

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

Первый Московский государственный медицинский университет имени  
И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(Сеченовский Университет)

*На правах рукописи*

**Полетаева  
Мария Петровна**

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

14.03.05 – судебная медицина

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель  
член-корреспондент РАН,  
доктор медицинских наук,  
профессор  
Пиголкин Ю.И.

Москва – 2018

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение.....	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	13
1.1. Идентификация личности в судебной медицине.....	13
1.2. Значение частных признаков личности для судебно-медицинской идентификации.....	14
1.3. Значение общих признаков личности для судебно-медицинской идентификации.....	18
1.3.1. Методы определения возраста человека.....	19
1.3.2. Исследование костной системы в целях определения возраста.....	21
1.4. Щитовидный хрящ: анатомия, онтогенез, гистология.....	27
1.4.1. Анатомия щитовидного хряща.....	27
1.4.2. Онтогенез щитовидного хряща.....	29
1.4.3. Гистологическое строение щитовидного хряща.....	31
1.5. Возможность идентификации личности по возрастным особенностям щитовидного хряща.....	33
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	38
2.1. Материал исследования.....	38
2.2. Методы исследования.....	41
2.2.1. Антропометрический метод.....	41
2.2.2. Рентгенологический метод.....	46
2.2.3. Гистологический метод.....	47
2.2.4. Статистический метод.....	58
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЩИТОВИДНОГО ХРЯЩА.....	59
3.1. Результаты антропометрического исследования щитовидного хряща...	59
3.2. Результаты рентгенологического исследования щитовидного хряща.....	66

3.3. Результаты гистологического исследования щитовидного хряща.....	72
Глава 4. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПО ЩИТОВИДНОМУ ХРЯЩУ.....	99
Глава 5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	107
Заключение.....	113
Выводы.....	117
Практические рекомендации.....	118
Список используемых сокращений.....	120
Список литературы.....	121
Приложение.....	148

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность и степень разработанности темы исследования

Актуальной проблемой современной судебной медицины является идентификация личности (ИЛ) [36, 39, 47, 60, 90, 91, 92, 100, 112, 115]. Неизменный интерес к данной проблеме у нас в стране и за рубежом связан с увеличивающимся количеством природных, техногенных катастроф и террористических актов [141, 146, 149, 166, 176, 202, 205]. Особенностью данных происшествий является большое количество жертв, значительное повреждение останков, которые часто сопровождаются сильной фрагментацией и скелетированием трупов, что существенно усложняет установление личности неизвестного [155, 180, 210, 234]. Судебно-медицинская ИЛ проводится также в случаях нахождения расчлененных, обугленных, гнилостно-измененных и мумифицированных трупов, у которых утрачены многие идентификационные признаки [1, 10, 12, 41, 46, 93, 101, 123]. Одной из главных задач, решаемых при обнаружении неопознанного трупа или его останков, является установление возраста умершего. Возраст – наиболее значимый общегрупповой признак личности, который позволяет провести правильную судебно-медицинскую сортировку представленных на экспертизу объектов и позволяет сузить круг объектов, подлежащих дальнейшему сравнительному исследованию [7, 33, 37, 58, 92, 94, 140].

В современной литературе имеются многочисленные сведения о возрастных изменениях различных органов и тканей, которые могут быть использованы для идентификации личности [2, 7, 26, 27, 32, 34, 45, 58, 91, 102, 211, 218], а костная ткань является наиболее оптимальным материалом для получения достоверных результатов [82, 96, 229]. Она обладает большим числом индивидуальных признаков, которые сохраняются долгое время, и менее всего подвержена разрушительным факторам окружающей среды [86, 87, 97].

Опыт использования костной ткани для целей идентификации имеет многолетнюю историю и, судебно-медицинскими экспертами на практике чаще всего используется исследование черепа [35, 38, 39, 40, 41], костей кисти [94, 100, 101], длинных трубчатых костей [13, 47, 95, 97, 103] и ребер [39, 123]. В настоящее время появилось большое количество работ по изучению костно-хрящевых структур [33, 53, 79, 80, 93, 102]. Анализ современной литературы показал, что данные всестороннего исследования щитовидного хряща в целях идентификации на сегодняшний день отсутствуют, имеются лишь разрозненные сведения о его гендерных отличиях и [44, 69, 127, 179, 215] и изменениях в отдельные возрастные периоды [152, 192, 193, 171, 212, 213, 168, 183, 236].

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 расширяют и 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 [6], а также научные представления П. К. Анохина [5]

о гетерохронности развития, вытекающего из теории системогенеза, П. А. Мотавкина [72, 73] и Ю. И. Пиголкина [88, 98] 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). 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.

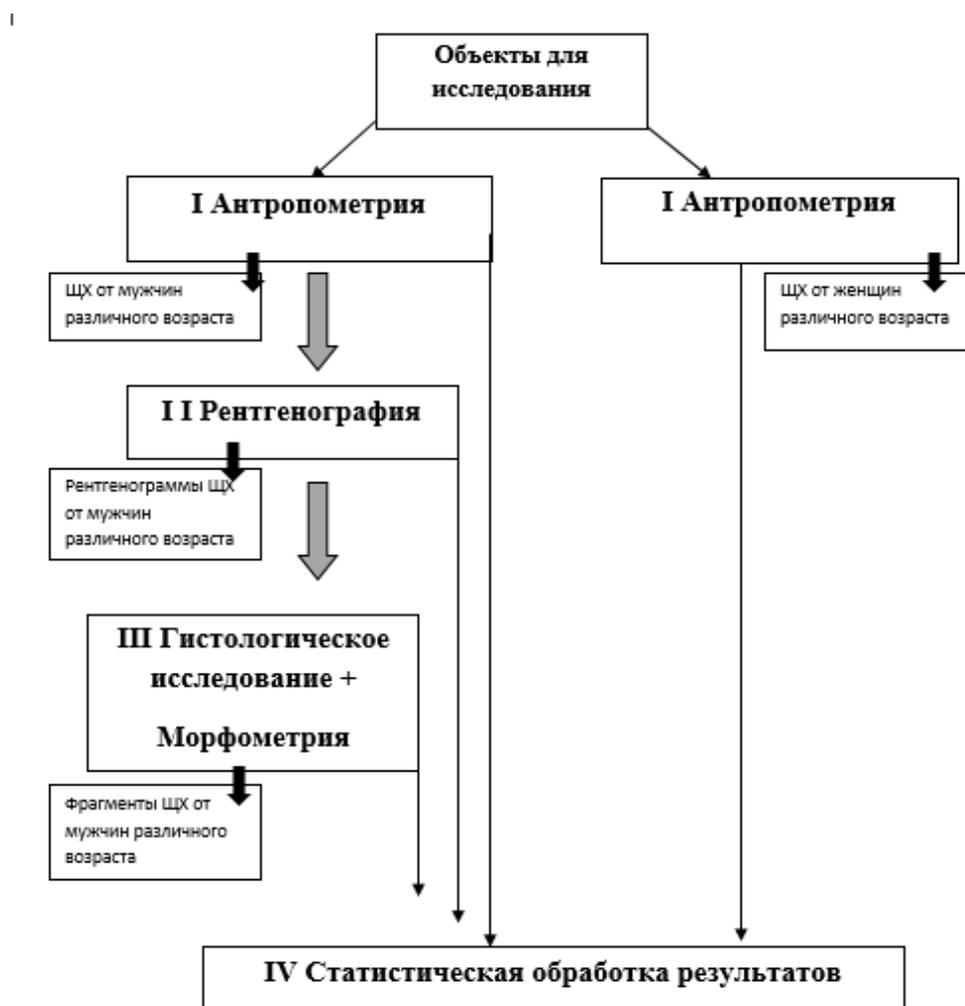


Рисунок 1 – Дизайн исследования

### 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 неизвестного 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 трупу.

#### **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 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 подтверждаются 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 прикреплены результатами собственных исследований.

Основные результаты работы были представлены на следующих конференциях: Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики» (Москва, 2016); Международного конгресса и научно-практической школы «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики» (2017, 2018); Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Взгляд молодых ученых» (Пермь, 2016, 2017); XXIII конгрессе «Медицинское право, биоэтика и мультикультурализм» (Баку, 2017); XII научно-практической конференции «Судебная медицина, наука и практика» (Москва, 2017); XVI Ассамблее "Здоровье Москвы» (Москва, 2017); научно-практической конференции «Актуальные вопросы судебно-медицинской токсикологии: клинические и патоморфологические аспекты» (Хабаровск, 2017); II Международной морфологической научно-практической конференции студентов и молодых ученых (Новосибирск, 2017); Научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы судебной медицины» (Москва, 2018); XII Всероссийском национальном конгрессе 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.

#### **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 индексируемые 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

## ГЛАВА 1

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

#### 1.1. Идентификация личности в судебной медицине

Судебно-медицинская ИЛ является актуальной проблемой современного мира, в котором имеют место военные действия, техногенные катастрофы, террористические акты и другие события, приводящие к большому количеству жертв, личность которых не установлена [16, 17, 51]. Во всем мире отмечается непрерывный рост числа публикаций по данной теме, однако многие вопросы остаются нерешенными [149, 173, 176, 204, 205].

Под ИЛ понимают установление тождественности между разыскиваемым человеком и неизвестным живым лицом или трупом на основании совпадения индивидуальных физических и биологических признаков [91]. Сложность данного процесса заключается в наличии большого количества объектов идентификации и значительного их повреждения, что затрудняет опознание.

Судебно-медицинская сортировка является начальным этапом идентификации человека, основой ее является разграничение идентифицируемых объектов по идентификационным признакам [37, 96]. Идентификационные признаки – это свойства объекта, по которым проводят отождествление [1, 46], они делятся на частные и общие. Частные (индивидуальные) признаки личности могут быть приобретенными (татуировки, последствия хирургических вмешательств и травм), врожденными (родимые пятна, аномалии развития, особенности стоматологического статуса и др.), они позволяют отличить человека от всех остальных людей. С помощью общегрупповых признаков объект относят к определенной группе людей по расе, полу, возрасту, группе крови и др.

## 1.2. Значение частных признаков личности для судебно-медицинской идентификации

Идентификация неопознанных тел имеет решающее значение по этическим, юридическим и гражданским причинам и осуществляется путем сравнения биологических материалов, полученных от трупа, и прижизненных данных лица, которому могло принадлежать тело [38, 137, 140, 210]. Анализ литературы показал, что в настоящее время существует большое количество методов установления личности по частным признакам [11, 14, 15, 29, 65-67]. При этом большинство успешных идентификаций основано на изучении отпечатков пальцев, данных стоматологического статуса, медицинской документации и ДНК-исследовании, которые являются фундаментальными методами в судебно-медицинской идентификации [59, 120, 128].

S. Cavard и др. провели ретроспективный анализ методов идентификации всех неопознанных тел, поступивших в Департамент судебной медицины и патологии города Гарш (Франция) за шестилетний период (n=217). Почти 28% тел были идентифицированы с помощью молекулярно-генетического метода (ДНК), 23% случаев – с помощью одонтологического обследования, 7,5% случаев – с помощью дактилоскопии и 6,7% случаев – по данным аутопсии. Необходимо отметить, что 10,2% трупов так и остались неопознанными после применения всех исследований [151].

Известно, что дерматоглифика является одним из самых успешных методов ИЛ в криминалистике на сегодняшний день. Уникальная структура ладонной поверхности хорошо изучена по сравнению с дорсальной (тыльной) поверхностью кисти [16, 17, 42, 43, 113]. Доказано, что форма, размер и пропорции отпечатков пальцев рук позволяют предположить возраст, рост и, в некоторых случаях, пол субъекта, а характер папиллярного рисунка отражает закономерности расо- и этногенеза и служит маркером многих врожденных заболеваний, кровного родства и многих конституциональных и физических признаков личности [114].

Складки кожи на тыльной поверхности пальцев также являются уникальными. С. Charles (2010) в своем исследовании показал, что эпидермальные гребни на суставах не изменяются в течение всей жизни, а складки кожи на тыльной поверхности проксимального межфалангового сустава идентичны по структуре и составу коже затылка. Таким образом, автор высказывает предположение, что эти складки остаются неизменными на протяжении всей жизни [153].

В теле человека существуют и другие органы, рисунок которых может быть использован для идентификации: отпечатки стоп, уха, носа, спинки языка, нёба и красной каймы губ [74, 150]. Например, другим современным методом идентификации личности по индивидуализирующим признакам является ругоскопия нёба [11, 84, 104, 156]. После того как нёбные складки сформируются, они изменяются только по длине из-за нормального процесса роста, оставаясь в том же положении на протяжении всей жизни. Даже болезнь, травма или химическое воздействие не изменяют их форму. Исследователи пришли к выводу, что не существует двух нёбных рисунков, похожих друг на друга, они обладают уникальными характеристиками и, следовательно, могут быть использованы для идентификации личности в судебно-медицинской практике [191].

С целью дальнейшего повышения эффективности идентификации личности Д. В. Малахов предложил анализ анатомо-морфологических особенностей ушной раковины по цифровым фотографиям [63]. А. Vansal и др. (2013) провели исследование с целью сравнения анатомических и визуальных особенностей образцов ушных раковин и их двухмерных характеристик с имеющейся тестовой базой данных изображений ушных раковин. В ходе исследования проводилась сверка двухмерных отпечатков ушных раковин с тестовой базой данных. Авторы заключили, что предложенный ими метод достоверно ( $p=0,003$ ) превосходит имеющиеся техники идентификации человека по уху в эффективности, а также более естественен и легок для пользователей, чем традиционные методы [143, 190].

Широко применяется в ИЛ судебно-стоматологический метод, что подтверждено рядом исследователей [10, 68, 84, 165, 188]. В экспертной практике используют прижизненные дентальные рентгенограммы, ортопантограммы. Эксперты оценивают форму, относительные размеры рентгеновского изображения зубов, корней, наличие кариозных полостей, пломб, протезов. Идентификацию возможно провести на основании изучения особенностей строения челюстно-лицевой системы, аномалий развития зубов и челюстей [15].

Растущее применение судебно-медицинской радиологии и широкое использование рентгенографии и компьютерной томографии (КТ) в клинической практике обуславливают потенциал использования данных технологий в качестве инструмента для определения соответствия между неопознанным телом и предполагаемым субъектом [22, 90, 169, 231, 239]. Использование архивного медицинского материала: прижизненные стоматологические данные (одонтограммы, фотографии зубов, стоматологические слепки, рентгенологические снимки) – позволяет провести сравнение предсмертных и посмертных рентгеновских пленок или зубных карт [146, 147].

При сравнительном анализе рентгенограмм отделов костей скелета и черепа предполагаемой жертвы при жизни и трупа неизвестного возможна идентификация личности, так как на снимках отражаются индивидуальные структурные особенности костной ткани, форма и размеры отдельных анатомических образований. Так, при сопоставлении анализируют графические построения и углы между аналогичными образованиями, характер строения компактного и губчатого вещества костей [18, 54].

Например, Н. Ohira и др. (2009) описали случай идентификации двух мужских тел с тяжелыми ожогами (отца и сына), которые были извлечены после пожара. Тело сына было идентифицировано благодаря панорамному рентгеновскому снимку зубов, сделанному при жизни. Для идентификации тела отца проводилось ДНК-тестирование образца, полученного от

сгоревшего тела, в сравнении с мазком, полученным от старшего брата, так как у жертвы не было стоматологических записей за последние 5 лет. Таким образом, успешная идентификация была выполнена с помощью комбинации этих методов [219].

В случае плохо сохранившихся зубных останков или в отсутствие прижизненной стоматологической информации, возможно проведение судебно-медицинской ДНК-экспертизы [233]. Поэтому все большее применение в экспертной практике судебного эксперта находит молекулярно-генетическое исследование как метод установления личности и установления кровного родства [49, 174]. В случае наличия сохранного материала для исследования, ДНК человека является лучшим идентификатором, тем не менее не всегда можно извлечь полный профиль ДНК, а сложность применения данного метода ограничивает круг его использования [208].

Методы, основанные на определении индивидуальных признаков, являются успешными, но имеют ряд недостатков. Идентификация с использованием стоматологических, рентгенологических и других медицинских данных отличается быстротой и точностью, но она требует наличия снимков, выполненных при жизни, что в большинстве случаев является невозможным [219, 230]. Идентификация, основанная на дерматоглифическом исследовании, требует высокую сохранность тканей, а молекулярно-генетический метод имеет высокую сложность, большую стоимость и возможность ошибки при загрязнении образцов посторонним биологическим материалом [27]. Поэтому в наиболее сложных ситуациях, при которых судебно-медицинская идентификация с помощью частных признаков личности затруднена или невозможна, возрастает роль определения общих признаков, к которым относятся раса, пол, возраст, рост, группа крови и другое [48, 94, 124, 132, 240, 237, 238].

### **1.3. Значение общих признаков личности для судебно-медицинской идентификации**

Идентификация личности представляет собой особо сложную задачу при наличии нескольких изолированных или смешанных отдельных периферических частей тела как при массовых смертельных случаях, так и в ситуациях, когда целостность тела нарушена намеренно, чтобы скрыть личность жертвы, а также нахождении скелетированных останков и трупов в стадии далеко зашедших трупных явлений. В таких случаях приоритетными методами для судебно-медицинских исследователей являются сортировка и сопоставление частей друг с другом, что позволяет определить минимальное число вовлеченных субъектов перед принятием каких-либо решений для установления личности [133, 245].

При этом общие признаки не только позволяют провести судебно-медицинскую сортировку идентифицируемых объектов, но и служат источником дополнительной информации [46]. Определение групповых признаков объекта позволяет решить вопрос о принадлежности останков одному или нескольким людям и уменьшает число объектов, подлежащих дальнейшему сравнению [96, 99, 105, 106, 111, 122]; для этого необходимо сопоставить между собой множество фрагментов, обладающих большим числом признаков. Определение общих признаков личности способствует уменьшению материальных и временных затрат, а также повышает точность представленных результатов [76, 77, 121].

По данным литературы, число работ по определению общих признаков личности в последнее десятилетие уменьшилось, что требует проведения дальнейших научных исследований в этой области.

### 1.3.1. Методы определения возраста человека

Возраст, по мнению большинства авторов, является одним из наиболее важных общегрупповых признаков, и его определение считается особо сложной задачей [37, 71, 131, 140]. Раздел судебной антропологии, а именно возрастная морфология (раздел антропологии, изучающий возрастные изменения различных органов и тканей), является основой судебно-медицинского установления возраста.

Под возрастом человека в настоящее время понимается отмеченный относительными хронологическими границами период в физическом, психологическом и социальном развитии человека [116]. Ранее возраст понимали как число прожитых человеком лет, затем произошло его разделение на паспортный (календарный, хронологический) и биологический [123]. На практике возможно установить лишь биологический возраст, а судебно-медицинскому эксперту важно определить календарный (паспортный) возраст, что является затруднительным, поэтому вопрос установления точного возраста человека является открытым для исследователей. В современной литературе накоплен огромный материал относительно проявлений и механизмов инволютивных изменений в различных органах и тканях человека. Работы по данной тематике выполняются во всем мире на различном тканевом материале с применением большого количества методов исследования. В настоящее время имеются многочисленные данные о возрастных изменениях головного мозга, почек, аорты, костной системы [126, 129, 130, 137, 217, 218].

Возрастные изменения кожи изучены многими исследователями, в том числе В. Г. Каукаль (1996), Г. В. Золотенковой (2015). Практически на каждом этапе онтогенеза известна характеристика инволютивных изменений кожного покрова, и установлено что они объективно отражают возраст организма, а использование полученных данных на практике повысит точность судебно-медицинской экспертизы трупов неизвестных лиц [47, 50].

Морфогенез сосудов головного мозга представлен в работах П. А. Мотавкина, В. Н. Николенко, Н. А. Трушель [73, 78, 117]. Установлено, что параметры артерий с возрастом меняются, но проявление инволютивных изменений происходит у разных артерий неодинаково и асинхронно. Ю. И. Пиголкин и др. в своей работе попытались определить биологический возраст человека на основе результатов исследований капиллярного русла коры головного мозга в различные периоды онтогенеза (с 1 месяца до 83 лет). Материал был исследован гистологическими и гистохимическими методами, в результате авторы пришли к выводу, что данные, полученные относительно структурных и функциональных изменений в капиллярах различных областей обонятельного мозга, могут использоваться для решения вопросов идентификации личности в судебной медицине [91].

Е. В. Пяткова, исследовав гистологические особенности ушных раковин, установила, что толщина эластического хряща увеличивается с возрастом, а зона молодого хряща и объемная плотность молодых хондроцитов уменьшаются [102]. В. П. Новоселов и др. с помощью гистохимического метода оценивали содержание протеогликанов (остеопонтина и агрекана) в хряще ушной раковины для определения возраста. Было установлено, что интенсивность гистофлюоресценции коррелирует с содержанием остеопонтина и агрекана, а количественные показатели этих протеогликанов хрящевой ткани ушей зависят от возраста человека [79, 80].

При комплексном биометрическом исследовании аорты, желез внутренней секреции (семенник, предстательная и щитовидная железа) и рентгенограмм кистей от 427 трупов лиц мужского и женского пола в возрасте 17 – 89 лет, Ю. А. Неклюдов и др. рассчитали уравнения парной и множественной линейной регрессии для диагностики возрастной принадлежности бескостных фрагментов. При этом доверительный интервал предполагаемого возраста сокращается до  $\pm 4,09$  года [76].

Существуют методы определения возраста по степени стирания коронок зубов, с помощью рентгенологического и морфометрического исследования

[85, 200, 201, 222, 224]. Современные исследования зубов направлены на поиск более точных методов идентификации личности, с помощью которых могут быть установлены, с известной степенью вероятности, возраст и пол человека, его профессия и некоторые заболевания [11]. Для этого в твердой ткани зуба можно вычислить содержание и соотношение D- и L-изомеров аминокислот – метод рацемизации аспаргиновой кислоты [92, 177, 220, 223, 241].

Все вышеперечисленные методы определения возраста по различным органам имеют свои преимущества, но главным их недостатком является плохая сохранность тканей по сравнению с костно-хрящевым скелетом человека. Исследование костных останков занимает главенствующую роль для целей идентификации личности, так как они менее всего подвержены воздействию временного фактора, обладают большим числом индивидуальных признаков и являются наиболее информативным показателем биологического возраста человека, что важно при идентификационных исследованиях [52, 82, 86, 87].

### **1.3.2. Исследование костной системы в целях определения возраста**

Костная ткань является наиболее оптимальным материалом для изучения возрастных изменений. Несмотря на то что кость является наиболее прочной тканью, она очень лабильна и реагирует на все обменные процессы в живом организме. Все особенности строения кости сохраняются длительный срок, по сравнению с мягкими тканями, которые подвергаются гниению [82, 90, 196, 197].

Для установления возраста по костным останкам могут быть использованы различные методы исследования: антропометрический (остеометрический, остеоскопический), рентгенологический и гистологический (морфометрический). Самым первым методом определения возраста считается антропометрия. Он появился в конце XIX века и применяется до настоящего времени судебно-медицинскими экспертами на

практике [30]. В современной судебной антропологии накоплено много информации о возрастных особенностях костей скелета человека [8, 28, 139, 167].

В. И. Пашкова считается основоположником судебно-медицинской идентификации личности по костным останкам остеометрическим методом. Ею были детально разработаны и усовершенствованы методики установления видовой, половой и возрастной принадлежности, определения роста и давности захоронения по костям скелета. С помощью остеометрии таза А. К. Гармус определял пол, возраст и рост человека. Для этого им были изучены морфологические изменения поверхностей лобкового симфиза, а именно симфизальной поверхности, при этом учитывались наличие и выраженность борозд и гребней, форма поверхности, наличие эрозий и экзостозов, степень их развития и степень выраженности. На основании результатов были получены линейные регрессионные уравнения для определения возраста по лобковому симфизу [23].

А. И. Туровцев применял остеометрический метод для определения пола и возраста по ребрам. В ходе исследования была выявлена возрастная зависимость дуговой и прямой длины ребер, при этом точность установления возраста составляла  $\pm 5 - 10$  лет [119].

Диагностику возраста возможно осуществить также по костям верхних конечностей, измеряя остеометрические параметры (высота гребневидных экзостозов, индекс бугристости, плотность костей и др.), что позволило разработать методику определения возраста по планиметрическому измерению дистальных фаланг кисти, обращая внимание на степень дегенеративных изменений костей и суставов [76].

Известно, что зарастание швов черепа начинается с внутренней поверхности и идет кнаружи. Основываясь на данном наблюдении, В. Н. Звягин изучил возрастные характеристики черепа и степень зарастания каждого участка по 5-балльной шкале и установил, что закрытие швов происходит в определенной последовательности в зависимости от места

возникновения. Автор разработал различные методики определения возраста по черепу в зависимости от пола и формы черепа [35, 40].

Н. Л. Мальцева изучила остеометрические особенности строения подъязычной кости. Была установлена ее анатомическая, рентгенологическая и метрическая индивидуальность. На основе полученных данных были разработаны математические модели диагностики пола, длины тела и возраста по данным соматометрии и боковым рентгенограммам шеи, что может быть использовано в экспертной практике судебно-медицинскими экспертами [64].

М. San-Millán и др. описали новый подход к оценке возраста на основе данных о вертлужной впадине. Основой данного метода послужило выполненное ранее исследование С. Rissech и др., в котором изучались морфологические признаки копчиковых костей скелетов мужского пола 16 – 96 лет. Были выявлены 7 показателей: глубина вертлужной впадины, форма вертлужной впадины, характеристика края вертлужной впадины, подвижность верхушки большого вертела бедренной кости, подвижность по краю вертлужной впадины, подвижность вертлужной впадины и ее пористость. Результаты показали корреляцию между перечисленными критериями и возрастом, незначительные различия при оценке одним или несколькими наблюдателями и 89%-я точность при использовании метода [225, 228].

