotter M.M., 2015; Dykes E. и др., 2016, Lewis J.M., 2015; Márquez-Grant N., 2015). Особенностью данных происшествий является большое количество жертв, значительное повреждение останков, которые часто сопровождаются сильной фрагментацией и скелетированием трупов, что существенно усложняет установление личности неизвестного (Chariot P. и др., 2015; Fins P. и др., 2017; Timme M. и др., 2017). Судебно-медицинская ИЛ проводится также в случаях нахождения расчлененных, обугленных, гнилостно-изменённых и мумифицированных трупов, у которых утрачены многие идентификационные признаки (Абрамов А. С., 2012; Баринов Е.Х. и др., 2008; Звягин В.Н., 2005; Золотенкова Г.В., 2003; Пиголкин Ю.И. и др., 2012, 2014; Федулова М. В., 2004). Одной из главных задач, решаемых при обнаружении неопознанного трупа или его останков, является установление возраста умершего. Возраст является наиболее значимым общегрупповым признаком личности, который позволяет провести правильную судебно-медицинскую сортировку представленных на экспертизу объектов и позволяет сузить круг объектов, подлежащих дальнейшему сравнительному исследованию (Алексеев Ю.Д. и др., 2016; Ефимов А.А., Савенкова Е.Н., 2015; Звягин В.Н., 2012; Курзин Л.М., 2012; Пиголкин Ю.И. и др., 2012, 2017).

В современной литературе имеются многочисленные сведения о возрастных изменениях различных органов и тканей, которые могут быть использованы для идентификации личности (Авдеев А.И. и др., 2016; Алексеев Ю.Д. и др., 2016, Глыбочко П.В. и др., 2007, 2016; Ермилов В.В., Ткаченко М.В., 2013; Курзин Л.М., 2012; Пиголкин Ю.И., Золотенкова Г.В., 2014; Пяткова Е.В., 2014; Золотарева М. А., 2017), а костная ткань является наиболее оптимальным материалом для получения достоверных результатов (Авдеев А.И. и др., 2016; Пиголкин Ю.И. и др., 2012; Sansoni G. и др., 2009). Она обладает большим числом индивидуальных признаков, которые сохраняются долгое время, и менее всего подвержена разрушительным факторам окружающей среды (Пашкова В.И. и др., 1978; Осипенкова-Вичтомова Т.К., 2017).

Опыт использования костной ткани для целей идентификации имеет многолетнюю историю, и при этом судебно-медицинскими экспертами на практике чаще всего используется исследование черепа (Звягин В.Н., 1981, 1988, 2005, 2012, 2016), костей кисти (Пиголкин Ю.И. и др., 2012, 2015), длинных трубчатых костей (Бахметьев В.И. и др., 2014; Золотенкова Г.В., 2003; Пиголкин Ю.И. и др., 2012; Пятчук С.В., 2001) и ребер (Федулова М.В., 2004). В настоящее время появилось большое количество работ по изучению костно-хрящевых структур (Ефимов А.А. и др., 2015; Кирьянова К. С. и др., 2017; Новоселов В.П. и др., 2013, 2014; Пиголкин Ю.И. и др., 2006, 2012; Пяткова Е.В., 2015). Анализ современной литературы показал, что изучение щитовидного хряща в целях идентификации имеет разрозненные сведения о его гендерных отличиях (Зелигман С.Б., 1959; Марков О. В., Тучик Е.С., 2011; Хохлов В.Д., 1998; Fisher E. и др., 2016; Naimo P. и др., 2015) и изменениях в отдельные возрастные периоды (Cerny M., 1983; Jurik A.G., 1984; De la Grandmaison G.L. и др., 2003; Mupparapu M., Vuppalapati A., 2002, 2005; Dang-Tran K. D. и др., 2010; Garvin H., 2008, 2011; Türkmen S. и др., 2012), а данные всестороннего исследования щитовидного хряща на сегодняшний день отсутствуют.

В связи с вышесказанным, диагностика возрастных изменений щитовидного хряща является актуальной темой для исследования и имеет большое практическое значение для судебно-медицинской идентификации личности.

Цель исследования

Целью исследования явилось установление общих закономерностей и некоторых отличий возрастных изменений щитовидного хряща человека для создания на их основе нового метода определения возраста.

Задачи исследования

1. Изучить возрастные изменения щитовидного хряща с помощью антропометрического, рентгенологического и гистологического методов исследования.

2. Установить морфологические критерии, имеющие наибольшую взаимосвязь с возрастом.

3. Создать цифровую базу данных, основанную на данных проведенного исследования щитовидного хряща от трупов людей различного возраста.

4. Разработать математическую основу (экспертную модель) судебно-медицинской диагностики возраста с помощью базы данных рентгенологического и морфометрического исследования щитовидного хряща.