Наряду с соматометрией для установления возраста широко применяется и рентгенологический метод исследования. Изучение костной системы методами лучевой диагностики в медицине началось в начале прошлого века, после публикации работ Д. Г. Рохлина, и продолжается по настоящее время, в том числе и судебными медиками [107]. Данный метод является простым, доступным и надежным в применении на практике. Прижизненные рентгенологические снимки можно использовать для индивидуального отождествления личности с помощью сравнения со снимками, полученными в ходе судебно-медицинской экспертизы, а также данный метод позволяет более полно изучить закономерности процессов старения костей скелета человека [159, 200].

С помощью данного метода были исследованы различные отделы костной системы: череп и туловище, суставы верхних и нижних конечностей. При диагностике возраста на рентгенограмме оценивается степень дегенеративных изменений костей и суставов, при этом чаще всего данные проявления наблюдаются в скелете кисти (дистальных межфаланговых суставах пальцев) и дистальном отделе предплечья.

В результате комплексного рентгенологического и остеометрического изучения фаланг кисти Ю. А. Неклюдов разработал критерии, позволяющие определять пол и возраст человека. Установлена также четко выраженная, устойчивая индивидуальность микроскопической структуры дистальных фаланг. Последующее изучение пястных и запястных костей, помимо анализа половых, возрастных и индивидуальных особенностей их строения, предусматривает выявление корреляции между размерами пястных костей и ростом [76].

Ю. М. Гладышев и его ученики с использованием комплексного микроскопического и микрорентгенологического исследования разработали метод определения возраста, основанный на подсчете различных форм остеонов и их комбинаций на определенной площади среза [25].

Кости кисти были подробно изучены О. М. Павловским. На основе рентгенологического метода исследования костей кисти он предложил методику определения возраста, основанную на наличии или отсутствии возрастных изменений, в виде: остеофитов, остеопороза, склероза и суставной деформации [83].

Более масштабное исследование было проведено Ю. И. Пиголкиным и др., в ходе которого разработан простой в выполнении рентгенологический метод определения возраста взрослых людей, по балльной оценке, возрастных изменений костей кисти [94, 96, 100, 101, 132, 199]. Данный метод позволяет по регрессионным уравнениям определить возраст лиц старше 30 лет с точностью от 2,3 до 5,4 года, что значительно сужает возрастной диапазон при идентификации неопознанного человека.

Исследование костей скелета с применением методов лучевой диагностики вызывает интерес не только у отечественных ученых, но и у зарубежных исследователей. Например, колено является идеальным местом для оценки трех эпифизарных поверхностей одновременно. S. M. Aly оценивали 479 переднезадних и боковых рентгенограмм колена. Очаги вторичного окостенения градировались по стадиям: 0 – при отсутствии очагов вторичного окостенения, стадия 1 – начинающееся окостенение, стадия 2 – активное окостенение, стадия 3 – недавнее окостенение и стадия 4 – полное окостенение. Было отмечено увеличение среднего возраста с каждой стадией вторичного окостенения, кроме того, такая зависимость была характерна для обоих полов [141].

D. Bhardwaj и др. провели ретроспективное исследование с использованием цифровых панорамных рентгенограмм для предсказания возраста человека. Выбранные 300 панорамных снимков были разделены на 3 возрастные группы: А (25 – 34 года), В (35 – 44 года) и С (45 – 54 года). Изменения возраста были оценены пятью параметрами: угол нижней челюсти, угол верхней челюсти, диаметр отверстия нижней челюсти, длина нижнечелюстного канала, диаметр подбородочного отверстия. В результате среди всех параметров показатели нижнечелюстного канала и отверстия нижней челюсти были значимыми для идентификации возраста [145].

Используя компьютерную томографию, можно с достаточной точностью установить не только аномалии, травмы, но и пол и возраст человека [215]. Широкое использование КТ- и МРТ-исследований позволяет существенно усовершенствовать процесс идентификации, так как прижизненные снимки несут в себе большее количество признаков для их сравнения с посмертными исследованиями [189, 203, 207, 211].

Наряду с методами лучевой диагностики во всем мире продолжают разрабатывать способы установления возраста на основе гистологического метода исследования костей [56, 144, 184]. Известно, что костная ткань в течение всей жизни непрерывно перестраивается под влиянием механической

нагрузки и изменений минерального обмена [46]. Следы перестройки костной ткани, ее количественные и качественные изменения можно изучить с помощью гистологического метода и по степени выраженности признаков возрастной перестройки определить возраст человека. Морфометрия является основным количественным методом изучения в судебной гистологии [3, 4]. Ю. М. Гладышевым (1965) была разработана классификация остеонных систем и остеонов в подъязычной кости, и в дальнейшем была доработана В. Г. Донцовым, В. Ф. Мордасовым для возможности установления возраста при исследовании большеберцовой и плечевой костей [25, 31, 71].

В настоящее время продолжается поиск более удачного объекта для исследования и разработки точного метода определения возраста для целей судебной медицины на основе упрощенных классификаций микроскопических структур. В этой связи заслуживают особого внимания методики, разработанные под руководством Ю. И. Пиголкина: на большом объеме материала проведено микроостеометрическое исследование ребра и эпифиза и диафиза большеберцовой кости. Выявлены основные закономерности развития костной ткани и создан новый метод определения возраста с точностью до  $\pm 3,5$  лет [46, 123].

J. Sobol и др. провели исследование, целью которого было определение возраста человека при гистологической экспертизе костного фрагмента. Материалом для исследования послужили фрагменты левых ключиц. Авторы оценивали такие показатели, как длину ключицы, ширину ключицы, толщину ключицы, количество остеонов в поле зрения и т. д. для разного возраста. В результате было определено, что количество остеонов с большим диаметром увеличивается с возрастом. Кроме того, достоверным предиктором возраста стало отношение остеонов с Гаверсовым каналом больше, чем 70  $\mu\text{m}$  в диаметре к общему количеству остеонов ( $p < 0,00001$ ). Все проанализированные микроскопические особенности костной ткани показали значительные статистические изменения, происходящие с возрастом [232].

В настоящее время изучены возрастные изменения диафизов плечевой кости [75], большеберцовой кости [46, 135, 136], бедренной кости [103], ребра [123, 206], стопы [108], позвонков [125], черепа [40, 227] и др. Большое число работ по исследованию костных останков способствует совершенствованию методов судебно-медицинской идентификации личности, а также расширению перечня учитываемых параметров и значительно усовершенствует этот процесс. 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.

Следует отметить, что в доступной отечественной и зарубежной литературе мы не нашли исследований, посвященных подробному изучению морфологии щитовидного хряща человека. Имеющиеся данные о его строении носят разрозненный характер относительно его возрастной и половой изменчивости. В связи с вышесказанным, получение новых данных о структурных особенностях строения щитовидного хряща в различные возрастные периоды жизни является актуальной темой не только для морфологов-гистологов, но также важно для судебно-медицинских экспертов при установлении личности неопознанного трупа или костных останков.

#### **1.4. Щитовидный хрящ: анатомия, онтогенез, гистология.**

##### **1.4.1. Анатомия щитовидного хряща**

Щитовидный хрящ (*cartilago thyroidea*) является самым крупным из девяти хрящей гортани [109]. Он располагается впереди щитовидной железы и не полностью окружает гортань. Состоит из двух половин (пластинок) четырехугольной формы, которые конъюгируют в середине, образуя выступ гортани – «адамово яблоко». Нижний край каждой пластинки формирует с перстневидным хрящом перстнещитовидный сустав (рисунок 2). На верхнем

крае хряща имеется треугольная верхняя щитовидная вырезка. Нижняя щитовидная вырезка на нижнем крае хряща выражена слабо.



Рисунок 2 – Хрящи и связки гортани. Изображение из учебника Сапина М. Р. (2012)

Задние края пластинок образуют верхние и нижние рога. Верхний рог является длинным и узким, а нижний – широким, коротким, толстым и заканчивается конической частью, которая дает продолжение щитовидной связке и имеет суставную поверхность для соединения с перстневидным хрящом [109]. Весь верхний край щитовидного хряща присоединен к подъязычной кости щитовидной мембраной. По наблюдениям С. Б. Зелигмана первые признаки этой мембраны обнаруживаются у эмбриона, и наибольшего развития она достигает в конце периода полового созревания [55]. Верхние рога ЩХ соединяются с подъязычной костью щитоподъязычной связкой, в котором может располагаться небольшой волокнистый хрящ – сесамовидный хрящ (остаток ранее существовавшей связи между ЩХ и подъязычной костью).

ЩХ располагается на уровне позвонков С4-С5. Косая линия пластинок ЩХ располагается на уровне верхнебоковых краев щитовидной железы. В

области верхнего края пластинок может располагаться щитовидное отверстие, пропускающее верхнюю гортанную артерию. Движение хряща в суставе вызывает изменение в напряженности в голосовых складках, которая, в свою очередь, производит изменение голоса [55].

#### **1.4.2. Онтогенез щитовидного хряща**

Источником развития хрящей гортани являются энтодерма первичной кишки и мезодерма. На ее вентральной стенке образуется мешковидное выпячивание, которое растет в вентрально-каудальном направлении в виде трубочки, образуя гортанно-трахеальный выступ. При развитии гортани устанавливаются тесные связи между производными энтодермы (первичной кишки) и мезенхимы. По обеим сторонам гортанно-трахеальной закладки образуются продольные бороздки, которые отделяют закладки гортани и трахеи от дорсально лежащего пищевода. Разграничивающая их пищеводно-трахеальная мембрана рассасывается, и гортанно-трахеальная закладка обособляется полностью [61]. Окружающая энтодерму мезенхима постепенно преобразуется в соединительнотканые образования, хрящи, мускулатуру, кровеносные и лимфатические сосуды [109]. Закладки будущих хрящей появляются очень рано на 4-й неделе внутриутробного развития. Источником их развития являются вторая и третья жаберные дуги. Ключевым в развитии хрящей гортани считается формирование черпаловидных хрящей и их голосового и мышечного отростков. На пятой неделе внутриутробного развития на месте будущего образования черпаловидных хрящей формируются бугорки, представляющие собой скопления мезенхимы – источники развития черпаловидных хрящей и черпаловидно-надгортанных складок. Спереди от них закладываются рожковидные и клиновидные хрящи. По мнению многих авторов, зачаток щитовидного хряща дифференцируется в конце второго месяца, причем его закладка парная. На ранней стадии развития большие рога подъязычной кости непосредственно переходят в верхние рога

щитовидного хряща. В последующем происходит их обособление и на этом месте образуется боковая щитовидно-подъязычная связка [62].

На момент рождения гортань у новорожденного расположена выше своей скелетотопической границы у взрослого человека, хрящи уже сформированы и находятся на уровне второго – четвертого шейных позвонков. Пластинки ЩХ по структуре очень тонкие и эластичные, угол смыкания между пластинками тупой. У новорожденных он составляет  $130^\circ$ , к 16 годам у мальчиков и девочек он равен  $106^\circ$  и  $128^\circ$  соответственно [61].

По данным Gawlikowska-Stroka A. и др. (2010), размеры хрящей гортани недоношенных детей, новорожденных и маленьких детей последовательно увеличиваются и находятся в прямой связи с ростом ребенка [185]. В дальнейшем в постнатальном онтогенезе происходит изменение размеров ЩХ. В первые четыре года размеры гортани быстро увеличиваются. В период полового созревания отмечается второй этап активного роста, который продолжается до 25 лет. Вместе с увеличением размеров самого ЩХ его пластинки становятся более толстыми, но продолжают сохранять свою гибкость. Дальнейшие возрастные изменения связаны с отложением солей кальция и окостенением, при этом пластинки становятся более хрупкими и ломкими [118, 242].

Морфометрические параметры ЩХ в постнатальном онтогенезе имеют не только возрастные, но также половые [44, 187] и расовые (этнические) отличия [138, 157, 194, 195, 198, 209, 216, 221]. Некоторые исследователи отмечают множество вариантов и индивидуальных особенностей процесса окостенения этих хрящей [154, 212, 213, 236]. Основными факторами, с которыми они связывают этот процесс, являются: пол, возраст, наличие сопутствующих хронических заболеваний, функциональная активность органа [61].

### 1.4.3. Гистологическое строение щитовидного хряща

ЩХ состоит из гиалиновой хрящевой ткани, которая является самым распространенным типом хряща в организме человека [204]. Она формирует скелет зародыша, а во взрослом организме содержится в местах соединения ребер с грудиной, в гортани, воздухоносных путях и на суставных поверхностях костей [226].

В процессе эмбрионального развития мезенхимальные клетки из мезенхимальной бластемы дифференцируются в хондробласты, а те, в свою очередь, в хондроциты. Хондробласты и их предшественники располагаются в надхрящнице и синтезируют основное вещество хряща (его матрикс), который занимает до 95% его объема и состоит из 60 – 80 % внутриклеточной жидкости, 15% – коллагеновых волокон (80% – II типа, 15% – IX, XI, 5% – III, VI, X, XII, XIV), 9% – глюкозаминогликанов (ГАГ) протеогликанов, агреканов (хондроэтин -4-сульфат, хондроэтин -6-сульфат, кератин сульфат) и 5% гликопротеинов и ГАГ) [81, 161-164]. При этом клетки хрящевой ткани (хондробласты, хондроциты I, II, III типа) занимают до 5% объема хряща. Молодые клетки, выделяя ГАГ и другие вещества, замыкают себя в капсулу, превращаясь в хондроциты в лакунах. Далее вследствие нарушения синтетических и секреторных процессов в хондроцитах они после деления далеко не расходятся и образуют так называемые изогенные группы хрящевых клеток, зрелые хондроциты [9, 162]. Снаружи ЩХ покрыт надхрящницей, под которой располагаются молодые хондроциты веретенообразной формы. В более глубоких слоях хрящевые клетки увеличиваются в размере и приобретают овальную, округлую или кубическую форму.

С возрастом в хрящевой ткани уменьшается концентрация ГАГ, количество внутриклеточной жидкости, появляются асбестовые волокна (скопление коллагеновых фибрилл), ослабляются процессы деления клеток, что приводит к дегенеративным перестройкам хряща. С помощью хондрокластов происходит резорбция дистрофически измененных клеток и

межклеточного вещества. Отмечено, что в зонах перестройки хряща могут появиться кровеносные сосуды или начаться процессы кальцификации [148, 181].

Также была отмечена важная роль апоптоза хондроцитов в возрастных изменениях хряща. Апоптоз является важной составляющей механизма гибели хондроцитов в процессе энхондрального окостенения [160]. Процесс эндохондрального окостенения происходит в детском возрасте, когда на замену гиалиновому хрящу приходит кость. Кроме того, данный тип хряща формирует эпифизарную пластину роста и суставную поверхность на костях [226]. Энхондральная оссификация – это сложный процесс, во время которого покоящиеся хондроциты подвергаются быстрой клеточной пролиферации, затем гипертрофируются, подвергаются минерализации, клеточной гибели и замещаются костными клетками. Ультраструктурный анализ показал, что процесс минерализации в ЩХ начинается близко к хрящевым каналам, содержащим коллагеновые (асбестовые) волокна [195]. Но причины возникновения этих процессов до конца не поняты. Kirsch и Claassen установили непосредственную взаимосвязь между пузырьками в межклеточном веществе хряща, содержащими «игольчатые кристаллы», и местами возникновения полей минерализации в ЩХ в процессе энхондральной оссификации.

С помощью иммуногистохимических исследований было показано, что большое количество зрелых хондроцитов подвергаются запрограммированной клеточной гибели, сопровождающейся клеточной фрагментацией и гидропическим отеком клеток, что также вносит свой вклад в возрастную перестройку структуры ЩХ. Как и многие хрящи человека, ЩХ подвергается оссификации и кальцификации с возрастом. Отметим, что это два разных процесса, причем кальцификация всегда предшествует оссификации [44, 212]. Вышеописанные изменения являются естественными процессами минерализации хрящевой ткани, которые обычно начинаются после подросткового периода и постепенно увеличиваются с возрастом [213].

Из приведенных данных следует, что, несмотря на подробное изучение структуры гиалинового хряща многими исследователями, вопросы, связанные с изменениями ЩХ в различные возрастные периоды, остаются изученными не в полной мере. Дальнейшее исследование возрастных изменений ЩХ и механизмов их возникновения является актуальной темой для дальнейшей научной работы.

### **1.5. Возможность идентификации личности по возрастным особенностям щитовидного хряща**

Анализ современной отечественной и зарубежной литературы показал, что изучение ЩХ в целях идентификации имеет разрозненные данные о его гендерных различиях [138, 164, 198] и возрастных изменениях в отдельные возрастные периоды и большой вариабельностью полученных данных [44, 171, 154, 162, 164, 168, 184, 186, 192, 212, 213, 214].

По данным отечественных ученых, обызвествление хрящей гортани и замещение их костной тканью являются физиологическим процессом и начинаются с момента прекращения роста скелета, с периода полового созревания и увеличиваются с возрастом [44]. В результате другого исследования И. В. Грабова и Л. В. Дервисье более точно установлено, что окостенение хрящей гортани начинается с ЩХ в возрасте 19 – 20 лет у мужчин, с 18 лет – у женщин. Было доказано, что скорость процесса окостенения зависит не только от пола и возраста, но и от влияния эндокринной системы и работы мышц [55].

Литературные данные о рентгенанатомии ЩХ имеют отрывочный характер. Показано, что обызвествленный хрящ частично задерживает рентгеновские лучи и представлен гомогенной малоинтенсивной тенью на уровне 4-6-го позвонков. С возрастом в результате обызвествления тень хряща становится более отчетливой и хорошо заметна его конфигурация. В пожилом

и старческом возрасте ЩХ приобретает тонкую костную структуру, напоминающую атрофированную кость [243].

В 1959 году С. Б. Зелигман на 844 образцах гортани от мужчин и женщин проследил их возрастные изменения и сделал вывод о естественной природе замещения хрящевой ткани на костную. Эти изменения он расценил как закономерные возрастные преобразования, которые начинаются в 16 лет у мужчин и в 17 лет у женщин. Особо было отмечено, что данную особенность строения гортани возможно использовать для определения возраста и пола индивида [44].

Вопросы возрастных особенностей ЩХ широко освещены в работах L.M. Turk и др. Они проследили различные изменения в хрящах гортани человека рентгенографическими и гистологическими методами на 48 трупах (21 труп мужского пола и 27 трупов женского пола) в диапазоне от 14 до 101 года. У всех объектов исследования наблюдались рентгенологические признаки кальцификации гиалиновых хрящевых тканей хрящей гортани. Гистологическое исследование показало различные дегенеративные процессы, включая кальцификацию, но также выявило оссификацию даже у некоторых молодых образцов. Был сделан вывод о том, что рентгенологическое исследование было точным методом обнаружения кальцификации и оссификации, которые были различимы, так как более крупные массы кальцифицированного хряща имеют плотный однородный рентгенологический вид, в отличие от трабекулярного рисунка кости [235].

Известно, что хрящи гортани претерпевают изменения с возрастом, к числу которых относятся минерализация и окостенение. G.L.de la Grandmaison и др. количественно проанализировали степень непроницаемости гортанных хрящей для ионизирующего излучения, чтобы определить, может ли рентген гортани использоваться в судебной медицине для оценки возраста человека. Была выявлена положительная корреляция между степенью полной непроницаемости для ионизирующего излучения гортани и возрастом, получен коэффициент корреляции 0,7 [171].

S. Türkmen и др. проводили ретроспективное исследование по определению рентгенологических физиологических возрастных изменений в гортани у 300 человек. Авторы обратили внимание, что окостенение в щитовидном хряще началось в нижнем роге и прогрессировало до переднего рога по центральной тонкой пластинки. Исследователи пришли к выводу, что возрастные изменения гортанных тканей очевидны на рентгенограммах, а потому рентгенографию щитовидного хряща можно использовать как эффективный метод идентификации возраста [236].

M. Murragaru и др. провели ряд исследований для определения изменений физиологического окостенения гортанных хрящей, оценив рентгенограммы шеи здоровых мужчин и женщин (n=359). Частоты и доверительные интервалы были получены и сведены в таблицу показателей окостенения щитовидного и перстневидного хрящей. Окостенение щитовидного хряща наблюдалось чаще по сравнению с перстневидным хрящом. Различные степени окостенения щитовидного и перстневидного хрящей были обнаружены у 186 пациентов в возрасте 30 лет и старше. Рентгенологически было установлено, что темпы окостенения увеличиваются с возрастом, наиболее активно после 30 лет [212].

В другом исследовании J. Cheng и др. искали точный метод определения возраста лиц мужского пола. В исследование были включены 73 мужчины, возраст которых был известен. Восемь показателей отобрали по рентгенограммам, которые были разделены на шесть уровней, а затем выстраивали математическую модель, чтобы определить возраст методом линейной регрессии. В результате среднеквадратичное отклонение для щитовидного хряща у мужчин составило 1,854, а коэффициент корреляции 0.9971. Таким образом, наблюдение доказало, что оценка возраста с помощью рентгенографических показателей щитовидного хряща может подойти для возрастной идентификации лиц мужского пола от 13 до 67 лет [157].

K. D. Dang-Tran и др. в своей работе пришли к выводу, что дальнейшее усовершенствование методов рентгенологической визуализации щитовидного

хряща позволит более точно оценивать временные рамки его окостенения. Авторы ретроспективно проанализировали снимки компьютерной томографии 312 французских пациентов, с применением программной постобработки, чтобы исследовать образец окостенения щитовидного хряща, вычислив костный объем хряща на 3D-реконструкциях. Коэффициенты корреляции Пирсона между возрастом и морфологическими изменениями щитовидного хряща составили 0,73 для мужчин и 0,75 для женщин (среднее квадратичное отклонение 18,02 и 17,06), указывающие на значительную межличностную изменчивость. Хотя корреляция между возрастом и морфологическими изменениями щитовидного хряща была найдена, авторы отмечают, что данный метод изучения окостенения щитовидного хряща был недостаточно точным для оценки возраста конкретного индивида [168].

Из-за увеличивающейся с возрастом хрупкости ЩХ весьма подвержен повреждению при травмах шеи, особенно у лиц старшего возраста. P. Naito и др. провели исследование компьютерных томограмм головы и шеи 431 умершего человека в возрасте от 1 дня до 100 лет, включая 25 жертв удушения, для оценки их возрастных изменений. Было обнаружено, что связь возраста и окостенения существует, но в этом исследовании не было возможности установить узкие диапазоны возраста по степени кальцификации щитовидного хряща [214, 215].

О. В. Марков и др. оценили возможность идентификации личности по антропометрическим параметрам ЩХ. Этот метод представляется авторами перспективным. К количественным параметрам, по которым можно определить возраст человека, относятся высота, ширина, толщина пластинки, угол смыкания пластинок, глубина верхней выемки, высота, толщина и ширина верхних и нижних рогов [69]. В зарубежной литературе имеется ряд работ по изучению антропометрических характеристик ЩХ в различных популяциях. Проведено исследование взрослого населения Хорватии [198], Нигерии [138], Индии [209] и др. Во всех работах была обнаружена

значительная разница размеров щитовидного хряща у мужчин и женщин, но отсутствуют данные о их возрастных изменениях.

Таким образом, на основании представленных данных можно заключить, что в литературе имеются разрозненные сведения, касающиеся рентгенологических, антропометрических, гистологических особенностей строения ЩХ человека. Описана динамика окостенения и строения, но отсутствует подробное описание его гистологической структуры в различные возрастные периоды. При этом следует отметить, что в большинстве работ отсутствуют количественные характеристики изучаемых показателей, так же как и комплексный подход к изучению его возрастных изменений и половых отличий.

В связи с вышесказанным, целесообразно провести комплексное исследование возрастных изменений щитовидного хряща человека. Изучение данного вопроса позволит получить новые данные о возрастных особенностях строения и в составе комплексного исследования даст основу для создания новой модели диагностики возраста по щитовидному хрящу.

## ГЛАВА 2

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 2.1. Материал исследования

Для исследования был использован секционный материал (щитовидный хрящ), полученный от трупов 130 мужчин и 50 женщин в возрасте от 1 года до 96 лет. Забор материала осуществлялся от трупов лиц, поступивших в Бюро СМЭ ДЗ г. Москвы в период с 2014 по 2016 г. Исследуемый материал получен при проведении аутопсии умерших внезапно (ненасильственная смерть) без травм и патологии органов шеи. Изъятие проводилось в течение суток после наступления смерти. При заборе материала велся протокол, в котором указывали номер судебно-медицинского вскрытия, паспортные данные, антропометрические данные, дату смерти и вскрытия, причину смерти.

Весь исследуемый материал разделен на возрастные группы в соответствии со следующей схемой: детский, подростковый и юношеский возраст объединен в одну группу до 18 лет (первая группа), 19 – 35 лет (вторая группа), 36 – 60 лет (третья группа) и возрастной период более 61 года (четвертая группа). Разделение на возрастные группы было проведено на основании имеющихся литературных данных об общих закономерностях развития костной ткани и результатов собственных исследований, так как возрастные изменения некоторых морфометрических параметров щитовидного хряща не соответствуют возрастной периодизации, принятой на VII Всесоюзной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965 год).

Основу работы составили данные, полученные при комплексной оценке щитовидного хряща человека. Для реализации поставленных задач в качестве объекта для исследования послужили:

- щитовидные хрящи мужчин и женщин различного возраста;
- рентгенограммы ЩХ лиц мужского пола различного возраста;

-фрагменты ЩХ от мужчин различного возраста.

На каждом этапе исследования были соблюдены стандартные условия осуществления каждого из этапов.

Работа одобрена этическим комитетом Первый МГМУ им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (протокол № 02-18 от 14.02.2018).

Количественная характеристика материала для исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Количественная характеристика объектов и методов исследования

Методы исследования	Объект исследования	Количество	
		Абс.	%
1. Антропометрия Женщины Мужчины	щитовидный хрящ	100	27,78
		50	13,89
		50	13,89
2. Рентгенологическое исследование	рентгенограммы щитовидного хряща	130	36,11
3. Гистологическое исследование с морфометрией	фрагмент правой пластинки щитовидного хряща	130	36,11
Всего	-	360	100

Работа состояла из 4 этапов. На первом этапе при антропометрическом исследовании изучено 100 ЩХ от мужчин и женщин (50 мужчин и 50 женщин). На данном этапе при визуальной оценке ЩХ и его антропометрическом анализе было замечено, что окостенение пластинок у мужчин и женщин имеет различные характеристики и разную степень распространения и распределения по пластинке в различные возрастные периоды, поэтому для более детального изучения возрастной изменчивости дальнейшее исследование проведено на ЩХ (образцах) от лиц мужского пола

Распределение объектов исследования по возрастным группам на этапе антропометрии представлено в таблице 2. Средний возраст выборки составил  $44 \pm 3,08$  лет.

Таблица 2 – Количественное распределение материала антропометрического исследования по возрастным группам

Возрастные периоды	Количество наблюдений		Возраст (годы)	
	<i>N</i>	%	<i>Min</i>	<i>Max</i>
До 18 лет	10	10	1	18
19 – 35 лет	28	28	19	35
36 – 60 лет	40	40	36	60
Старше 61 года	22	22	61	93
Всего	100	100	-	-

На втором этапе исследования было изучено 130 рентгенограмм щитовидного хряща лиц мужского пола (таблица 3).

В качестве материала исследования при морфометрии (3 этап) были использованы 130 фрагментов правой пластинки щитовидного хряща лиц мужского пола различного возраста. Средний возраст выборки  $53,7 \pm 1,86$  лет.

Таблица 3 – Количественное распределение материала рентгенологического и морфометрического исследования по возрастным группам

Возрастные периоды	Количество наблюдений		Возраст (годы)	
	<i>N</i>	%	<i>Min</i>	<i>Max</i>
До 18 лет	6	4,6	1	18
19 – 35 лет	25	19,2	19	35
36 – 60 лет	45	34,7	36	60
Старше 61 года	54	41,5	61	96
Всего	130	100,0	-	-

## **2.2. Методы исследования**

В работе использованы общенаучные и частные методы исследования (измерение, описание, выделение и фиксация информации, сравнение, обобщение, системный, математический и статистический анализ) и специальные методы: рентгенологический, гистологический и морфометрический.

### **2.2.1. Антропометрический метод**

В ходе секционного исследования было изъято 100 нескрытых подъязычно-гортанно-трахеальных комплексов (ПГТК) от трупов мужчин и женщин различного возраста (рисунок 3). Для дальнейшего исследования щитовидного хряща нами использованы этапы специальной методики Е. С. Мишина: фиксация ПГТК в 1-2 %-м 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 щитовидного хряща (рисунок 4), визуальное исследование скелетированного щитовидного хряща и его анатомоморфометрический анализ [57, 70].

Измерение параметров проводилось с помощью нониусного штангенциркуля (ШЦ-I-125 с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и глубиномером) с ценой деления 0,1 мм и транспортиром (для измерения углов).

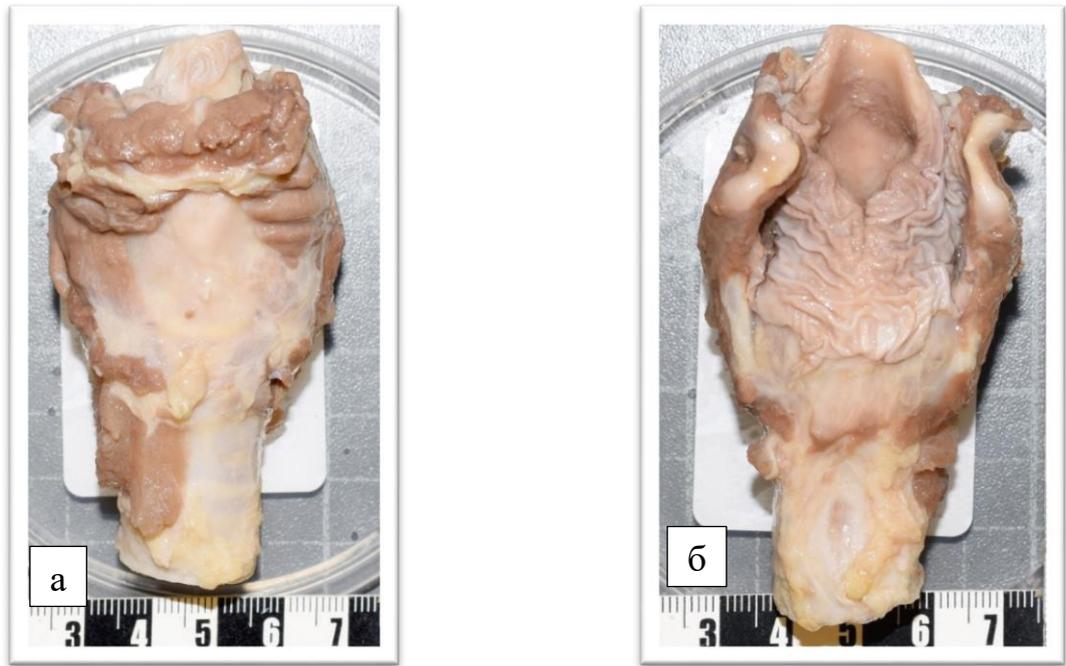


Рисунок 3– Невскрытый подъязычно-гортанно-трахеальный комплекс с мягкими тканями, вид спереди (а), вид сзади (б)



Рисунок 4 – Подъязычная кость, щитовидный хрящ, надгортанник до снятия надхрящницы (а) и после (б)

На абрисе щитовидного хряща расставлены условные точки (19), по которым ориентировались при проведении измерений (рисунок 5).

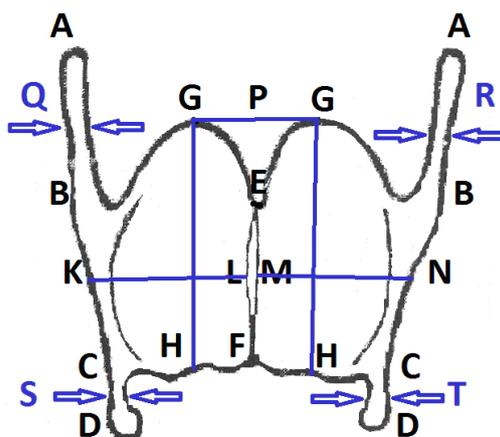


Рисунок 5 – Абрис щитовидного хряща с основными точками для проведения измерений



Рисунок 6 – Измерение внутреннего наружного расстояния между нижними рогами ЩХ (а – DD нар., б – DD внутр.)

Все наружные размеры, толщина рогов и пластинок были определены путем прикладывания (накладывания) губок для наружных измерений к дистальным концам, основаниям рогов или на середину рогов для измерения их толщины, внутренние размеры – прикладыванием губок для внутренних

измерений к крайним внутренним точкам верхних, нижних рогов хряща (рисунок 6). Величина угла соединения пластинок до пересечения перстнещитовидных суставов и отделения щитовидного хряща от остального органокомплекса была определена с помощью транспортира и двух линеек. Изученные параметры (31) приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Название и описание измерений антропометрических параметров щитовидного хряща

Порядковый номер	Условный номер	Обозначение	Измерения
1	1	AA нар	Наружное расстояние между дистальными концами верхних рогов
2	2	AA внутр	Внутреннее расстояние между дистальными концами верхних рогов
3	3	BB нар	Наружное расстояние между основаниями верхних рогов
4	4	BB внутр	Внутреннее расстояние между основаниями верхних рогов
5	5	CC нар	Наружное расстояние между основаниями нижних рогов
6	6	CC внутр	Внутреннее расстояние между основаниями нижних рогов
7	7	DD нар	Наружное расстояние между дистальными концами нижних рогов
8	8	DD внутр	Внутреннее расстояние между дистальными концами нижних рогов
9	9a	AD dex	Расстояние между дистальными концами верхних и нижних рогов справа
10	9b	AD sin	Расстояние между дистальными концами верхних и нижних рогов слева

11	10a	AB dex	Длина верхнего рога справа (расстояние от дистального конца до основания верхнего рога справа)
12	10b	AB sin	Длина верхнего рога слева (расстояние от дистального конца до основания верхнего рога слева)
13	11a	CD dex	Длина нижнего рога справа (расстояние от дистального конца до основания нижнего рога справа)
14	11b	CD sin	Длина нижнего рога слева (расстояние от дистального конца до основания нижнего рога слева)
15	12a	BE dex	Расстояние между верхней точкой линии соединения пластинок и основанием верхнего рога справа
16	12b	BE sin	Расстояние между верхней точкой линии соединения пластинок и основанием верхнего рога слева
17	13a	CF dex	Расстояние между нижним краем линии соединения пластинок и основанием нижнего рога справа
18	13b	CF sin	Расстояние между нижним краем линии соединения пластинок и основанием нижнего рога слева
19	14	EF	Расстояние между верхним и нижним краями линии соединения пластинок
20	15	A	Величина угла соединения пластинок до пересечения перстнещитовидных суставов и отделения щитовидного хряща от остального органокомплекса
21	16	GH dex	Высота правой пластинки (вертикальная линия, проведенная через середину правой пластинки)

22	17	GH sin	Высота левой пластинки (вертикальная линия, проведенная через середину левой пластинки)
23	18	KL	Горизонтальное расстояние от середины линии смыкания пластинки до середины заднего края правой пластинки
24	19	MN	Горизонтальное расстояние от середины линии смыкания пластинки до середины заднего края левой пластинки
25	20a	Толщина dex	Толщина правой пластинки по средней линии
26	20b	Толщина sin	Толщина левой пластинки по средней линии
27	21	FP	Расстояние от нижнего края линии смыкания пластинок до середины условной линии, соединяющей правую и левую пластинки хряща
28	22a	Q	Толщина верхнего рога на уровне условной его середины справа
29	22b	R	Толщина верхнего рога на уровне условной его середины слева
30	23a	S	Толщина нижнего рога на уровне условной его середины справа
31	23b	T	Толщина нижнего рога на уровне условной его середины слева

### 2.2.2. Рентгенологический метод

Рентгенологическое исследование щитовидного хряща выполнено на 130 образцах ЩХ от лиц мужского пола, в передней проекции, при помощи рентгенаппарата 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 JPEG формат. Полученное графическое изображение рентгенограммы ЩХ исследовалось с

помощью программы графического анализа изображений (Adobe Photoshop CS 6).

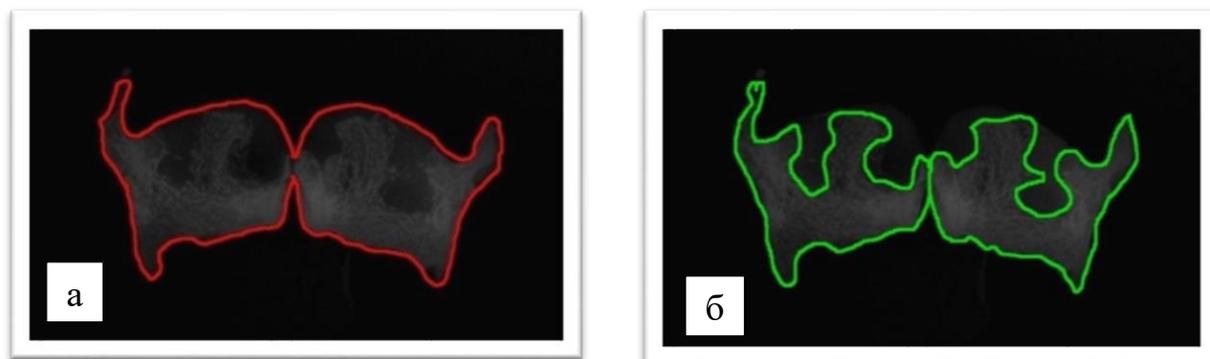


Рисунок 7 – Метод измерения площади ЦХ (а) и площади окостенения ЦХ (б) на рентгенограммах с помощью программы Adobe Photoshop CS 6

Алгоритм исследования включал следующие этапы: определение на снимке рентгенограмм общей площади ЦХ, вычисление площади костной, хрящевой ткани в процентах и их соотношение относительно друг друга (рисунок 7). При этом обращалось внимание на расположение костной ткани в исследуемом образце.

### 2.2.3. Гистологический метод

Для гистологического исследования при вскрытии трупов изымали подъязычно-гортанно-трахеальный комплекс, проводили его внешний осмотр и мануальное исследование. Далее осуществляли скелетирование и отслойку надхрящницы с последующим забором части правой пластинки ЦХ, размерами до 1,5 см, в количестве 130 образцов от лиц мужского пола различного возраста (рисунок 8).

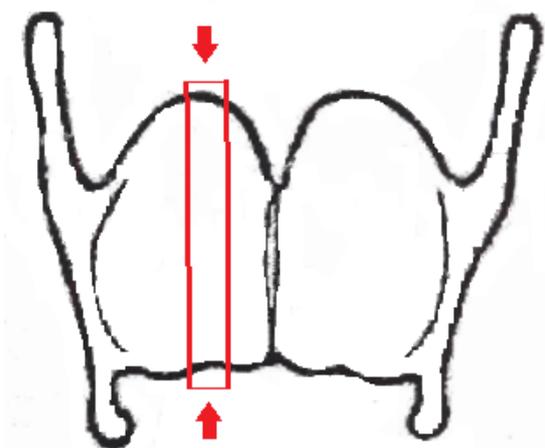


Рисунок 8 – Схема забора материала для гистологического исследования

Образцы ЩХ фиксировались в 10%-м растворе нейтрального формалина не менее 5 суток. После промывки в проточной воде в течение 1 – 2 суток вырезались продольные блоки. Далее проводилась декальцинация срезов в 12%-м растворе азотной кислоты, стандартная спиртовая проводка с заливкой в парафин по общепринятой методике [110], из блоков изготавливали срезы толщиной 5 – 7 мкм с последующей окраской гематоксилином и эозином. На каждом препарате производили качественное и количественное исследование. Вначале препараты изучались с помощью микроскопа Биолан Ломо (Россия) с целью определения качественных признаков для их дальнейшей количественной оценки:

- наличие костной и хрящевой ткани
- количество и толщина костных балок
- наличие жировой и ретикулярной ткани.

С помощью микроскопа «Leica DM 1000», объектив «Leica HIPLAN 10x/0.25», «HIPLAN 20x/0.10» в каждом объекте проводили микрофотографирование с проведением дальнейшего морфометрического измерения, используя для этого программу Megamorph 12 (ООО ГистоЛаб, Москва) и программу графического анализа изображений (Adobe Photoshop CS6). Микрофотографии делали с помощью системы анализа изображений в

виде графических файлов и сопрягались в формате JPEG. Дальнейшая морфометрия проведена в соответствии с общими методологическими рекомендациями [3, 4, 19-21, 123, 172]. Были выделены 28 признаков для дальнейшей их количественной оценки (таблица 5).

В каждом объекте в трех полях зрения микроскопа с пропуском 2 – 3 поля зрения осуществляли измерение следующих параметров: 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 (рисунок 9-11).

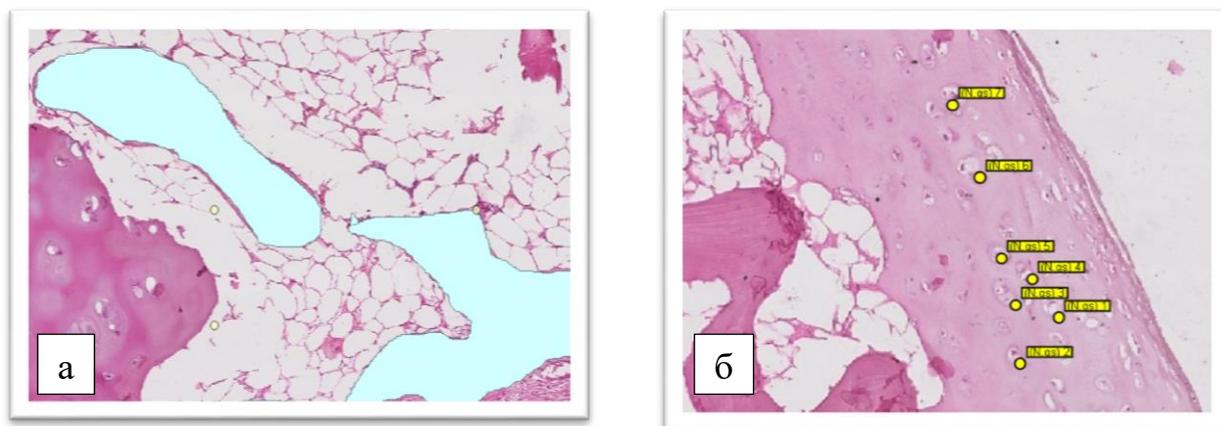


Рисунок 9 – Измерение площади костной ткани в поле зрения (а) и количества молодых хондроцитов в поле зрения (б). Микрофотографии. Окраска гематоксилин и эозин. Ув.: Ок.10, Об.10

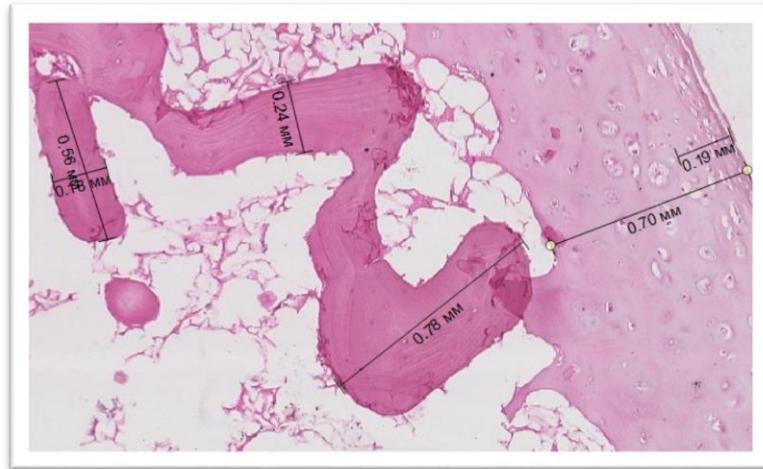


Рисунок 10 – Измерение толщины и длины трабекул, измерение зоны молодого и зрелого хряща. Окраска гематоксилин и эозин. Микрофотография. Ув.: ок.10, об.10.

Начальное поле зрения соответствовало левому верхнему участку препарата, далее предметное стекло смещалось слева направо и сверху вниз. Измерения проводились не во всех полях зрения, а с пропуском до 3 – 4 полей зрения. В дальнейшем была создана база данных, содержащая количественные значения параметров от лиц с известным возрастом.

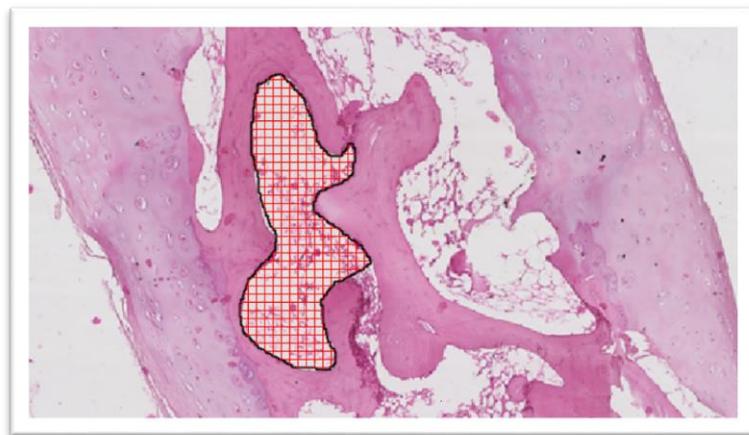


Рисунок 11 – Этап измерения на препарате площади ретикулярной ткани. Окраска гематоксилин и эозин. Микрофотография. Ув.: ок.10, об.10.

Таблица 5 – Первичные морфометрические параметры для измерения

№	Имя признака	Название признака	Единица измерения	Способ измерения
1	P1	Площадь костной ткани в препарате	%	С помощью программы графический редактор измеряется площадь, занимаемая костной тканью на всем препарате, при условии что площадь всего препарата принята за 100%
2	P2	Средняя площадь костной ткани в препарате	ед.	На препарате при увеличении в 20 раз считается площадь костной ткани в 5 полях зрения, с пропуском 2 – 3 поля зрения
3	P3	Площадь костной ткани	мкм <sup>2</sup>	С помощью программы графический редактор измеряется площадь костной ткани в 5 полях зрения микроскопа с пропуском каждого второго поля зрения на увеличении 10, результаты измерения площади костной ткани в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получена средняя площадь костной ткани в поле зрения микроскопа
4	P4	Среднее количество костных балок в поле зрения	ед.	На препарате при увеличении в 20 раз считается количество всех костных балок в 5 полях зрения, с пропуском 2 – 3 поля зрения.
5	P5	Количество костных балок в препарате	ед.	На препарате при увеличении в 20 раз считается количество всех костных балок

6	P6	Средняя площадь трабекул	мкм <sup>2</sup>	В препарате на увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 поля зрения при помощи программы измеряется площадь всех трабекул в поле зрения, затем проводится расчет среднего показателя для образца
7	P7	Минимальная длина трабекул	мкм	В препарате на увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 – 3 поля зрения при помощи программы измеряется минимальная длина всех костных балок (трабекул) в поле зрения, затем проводится расчет среднего показателя для образца.
8	P8	Максимальная длина трабекул	мкм	В препарате на увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 – 3 поля зрения при помощи программы измеряется максимальная длина всех костных балок (трабекул) в поле зрения, затем проводится расчет среднего показателя для образца.
9	P9	Средняя длина трабекул	мкм	В препарате на увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 – 3 поля зрения при помощи программы измеряется длина всех костных балок (трабекул) в поле зрения, затем проводится расчет среднего показателя для образца
10	P10	Максимальная толщина трабекул в мкм	мкм	В препарате на увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 – 3 поля зрения при помощи программы измеряется толщина всех костных балок (трабекул) в поле зрения, выбирается максимальное значение для образца.

11	P11	Минимальная толщина трабекул в мкм	мкм	В препарате на увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 – 3 поля зрения при помощи программы измеряется толщина всех костных балок (трабекул) в поле зрения, выбирается минимальное значение для образца.
12	P12	Средняя толщина трабекул	мкм	В препарате на увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 – 3 поля зрения при помощи программы измеряется толщина всех костных балок (трабекул) в поле зрения, считаются минимальное и максимальное значения для образца, вычислено среднее значение толщины трабекул
13	P13	Толщина кортикальной пластинки	мкм	С помощью программы измеряется толщина кортикальной пластинки по периметру образца в 5 полях зрения с пропуском каждого второго поля зрения микроскопа на увеличении 20 (10), результаты измерений в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получена средняя толщина кортикальной пластинки в поле зрения микроскопа.
14	P14	Средняя площадь жировой ткани	мкм <sup>2</sup>	С помощью программы измеряется площадь жировой ткани в 5 полях зрения с пропуском каждого второго поля зрения микроскопа на увеличении 20, результаты измерения в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получено среднее значение площади жировой ткани в поле зрения микроскопа

15	P15	Средняя площадь ретикулярной ткани	мкм <sup>2</sup>	С помощью программы измеряется площадь ретикулярной ткани в 5 полях зрения с пропуском каждого второго поля зрения микроскопа на увеличении 20, результаты измерения в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получено среднее значение площади ретикулярной ткани в поле зрения микроскопа
16	P16	Соотношение P14 к P15	-	Показатель средняя площадь жировой ткани в мкм <sup>2</sup> делится на показатель площадь ретикулярной ткани в мкм <sup>2</sup>
17	P17	Площадь хрящевой ткани в препарате	%	С помощью программы измеряется площадь, занимаемая хрящевой тканью на всем препарате, при условии что площадь всего препарата принята за 100%
18	P18	Средняя площадь хрящевой ткани в поле зрения	-	С помощью программы измеряется площадь хрящевой ткани в 5 полях зрения с пропуском каждого второго поля зрения микроскопа на увеличении 10, результаты измерения площади хрящевой ткани в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получена средняя площадь хрящевой ткани в поле зрения микроскопа

19	P19	Площадь хрящевой ткани	мкм <sup>2</sup>	С помощью программы измеряется площадь хрящевой ткани в 5 полях зрения микроскопа с пропуском каждого второго поля зрения на увеличении 10, результаты измерения площади хрящевой ткани в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получена средняя площадь хрящевой ткани в поле зрения микроскопа
20	P20	Среднее количество молодых хондроцитов	ед	На препарате от 3 до 5 полей зрения проводится подсчет количества молодых хондроцитов, затем вычисляется среднее значение для образца
21	P21	Количество молодых хондроцитов в поле зрения	ед	На препарате при увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2 – 3 поля зрения считается количество молодых (одиночных) хондроцитов, далее производится расчет среднее значения для образца.
22	P22	Количество зрелых хондроцитов в поле зрения	ед	На препарате при увеличении 20 в 5 полях зрения с пропуском в 2-3 поля зрения считается количество зрелых (изогрупп, сгруппированных, групповых, лакунарных) хондроцитов, далее расчет среднего значения для образца. Обращалось внимание на количество хондроцитов в лакуне.