Научная новизна исследования

В ходе исследования проведено комплексное изучение возрастных изменений щитовидного хряща человека антропометрическим, рентгенологическим и морфометрическим методами.

Получены новые данные о рентгенологическом строении щитовидного хряща: выявлены качественные и количественные характеристики его возрастной изменчивости на рентгенограммах в возрастных группах до 18 лет, 19 – 35 лет, 36 – 60 лет, старше 61 года. Исследована гистологическая структура щитовидного хряща в различные возрастные периоды. Выявлены качественные и количественные гистологические изменения костной и хрящевой структуры щитовидного хряща, зависящие от возраста.

Выявлены общие закономерности и некоторые возрастные отличия в развитии костной и хрящевой ткани в щитовидном хряще. Разработан экспресс-метод установления биологического возраста человека на основании анализа рентгенограмм щитовидного хряща. Разработана комплексная экспертная модель диагностики возраста по щитовидному хрящу, включающая его рентгенографическое и морфометрическое исследования.

Теоретическая и практическая значимость

Научно-практическая значимость исследования определяется фундаментальным подходом к изучению антропометрических, рентгенологических и микроскопических особенностей строения щитовидного хряща человека. Получены новые данные по возрастной морфологии щитовидного хряща, которые являются основой для расширения современных представлений о возрастной анатомии щитовидного хряща. Полученные сведения существенно дополняют имеющуюся информацию о возрастной изменчивости щитовидного хряща и могут быть внедрены в образовательный процесс на кафедрах гистологии, эмбриологии и цитологии медицинских вузов.

Полученные результаты одновременно являются основой для дальнейшего развития судебно-медицинской ИЛ. Основные результаты исследования рекомендованы для использования при чтении лекций и проведении практических занятий по судебно-медицинской идентификации личности на кафедрах судебной медицины.

Для решения прикладных задач судебно-медицинской экспертизы предложен новый экспресс-метод диагностики возраста по рентгенограмме щитовидного хряща. Данный метод может быть использован на предварительном этапе установления личности неизвестного, что особенно важно при чрезвычайных происшествиях с массовыми человеческими жертвами. Предложенный метод существенно повышает точность получаемых предварительных результатов, не требует специального дорогостоящего оборудования и может быть использован в повседневной работе судебно-медицинскими экспертами. В судебно-медицинскую практику предложен новый

комплексный метод определения возраста по рентгенологическим и морфометрическим особенностям строения щитовидного хряща человека.

Результаты работы могут быть использованы в экспериментальной, научно-исследовательской и практической деятельности врачей судебно-медицинских экспертов и морфологов в гистологических и медико-криминалистических отделениях бюро судебно-медицинской экспертизы для установления биологического возраста человека.

Методология и методы исследования

Методология исследования заключается в комплексном анализе научных трудов отечественных и зарубежных ученых в области возрастной морфологии, которые сформировали основные положения учения. Теоретико-методологической основой исследования явился системный подход к использованию фундаментальных положений о механизмах и основах онтогенетического развития организма, основных закономерностях возрастных изменений (Аршавский И.А., 1982), а также научные представления П.К. Анохина (1980) о гетерохронности развития, вытекающего из теории системогенеза, П.А. Мотавкина (1994, 2012) и Ю.И. Пиголкина (1982, 1991, 2001, 2006) о гетерохронии, гетеротопии и гетерометрии развития организма.

В работе использованы высокоинформативные методологические подходы. Для детального изучения возрастных изменений применены антропометрический, рентгенологический, гистологический, морфометрический методы исследования, с последующим применением статистической обработки цифрового материала.

Диссертационное исследование выполнено на секционном материале – щитовидный хрящ (ЩХ) от трупов 130 мужчин и 50 женщин в возрасте от 1 года до 96 лет в несколько этапов (рисунок 1).