23	P23	Ширина зоны молодого хряща	мкм	С помощью программы измеряется ширина зоны молодого хряща в 5 полях зрения с пропуском каждого второго поля зрения микроскопа на увеличении 20, результаты измерения ширины зоны молодого хряща в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получена средняя ширина зоны молодого хряща в поле зрения микроскопа
24	P24	Ширина зоны зрелого хряща	мкм	С помощью программы измеряется ширина зоны зрелого хряща в 5 полях зрения с пропуском каждого второго поля зрения микроскопа на увеличении 20, результаты измерения ширины зоны зрелого хряща в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получено среднее значение в поле зрения микроскопа.
25	P25	Соотношение P24/P25	-	Показатель Ширина зоны молодого хряща делится на показатель Ширина зоны зрелого хряща
26	P26	Средняя ширина хрящевой пластинки	мкм	С помощью программы измеряется ширина хрящевой ткани по периметру образца в 5 полях зрения с пропуском каждого второго поля зрения микроскопа на увеличении 20(10), результаты измерения ширины хрящевой ткани в пяти полях зрения суммируются, полученное значение делится на 5, в результате получена средняя площадь хрящевой ткани в поле зрения микроскопа

Продолжение таблицы 5

27	P27	Соотношение P3/P19	-	Показатель площадь костной ткани в $\text{мкм}^2$ делится на показатель площадь хрящевой ткани в $\text{мкм}^2$
28	P28	Соотношение P1/P17	-	Показатель площадь костной ткани в % делится на показатель площадь хрящевой ткани в %

#### 2.2.4. Статистический метод

В ходе исследования была создана база данных, содержащая количественные значения признаков. Статистическая обработка полученных данных выполнена по общепринятой методике [24]. Полученные результаты обработаны на ПЭВМ с помощью программы Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 21, был применен метод описательной статистики с вычислением среднеарифметического значения ( $M$ ), статистической погрешности средней арифметической ( $m$ ), среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), медианы ( $Me$ ), минимального ( $Min$ ), максимального ( $Max$ ) значения признака. У ряда показателей имелось сильное некомпактное и асимметричное распределение, поэтому мы считали не только среднее арифметическое, но и медиану с квантилями ( $P_{25}$  и  $P_{75}$ ).

Для учета взаимного влияния факторов в работе использовали метод корреляционного анализа с вычислением коэффициентов корреляции Пирсона ( $r$ ). При значении коэффициента  $r \geq 0,7$  связь между признаками расценивалась как сильная,  $0,5 \leq r < 0,7$  – связь средней силы, при  $0,3 \leq r < 0,5$  слабая степень корреляции, при значении  $r < 0,3$  – отсутствие связи между признаками. Достоверность наличия корреляционной связи обозначали как  $p$ . Корреляционный анализ полученных данных проводился как для всего диапазона изменчивости возраста, так и для отдельных возрастных групп.

Метод регрессионного анализа был проведен для всего возрастного диапазона с последующим построением регрессионной модели диагностики возраста. Достоверность различий по группам проверяли при помощи дисперсного анализа. Результаты сравнений считались достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### ГЛАВА 3

## РЕЗУЛЬТАТЫ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЩИТОВИДНОГО ХРЯЩА

### 3.1. Результаты антропометрического исследования щитовидного хряща

В ходе исследования были установлены антропометрические особенности строения ЩХ. Все параметры, за исключением угла смыкания пластинок, имели большее значение у мужчин, различия между параметрами были визуально хорошо различимы. Средние значения и стандартное отклонение антропометрических параметров у мужчин и женщин представлены в таблице 6. Верхние рога ЩХ были больше нижних у мужчин и женщин во всех исследованных случаях. Длина верхних рогов у мужчин в 2,3 раза, у женщин в 2 раза превышала размеры нижних рогов. Угол смыкания пластинок ЩХ был значительно больше у женщин и варьировал от  $88^{\circ}$  –  $105^{\circ}$ , у мужчин  $66^{\circ}$  –  $90^{\circ}$ . Расстояние между дистальными концами рогов было больше, чем между их основанием, причем у верхних рогов это наблюдается гораздо чаще, чем у нижних. Высота пластинок ЩХ во всех случаях была меньше их ширины, их соотношение составило у мужчин 1:1,37 для правой стороны, 1:1,38 для левой стороны, у женщин 1:1,33 и 1:1,35 соответственно.

Таблица 6 – Таблица среднего значения антропометрических параметров для мужской и женской выборки, N= 100

Антропометрический показатель, мм	Мужчины, М± m	Женщины, М± m
АА НАР	4,09±0,73	3,81±0,73
АА ВНУТР	3,71±0,67	3,42±0,77

BB HAP	4,39±0,63	3,81±0,53
BB BHYTP	4,01±0,64	3,49±0,66
CC HAP	3,83±0,46	3,14±0,38
CC BHYTP	3,33±0,44	2,57±0,32
DD HAP	3,61±0,49	2,86±0,41
DD BHYTP	3,29±0,39	2,40±0,33
AD DEX	4,46±0,27	3,48±0,56
AD SIN	4,42±0,25	3,47±0,49
AB DEX	1,65±0,20	1,22±0,23
AB SIN	1,60±0,20	1,24±0,21
CD DEX	0,73±0,21	0,61±0,16
CD SIN	0,71±0,16	0,52±0,19
BE DEX	4,16±0,31	2,98±0,31
BE SIN	4,14±0,25	2,94±0,33
CF DEX	3,19±0,32	2,65±0,40
CF SIN	3,19±0,31	2,65±0,40
EF	1,87±0,19	1,26±0,24
Угол	78,76±5,64	94,64±3,94
GH	2,77±0,18	2,00±0,31
IG	2,83±1,76	2,06±0,27
KL	3,81±0,23	2,65±0,36
MN	3,85±0,21	2,71±0,35
толщина DEX	0,29±0,04	0,20±0,05
толщина SIN	0,30±0,04	0,21±0,05

Q	0,33±0,06	1,89±0,40
R	0,33±0,05	0,25±0,06
S	0,31±0,05	0,26±0,08
T	0,31±0,07	0,26±0,08

При статистической обработке полученных метрических данных максимальное значение коэффициента корреляции с возрастом у мужчин и женщин было у показателей ширина правой и левой пластинок снизу ( $r=0,4$ ) и длина линии смыкания пластинок ( $r=0,4$ ), но эти показатели имели формально достоверные, но слабые связи (таблица 7).

Таблица 7 – Значение корреляционной связи антропометрических показателей с возрастом, N=100

Антропометрический показатель	r	p
CF DEX	0,415	0,009
CF SIN	0,407	0,008
IG	0,355	0,026
FP	0,325	0,044

Из таблицы 7 видно, что показатели CF Dex и CF Sin взаимосвязаны с возрастом с коэффициентом корреляции более 0,4, и еще 2 показателя имеют формально достоверные, но слабые связи (IG, FP).

При дальнейшем подробном исследовании параметров ЩХ мужчин и женщин были вычислены: максимальное и минимальное значения, средние значения, стандартное отклонение, коэффициент асимметрии и эксцесса (таблица 8).

В дальнейшем при статистической обработке было обнаружено, что почти все метрические параметры ЩХ зависят от пола исследуемого образца (таблица 9). Наиболее значимые из них следующие: угол смыкания пластинок ( $r=0,9$ ), ширина и высота правой и левой пластинок ( $r=-0,8$ ).

Таблица 8 – Статистические показатели антропометрических параметров щитовидного хряща, N=100

Антропометрический параметр	Статистические показатели						
	Min	Max	M	m	$\sigma$	Асимметрия	Эксцесс
AA НАР	2,4	6,4	4,070	0,144	0,876	0,470	0,692
AA ВНУТР	2,2	5,8	3,660	0,141	0,848	0,460	-0,128
BB НАР	2,1	6	4,243	0,122	0,755	-0,072	1,128
BB ВНУТР	1,8	5,6	3,857	0,128	0,792	-0,262	0,405
CC НАР	1,6	5	3,569	0,100	0,623	-0,385	1,598
CC ВНУТР	1,2	4,5	3,008	0,102	0,621	-0,023	1,105
DD НАР	1,4	4,6	3,227	0,104	0,631	-0,096	0,937
DD ВНУТР	1,1	4,2	2,795	0,098	0,597	-0,001	1,066
AD DEX	1,8	5	4,034	0,116	0,713	-0,832	0,829
AD SIN	0	5,2	3,941	0,159	0,965	-2,163	7,003
AB DEX	0,7	2	1,441	0,052	0,323	-0,208	-0,856
AB SIN	0	2,3	1,413	0,067	0,416	-0,728	2,481
CD DEX	0,3	1,1	0,701	0,033	0,205	0,401	-0,499
CD SIN	0,3	1	0,676	0,033	0,202	-0,109	-1,054
BE DEX	1,8	4,6	3,627	0,112	0,698	-0,303	-0,696

BE SIN	1,8	4,6	3,600	0,108	0,675	-0,399	-0,533
CF DEX	1,3	3,7	2,838	0,072	0,448	-0,622	2,262
CF SIN	1,3	3,7	2,849	0,074	0,461	-0,576	2,013
EF	0,6	2,1	1,564	0,060	0,373	-0,484	-0,561
Угол	66	98	83,590	1,545	9,648	0,010	-1,457
GH	1	3,1	2,433	0,080	0,500	-0,650	-0,055
IG	1	3,2	2,462	0,074	0,465	-0,807	0,896
KL	1,4	4,2	3,267	0,104	0,647	-0,633	-0,110
MN	1,4	4	3,313	0,102	0,635	-0,753	0,155
Толщина DEX	0,1	0,35	0,246	0,008	0,052	-0,139	0,331
Толщина SIN	0,1	0,35	0,253	0,009	0,055	-0,106	0,261
FP	0,2	3,1	2,279	0,098	0,613	-1,427	2,848
Q	0,1	0,45	0,295	0,013	0,078	0,003	0,061
S	0,1	0,45	0,296	0,012	0,073	-0,135	0,439
T	0,1	0,6	0,295	0,014	0,084	1,407	5,000

Таблица 9 – Показатели корреляционных связей антропометрических параметров щитовидного хряща с полом, N=100

Антропометрический параметр	Коэффициент корреляции с полом	p
Угол	0,936	0
BE SIN	-0,888	0
MN	-0,88	0
KL	-0,87	0
EF	-0,845	0
GH	-0,845	0
BE DEX	-0,842	0
IG	-0,797	0
AD DEX	-0,713	0
CC ВНУТР	-0,712	0
DD ВНУТР	-0,682	0
CC НАР	-0,674	0
AB DEX	-0,668	0
CF SIN	-0,665	0
Толщина DEX	-0,635	0
AD SIN	-0,615	0
CF DEX	-0,615	0
DD НАР	-0,589	0
FP	-0,589	0
Толщина SIN	-0,565	0
Q	-0,553	0
AB SIN	-0,532	0,001
CD SIN	-0,496	0,002
BB НАР	-0,492	0,002

BB ВНУТР	-0,404	0,012
CD DEX	-0,371	0,022
T	-0,328	0,047
S	-0,283	0,09

В ходе проведенного исследования установлена половая изменчивость метрических параметров ЩХ человека. Полученные результаты доказывают возможность использования антропометрического исследования ЩХ в качестве дополнительного критерия при комплексной оценке пола человека в судебно-медицинской идентификации личности.

### **3.2. Результаты рентгенологического исследования щитовидного хряща**

При изучении рентгенограмм ЩХ обнаружено, что в возрасте до 18 лет ЩХ представлен только хрящевой тканью. Так как хрящевая ткань плохо отражает рентгеновские лучи, в данном возрастном периоде хрящи гортани достаточно плохо визуализируются, видны только наружные и внутренние контуры (очертания) щитовидного хряща (рисунок 12).



Рисунок 12 – Рентгенограмма щитовидного хряща мальчика 9 лет

С 19 и до 35 лет в нижнезаднем углу и нижних рогах ЩХ появляются первые очаги костной ткани (костная ткань занимает до 29% площади хряща). С увеличением возраста к уже имеющемуся окостенению присоединяется костная ткань в нижней части пластинки: она занимает сначала  $\frac{1}{4}$  ее высоты, затем –  $\frac{1}{2}$  пластинки. На рентгенограмме начинают достаточно ясно и четко вырисовываться основные анатомические элементы щитовидного хряща в виду его прогрессирующего окостенения. Очаги кальцификации у нижнего края пластинки с возрастом распространяется в разные стороны, приобретая «костную рамку» или «краевое» окостенение (рисунок 13).

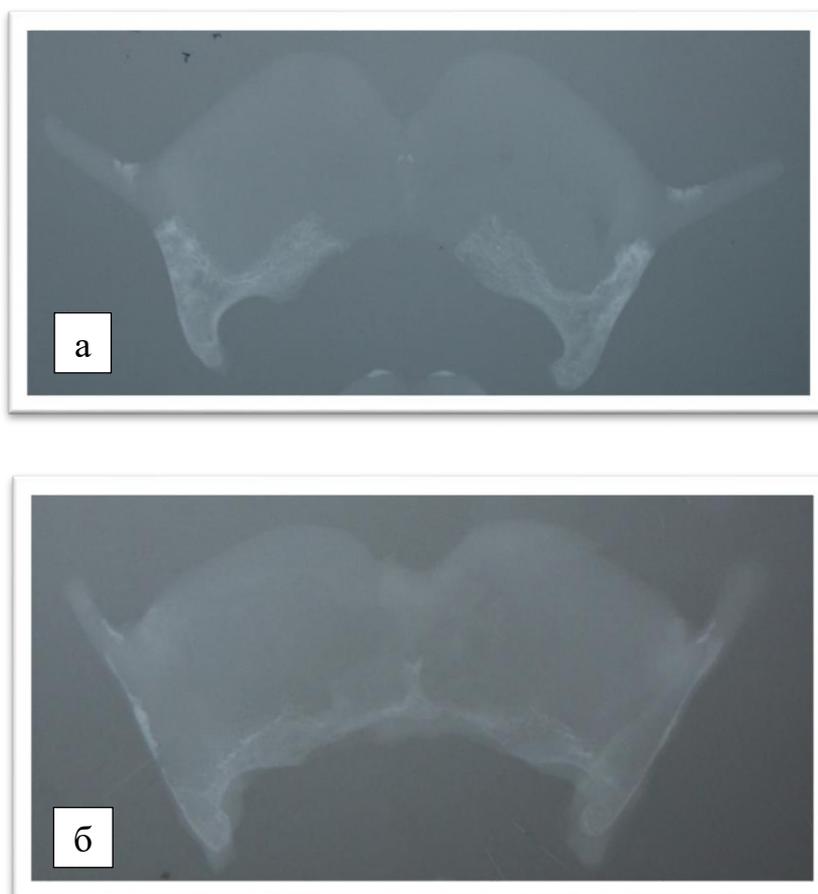


Рисунок 13 – Рентгенограмма щитовидного хряща мужчины: а – 25 лет,  
б – 28 лет

В возрастной группе от 36 до 60 лет отмечается окостенение задних краев пластинок и общий процент окостенения занимает до 59% площади ЩХ. На рентгенограмме обнаруживаются массивные бесформенные тени

окостеневшего хряща снизу пластинок с образованием «выроста», образующегося при слиянии краевого окостенения (рисунок 14).

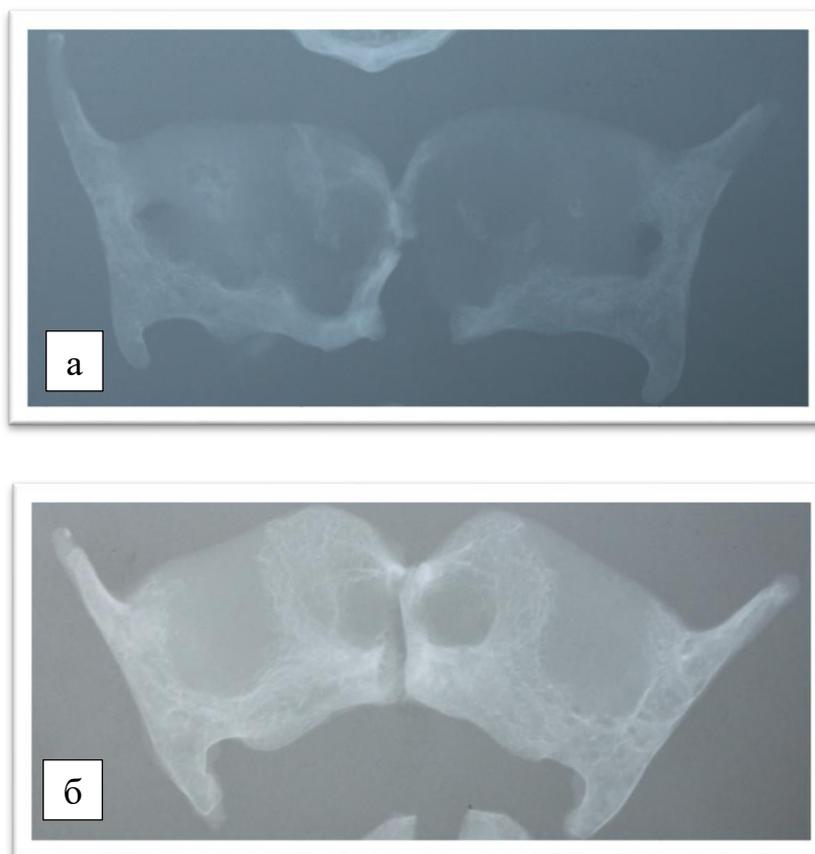


Рисунок 14 – Рентгенограмма щитовидного хряща мужчины; а – 46 лет,  
б – 57 лет

С 61 года до 96 лет костная ткань распространяется вверх по пластинке и затрагивает всю толщину верхних рогов и большую часть пластинок (до 100% площади). 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 (рисунок 15).

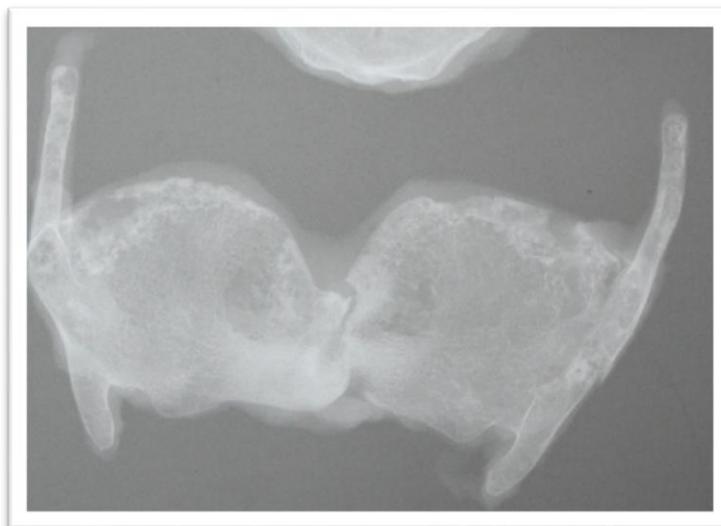


Рисунок 15 – Рентгенограмма щитовидного хряща мужчины 68 лет

Сводная таблица полученных особенностей распределения костной ткани на рентгенограммах ЩХ представлена в таблице 10. Анализируя полученные результаты, мы пришли к выводу, что с увеличением возраста меняется соотношение костной и хрящевой ткани в ЩХ, это выражено в увеличении площади костной и уменьшении доли хрящевой ткани (рисунок 16, 17).

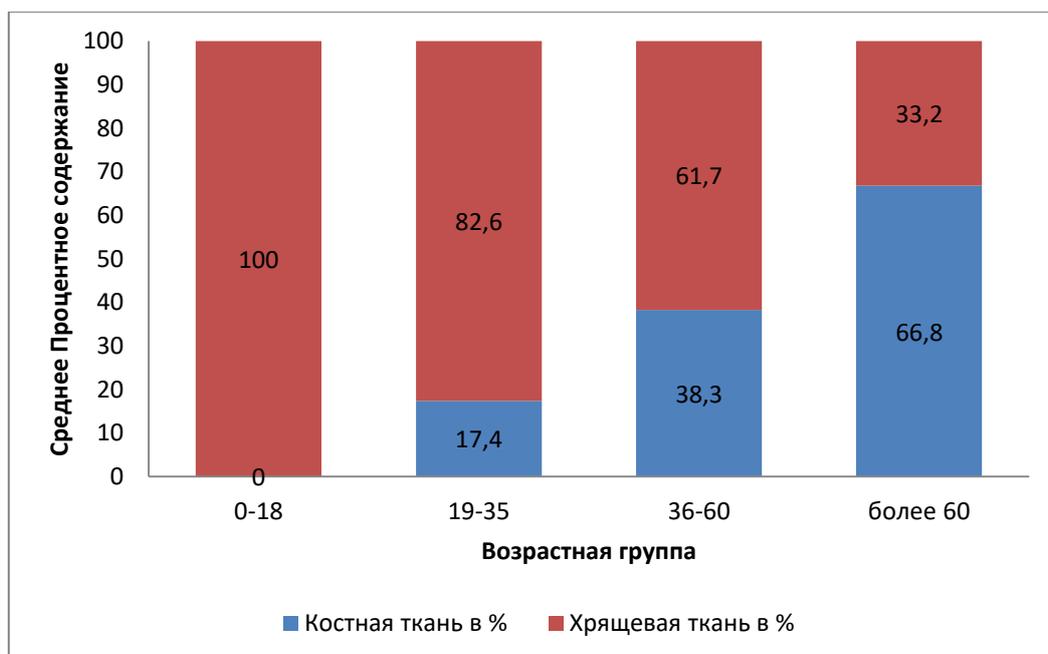


Рисунок 16 – Диаграмма соотношения распределения костной и хрящевой ткани на рентгенограмме щитовидного хряща в различных возрастных группах

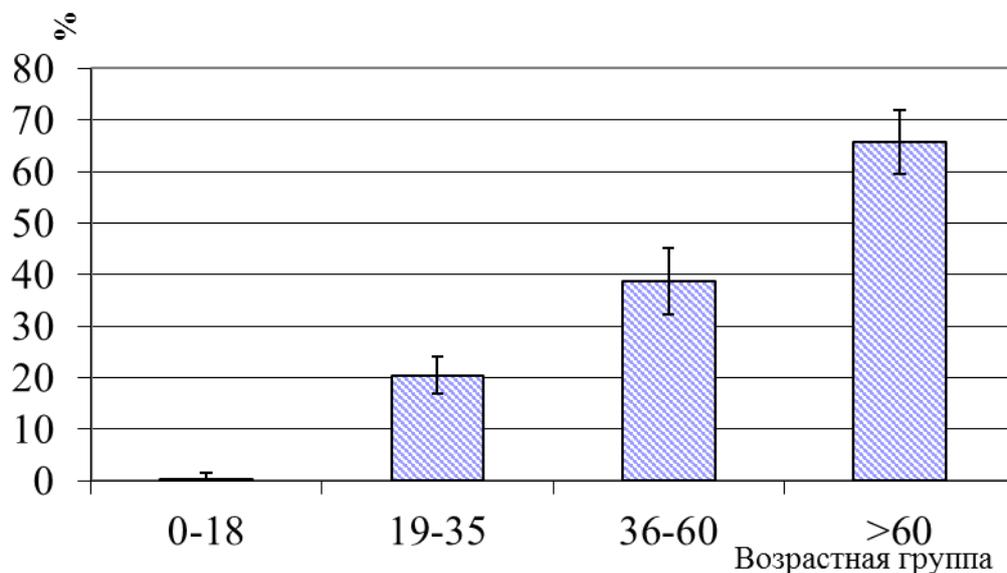
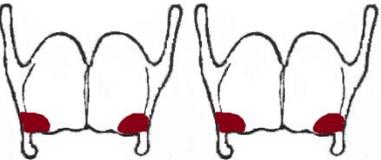


Рисунок 17 – Диаграмма распределения процентного содержания костной ткани на рентгенограмме в щитовидном хряще в процентах

Таблица 10 – Общая схема окостенения щитовидного хряща с распределением костной ткани в %

Возрастная группа	Содержание хрящевой ткани в % на рентгенограмме	Содержание костной ткани в % на рентгенограмме	Преимущественное расположение окостенения	Схема окостенения на абрисе щитовидного хряща
До 18 лет	100	0	Нет	
От 19 до 35	65 – 85	15 – 35	Нижние рога и 1/4 нижняя часть пластинок	
От 36 до 60 лет	40 – 60	30 – 60	Нижние рога, нижняя часть пластинок до 1/2, задние края пластинок	
Старше 61 года	20 – 55	50 – 80	Все пластинки, за исключением «окон» в середине пластинок	

### **3.3. Результаты гистологического исследования щитовидного хряща**

Качественное изучение гистологических срезов ЩХ позволило выделить следующую возрастную динамику: до 18 лет в образце присутствует только хрящевая ткань, состоящая из молодых и зрелых хондроцитов, количество которых уменьшается с возрастом. От 19 до 35 лет в хрящевой ткани появляются участки костной ткани, представленные костными трабекулами с ретикулярной и жировой тканью. В возрасте 36 – 60 лет костная ткань занимает до половины площади препарата, причем изменяются параметры ее основных составляющих элементов, а именно увеличивается площадь и длина трабекул, площадь жировой ткани и ретикулярной ткани. Старше 61 года в ЩХ наблюдается полное замещение хрящевой ткани на костную. В костной ткани отмечается преобладание жировой составляющей над ретикулярной. В редких случаях наблюдались небольшие участки хрящевой ткани по периметру среза.

При более подробном изучении и анализе гистологических препаратов выявлено, что в возрастной группе до 18 лет ЩХ во всех случаях был представлен хрящевой тканью, состоящей из одиночно расположенных молодых хондроцитов небольшого размера правильной округлой и овальной формы, расположенных диффузно по всему препарату в слабо окрашенном межклеточном веществе (рисунок 18). К концу данного возрастного периода появляется зона зрелого хряща, что сопровождается уменьшением количества молодых хондроцитов, появлением отдельных изо групп, состоящих из 2 – 5-зрелых хондроцитов (рисунок 19).

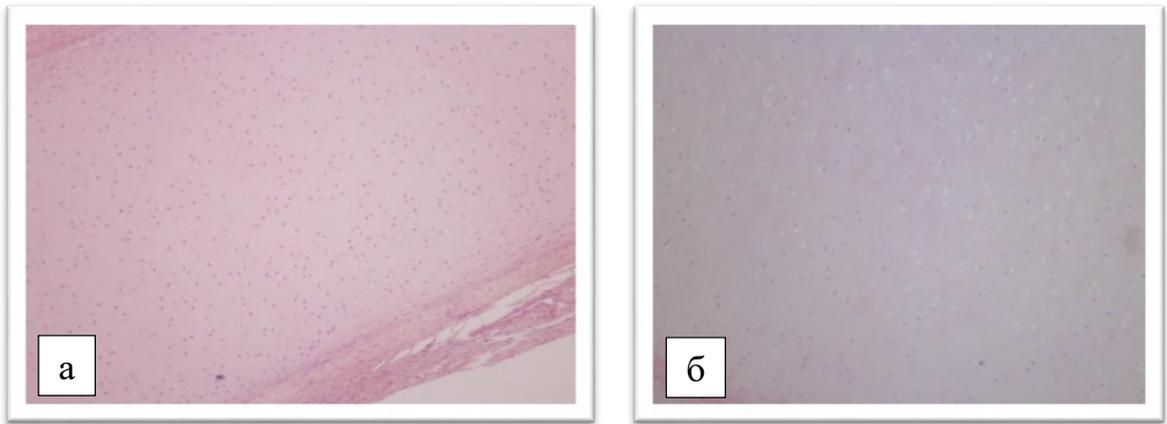


Рисунок 18 – Гистологическое строение щитовидного хряща лиц мужского пола: а – 1 год, б – 2 года. Микрофотография. Окраска гематоксилин – эозином. Ув.: ок. 10, об. 10.

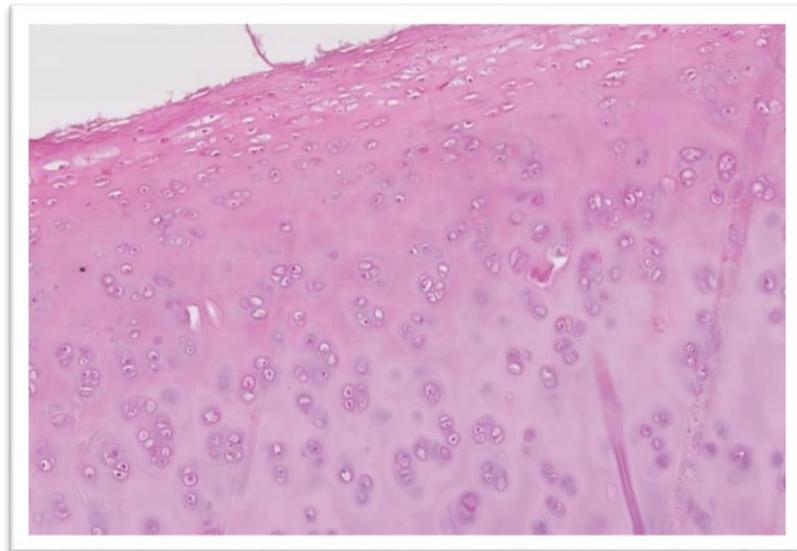


Рисунок 19 – Гистологическое строение щитовидного хряща. Юноша 18 лет. Микрофотография. Окраска гематоксилин – эозином. Ув.: ок. 10, об. 20.

В возрасте 19 – 35 лет молодые хондроциты в небольшом количестве образуют зону молодого хряща, а зрелые увеличиваются по объему и площади и преобладают над количеством молодых. Процесс окостенения хряща начинается у нижнего края пластинки, и на препарате костная ткань представлена единичными, тонкими, однородными небольшими трабекулами с расположенной между ними ретикулярной тканью (рисунок 20).

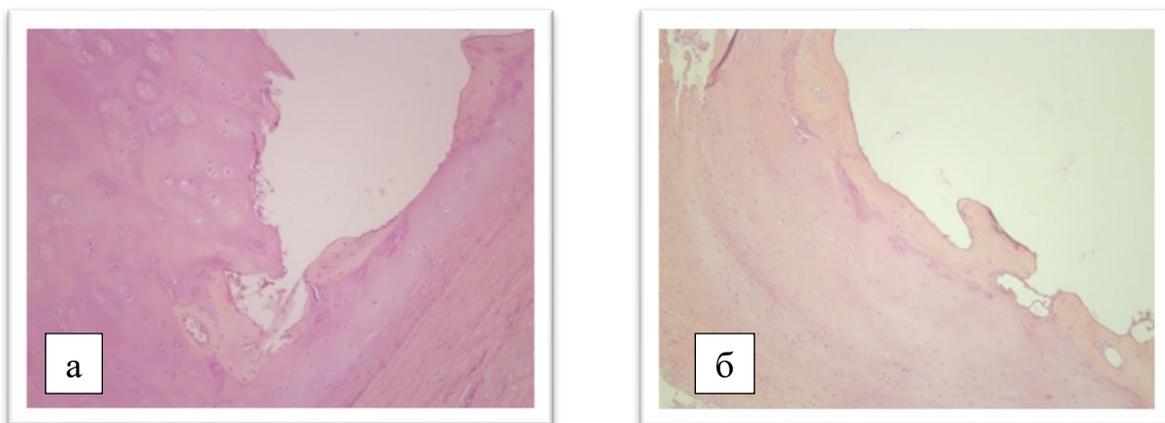


Рисунок 20 – Гистологическое строение щитовидного хряща лиц мужского пола: а – 27 лет, б – 32 года. Микрофотография. Окраска гематоксилин – эозином. Ув.: ок. 10, об. 10.

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 (рисунок 21). На фоне увеличения площади костной ткани в препарате увеличивается количество трабекул.

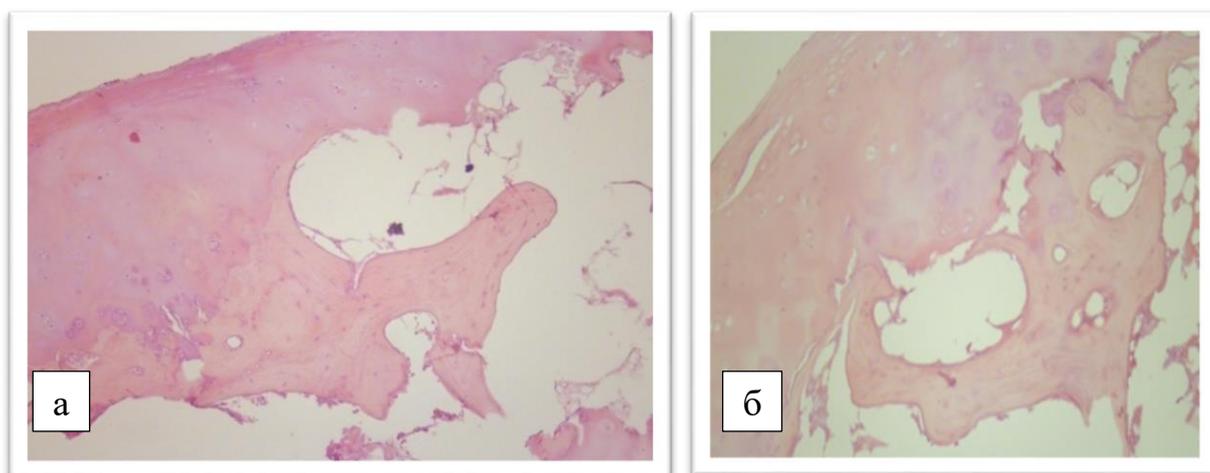


Рисунок 21 – Гистологическое строение щитовидного хряща лиц мужского пола: а – 40 лет, б – 52 года. Микрофотография. Окраска гематоксилин-эозином. Ув.: ок. 10, об. 10.

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 60 лет хрящевая ткань сохранена в единичных препаратах только в верхней трети и представлена зрелыми и единичными молодыми хондроцитами, в остальных случаях ЩХ представлен только костной тканью (рисунок 22). Пространство между трабекулами заполнено в основном жировой тканью (рисунок 23). Проведенное исследование показало, что такой процесс начинается от нижнего края пластинки ЩХ и с возрастом распространяется на всю ее высоту и ширину.

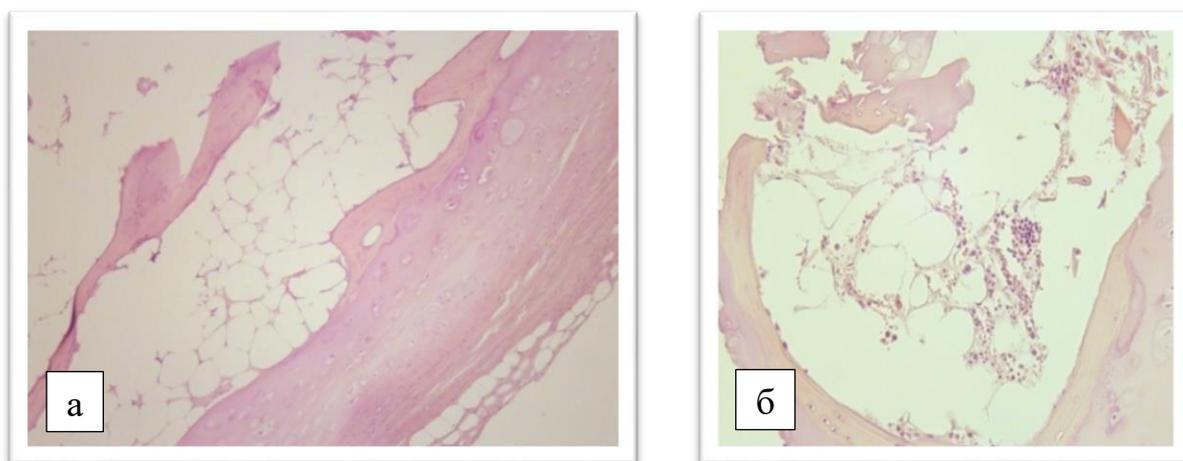


Рисунок 22 – Гистологическое строение щитовидного хряща мужчины:

а – 61 год, б – 62 года. Микрофотография. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.: ок. 10, об. 10.

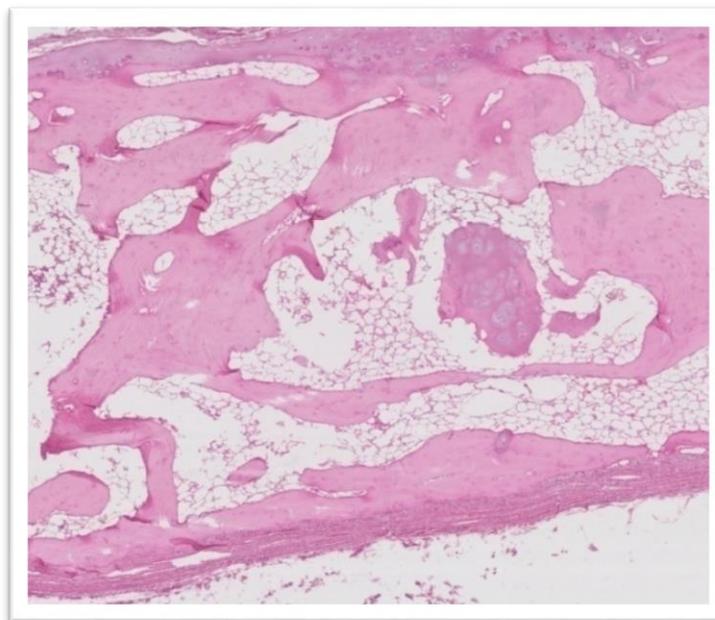


Рисунок 23 – Гистологическое строение щитовидного хряща мужчины 75 лет. Микрофотография. Окраска гематоксилин-эозином. Ув.: ок. 10, об. 5.

Анализ полученных качественных признаков позволил выделить ряд микрометрических данных для их дальнейшей количественной оценки. В результате выбрано 27 метрических параметров костной и хрящевой ткани (таблица 11), по которым проводились дальнейшие морфометрические измерения.

Таблица 11 – Название морфометрических признаков

Номер порядковый	Номер признака	Имя признака	Название признака
1	1	P1	Площадь костной ткани на препарате в %
2	3	P3	Площадь костной ткани на препарате в мкм <sup>2</sup>
3	4	P4	Среднее количество костных балок в поле зрения
4	5	P5	Количество костных балок в препарате
5	6	P6	Средняя площадь трабекул
6	7	P7	Минимальная длина трабекул
7	8	P8	Максимальная длина трабекул

8	9	P9	Средняя длина трабекул
9	10	P10	Максимальная толщина трабекул
10	11	P11	Минимальная толщина трабекул
11	12	P12	Средняя толщина трабекул
12	13	P13	Толщина кортикальной пластинки
13	14	P14	Средняя площадь жировой ткани
14	15	P15	Средняя площадь ретикулярной ткани
15	16	P16	Соотношение P14/P15
16	17	P17	Площадь хрящевой ткани на препарате в %
17	19	P19	Площадь хрящевой ткани на препарате в мкм <sup>2</sup>
18	20	P20	Среднее количество молодых хондроцитов в препарате
19	21	P21	Среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения
20	22	P22	Количество зрелых хондроцитов в поле зрения
21	23	P23	Ширина зоны молодого хряща
22	24	P24	Ширина зоны зрелого хряща
23	25	P25	Соотношение P24/ P23
24	26	P26	Средняя ширина хрящевой пластинки
25	27	P27	Соотношение P3/P19
26	28	P28	Соотношение P1/P17

Для каждой из возрастных групп был выполнен статистический расчет: среднего показателя, стандартного отклонения, максимального значения, минимального значения, стандартной ошибки среднего и коэффициент корреляции с возрастом.

Средние значения морфометрических показателей для возрастной группы до 18 лет представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Средние значения морфометрических показателей для возрастной группы до 18 лет, N=6

Признак	Статистические показатели				
	М	m	Max	Min	Б
P17	100,00	0,00	100,00	100,00	0,00
P19	20,83	1,17	22,00	19,00	0,48
P20	471,17	278,47	897,00	90,00	113,68
P21	616,50	22,63	647,00	586,00	9,24
P22	360,00	24,49	390,00	320,00	10,00
P23	0,30	0,12	0,49	0,15	0,05
P24	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
P25	0,04	0,05	0,13	0,00	0,02
P26	0,38	0,07	0,49	0,29	0,03
P27	0,10	0,15	0,38	0,00	0,06
P28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

При анализе морфометрических данных по возрастным группам в возрасте до 18 лет ЩХ максимальный коэффициент корреляции имели следующие показатели: среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения, ширина зоны молодого хряща, ширина зоны зрелого хряща, соотношение зоны молодого и зрелого хряща, соотношение площади костной и хрящевой ткани в  $\text{мкм}^2$  (таблица 13).

Таблица 13 – Значение коэффициентов корреляции морфометрических признаков от возраста в возрастной группе до 18 лет

Признак	Название морфометрического признака	Коэффициент корреляции с возрастом (r)
P20	Среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения	-0,8
P23	Ширина зоны молодого хряща	-0,79
P24	Ширина зоны зрелого хряща	0,85
P25	Соотношение зоны молодого и зрелого хрящей	0,86
P28	Соотношение площади костной и хрящевой ткани в мкм <sup>2</sup>	0,8

Для следующей возрастной группы – 19 – 35 лет, статистические показатели представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Средние значения морфометрических признаков для возрастной группы 19 – 35 лет, N=25

Признак	Статистические показатели				
	M	m	Max	Min	$\delta$
P1	24,48	17,22	70,00	3,00	3,44
P3	2,14	0,90	4,20	1,10	0,18
P4	3,12	1,01	5,00	2,00	0,20
P5	25,92	6,82	38,00	13,00	1,36
P6	0,07	0,20	1,05	0,01	0,04
P7	0,04	0,02	0,09	0,02	0,00
P8	0,35	0,15	0,92	0,12	0,03
P9	0,24	0,16	0,83	0,11	0,03
P10	0,07	0,09	0,50	0,03	0,02
P11	0,02	0,02	0,09	0,01	0,00

P12	0,04	0,02	0,10	0,01	0,00
P13	0,04	0,03	0,11	0,01	0,01
P14	0,36	0,23	0,92	0,08	0,05
P15	0,53	0,29	1,25	0,22	0,06
P16	0,65	0,27	1,27	0,25	0,05
P17	74,56	17,65	97,00	30,00	3,53
P19	14,69	2,27	19,00	11,00	0,45
P20	19,08	4,88	31,00	10,00	0,98
P21	23,36	8,95	39,00	10,00	1,79
P22	93,04	69,73	354,00	10,00	13,95
P23	0,06	0,02	0,12	0,03	0,00
P24	0,16	0,11	0,39	0,03	0,02
P25	2,87	2,08	7,80	0,38	0,42
P26	0,27	0,10	0,44	0,09	0,02
P27	14,86	16,34	70,37	1,04	3,27
P28	0,43	0,48	2,33	0,03	0,10

С 19 до 35 лет значение содержания костной ткани в препарате, площади костной ткани в  $\text{мкм}^2$ , количества костных балок в препарате, минимальная длина трабекул, толщина кортикальной пластинки, средняя площадь жировой и ретикулярной ткани, их соотношение, площадь хрящевой ткани в  $\text{мкм}^2$ , количество молодых и зрелых хондроцитов, ширины зоны зрелого хряща, средней ширины хрящевой пластинки имели наибольшую взаимосвязь с возрастом (таблица 15).

Таблица 15 – Значение коэффициентов корреляции морфометрических признаков от возраста в возрастной группе 19 – 35 лет

Признак	Название признака	Коэффициент корреляции с возрастом (r)
P1	Площадь костной ткани на препарате в %	0,73
P3	Площадь костной ткани на препарате в мкм <sup>2</sup>	0,71
P5	Количество костных балок в препарате	0,59
P7	Минимальная длина трабекул	0,54
P13	Толщина кортикальной пластинки	0,51
P14	Средняя площадь жировой ткани	0,82
P15	Соотношение P14/P15	0,73
P16	Соотношение P14/P15	0,54
P17	Площадь хрящевой ткани на препарате в %	-0,76
P21	Среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения	-0,67
P22	Ширина зоны зрелого хряща	-0,54
P24	Средняя ширина хрящевой пластинки	0,57
P25	Соотношение P24/ P23	0,57
P26	Средняя ширина хрящевой пластинки	-0,68
P27	Соотношение P3/P19	0,54
P28	Соотношение P1/P17	0,51

Гистологическая картина ЩХ для возрастного периода 36 – 60 лет характеризуется относительной стабилизацией большинства признаков кроме морфометрических характеристик костных балок (таблица 16).

Таблица 16 – Среднее значение морфометрических признаков для  
возрастной группы 36 – 60 лет, N=45

Признак	Статистические показатели				
	M	M	Max	Min	$\delta$
P1	57,04	21,65	96,50	5,00	3,23
P3	4,18	1,66	10,80	2,20	0,25
P4	4,02	1,10	6,00	2,00	0,16
P5	30,56	8,03	44,00	11,00	1,20
P6	0,09	0,15	0,86	0,01	0,02
P7	0,12	0,11	0,50	0,03	0,02
P8	0,73	0,53	2,85	0,03	0,08
P9	0,37	0,23	1,34	0,11	0,03
P10	0,11	0,11	0,70	0,04	0,02
P11	0,03	0,02	0,12	0,01	0,00
P12	0,06	0,04	0,22	0,02	0,01
P13	0,12	0,16	0,82	0,03	0,02
P14	2,11	4,18	24,20	0,02	0,62
P15	1,92	3,34	21,30	0,18	0,50
P16	1,74	4,94	34,00	0,09	0,74
P17	43,16	21,85	95,00	3,50	3,26
P19	7,44	6,65	23,00	1,10	0,99
P20	15,62	2,89	22,00	11,00	0,43
P21	20,47	6,99	38,00	6,00	1,04
P22	61,60	22,73	108,00	5,00	3,39
P23	0,09	0,06	0,28	0,01	0,01
P24	0,30	0,19	1,03	0,08	0,03
P25	4,19	2,01	11,00	1,25	0,30
P26	0,32	0,20	0,90	0,07	0,03

P27	20,12	22,82	137,50	1,39	3,40
P28	3,00	5,19	27,57	0,05	0,77

В данной возрастной группе наиболее выраженные изменения от возраста оказались у следующих признаков: максимальная и минимальная длина трабекул, площадь хрящевой ткани в  $\text{мкм}^2$  и соотношение площади костной к хрящевой ткани в % (таблица 17).

Таблица 17 – Значение коэффициентов корреляции морфометрических признаков от возраста в возрастной группе 36 – 60 лет

Признак	Название признака	Коэффициент корреляции с возрастом (r)
P7	Минимальная длина трабекул	0,52
P8	Максимальная длина трабекул	0,51
P9	Средняя длина трабекул	0,55
P19	Площадь хрящевой ткани в препарате в $\text{мкм}^2$	-0,58
P28	Соотношение P1/P17	0,6

В возрастной группе более 61 года ШХ средние значения показателей представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Средние значения морфометрических признаков для возрастной группы старше 61 года, N= 54

Признак	Статистические показатели				
	M	m	Max	Min	$\delta$
P1	85,00	16,75	99,00	8,00	2,28
P3	46,16	16,02	80,20	6,20	2,18
P4	4,81	1,42	7,00	2,00	0,19

P5	31,93	9,92	47,00	9,00	1,35
P6	0,14	0,05	0,27	0,06	0,01
P7	0,25	0,16	0,76	0,03	0,02
P8	0,99	0,23	1,60	0,40	0,03
P9	0,65	0,24	1,33	0,30	0,03
P10	0,16	0,03	0,23	0,11	0,00
P11	0,04	0,02	0,10	0,02	0,00
P12	0,09	0,10	0,80	0,05	0,01
P13	0,19	0,05	0,35	0,09	0,01
P14	23,29	9,19	41,20	2,10	1,25
P15	12,09	6,85	31,10	2,57	0,93
P16	2,23	0,89	6,08	0,08	0,12
P17	14,80	16,85	92,00	1,00	2,29
P19	9,60	5,87	39,10	0,90	0,80
P20	9,63	3,02	16,00	4,00	0,41
P21	17,04	7,80	35,00	5,00	1,06
P22	67,07	27,95	116,00	6,00	3,80
P23	0,12	0,06	0,30	0,02	0,01
P24	0,45	0,27	1,33	0,08	0,04
P25	4,31	3,04	17,17	0,70	0,41
P26	0,40	0,22	1,46	0,02	0,03
P27	14,91	16,39	94,00	1,71	2,23
P28	20,85	29,48	99,00	0,09	4,01

Признаки минимальная толщина трабекул, количество молодых хондроцитов в поле зрения микроскопа имели максимальные коэффициенты корреляции с возрастом (таблица 19).

Таблица 19 – Значение коэффициентов корреляции морфометрических признаков от возраста в возрастной группе старше 61года

Признак	Название признака	Коэффициент корреляции с возрастом (r)
P11	Средняя толщина трабекул	0,65
P20	Среднее количество молодых хондроцитов в препарате	-0,63
P21	Среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения	-0,56

Результаты анализа морфометрических данных всего возрастного диапазона показали, что количество костных балок в препарате, средняя площадь трабекул, средняя толщина трабекул, количество молодых хондроцитов, ширина зоны молодого хряща и средняя ширина хрящевой пластинки слабо зависят от возраста индивида. Было обнаружено, что наибольший коэффициент корреляции с возрастом имеют признаки, представленные в таблице 20.

Таблица 20 – Морфометрические признаки и коэффициент корреляции по всему возрастному диапазону

Номер порядковый	Имя признака	Название признака	Коэффициент корреляции с возрастом (r)
1	P1	Площадь костной ткани на препарате в %	0,82
2	P3	Площадь костной ткани на препарате в мкм <sup>2</sup>	0,77

3	P4	Среднее количество костных балок в поле зрения	0,56
6	P7	Минимальная длина трабекул	0,53
7	P8	Максимальная длина трабекул	0,67
8	P9	Средняя длина трабекул	0,67
9	P10	Максимальная толщина трабекул	0,5
10	P11	Минимальная толщина трабекул	0,55
12	P13	Толщина кортикальной пластинки	0,55
13	P14	Средняя площадь жировой ткани	0,76
14	P15	Средняя площадь ретикулярной ткани	0,7
16	P17	Площадь хрящевой ткани на препарате в %	-0,8
17	P19	Площадь хрящевой ткани препарате в мкм <sup>2</sup>	-0,52
19	P21	Количество молодых хондроцитов в поле зрения	-0,5
20	P22	Количество зрелых хондроцитов в поле зрения	-0,5
22	P24	Ширина зоны зрелого хряща	0,54
25	P27	Соотношение P3/P19	0,58

Наиболее выраженную 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 ( $r=0,5$ ).

На следующем этапе нашего исследования была проведена оценка наиболее зависящих от возраста морфометрических параметров и охарактеризована динамика их изменений в изучаемых возрастных группах.

Анализ изменений изученных количественных признаков по возрастным группам показал, что наиболее достоверную связь с возрастом имел показатель площадь костной ткани ( $r=0,82$ ). Процент костной ткани имеет достоверные различия во всех возрастных группах. Минимальная площадь определяется у лиц младше 18 лет, начиная с 19 лет происходит постепенное увеличение данного параметра на протяжении всех изученных периодов (рисунок 24, 25).