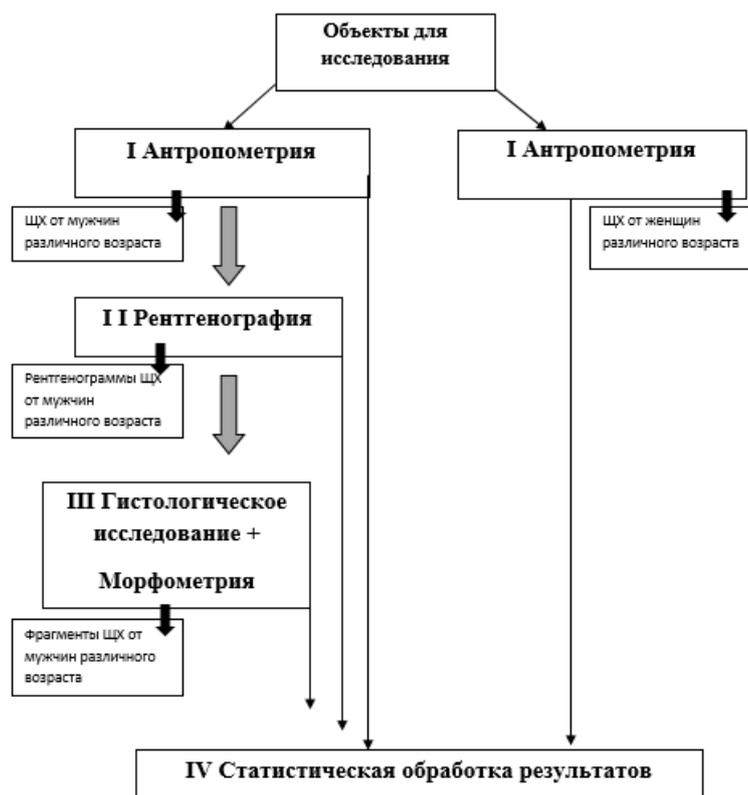


Рисунок 1 – Дизайн исследования

На начальном этапе проанализирована мировая (отечественная и зарубежная) литература, посвященная изучению щитовидного хряща человека и его возрастным изменениям. На первом этапе исследован ЩХ мужчин и женщин с целью выявления его возрастной изменчивости с помощью метода антропометрии. На втором этапе для дальнейшего решения поставленных задач были исследованы рентгенограммы ЩХ от лиц мужского пола различного возраста, осуществлена их качественная и количественная оценка. На третьем этапе, для подтверждения полученных предварительных результатов, проведено гистологическое исследование ЩХ от лиц мужского пола различного возраста с дальнейшим гистоморфометрическим анализом. Критерии невключения в исследование: наличие травм и патологии органов шеи.

В соответствии с поставленной целью весь полученный материал был разделен на 4 возрастные группы: до 18 лет, 19 – 35 лет, 36 – 60 лет, старше 61 года.

Статистическая обработка полученных результатов выполнена на четвертом этапе исследования при помощи программного обеспечения для ПК IBM Statistica

21 с соблюдением рекомендаций для медицинских и биологических исследований.

Положения, выносимые на защиту

1. Рентгенологические и морфометрические параметры щитовидного хряща характеризуются определенной возрастной изменчивостью, что дает возможность их использования при судебно-медицинской диагностике возраста.

2. Новый экспресс-метод диагностики биологического возраста человека по рентгенограммам щитовидного хряща позволяет установить возраст человека с точностью $\pm 8,4$ лет, что позволяет отнести образец к определенной возрастной группе, и может быть использован как дополнительный критерий для установления возраста при проведении экспертиз неизвестного.

3. Метод, основанный на комплексном анализе рентгенограмм щитовидного хряща и его гистологической структуры, позволяет определить возраст человека с погрешностью $\pm 4,3$ года и может быть использован в комплексной диагностике возраста человека при проведении судебно-медицинской идентификации личности по трупам.

Личный вклад автора

Личный вклад автора состоит в сборе и обработке материала, получении исходных данных, разработке алгоритма проведения исследования, выполнении морфометрических и статистических расчетов. Автор непосредственно участвовал во всех этапах исследования: от постановки задач и их реализации до обсуждения результатов. Автором лично выполнена обработка полученных данных и подготовка основных публикаций по теме исследования.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс со студентами на кафедре судебной медицины ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), ГБУЗ города Москвы Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы.

Степень достоверности и апробация результатов

Работа выполнена на высоком научно-практическом уровне с использованием современных методов исследования. Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертационной работы подтверждается их репрезентативностью за счет изучения достаточного количества образцов (180 щитовидных хрящей), полученных от трупов мужчин и женщин, с применением современных методов исследования, адекватных поставленным задачам, с использованием методов статистического анализа. Выводы логично вытекают из содержания диссертационной работы, обоснованы с теоретических и практических позиций. Практические рекомендации аргументированы и подкреплены результатами собственных исследований.

Основные результаты работы были представлены на таких конференциях, как: Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики» (Москва, 2016); Международный конгресс и научно-практическая школа «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики» (2017, 2018); Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием) «Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Взгляд молодых ученых» (Пермь, 2016, 2017); XXIII конгресс «Медицинское право, биоэтика и мультикультурализм» (Баку, 2017); XII научно-практическая конференция «Судебная медицина, наука и практика» (Москва, 2017); XVI Ассамблея "Здоровье Москвы» (Москва, 2017); научно-практическая конференция «Актуальные вопросы судебно-медицинской токсикологии: клинические и патоморфологические аспекты» (Хабаровск, 2017); II Международная морфологическая научно-практическая конференция студентов и молодых ученых (Новосибирск, 2017); Научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы судебной медицины» (Москва, 2018); XII Всероссийский национальный конгресс лучевых диагностов и терапевтов «Радиология 2018» (Москва, 2018).

Апробация работы состоялась на заседании кафедры судебной медицины ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) 25 мая 2018 г протокол №10.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 14.03.05 – судебная медицина (медицинские науки) по пункту 7 – разработка методов идентификации личности.

Публикации результатов работы

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в международной базе цитирования Scopus. Подана заявка на получение Патента РФ на изобретение «Способ определения возраста трупа по гистологическим особенностям строения щитовидного хряща человека» № 2017123241, от 30.06.2017.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов собственных исследований, обсуждения результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Материал изложен на 153 страницах печатного текста, иллюстрирован 40 рисунками, 25 таблицами. Указатель литературы содержит 245 источников, из них 132 отечественных и 113 иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужил ЩХ, изъятый в ходе судебно-медицинского исследования трупа в Бюро СМЭ ДЗ г. Москвы от 180 трупов (130 мужчин и 50 женщин) за период с 2014 по 2016 г. Изъятие материала проводилось в течение суток после наступления смерти. Во время забора материала вели протокол, где указывали номер судебно-медицинского исследования, паспортные

данные, антропометрические данные, дату и причину смерти. ЩХ получен от лиц, умерших внезапно (ненасильственная смерть), без патологии и повреждений органов шеи. Для дальнейшего дифференцированного исследования возрастных изменений весь диапазон возрастов разделен на 4 группы: до 18 лет (6,96%), 19 – 35 лет (23,05%), 36 – 60 лет (36,95%) и старше 61 года (33,04%). Такое деление проведено на основании данных литературы (Золотенкова Г.В., 2003; Федулова М.В, 2002, 2004; Пиголкин Ю.И. и др., 2006, 2016), результатов собственных предварительных исследований. За основу была взята периодизация, принятая на 7 Всероссийской научной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965).

Работа состояла из нескольких этапов, на каждом из которых были соблюдены стандартные условия их проведения. В работе использованы общенаучные и специальные методы исследования (антропометрический, рентгенологический, морфометрический, статистический). Исследование проведено с разрешения локального Этического комитета Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), протокол № 02-18 от 14.02.2018.

Антропометрический метод

Объектами исследований при антропометрии были 50 подъязычно-гортанно-трахеальный комплексов (ПГТК) от лиц мужского пола и 50 ПГТК от лиц женского пола. Для исследования ЩХ нами использованы этапы специальной методики Е.С. Мишина (1992): фиксация ПГТК в 1–2 % растворе формальдегида с последующей промывкой в воде, визуальное и мануальное исследование комплекса, послойная препаровка мягких тканей с разделением ПГТК на объекты, полная отслойка надхрящницы с ЩХ, визуальное исследование «скелетированного» ЩХ и его антропометрический анализ (Корякина В. А, 2015; Мишин Е. С., 1985).

Измерение 31 параметра проводилось с помощью нониусного штангенциркуля с ценой деления 0,1 мм и транспортиром (для измерения углов). Все наружные размеры, а также толщину рогов и пластинок определяли путем прикладывания губок штангенциркуля для наружных измерений к дистальным концам, основаниям рогов или к середине рогов для измерения их толщины. Измерение внутренних размеров проводили по крайним внутренним точкам верхних, нижних рогов ЩХ. Величина угла соединения пластинок ЩХ до пересечения перстне-щитовидных суставов и отделения щитовидного хряща от остального органокомплекса была определена с помощью транспортира и двух линеек.

Рентгенологический метод

Были исследованы 130 рентгенограмм ЩХ лиц мужского пола различного возраста. Исследование проводилось в передней проекции, при помощи рентген-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. Полученное графическое изображение рентгенограммы ЩХ исследовалось с помощью программы графического анализа изображений (Adobe Phothoshop CS6). Алгоритм исследования включал определение следующих параметров: общей площади ЩХ, вычисление площади костной и хрящевой ткани в процентах и их соотношение относительно друг друга на рентгенограмме.