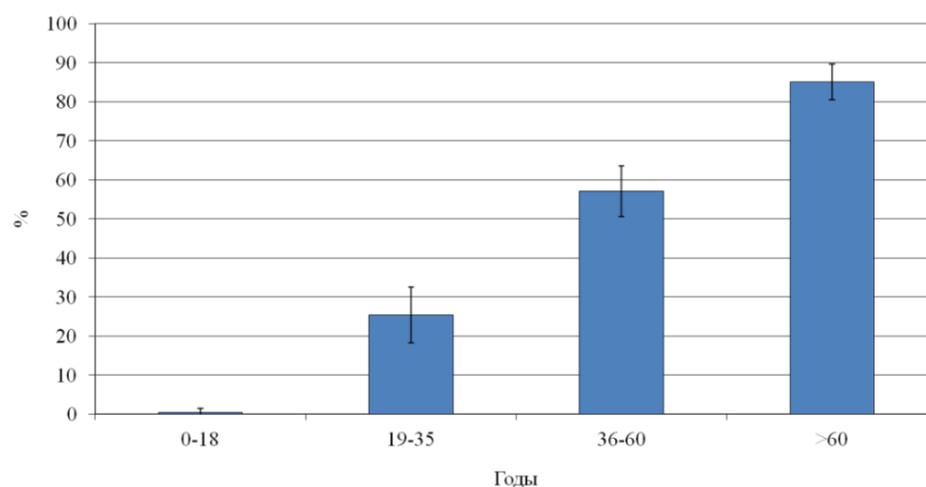


Рисунок 24 – Средняя величина площади костной ткани в % в различных возрастных группах (P1)

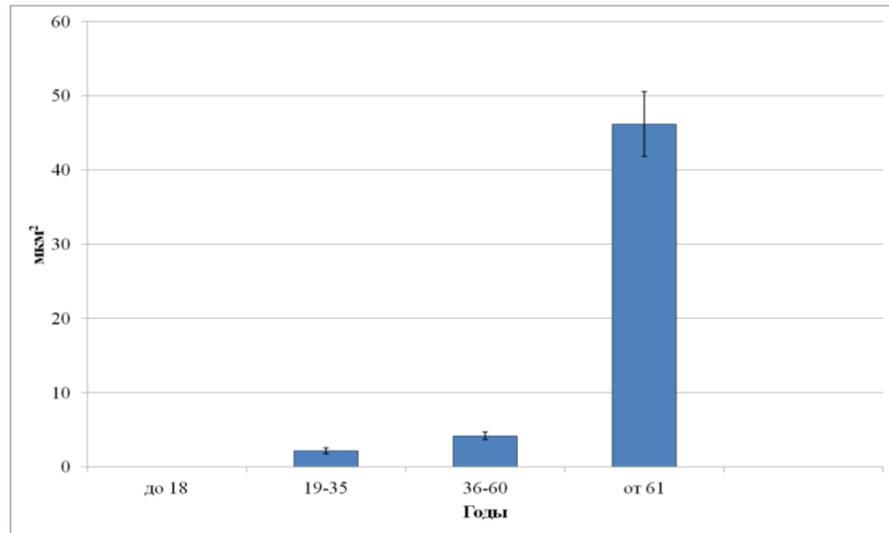


Рисунок 25 – Средняя величина площади костной ткани в  $\mu\text{m}^2$  в различных возрастных группах (P3)

Нами установлено, что вместе с площадью костной ткани так же увеличивается количество костных балок. Данный показатель имеет минимальное значение в возрасте до 18 лет (рисунок 26). После 19 лет во всех возрастных интервалах количество трабекул увеличивается ( $r=0,56$ ).

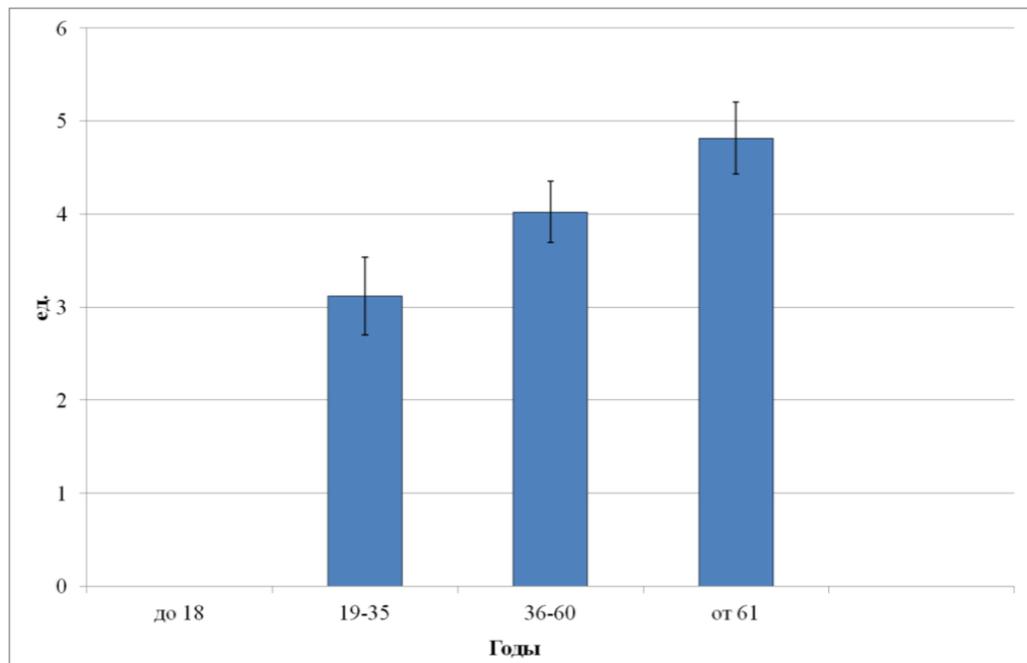


Рисунок 26 – Среднее количество костных балок в поле зрения в различных возрастных группах (P4)

Максимальная и средняя длина трабекул также зависит от возраста индивида. У лиц моложе 18 лет костные трабекулы отсутствуют ввиду отсутствия костной ткани. Затем в возрасте от 19 до 35 лет отмечается их появление и длина трабекул при этом наименьшая (рисунок 27, 28). В следующем возрастном интервале отмечается небольшое увеличение данного показателя, а в возрасте старше 61 года отмечается резкое достоверное увеличение значения изучаемого параметра. Коэффициент корреляции данных показателей с возрастом составил 0,53 и 0,67 соответственно.

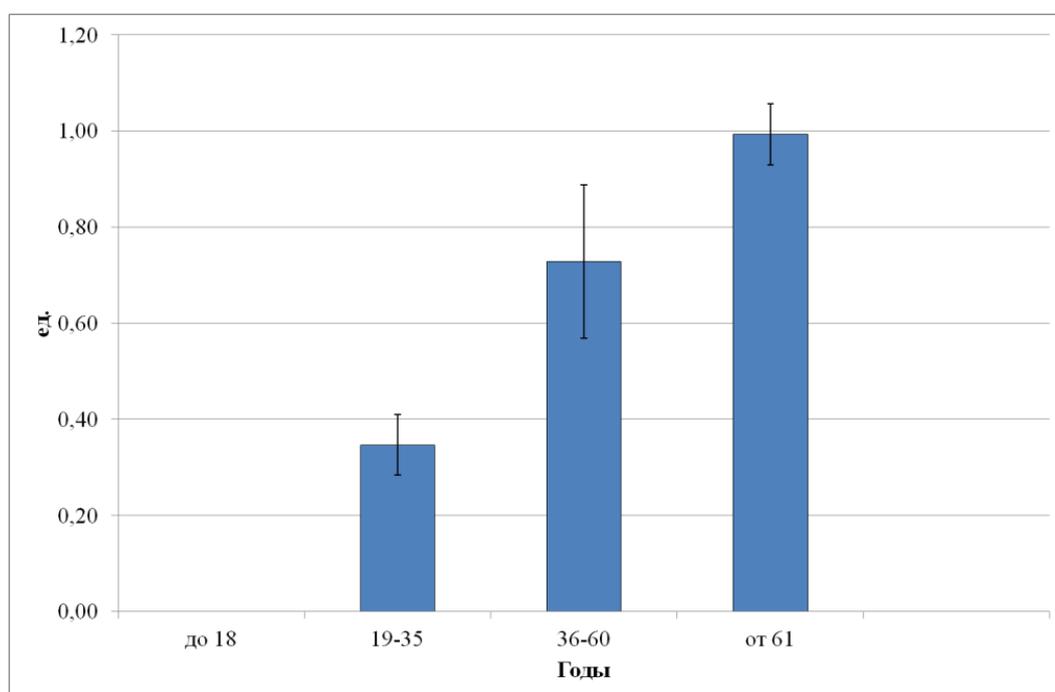


Рисунок 27 – Максимальная длина трабекул в мкм в различных возрастных группах (P8)

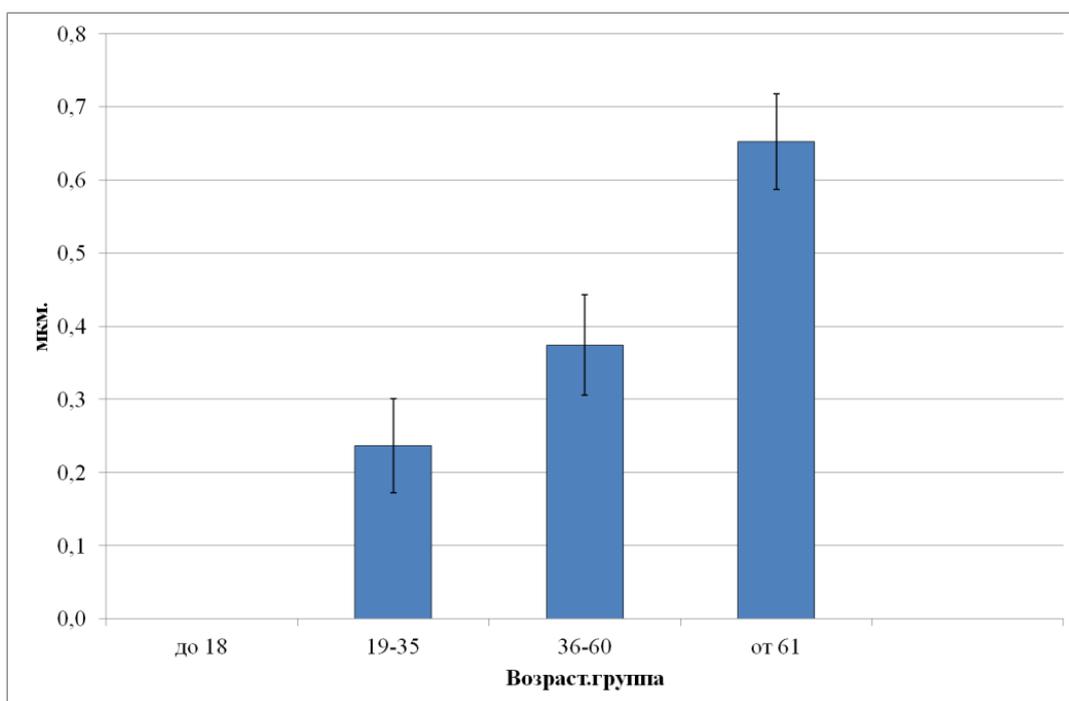


Рисунок 28 – Средняя длина трабекул в мкм в различных возрастных группах (P9)

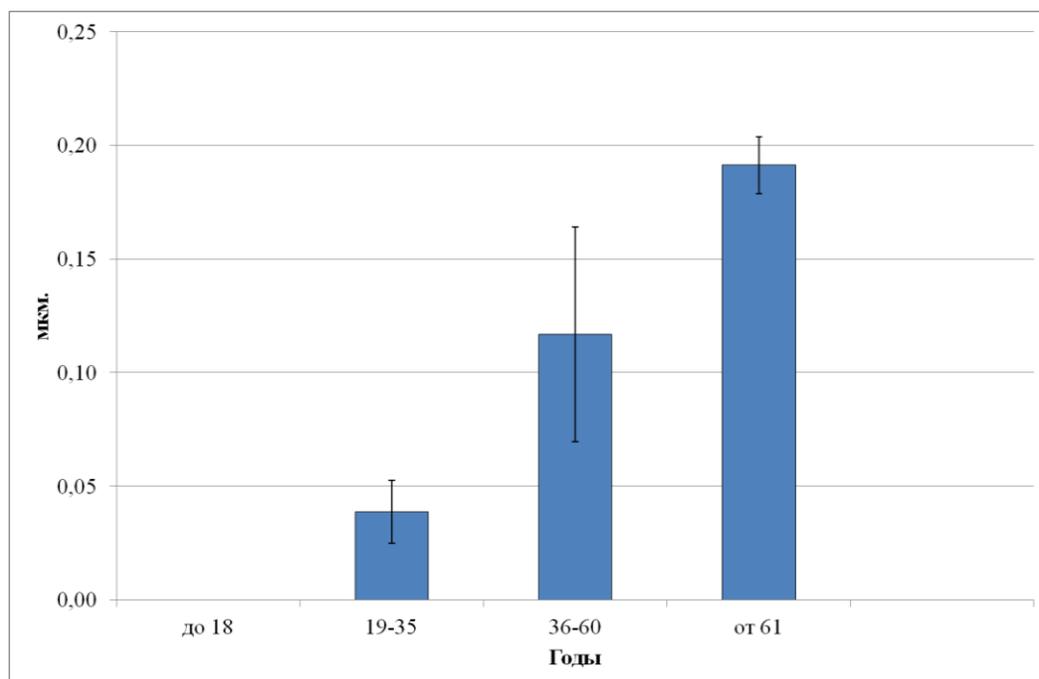


Рисунок 29 – Средняя толщина кортикальной пластинки в мкм в различных возрастных группах (P13)

При изучении показателя толщины кортикальной пластинки у лиц различного возраста было установлено, что с возрастом отмечается рост

значения данного параметра (рисунок 29). До 18 лет кортикальная пластинка отсутствует, в группе 19 – 35 лет отмечается ее появление с минимального значения. В последующих возрастных группах показатель увеличивается еще больше, различия между группами становятся статистически значимы.

При исследовании площади жировой ткани в межтрабекулярном пространстве было установлено, что с возрастом отмечается рост данного показателя (рисунок 30). До 18 лет этот показатель отсутствует из-за отсутствия костной ткани, в группе 19 – 35 его значение возрастает и в последующих возрастных периодах увеличивается, но различие между этими двумя группами недостоверно. В следующей возрастной группе значение площади жировой ткани достигает максимального значения, и различия между группами становятся статистически значимыми.

Среднее значение жировой и ретикулярной ткани имеет наименьшее значение в возрасте 19 – 35 лет с последующим увеличением до максимального значения в возрасте старше 61 года (рисунок 30, 31).

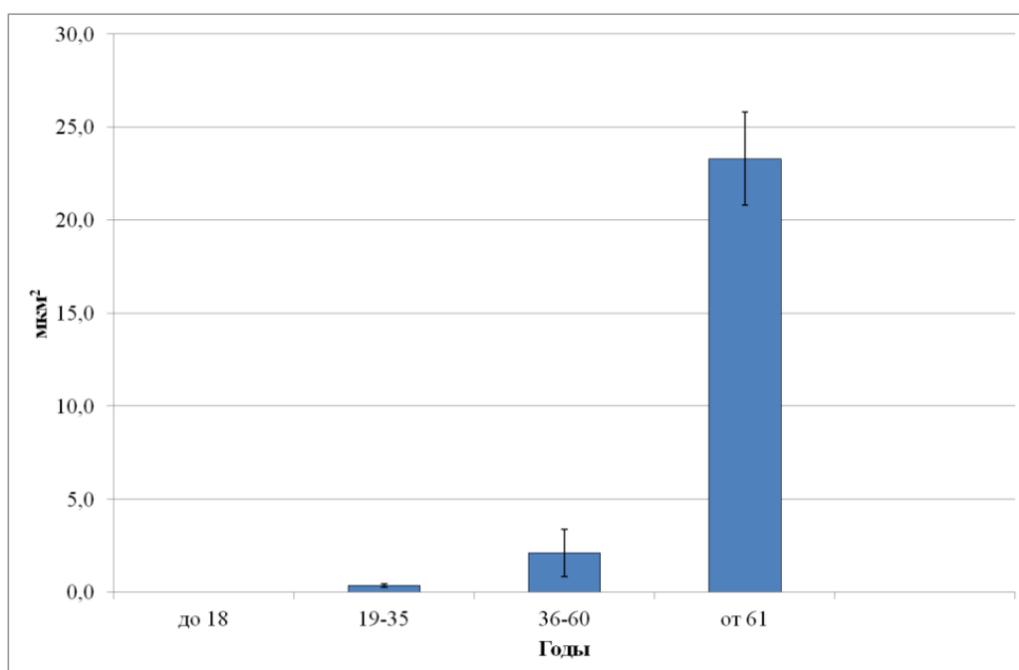


Рисунок 30 – Среднее значение площади жировой ткани в  $\mu\text{m}^2$  в различных возрастных группах (P14)

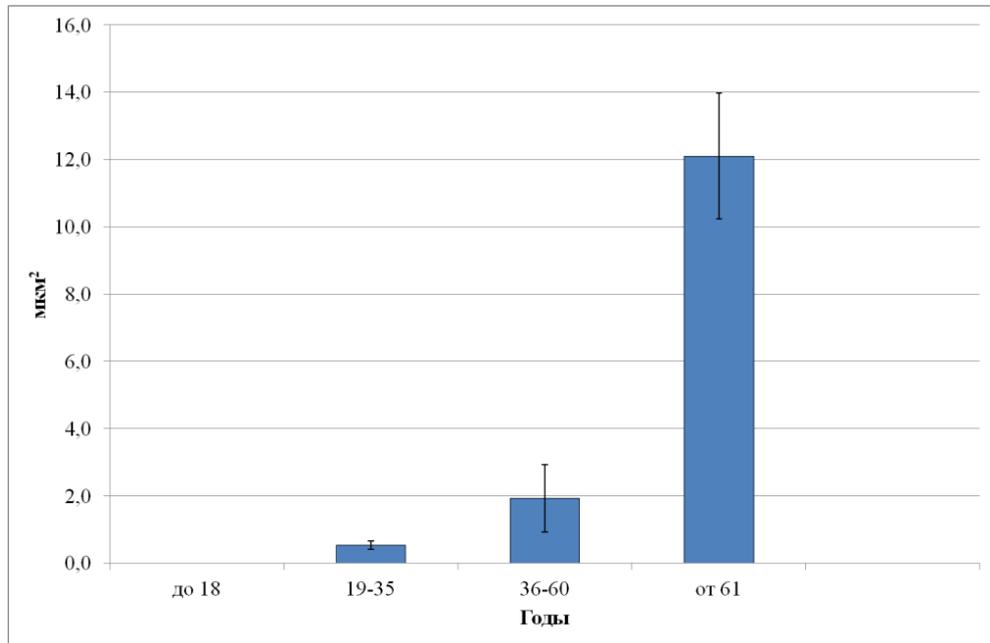


Рисунок 31 – Среднее значение площади ретикулярной ткани в мкм<sup>2</sup> в различных возрастных группах (P15)

Среднее значение площади хрящевой ткани имеет наибольшее значение в возрасте до 18 лет и занимает всю площадь препарата. С увеличением возраста после 19 лет во всех возрастных интервалах отмечается уменьшение данного показателя (рисунок 32, 33). Отметим, что при изучении средней площади хрящевой ткани в поле зрения в возрастной группе старше 61 года наблюдается небольшое увеличение площади по сравнению с возрастом 36 – 60 лет.

Значение площади хрящевой ткани в % имеет высокую зависимость от возраста ( $r=-0,8$ ), показатель площадь хрящевой ткани в мкм<sup>2</sup> имеет среднюю силу связи с возрастом индивида ( $r=-0,52$ ).

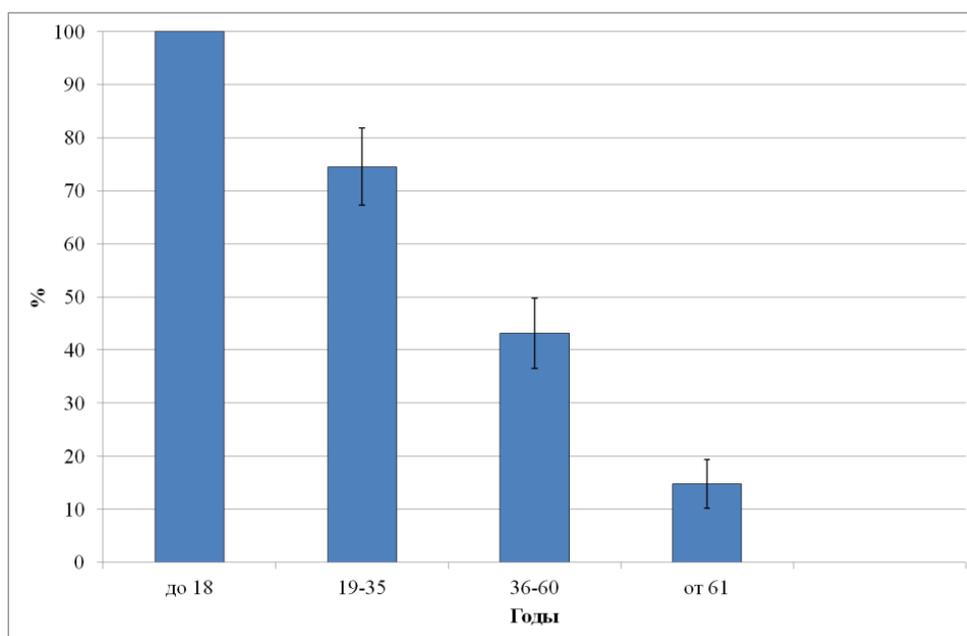


Рисунок 32 – Среднее значение площади хрящевой ткани на препарате в % в различных возрастных группах (P17)

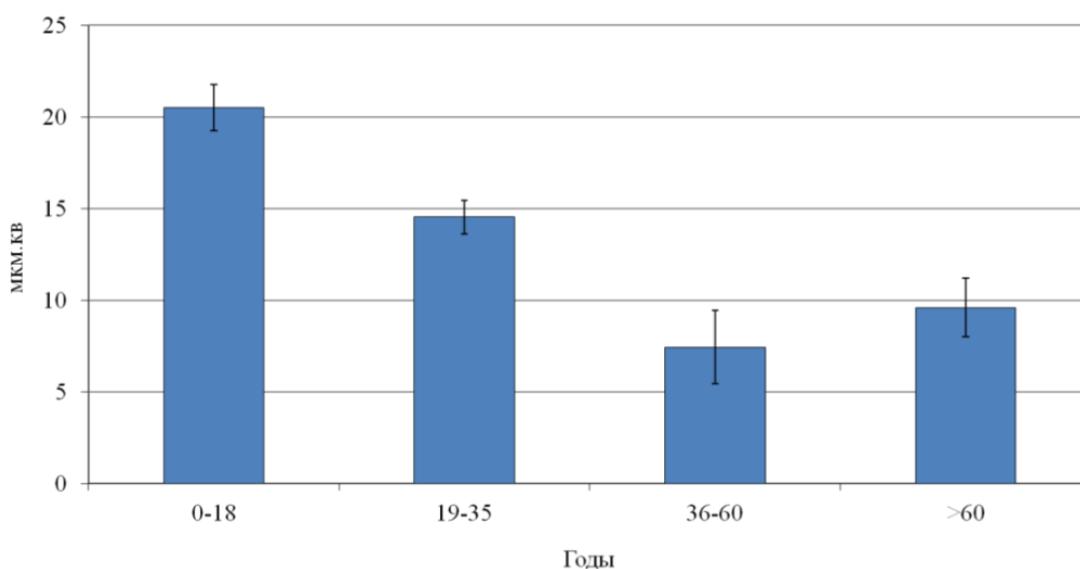


Рисунок 33 – Значение средней площади хрящевой ткани в мкм<sup>2</sup> в различных возрастных группах (P19)

Показатель количества молодых хондроцитов в поле зрения имеет наибольшее значение в возрасте до 18 лет, после 19 лет отчетливо уменьшает свое значение и стабилизируется в возрастных группах 19 – 35 лет, 36 – 60 лет и старше 61 года (рисунок 34). Коэффициент корреляции данного признака с

возрастом свидетельствует о наличии связи данного параметра с возрастом средней силы ( $r=0,5$ ).