Гистологический метод

Объектом для микроскопического исследования явились фрагменты ЩХ. Перед изъятием проводили его внешний осмотр с изучением макроскопических признаков, далее осуществляли скелетирование и отслойку надхрящницы с последующим забором части правой пластинки, размерами до 1,5 см. Фрагменты фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина, декальцинировали раствором азотной кислоты, подвергали стандартной гистологической проводке и

заливали в парафин по общепринятой методике (Д. С. Саркисов и др., 1996). Из блоков изготавливали срезы толщиной 5 – 7 мкм с последующей окраской гематоксилином и эозином. При помощи микроскопа «Биолан Ломо», «Leica DM 1000», объектива «Leica HIPLAN 10x/0.25», «HIPLAN 20x/0.10» изучали полученные микропрепараты. На каждом препарате производили качественное и количественное исследование. Срезы документировались с использованием микроскопа Leica DM2500 с цифровой камерой с матрицей 5МПикс. Дальнейшие количественные морфометрические измерения проводили с использованием графического редактора (Adobe PhotoShop CS6) и программного комплекса Megamorph12 (ГистоЛаб, Москва, Россия). Морфометрическое исследование проводилось в соответствии с имеющимися рекомендациями (Автандилов Г. Г., 1980, 1992; Федулова М.В., 2004; Волков А.В. и др., 2013, 2014, 2016; Dempster D.W. и др., 2013). В каждом объекте в трех полях зрения микроскопа с пропуском 2 – 3 поля зрения осуществляли измерение таких параметров, как: площадь костной ткани, площадь хрящевой ткани, средняя площадь костной ткани в поле зрения, средняя площадь хрящевой ткани в поле зрения, средняя ширина хрящевой пластинки, толщина кортикальной пластинки, количество трабекул в препарате и в поле зрения микроскопа, средняя площадь трабекул, средняя длина трабекул, максимальная толщина трабекул, минимальная толщина трабекул, средняя толщина трабекул, количество молодых хондроцитов, количество зрелых хондроцитов, ширина зоны молодого хряща, ширина зоны зрелого хряща, соотношение зон зрелого и молодого хряща, площадь ретикулярной и жировой ткани и их соотношение.

Статистические методы

Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью программы Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 21 с применением метода описательной статистики (среднее отклонение, стандартное отклонение, процентное распределение), метода параметрической статистики с последующим

построением регрессионной модели диагностики возраста. Результаты сравнений считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате антропометрического исследования и измерения 31 метрического параметра были получены данные о половых особенностях его строения. Максимальное значение коэффициента корреляции метрических параметров ЩХ и возраста было у показателей ширина правой и левой пластинок снизу ($r=0,4$) и длина линии смыкания пластинок ($r=0,4$); эти показатели имели формально достоверные, но слабые связи. При дальнейшем сравнении и сопоставлении полученных значений обратили внимание на сильную зависимость ряда параметров от половой принадлежности образца. В результате статистической обработки были выделены наиболее значимые параметры: угол смыкания пластинок ($r=0,9$), ширина и высота правой и левой пластинок ($r=-0,8$), позволяющие отнести образец к определенному полу. Все остальные 28 размеров по коэффициенту корреляции имели сильную или среднюю силу связи. При этом размеры нижних рогов с обеих сторон имели наименьший коэффициент корреляции с полом ($-0,283$ и $-0,328$). Антропометрическое исследование ЩХ показало наличие наиболее значимого гендерного различия – углов смыкания пластинок ЩХ и размеров пластинок. Полученные результаты подтвердили представление о гендерном отличии ЩХ, но не нашли оснований для утверждения о возрастной изменчивости его метрических параметров.

При изучении рентгенограмм ЩХ обнаружено, что в возрасте до 18 лет ЩХ представлен только хрящевой тканью. Так как хрящевая ткань плохо отражает рентгеновские лучи, поэтому в данном возрастном периоде хрящи гортани достаточно плохо визуализируются, видны только наружные и внутренние контуры (очертания) щитовидного хряща. С 19 и до 35 лет в нижне-заднем углу и нижних рогах ЩХ появляются первые очаги костной ткани (костная ткань занимает до 29% площади хряща). Среднее значение площади

костной ткани для возрастной группы 19 – 35 лет составляет $19\pm 8\%$. С увеличением возраста к уже имеющемуся окостенению присоединяется костная ткань в нижней части пластинки: она занимает сначала $\frac{1}{4}$ ее высоты, затем половину пластинки. На рентгенограмме начинают достаточно ясно и четко вырисовываться основные анатомические элементы щитовидного хряща ввиду его прогрессирующего окостенения. Очаги кальцификации у нижнего края пластинки с возрастом увеличиваются в направлении направо и налево, вверх и вниз, приобретая «костную рамку» или «краевое» окостенение.

В возрастной группе от 36 до 60 лет отмечается окостенение задних краев пластинок, при этом максимальная площадь костной ткани составляет до 59 % площади ЩХ. На рентгенограмме обнаруживаются массивные бесформенные тени окостеневшего хряща внизу пластинок с образованием «выроста». В возрасте старше 61 года костная ткань распространяется вглубь пластинки и затрагивает всю толщину верхних рогов и большую часть пластинок (до 100 % площади). Среднее значение площади окостенения для этой группы – $68\pm 9\%$. Обызвествление костей и хрящей в пожилом возрасте создает прекрасные возможности для прослеживания его анатомических структур на рентгенограммах.