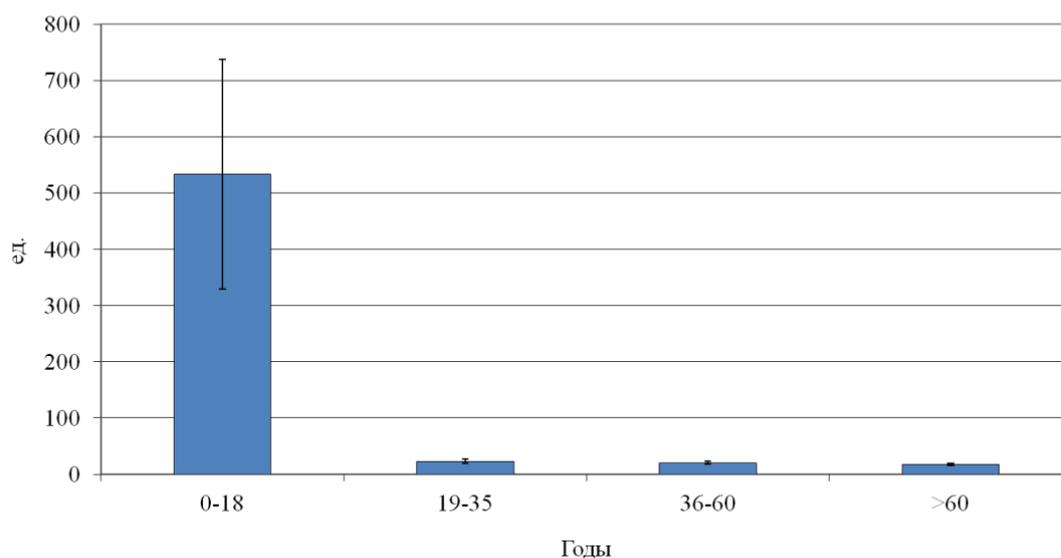


Рисунок 34 – Среднее количество молодых хондроцитов в поле зрения в различных возрастных группах (P21)

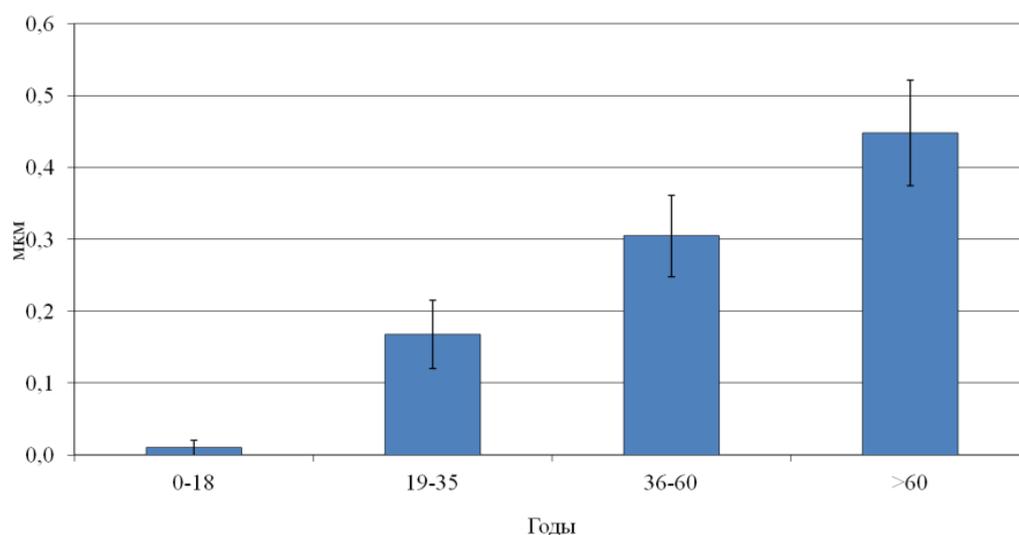


Рисунок 35 – Ширина зоны зрелого хряща в мкм в различных возрастных группах (P 24)

Ширина зоны зрелого хряща увеличивается с возрастом. До 18 лет ширина зоны зрелого хряща имеет наименьшее значение, в группе 19 – 35 и 36

– 60 лет его значения увеличивается, но различие между этими возрастными группами недостоверно. В последующей возрастной группе старше 61 года данный показатель приобретает максимальное значение и различия между группами становятся статистически значимыми (рисунок 35). Проведенный статистический анализ значений данного показателя свидетельствует о наличии достоверной сильной связи данного параметра с возрастом ( $r=0,54$ ).

Ввиду того что у ряда показателей имеется сильное некомпактное и асимметричное распределение, в таблице 21 приводится не только среднее арифметическое значение, но и медиана с квартилями (P25 и P 75).

Таблица 21 – Статистические параметры изучаемых морфометрических признаков

Признак	Статистические показатели									
	М	m	Б	К. асс.	К.экс.	Min	Max	P25	Me	P75
Возраст	53,75	1,86	21,25	-0,32	-0,52	0,5	93	36	56,5	71
Площадь костной ткани в % (P1)	59,76	2,78	31,73	-0,51	-1,07	0	99	35	68,5	89
Площадь костной ткани в мм <sup>2</sup> (P3)	21,03	2,08	23,66	0,83	-0,80	0	80,2	2,9	4,66	42,675
Среднее количество костных балок в поле зрения (P4)	3,99	0,14	1,61	-0,34	0,057	0	7	3	4	5
Количество костных балок в препарате (P5)	28,82	0,95	10,79	-0,75	0,509	0	47	22,75	30	36
Средняя площадь трабекул (P6)	0,102	0,012	0,13	4,66	28,21	0	1,05	0,030	0,085	0,13
Минимальная длина трабекул (P7)	0,153	0,013	0,15	1,81	3,74	0	0,76	0,048	0,09	0,22
Максимальная длина трабекул (P8)	0,73	0,04	0,45	0,97	2,71	0	2,85	0,378	0,705	1,035
Средняя длина трабекул (P9)	0,45	0,025	0,29	0,81	0,46	0	1,34	0,2075	0,4	0,605
Максимальная толщина трабекул в мм (P10)	0,119	0,008	0,09	3,13	17,55	0	0,7	0,06	0,11	0,16
Минимальная толщина трабекул в мм (P11)	0,030	0,002	0,022	1,70	3,59	0	0,12	0,02	0,022	0,030
Средняя толщина трабекул (P12)	0,066	0,006	0,074	7,95	78,15	0	0,8	0,04	0,06	0,08

Продолжение таблицы 21

Толщина кортикальной пластинки (P13)	0,13	0,010	0,12	2,38	10,14	0	0,82	0,04	0,1	0,19
Средняя площадь жировой ткани (P14)	10,47	1,10	12,60	0,85	-0,75	0	41,2	0,425	2,085	19,6
Средняя площадь ретикулярной ткани (P15)	5,79	0,63	7,20	1,63	2,43	0	31,1	0,54	2,15	9,83
Соотношение площади жировой ткани к площади ретикулярной (P16)	1,65	0,26	3,02	9,68	103,79	0	34	0,668	1,165	2,04
Площадь хрящевой ткани в % (P17)	40,04	2,78	31,71	0,51	-1,06	1	100	11	31,5	65
Площадь хрящевой ткани в мм <sup>2</sup> (P19)	10,35	0,57	6,49	0,64	1,52	0,9	39,1	4,9	11,5	14,45
Среднее количество молодых хондроцитов (P20)	34,82	9,73	110,97	5,91	37,19	4	897	10	14	17,25
Количество молодых хондроцитов в поле зрения (P21)	47,11	11,06	126,06	4,36	17,37	5	647	14	19	25,25
Количество зрелых хондроцитов в поле зрения (P22)	83,69	6,37	72,65	3,03	9,37	5	390	47,75	72	89
Ширина зоны молодого хряща (P23)	0,106	0,007	0,076	1,81	4,91	0,01	0,49	0,05	0,08	0,14
Ширина зоны зрелого хряща (P24)	0,32	0,022	0,25	1,53	3,08	0	1,33	0,15	0,28	0,4225
Соотношение ширины зоны зрелого хряща к зоне молодого хряща (P25)	3,79	0,23	2,64	1,76	5,29	0	17,17	2,23	3,35	4,57
Средняя ширина хрящевой пластинки (P26)	0,35	0,017	0,19	2,10	8,35	0,02	1,46	0,22	0,315	0,42

Продолжение таблицы 21

Соотношение площади костной ткани к хрящевой в мм <sup>2</sup> (P27)	16,02	1,66	18,87	3,41	15,87	0	137,5	5,17	10,32	18,57
Соотношение площади костной ткани к хрящевой в % (P28)	9,78	1,87	21,33	3,39	11,14	0	99	0,54	2,18	8,09

## Глава 4

### РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПО ЩИТОВИДНОМУ ХРЯЩУ

Статистическая обработка полученных результатов по изменению количественных признаков с возрастом позволила нам разработать несколько экспертных моделей для определения возраста исследуемых костных останков.

При анализе совместного распределения доли костной ткани на рентгенограмме с возрастом было получено, что между ними имеется прямая связь, близкая к линейной, коэффициент корреляции  $r=0,8$  (рисунок 36).

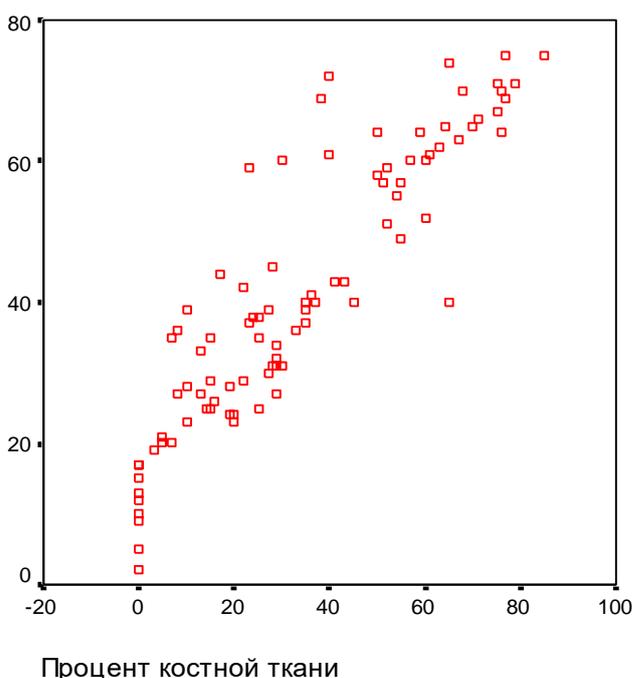


Рисунок 36 – Совместное распределение доли костной ткани на рентгенограмме ЩХ и возраста образца (лет)

При построении прогноза ожидаемой величины возраста по доли костной ткани на рентгенограмме по методу линейной регрессии было получено следующее выражение:  $AGE = 17,594 + 0,705 \times \text{Процент костной ткани}$ , где AGE – предполагаемый возраст трупа. Среднеквадратичная

величина ошибки прогнозирования по данному методу равна  $\pm 8,4$  лет, максимальная величина ошибки прогнозирования – 26 лет.

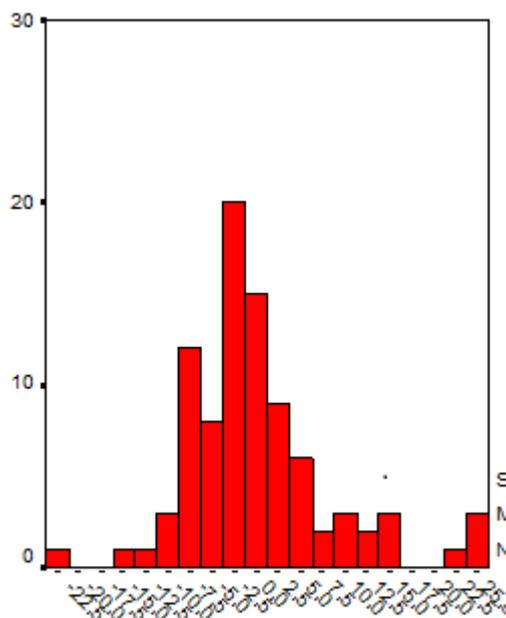


Рисунок 37 – Частотная диаграмма величины ошибки прогнозирования возраста по доле костной ткани на рентгенограмме щитовидного хряща

На рисунке 37 и таблице 22 видно, что при сопоставлении ожидаемых и фактических значений возраста было получено, что в самой старшей и самой младшей возрастных группах ошибок в определении возраста нет, а в средних возрастных группах возможные ошибочные выводы с попаданием прогноза в соседнюю группу.

Таблица 22 – Совместное распределение фактического возраста образца и прогноза возраста (абсолютное значение)

Фактический возраст, лет	Прогнозируемый возраст, лет				Всего
	0 – 18	19 – 35	36 – 60	Более 60	
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	130

На основании данных таблицы 23 была рассчитана вероятность принадлежности образцов к возрастной категории в зависимости от полученного прогнозируемого возраста. Доля правильных ответов при этом составила 76,6 %.

При статистической обработке результатов морфометрического исследования при прогнозировании возраста по методу линейной регрессии были отобраны нижеперечисленные признаки и получена таблица регрессионной модели (таблица 23).

Таблица 23 – Коэффициенты регрессионной модели определения возраста по морфометрическим признакам

Признак	B	Std. Error	Beta	t	p
Коэффициент регрессии	38,837	4,338	-	8,954	0,000
Ранг средняя площадь жировой ткани (А)	0,106	0,044	0,187	2,384	0,019
Ранг площадь костной ткани в мм <sup>2</sup> (В)	0,143	0,049	0,253	2,910	0,004
Площадь хрящевой ткани в % (Е)	-0,095	0,037	-0,141	-2,533	0,013
Ранг толщина кортикальной пластинки (С)	0,101	0,029	0,179	3,492	0,001
Ранг максимальная длина трабекул (D)	0,054	0,027	0,096	2,038	0,044
Ранг среднее количество молодых хондроцитов (F)	-0,118	0,026	-0,209	-4,530	0,000

В соответствии с таблицей 23 ожидаемая величина возраста определяется как:  $AGE=38,837+0,106 \times \text{ранг А}+0,143 \times \text{ранг В}+0,101 \times \text{С}+0,054 \times \text{ранг D}-0,095 \times \text{Е}-0,118 \times \text{ранг F}$ , где

AGE – предполагаемый возраст трупа

A – средняя площадь жировой ткани, мкм<sup>2</sup>

B – средняя площадь костной ткани, мкм<sup>2</sup>,

C – средняя толщина кортикальной пластинки, мкм,

D – максимальная длина трабекул, мкм,

E – площадь хрящевой ткани, %,

F – среднее количество молодых хондроцитов.

Для повышения точности прогноза при статистических расчетах пришлось использовать не только исходные величины, но и их ранги. Поэтому были составлены таблицы для пересчета исходной величины в их ранг. Значение средней площади жировой ткани, средней площади костной ткани, среднее количество молодых хондроцитов и максимальную длину трабекул переводят в ранговое значение по разработанным таблицам (приложение А – Г).

При сравнении величины прогноза возраста с фактической величиной возраста было получено, что среднеквадратичная величина ошибки прогнозирования равна  $\pm 7,09$  лет с диапазоном максимальной ошибки от -15,8 до 21,3. На рисунке 38 представлено совместное распределение величины возраста и его значения при расчете по регрессионной модели в результате морфометрического исследования.

Для подтверждения эффективности предлагаемого способа проведено его тестирование на образцах с достоверно известным возрастом. Точность определения возраста была максимальной в возрастном периоде 80-99 лет – ошибка в определении возраста 2,7 лет, 60 – 79 лет – ошибка в определении возраста составила 5,8 лет, 40 – 59 лет – 7,1 год, 20 – 39 лет – ошибка возраста 5,4 года. Общая ошибка прогнозирования составила  $\pm 7$  лет (таблица 24).

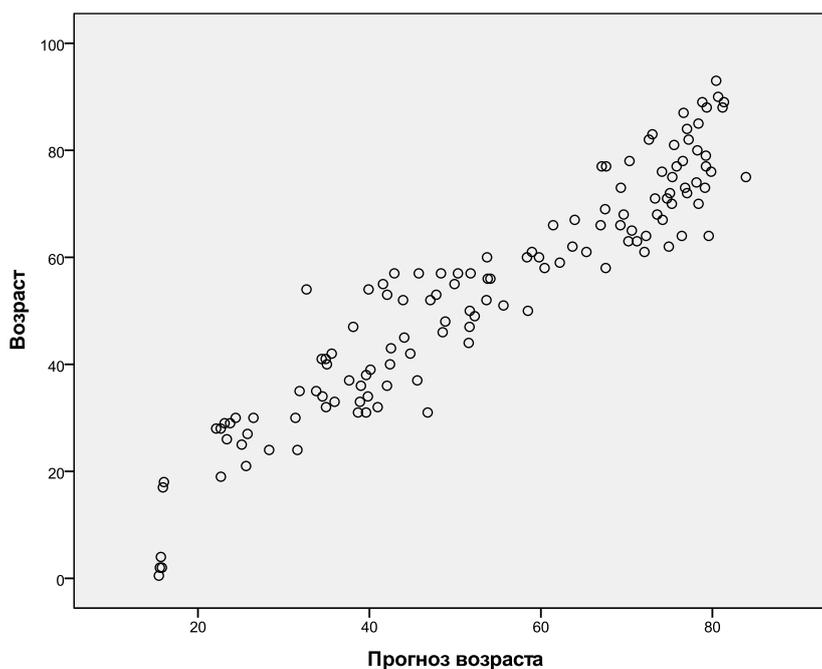


Рисунок 38 – Совместное распределение величины возраста и его прогноза по морфометрическому методу

Таблица 24 – Значение ошибки прогнозирования возраста с разбивкой по возрастным категориям по 10 лет

Возрастная категория, лет	N	$\sigma$	Min	Max
0 – 19	7	7,3775	-14,94	1,9693
20 – 39	30	5,4036	-15,79	5,8898
40 – 59	36	7,1173	-9,559	21,336
60 – 79	43	5,802	-15,57	9,9055
80 – 99	14	2,7664	1,7496	12,555
Всего	130	7,0947	-15,79	21,336

При комплексном анализе результатов рентгенологического и морфометрического исследований для разработки модели прогнозирования возраста по методу линейной регрессии была получена таблица 25.

Таблица 25 – Коэффициенты комплексной прогностической модели, построенной по методу линейной регрессии

Признак	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Коэффициент регрессии	19,5725	1,5210	0,0000	12,8680	0,0000
Доля костной ткани на рентгенограмме	0,1413	0,0481	0,1752	2,9383	0,0046
P14 Средняя площадь жировой ткани	0,3754	0,0834	0,2141	4,5034	0,0000
P8 Максимальная длина трабекул	2,9310	1,6159	0,0765	1,8138	0,0744
P13 Толщина кортикальной пластинки	20,2771	11,9145	0,0876	1,7019	0,0936
P1 Площадь костной ткани в % в препарате	0,2194	0,0316	0,3659	6,9495	0,0000
P21 Количество молодых хондроцитов	-0,0200	0,0040	-0,1678	-5,0074	0,0000
P24 Ширина зоны зрелого хряща	11,1407	2,8861	0,1415	3,8601	0,0003

Проведенный анализ результатов позволил разработать экспертную модель диагностики возраста человека по комплексному исследованию ЩХ, представленное уравнением линейной регрессии, имеющий 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 мкм<sup>2</sup>,

P8 – максимальная длина трабекул в мкм,

P13 – средняя толщина кортикальной пластинки в мкм,

P1 – средняя площадь костной ткани в препарате в %,

P21 – среднее количество молодых хондроцитов,

P24 – ширина зоны зрелого хряща в мкм.

При сравнении величины прогноза возраста с фактической величиной возраста было получено, что среднеквадратичная величина ошибки прогнозирования равна  $\pm 4,3$  года. На рисунке 39 представлено совместное распределение величины возраста и его значения при расчете по регрессионной модели по рентгенологическому и морфометрическому исследованиям.

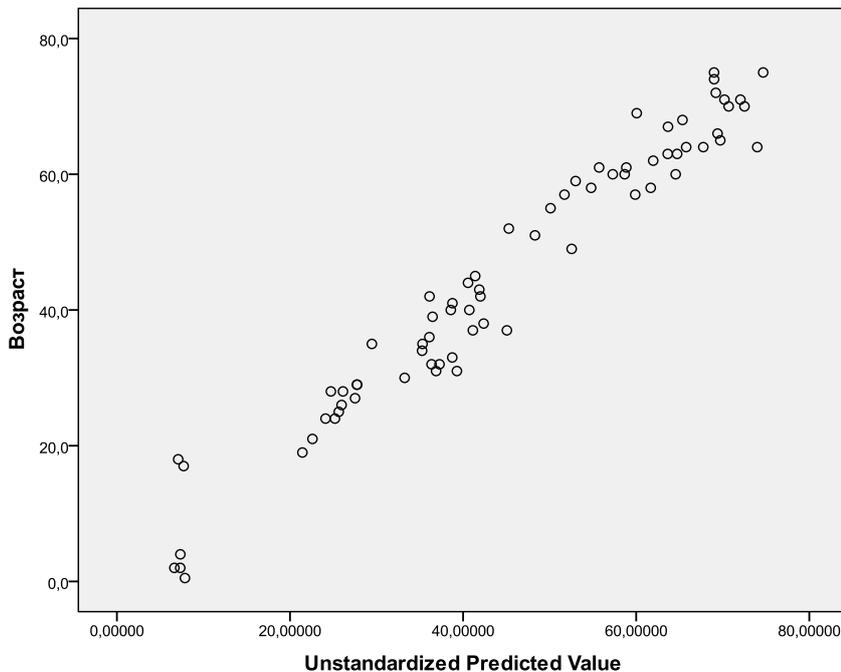


Рисунок 39 – Совместное распределение прогноза возраста (по комплексному исследованию) и его значения

Таким образом, значение прогноза возраста по данной разработанной модели почти во всех случаях совпадает с его реальным значением.

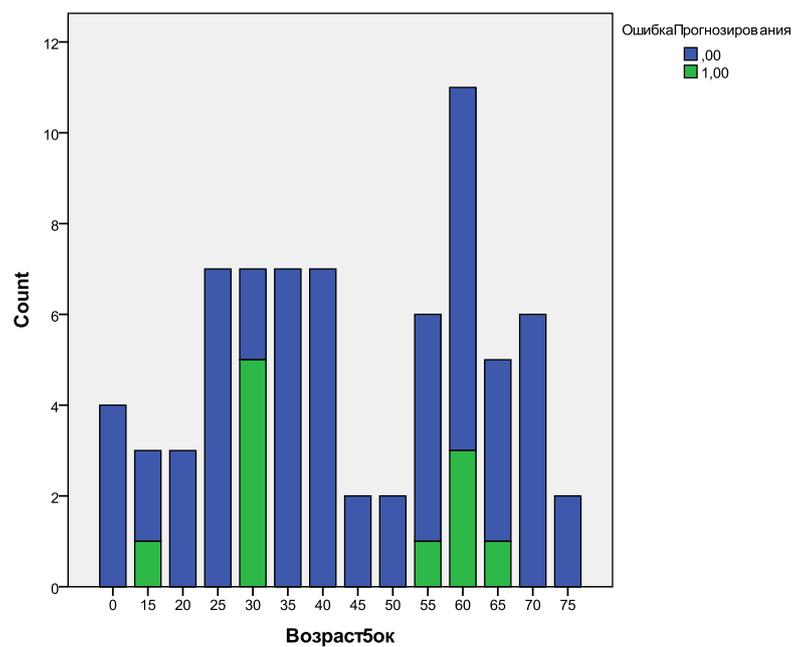


Рисунок 40 – Частотная диаграмма распределения по возрасту с шагом 5 лет (округление в меньшую сторону)

На рисунке 40 зеленым цветом выделены исследуемые образцы с ошибочной классификацией в возрастную группу, видно, что ошибки классификации происходят только на границе возрастных групп.

## Глава 5

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Приступая к обсуждению полученных результатов, отметим, что изучению возрастной морфологии различных органов и систем посвящено большое количество научных работ. Литература относительно щитовидного хряща малочисленна и носит разрозненные сведения относительно его возрастной изменчивости, поэтому вопрос изучения микроструктуры щитовидного хряща остается открытым. Проведено комплексное, всестороннее исследование большого количества объектов: щитовидного хряща (100), гистологических препаратов (130) и рентгенограмм (130).

На этапе антропометрического исследования при внешнем осмотре было отмечено, что все параметры, за исключением угла смыкания пластинок ( $\alpha$ ), имели большее значение у мужчин, различия между параметрами были визуально хорошо различимы.

По результатам М. Zgunek и др. [244], размеры гортани у мужчин на 10 – 30 % больше, чем у женщин, что тоже было получено в данном исследовании. В других исследованиях также говорится о большем размере хряща у мужчин, за исключением угла смыкания пластин и длины верхних рогов [138]. Верхние рога ЩХ были больше нижних во всех исследованных случаях, что отмечено в работе Р. L. Williams [242]. По полученным данным, длина верхних рогов у мужчин в 2,3 раза, у женщин в 2 раза превышала размеры нижних рогов. Угол смыкания пластинок ЩХ был значительно больше у женщин и варьировал от  $88^{\circ}$  –  $105^{\circ}$ , у мужчин  $66^{\circ}$  –  $90^{\circ}$ . В исследованиях европейцев этот показатель у мужчин составил  $60,4^{\circ}$  –  $103,3^{\circ}$ , у женщин  $61,5^{\circ}$  –  $122,25^{\circ}$  [198], в индийской популяции размеры угла были в диапазоне от  $43^{\circ}$  до  $100^{\circ}$  для мужчин и  $85^{\circ}$ – $126^{\circ}$  для женщин [194, 209, 221], у нигерийцев  $73,2^{\circ}$  –  $103,6^{\circ}$  и  $78^{\circ}$  –  $134,7^{\circ}$  соответственно [138]. Также отмечено, что в большинстве случаев расстояние между дистальными концами рогов было больше, чем между их основаниями, причем у верхних рогов это

наблюдается гораздо чаще, чем у нижних. Высота пластинок (KL, MN) ЩХ во всех случаях была меньше их ширины (GH), их соотношение составило у мужчин 1:1,37 для правой стороны, 1:1,38 для левой стороны, у женщин 1:1,33 и 1:1,35 соответственно. Кроме того, было выявлено, что у обоих полов морфометрические параметры правой пластинки хряща в большинстве случаев не совпадали с параметрами левой пластинки.

При рентгенологическом исследовании подтвердилось, что ЩХ подвергается естественным возрастным изменениям, первые признаки которых начинаются в возрасте после 18 лет. В возрасте до 18 лет ЩХ на рентгенограмме представлен только хрящевой тканью во всех исследуемых случаях. После 19 лет появляются первые очаги костной ткани, расположенные в нижнезаднем углу и в нижних рожках ЩХ. Костная ткань занимает до 29% площади ЩХ. Среднее значение для возрастной группы 19 – 35 лет составляет  $19 \pm 8\%$ . С увеличением возраста к уже имеющемуся окостенению нижнезаднего угла и нижних рожков ЩХ 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 ЩХ. Среднее значение площади окостенения для этой группы –  $68 \pm 9\%$ .