Отмечается значительное усиление интенсивности теней окостеневших хрящей и повышение резкости их контуров. При исследовании совместного распределения возраста образцов и доли костной ткани на рентгенограмме было получено, что между ними имеется сильная прямая связь, близкая к линейной ($r=0,8$).

Обработка полученных результатов позволила вывести формулу для определения биологического возраста по рентгенограмме щитовидного хряща:

$AGE = 17,594 + 0,705 \times \text{Процент костной ткани на рентгенограмме},$

где AGE – предполагаемый возраст трупа. Среднеквадратичная величина ошибки прогнозирования равна $\pm 8,4$ года. Полученные результаты дают возможность

использовать анализ рентгенограмм ЩХ в качестве экспресс-метода установления возраста при судебно-медицинский ИЛ.

При гистологическом исследовании щитовидного хряща было обнаружено, что процесс окостенения начинается после 19 лет с появления единичных трабекул, а с возрастом происходит постепенное увеличение объема и площади, занимаемой костной тканью. Отмечены количественные и качественные изменения ее основных структур (жировой и ретикулярной ткани), которая почти полностью замещает хрящевую ткань в пожилом и старческом возрасте. Соотношение костной и хрящевой ткани меняется в различные возрастные периоды от 0:1 в самой младшей группе до 9:1 в самой старшей группе.

В возрастной группе до 18 лет ЩХ состоит из хрящевой ткани, состоящей из одиночно расположенных молодых хондроцитов небольшого размера правильной округлой и овальной формы, расположенных диффузно по всему препарату в слабо окрашенном межклеточном веществе. К концу данного возрастного периода появляется зона зрелого хряща, что сопровождается уменьшением количества молодых хондроцитов, появлением отдельных изо групп состоящих из 2 – 5 клеток – зрелых хондроцитов.

В возрасте 19 – 35 лет молодые хондроциты в небольшом количестве образуют зону молодого хряща. Процесс окостенения хряща в большинстве случаев начинается в нижнем сегменте и на препарате костная ткань представлена единичными трабекулами с ретикулярной тканью. По сравнению с предыдущей возрастной группой можно отметить достоверное увеличение площади костной ткани, уменьшение площади хрящевой ткани, и уменьшение зоны молодого и зрелого хряща. На препаратах щитовидного хряща в возрасте 36 – 60 лет зона зрелого хряща присутствует почти во всех полях зрения, зрелые хондроциты преобладают над единичными молодыми хондроцитами, составляющими уменьшенную зону молодого хряща. На фоне увеличения площади костной ткани в препарате увеличивается количество трабекул и площадь межтрабекулярного пространства. По сравнению с более молодыми возрастными группами, можно

отметить заметное увеличение толщины трабекул и их количества в поле зрения, пространство между костными балками частично заполнено жировой тканью в отличие от более молодого возраста, где наблюдается ее полное отсутствие или преобладание ретикулярной ткани. В возрасте более 61 года хрящевая ткань сохранена в единичных препаратах только в верхней трети и представлена зрелыми и единичными молодыми хондроцитами, в остальных случаях ЦХ представлен костной тканью с костномозговым пространством, заполненным жировой тканью.

Анализ полученных качественных признаков позволил выделить ряд микрометрических параметров для их дальнейшей количественной оценки. В результате выбрано 27 метрических параметров костной и хрящевой ткани, по которым проводили дальнейшие морфометрические измерения. Наибольшую положительную корреляционную зависимость от возраста имели следующие показатели: площадь костной ткани в % ($r=0,82$), площадь хрящевой ткани в % ($r=-0,8$), средняя площадь жировой ткани ($r=0,76$), средняя площадь ретикулярной ткани ($r=0,7$), максимальная длина трабекул ($r=0,67$), ширина зоны зрелого хряща ($r=0,54$), толщина кортикальной пластинки ($r=0,5$), среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения ($r=0,5$). Такие признаки, как соотношение зон зрелого и молодого хряща, количество молодых хондроцитов, количество трабекул, имеют слабые корреляционные связи и слабо зависят от изменения возраста человека.

Проведенное исследование доказало, что ЦХ подвергается возрастным изменениям, выраженным в увеличении доли костной ткани и изменении количественных характеристик костной и хрящевой ткани, что подтвердило общепринятую теорию о росте и развитии организма человека, основанную на мнении, что организм проходит фазы циклических преобразований, складывающихся в циклы роста и асинхронные циклы обновления органов. Возрастные преобразования костно-хрящевой структуры ЦХ совпадают с основными закономерностями теории развития скелета человека (Пиголкин Ю.И.

и др., 2012; Глыбочко П.В. и др., 2016; Осипенкова-Вичтомова Т.К., 2017) и представлены следующей схемой: стадия созревания (роста и развития) закономерно сменяется периодом стабилизации и инволюции (Пиголкин Ю.И., 2002, 2006; Bell L.S., 2013; Mackie, E.J., 2008; Florencio-Silva R. и др., 2015). Однако возрастные изменения ЩХ имеют свои особенности: все стадии (роста и развития, стабилизации и инволюции) характеризуются большей протяженностью по сравнению с развитием костной ткани большеберцовой кости (Золотенкова Г.В., 2003). Эти отличия могут объясняться более медленными процессами оссификации хряща из-за отсутствия влияния механической нагрузки на кость и непосредственного кровообращения в тканях ЩХ.

Обобщение полученных данных рентгенологического и морфометрического исследований позволило разработать экспертную модель диагностики возраста человека, представленную уравнением линейной регрессии, имеющим вид:

$$AGE = 19,57 + 0,141 \times \%P29 + 0,375 \times P14 + 2,93 \times P8 + 20,27 \times P13 + 0,219 \times P1 - 0,02 \times P21 + 11,14 \times P24,$$

где AGE – предполагаемый возраст трупа, P29 – процент костной ткани на рентгенограмме ЩХ, P14 – средняя площадь жировой ткани в мкм², P1 – средняя площадь костной ткани в препарате в %, P13 – средняя толщина кортикальной пластинки в мкм, P8 – максимальная длина трабекул в мкм, P21 – среднее количество молодых хондроцитов, P24 – ширина зоны зрелого хряща в мкм. Данная прогностическая модель позволяет определить биологический возраст трупов с погрешностью $\pm 4,3$ года.

Выводы

1. Щитовидный хрящ человека в различные возрастные периоды характеризуется определенными структурными изменениями, проявляющимися увеличением площади костной ткани, уменьшением доли хрящевой ткани, выраженными в статистически достоверном изменении их рентгенологических и

морфометрических признаков, что позволяет их использовать как дополнительный критерий в судебно-медицинской идентификации личности,

2. Наибольшую взаимосвязь с возрастом имеют следующие морфометрические параметры: площадь костной ткани, площадь хрящевой ткани, средняя площадь жировой ткани и ретикулярной ткани, максимальная длина трабекул, ширина зоны зрелого хряща, толщина кортикальной пластинки, среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения, площадь костной ткани на рентгенограмме щитовидного хряща.

3. Подготовленная база данных антропометрического, рентгенологического и морфометрического исследований является нормологической основой для дальнейших расширенных исследований в области диагностики возраста.

4. Разработанный новый метод диагностики возраста по рентгенограммам щитовидного хряща с точностью до $\pm 8,4$ лет позволяет определить биологический возраст неизвестного трупа, что может быть использовано в комплексной экспертизе установления возраста совместно с другими исследованиями.

5. Совокупный анализ данных рентгенологического и морфометрического исследований позволяет определить биологический возраст неизвестного с точностью до $\pm 4,3$ лет и может быть использован в экспертной практике как уточняющий метод установления возраста в судебно-медицинской идентификации личности.

Практические рекомендации

1. Для использования предложенной методики определения возраста по рентгенограмме ЩХ нужно с помощью программы графического анализа данных измерить площадь, занимаемую костной тканью, и подставить полученное значение в регрессионное уравнение. Разработанный метод установления возраста по рентгенограммам ЩХ с помощью определения площади костной ткани позволяет провести экспресс-диагностику возраста и отнести изучаемый образец в определенную возрастную группу.

2. Метод установления возраста по комплексному исследованию ЩХ (рентгенологическому и морфометрическому) рекомендуется для судебно-медицинской идентификации личности по трупам. Для использования предложенной методики комплексной оценки щитовидного хряща необходимо соблюдать последовательность в исследовании. На первом этапе проводится рентгенографическое исследование для определения площади костной ткани на рентгенограмме. На втором этапе для гистологического исследования осуществляют забор фрагмента правой пластинки ЩХ с последующей подготовкой гистологических препаратов. При дальнейшем морфометрическом исследовании проводят измерение следующих параметров: средняя площадь жировой ткани в мкм^2 , средняя площадь костной ткани в препарате в %, средняя толщина кортикальной пластинки в мкм , максимальная длина трабекул в мкм , среднее количество молодых хондроцитов, ширина зоны зрелого хряща в мкм в 3-х полях зрения, вычисляют среднее значение. С помощью расчетной формулы, получают предполагаемый возраст трупа.

Список печатных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Золотенкова Г.В., Горелкин Д.Г., Полетаева М.П. Судебно-медицинская идентификация личности по возрастным особенностям щитовидного хряща // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики – 2016 – Москва. – 2016. – С. 161 – 162.
2. Золотенкова Г.В., Полетаева М.П. Возможность установления возраста по гистологическому строению щитовидного хряща // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) студентов, интернов, ординаторов, аспирантов, молодых ученых. Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Взгляд молодых ученых. – Пермь. – 2016. – С. 96 – 98.

3. **Полетаева М.П.** Рентгенологические особенности строения щитовидного хряща в различные возрастные периоды // Материалы Международного конгресса и научно-практической школы «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики» – 2017. – Москва. – 2017.– Т. 3 – № 1 – С. 112 – 113
4. **Полетаева М.П.** Судебно-медицинская оценка морфометрических характеристик щитовидного хряща человека для определения биологического возраста // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) студентов, интернов, ординаторов, аспирантов, молодых ученых. Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Взгляд молодых ученых. –Пермь. – 2017. – С. 141 – 145.
5. **Полетаева М.П.** Возможности установления пола по анатомическим особенностям щитовидного хряща человека // **Судебно-медицинская экспертиза.** – 2017. – Т. 60 – № 4. – С. 21 – 24.
6. Pigolkin Y., Zolotenkova G., **Poletaeva M.** Age assessment by thyroid cartilage in medicolegal investigation // *Medicine and Law.* – 2017. – Т. 36 – № 2. – С. 109.
7. Пиголкин Ю.И., **Полетаева М.П.**, Золотенкова Г.В., Волков А.В. Возрастные изменения гистологической структуры щитовидного хряща у лиц мужского пола // **Судебно-медицинская экспертиза.** – 2017. – Т. 60 – № 5 – С. 11 – 14.
8. Пиголкин Ю.И., **Полетаева М.П.**, Золотенкова Г.В. Использование лучевой диагностики для определения биологического возраста человека по морфометрическим параметрам щитовидного хряща // **Российский электронный журнал лучевой диагностики.** – 2017. – Т. 7 – №4. – С. 23 – 29.
9. Пиголкин Ю.И., **Полетаева М.П.**, Золотенкова Г.В. Судебно-медицинская диагностика возраста по комплексному исследованию щитовидного хряща // **Судебно-медицинская экспертиза.** – 2018. – Т. 61 – № 1. – С.35 – 38.
10. **Полетаева М.П.**, Пиголкин Ю.И. Особенности гистологического строения щитовидного хряща человека в различные возрастные периоды // Московская

медицина. Тезисы докладов научной программы «Здоровье Москвы». – Москва. – 2017. – Т.21 – № 2. – С. 90.

11. **Полетаева М.П.** Возрастные особенности гистологического строения щитовидного хряща человека // Материалы научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Судебно-медицинская наука и практика 2017». – Москва. – 2018. – Вып. 2 – С. 126 – 127.

12. **Полетаева М.П.** Половые и возрастные особенности строения щитовидного хряща человека (антропометрическое исследование) // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. – Хабаровск. – 2017. – Вып. 16 – С. 72 – 73.

13. **Полетаева М.П.** Морфологическая оценка возрастных изменений щитовидного хряща // Материалы II Международной морфологической научно-практической конкурс-конференции студентов и молодых ученых «Морфологические науки- фундаментальная основа медицины», посвященной памяти профессора М.А. Самотейкина – Новосибирск. – 2017. – С. 182 – 184.

14. **Полетаева М.П.,** Пиголкин Ю.И. Щитовидный хрящ как объект судебно-медицинской идентификации личности // Сборник тезисов научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы судебной медицины», посвященная 200-летию со дня рождения Дмитрия Егоровича Мина. – 2018. – С. 72 – 74.

15. **Полетаева М.П.,** Золотенкова Г.В. Комплексная оценка возрастных изменений щитовидного хряща человека // Материалы Международного конгресса и научно-практической школы «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики-2018». – Москва. – 2018. – С. 155 – 156.

16. Пиголкин Ю.И., **Полетаева М.П.,** Золотенкова Г.В. Обзор научных исследований по судебно-медицинской идентификации личности, по материалам диссертаций, защищенных в период с 1800 по 2006 гг. // **Вестник судебной медицины.** – 2018 – Т. 7.– № 2: 46 – 49.

17. Пиголкин Ю.И., Полетаева М.П., Золотенкова Г.В., Герасимов А.Н. Способ определения биологического возраста трупа по гистологическим особенностям строения щитовидного хряща человека. Заявка на патент № 2017123241 от 30.06.17.

Список сокращений

ИЛ – идентификация личности

ЩХ – щитовидный хрящ

ПГТК – подъязычно-гортанно-трахеальный комплекс