По мнению одних исследователей, процессы обызвествления хряща и замещение его костной тканью начинаются с периода половой зрелости [186], по мнению других – с момента прекращения роста скелета [226]. Полученный результат согласуется с представлениями теории старения и гетерохронией возрастных изменений органов и систем [27, 73]. Основным показателем возрастных перестроек оказалась площадь костной ткани на рентгенограмме выраженная в процентах. В работах некоторых авторов [44, 212] и в результате собственных исследований было установлено, что процесс замещения

хрящевой ткани в ЩХ имеет гендерные отличия. Поэтому для исключения влияния половых гормонов на процесс оксификации в настоящем исследовании в качестве объекта изучения были выбраны рентгенограммы ЩХ только от лиц мужского пола. Проведенное исследование показало наличие сильной положительной корреляционной связи между степенью окостенения ЩХ 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 ПГТК получил коэффициент корреляции между возрастом и баллом «непрозрачности» ЩХ, равный 0,74, стандартная ошибка определения возраста при этом составила  $\pm 12,7$  лет [171]. В другом исследовании К. Dank-Tran [168] проанализировал 312 изображений КТ органов шеи и получил коэффициент корреляции в мужской выборке – 0,75 (стандартная ошибка составила  $\pm 18$  лет). Также в исследовании A.G. Jugic было отмечено, что степень оксификации ЩХ увеличивается с возрастом, и у всех исследованных мужчин после 70 лет имеется полное окостенение верхних и нижних рогов и пластинок [192,193]. S. Türkmen провел ретроспективное исследование по определению рентгенологических возрастных изменений в гортани у 300 человек [236]. Автор обратил внимание на то, что окостенение в щитовидном хряще началось в нижнем роге и прогрессировало до переднего и заднего краев 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 ЩХ у 14-летнего мальчика [212], а также отмечены случаи минимальной оксификации в возрасте 80 – 89 лет и почти полное окостенение хрящей гортани в возрасте 30 – 39 лет [186].

Проведенное морфометрическое исследование гистологической структуры щитовидного хряща позволило описать динамику его возрастных изменений следующим образом. В возрастной группе до 18 лет щитовидный хрящ представлен гиалиновой хрящевой тканью, ее суммарная площадь является наибольшей по сравнению со всеми остальными возрастными группами. Все изменения, происходящие в этот период в хряще, связаны с ростом и развитием хрящевой ткани. Они выражены в увеличении количества молодых и зрелых клеток, а также увеличении зоны зрелого хряща. Количество молодых клеток более чем в 2 раза преобладает над количеством молодых клеток. В этот период максимальные значения имеют следующие показатели: площадь хрящевой ткани, количество молодых и зрелых хондроцитов, ширина зоны молодого хряща.

В возрастном периоде 19 – 35 лет щитовидный хрящ представлен хрящевой и костной тканью (соотношение площадей 0,8:1), причем костная ткань отмечается у нижнего края пластинки и распространяется по направлению вверх. Среднее содержание костной ткани в возрастной группе 19 – 35 лет составляет 24,5%. Она представлена единичными немногочисленными трабекулами, пространство между которыми заполнено ретикулярной тканью. В хрящевой ткани, по сравнению с предыдущей группой, отмечается уменьшение площади хрящевой ткани, зоны молодого хряща, количества молодых хондроцитов, ширины хрящевой пластинки. Количество зрелых клеток преобладает над количеством молодых клеток более чем в 4 раза, а соотношение зоны зрелого и молодого хряща увеличивается почти в 30 раз. При сравнении с возрастом до 18 лет появляется костная ткань, увеличивается количество зрелых хондроцитов, ширина зоны зрелого хряща.

В возрасте 36 – 60 лет соотношение хрящевой ткани к костной составляет 1:1,27. Содержание костной ткани в среднем 57%. При этом в хрящевой ткани отмечается процесс инволюции, что сопровождается уменьшением ее площади, количества зрелых хондроцитов в 1,3 раза и

стабильным содержанием молодых хондроцитов. В костной ткани длина трабекул увеличивается на 37%, а толщина на 40% по сравнению с предшествующей группой. Межтрабекулярное пространство увеличивается, соответственно площадь жировой ткани в 5,3 раза, ретикулярной в 4,2 раза. В данный возрастной период отмечается рост следующих показателей: площадь костной ткани, количество трабекул, площадь трабекул, длина и толщина трабекул, площадь жировой ткани и ретикулярной ткани. Отмечается уменьшение площади хрящевой ткани, количество молодых и зрелых хондроцитов.

После 61 года соотношение костной к хрящевой ткани составляет 9:1. Среднее содержание костной ткани составляет 85%. Хрящевая ткань в некоторых случаях сохранена у верхнего края пластинки. В костной ткани трабекулы частично фрагментированы, неоднородны, по сравнению с более молодой возрастной группой отмечается увеличение их длины в 1,6 раз. Площадь жировой и ретикулярной тканей увеличивается, отмечается преобладание жировой ткани. В данном возрастном интервале по сравнению с возрастом 36 – 60 лет увеличиваются показатели площади костной ткани, количество костных балок, длина и толщина трабекул, толщина кортикальной пластинки, площадь жировой и ретикулярной тканей. Уменьшаются показатели площади хрящевой ткани, количество молодых хондроцитов.

В литературе, посвященной проблемам антропологии и геронтологии, установлено, что процессы роста, развития и старения организма подчиняются основным закономерностям, заключающимся в единстве непрерывного и прерывистого, постепенности и цикличности, гетерохронии и большом индивидуальном разнообразии возрастной динамики [73, 175]. Щитовидный хрящ подвергается возрастным изменениям, выраженным в увеличении доли костной ткани, уменьшении доли хрящевой ткани и изменении их количественных характеристик, 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 [96]. Возрастные преобразования костно-хрящевой структуры ЩХ совпадают с основными закономерностями теории развития скелета человека [82, 178, 182] и представлены следующей схемой: стадия созревания (роста и развития) закономерно сменяется периодом стабилизации и инволюции [89, 92, 204]. Однако возрастные изменения ЩХ имеют свои особенности: все стадии (роста и развития, стабилизации и инволюции) характеризуются большей протяженностью, например, по сравнению с развитием костной ткани бедра [123]. Эти отличия могут объясняться более медленными процессами оссификации хряща, из-за отсутствия влияния механической нагрузки на кость и непосредственного кровообращения в тканях ЩХ.

Проведенный анализ результатов позволил 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  $\text{мкм}^2$ , P1 – средняя площадь костной ткани в препарате в %, P13 – средняя толщина кортикальной пластинки в  $\text{мкм}$ , P8 – максимальная длина трабекул в  $\text{мкм}$ , P21 – среднее количество молодых хондроцитов, P24 – ширина зоны зрелого хряща в  $\text{мкм}$ . Данная прогностическая модель позволяет определить биологический возраст трупов с точностью  $\pm 4,3$  года.

В ходе исследования установлено, что антропометрический метод изучения ЩХ позволяет установить гендерную принадлежность образца, а рентгенологический и морфометрический характеризуют его возрастные изменения, что может быть использовано для определения возраста в судебной медицине.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературы показал, что идентификация личности продолжает оставаться одной из актуальных проблем судебной медицины. Интерес к теме идентификации в судебной медицине у нас в стране и за рубежом связан с увеличивающимся количеством природных, техногенных катастроф и террористических актов [149, 205, 210]. Так как большинство из применяемых методов идентификации личности являются сложными, затратными, требуют определенных навыков и не всегда применимы из-за отсутствия сравнительного материала, их совершенствование сохраняет свое актуальное значение и в наши дни.

Для решения вопросов, возникающих при проведении судебно-медицинской экспертизы в случае массовых человеческих жертв или исследовании расчлененных, скелетированных останков, необходимо представляемый материал отнести к определенной группе по расовой принадлежности, полу, возрасту [114]. Одним из этапов идентификации в судебно-медицинской практике является установление возраста трупа.

К настоящему времени накоплен большой опыт по определению возраста человека, где в качестве объекта исследования могут выступать костные останки [90, 96, 97, 101], органы и ткани человека [46, 56]. По мнению многих исследователей, состояние костной системы отражает общие процессы развития организма и является наиболее информативным показателем биологического возраста. Учитывая, что костная и хрящевая ткань сохраняется более долгое время, исследование этого материала является оптимальным для получения достоверных результатов. Для установления возраста по костным останкам могут использоваться различные методы: антропометрия [142], лучевая диагностика (рентгенологическое исследование, КТ, МРТ) [159, 211, 230], морфометрия [124]. На практике судебно-

медицинскими экспертами чаще всего используется исследование черепа [40], костей кисти [93, 96, 97].

Щитовидный хрящ в плане идентификации личности представляет большой интерес, детальное изучение возрастной морфологии щитовидного хряща еще не проводилось, и это требует разработки нового метода определения возраста, который может обеспечить высокую точность результатов. Решению вышеуказанной задачи и посвящено настоящее диссертационное исследование.

Было впервые проведено комплексное (антропометрическое, рентгенологическое, мофрметрическое) исследование возрастных изменений щитовидного хряща человека от 180 трупов лиц мужского и женского пола в возрасте от 1 года до 96 лет.

При проведении изучения антропометрических параметров ЩХ мы установили признаки, которые имеют выраженную зависимость от пола индивида. Изучение рентгенограмм позволило установить, что площадь костной ткани на рентгенограмме имеет высокую зависимость от возраста человека, и описать динамику ее изменений.

По результатам проведенного исследования рентгенограмм ЩХ мужчин, установлено, что щитовидный хрящ обладает определенной возрастной изменчивостью. Полученные данные позволяют использовать рентгенограммы ЩХ 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-медицинской практике.

Проведено качественное и количественное исследование возрастных изменений щитовидного хряща гистологическим методом. Результаты исследования позволили установить признаки, имеющие наиболее выраженную зависимость от возраста и описать динамику их изменений. В

возрасте до 18 лет была зарегистрирована наибольшая площадь щитовидного хряща и количество молодых хондроцитов. Все изменения, происходящие в этот период в хряще, связаны с ростом и развитием хрящевой ткани. Они выражены в увеличении количества молодых и зрелых клеток, а также увеличение зоны зрелого хряща. Количество молодых клеток более чем в 2 раза преобладает над количеством молодых клеток. В этот период максимальные значения имеют следующие показатели: площадь хрящевой ткани, количество молодых и зрелых хондроцитов, ширина зоны молодого хряща. В возрастном периоде 19 – 35 лет щитовидный хрящ представлен хрящевой и костной тканью (соотношение площадей 0,8:1), причем костная ткань отмечается у нижнего края пластинки и распространяется по направлению вверх. Среднее содержание костной ткани в возрастной группе 19-35 лет составляет 24,5 %. Она представлена единичными немногочисленными трабекулами, пространство между которыми заполнено ретикулярной тканью. В хрящевой ткани, по сравнению с предыдущей группой, отмечается уменьшение площади хрящевой ткани, зоны молодого хряща, количества молодых хондроцитов, ширины хрящевой пластинки. Количество зрелых клеток преобладает над количеством молодых клеток более чем в 4 раза, а соотношение зоны зрелого и молодого хряща увеличивается почти в 30 раз. При сравнении с возрастом до 18 лет появляется костная ткань, увеличивается количество зрелых хондроцитов, ширина зоны зрелого хряща.

В возрасте 36 – 60 лет соотношение хрящевой ткани к костной составляет 1:1,27. Содержание костной ткани в среднем 57%. При этом в хрящевой ткани отмечается процесс инволюции, что сопровождается уменьшением ее площади, количества зрелых хондроцитов в 1,3 раза и стабильным содержанием молодых хондроцитов. В костной ткани длина трабекул увеличивается на 37%, а толщина на 40 % по сравнению с предшествующей группой. Межтрабекулярное пространство увеличивается, также как и площадь жировой ткани в 5,3 раза, ретикулярной в 4,2 раза. В

данный возрастной период отмечается рост следующих показателей: площадь костной ткани, количество трабекул, площадь трабекул, длина и толщина трабекул, площади жировой ткани, площадь ретикулярной ткани. Отмечается уменьшение площади хрящевой ткани, количества молодых и зрелых хондроцитов. После 61 года соотношение костной и хрящевой ткани составляет 9:1. Среднее содержание костной ткани составляет 85%. Хрящевая ткань в некоторых случаях сохранена у верхнего края пластинки. В костной ткани трабекулы частично фрагментированы, неоднородны, по сравнению с более молодой возрастной группой отмечается увеличение их длины в 1,6 раза. Площадь жировой и ретикулярной ткани увеличивается, отмечается преобладание жировой ткани. В данном возрастном интервале по сравнению с возрастом 36 – 60 лет увеличиваются показатели площади костной ткани, количество костных балок, длина и толщина трабекул, толщина кортикальной пластинки, площадь жировой и ретикулярной ткани. Уменьшаются показатели площади хрящевой ткани и количество молодых хондроцитов.

На основании полученных данных разработан метод определения биологического возраста человека по щитовидному хрящу, включающий изучение рентгенограмм и гистологических препаратов ЩХ. Данная методика предназначена для определения возраста погибшего при судебно-медицинской идентификации личности в случаях невозможности определить его по макроскопическим признакам. Новая прогностическая экспертная модель позволяет определить биологический возраст трупов с точностью  $\pm 4,3$  года.

## ВЫВОДЫ

1. Щитовидный хрящ человека в различные возрастные периоды характеризуется определенными структурными изменениями, проявляющиеся увеличением площади костной ткани, уменьшением доли хрящевой ткани, выраженные 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, 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 (глава 4). 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 трупу. 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 (с помощью программы графического анализа данных измерить площадь, занимаемую костной тканью).

На втором этапе для гистологического исследования осуществляют забор фрагмента правой пластинки ЩХ с последующей фиксацией в формалине, декальцинацией, стандартной гистологической проводкой образцов и окраской гематоксилином и эозином. При дальнейшем морфометрическом исследовании проводят измерение следующих параметров: средняя площадь жировой ткани в  $\text{мкм}^2$ , средняя площадь костной ткани в препарате в %, средняя толщина кортикальной пластинки в  $\text{мкм}$ , максимальная длина трабекул в  $\text{мкм}$ , среднее количество молодых хондроцитов, ширина зоны зрелого хряща в  $\text{мкм}$  в 3-х полях зрения, вычисляют среднее значение. С помощью расчетной формулы, приведенной в главе 4 «Разработка модели определения возраста по щитовидному хрящу», получают предполагаемый возраст трупа.

Разработанный метод определения возраста по щитовидному хрящу рекомендован для установления биологического возраста трупа. Предлагаемый метод основан на анализе возрастной динамики микроструктуры щитовидного хряща с помощью рентгенографии и морфометрии.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

ГАГ – глюкозаминогликаны

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

ИЛ – идентификация личности

КТ – компьютерная томография

МРТ – магниторезонансная томография

ПГТК – подъязычно-гортанно-трахеальный комплекс

ЩХ – щитовидный хрящ

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абрамов А. С. Использование прижизненных рентгенографических изображений головы и зубо-челюстного аппарата при проведении идентификации личности : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.05 / Абрамов Алексей Сергеевич. – М., 2012. – 200 с.
2. Авдеев, А. И. Значение размеров и формы проксимального конца бедренной кости при установлении биологического возраста человека / А. И. Авдеев, Е. С. Потеряйкин, Ю. М. Котцова // Вестник судебной медицины. – 2016. – № 3. – С. 17–30.
3. Автандилов, Г. Г. Введение в количественную патологическую морфологию / Г. Г. Автандилов. – М., 1980. – 213 с.
4. Автандилов, Г. Г. Медицинская Морфометрия / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 1990. – 383 с.
5. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем / П.К. Анохин. –М.: Наука, 1980.– 197с.
6. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития/ И.А. Аршавский. – М.: Наука, 1982. – 270с
7. Алексеев, Ю. Д. Возрастные морфологические изменения органов женской половой системы / Ю. Д. Алексеев, С. А. Ивахина, А. А. Ефимов [и др.] // Современные проблемы науки и образования – 2016 – № 4 . – С. 51
8. Архипкин, С. В. Антропометрические методики идентификации личности / С. В. Архипкин, В. А. Кох, Н. С. Горбунов и др. // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – № 5. – С. 52–55.
9. Афанасьев, Ю. И. Гистология, эмбриология, цитология / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина, Б. В. Алешин. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016.
10. Баринов, Е. Х. Судебная медицина / Е. Х. Баринов, П. О. Ромодановский, Д. В. Сундуков. – М., 2014.

11. Баринов, Е. Х. Определение пола по стоматологическому статусу / Е. Х. Баринов, А. И. Манин, О. И. Манин // Медицинская экспертиза и право. – 2016 – № 3 – С. 41–42.
12. Баринов, Е. Х. Идентификация личности при чрезвычайных ситуациях с массовыми человеческими жертвами / Е. Х. Баринов, В. В. Щербаков, М. В. Федулова, Н. Н. Гончарова. – М., 2008.
13. Бахметьев, В. И. Управление процессом судебно-медицинской идентификации личности по макроструктурным признакам малоберцовых костей человека и их фрагментов / В. И. Бахметьев, В. П. Бабенко // Законность и правопорядок в современном обществе. – 2014. – № 21. – С. 80–84.
14. Бишарян, М. С. Исследование анатомо-топографических особенностей рисунка слизистой оболочки тыльной поверхности языка в ближайшем и отдаленном постмортальном периоде / М. С. Бишарян, П. О. Ромодановский, Е. Х. Баринов // Судебно-медицинская экспертиза – 2012. – Т. 55, № 2 – С. 10–12
15. Бишарян, М. С. Идентификация личности по особенностям зубочелюстной системы с учетом этнической и расовой принадлежности человека / М. С. Бишарян, Е. Х. Баринов, А. И. Манин, П. О. Ромодановский // Судебная медицина. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 4–7
16. Божченко, А. П. Особенности общих признаков папиллярных узоров подошв в зависимости от половой принадлежности человека / А. П. Божченко, И. В. Гугнин, Ю. В. Назаров, К. В. Теплов // Судебная экспертиза. – 2013. – Т. 33, № 1. – С. 115–125.
17. Божченко, А. П. Дерматоглифика пальцев рук в аспекте судебно-медицинской идентификации личности / А. П. Божченко, И. А. Толмачев // Суд.-мед. эксперт. – 2009. – № 2. – С. 25–29.
18. Буров, С. А. Рентгенология в судебной медицине / С. А. Буров, Б. Д. Резников. – Саратов : Изд-во Саратовского университета, 1975. – 288 с.

19. Волков, А. В. Гистоморфометрические исследования взаимоотношений костной ткани с дентальным имплантом / А. В. Волков, В. А. Бадалян, А. А., Кулаков [и др.] // Биомедицина. – 2014. – № 4 – С. 96–100.
20. Волков, А. В. Гистоморфометрия костной ткани в регенеративной медицине / А. В. Волков, Г. Б. Большакова // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2013. – № 3. – С. 65–72.
21. Волков, А. В. Новый метод окраски недекальцинированной костной ткани / А. В., Волков С. А. Шустров, К. С. Корсаненков, Е. Х. Набиева // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2016. – Т. 20, № 4. – С. 55–58.
22. Воронкин, К. И. Компьютеризация предварительного краниофациального исследования при работе с объектами краниологической коллекции / К. И. Воронкин // Вестник судебной медицины. – 2017. – № 3. – С. 54–57.
23. Гармус, А. К. Судебно-медицинские критерии идентификации личности по скелетированному трупу : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.24 / Гармус Антанас-Альгирдас Казио. – Л., 1990.
24. Герасомов, А. Н. Медицинская статистика / А. Н. Герасимов. – М. : МИА, 2007. – 480 с.
25. Гладышев, Ю. М. Микроскопические конструкции костной ткани и их судебно-медицинское значение : дис. ... д-ра мед. наук / Гладышев Юрий Михайлович. – Воронеж, 1966. – 318 с.
26. Глыбочко, П. В. Морфологическая диагностика возрастных изменений мужских половых желез / П. В. Глыбочко, Ю. Д. Алексеев, В. М. Попков. – Саратов : Изд-во СГМУ. – 2007. – 150 с.
27. Глыбочко, П. В. Судебно-медицинская диагностика возраста / П. В. Глыбочко, Ю. И. Пиголкин, В. Н. Николенко [и др.]. – М. : Первый МГМУ имени И.М. Сеченова, 2016.

28. Гончарова, Н. Н. Определение длины тела человека по размерам кисти / Н. Н. Гончарова, О. В. Самоходская // Судебно-медицинская экспертиза. – 2013. – № 4. – С. 22–26.
29. Делиева, Т. Ю. Определение групповой и половой принадлежности изолированных зубов / Т. Ю. Делиева // Вестник судебной медицины. – 2015. – № 1. – С. 34–36.
30. Долгов, А. А. Структурированный анализ антропологических экспертиз, выполненных в медико-криминалистическом отделе ГБУЗ МО «Бюро СМЭ» в период с 2007 по 2016 год / А. А. Долгов, Г. В. Золотенкова, Е. Н. Титаренко // Судебная медицина. – 2018. – Т. 4, № 1. – С. 17–21.
31. Донцов, В. Г. Возрастные особенности микроскопического строения и минерализации костной ткани плечевой кости человека в судебно-медицинском отношении : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Донцов Владимир В. В. Ермилов Григорьевич. – М., 1977.
32. Ермилов, В. В. Глаз как объект судебно-медицинской идентификации / В. В. Ермилов, М. В. Ткаченко // Судебно-медицинская экспертиза – 2013 – Т. 56, № 4. – С. 51–55.
33. Ефимов, А. А. Пути оптимизации судебно-медицинских методов определения возраста / А. А. Ефимов, Е. Н. Савенкова, Ю. Д. Алексеев // Судебно-медицинская экспертиза. – 2015. – Т. 58, № 5. – С. 20–22.
34. Ефимов, А. А. Судебно-медицинская оценка возрастных изменений аорты и парных крупных артерий / А. А. Ефимов, Е. Н. Савенкова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2015. – Т. 11, № 2. – С. 118–122.
35. Звягин, В. Н. Судебно-медицинская идентификация личности по черепу : дис. ... д-ра мед. наук / Звягин Виктор Николаевич. – М., 1981. – 439 с.
36. Звягин, В. Н. Исследование костей стопы при экспертизе идентификации личности : методические рекомендации / В. Н. Звягин, О. И. Галицкая, Е. А. Еременко. – М., 2016. – 140 с.

37. Звягин, В. Н. Биометрическая сортировка трупов, разрушенных в очаге катастрофы, по признакам пола, продольным, обхватным размерам и степени подкожных жировых отложений / В. Н. Звягин, О. И. Галицкая, М. А. Негашева // Судебно-медицинская экспертиза. – 2012. – № 3. – С. 4–11.

38. Звягин, В. Н. Биометрический способ описания головы неопознанного трупа с целью индивидуализации и идентификации личности / В. Н. Звягин, О. И. Галицкая, М. А. Негашева // Судебно-медицинская экспертиза. – 2012. – № 5. – С. 27–33.

39. Звягин, В. Н. Экспертное значение ребер взрослого человека при судебно-медицинской экспертизе скелетированных останков : методические рекомендации / В. Н. Звягин, О. И. Галицкая, Е. Ю. Пермякова. – М. : 2016. – 64 с.

40. Звягин, В. Н. Определение возраста по микроструктуре костей черепа : метод. рекомендации МЗ СССР / В. Н. Звягин, Г. П. Джувалыков. – М., 1988. – № 10-11/61. – С. 1–16.

41. Звягин, В. Н. Подъязычная кость, как объект медико-криминалистической идентификации личности : информационное письмо / В. Н. Звягин, Н. Л. Мальцева, О. И. Галицкая. – М., 2005.

42. Звягин, В. Н. Точечно-цифровая интерпретация и выбор признаков дерматоглифики пальцев для диагностики кровного родства / В. Н. Звягин, В. А. Ракитин, Е. Е. Фомина // Суд.-мед. эксперт. – 2016. – № 6. – С. 32–37.

43. Звягин, В. Н. Точечно-цифровая интерпретация и выбор признаков дерматоглифики пальцев для диагностики кровного родства / В. Н. Звягин, В. А. Ракитин, Е. Е. Фомина // Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – Т. 59, № 6 – С. 32–37.

44. Зелигман, С. Б. Возрастные изменения и половые особенности крупных хрящей гортани человека (рентгено-анатомическое исследование) / С. Б. Зелигман // Судебно-медицинская экспертиза. – 1959. – № 2. – С. 6–16.

45. Золотарева, М. А. Возрастные и половые особенности организации мышечных структур мочеточника человека в норме: дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02 / Золотарева Мария Александровна. – М., 2009.

46. Золотенкова, Г. В. Судебно-медицинское установление возраста по морфологическим особенностям большеберцовой кости на основе микроостеометрических исследований : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02 / Золотенкова Галина Вячеславовна. – М., 2003. – 27 с.

47. Золотенкова, Г. В. Современные неинвазивные методы оценки возрастных изменений кожи / Г. В. Золотенкова, С. Б. Ткаченко, Ю. И. Пиголкин // Судебно-медицинская экспертиза. – 2015. – № 1. – С. 26–30.

48. Золотенкова, Г. В. Возрастные изменения структурно-функциональных показателей кожи / Г. В. Золотенкова, Ю. Е. Морозов, С. Б. Ткаченко, Ю. И. Пиголкин // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2014. – № 1. – С. 132–139.

49. Иванов, П.Л. Молекулярно-генетическая индивидуализация человека и идентификация личности / П.Л. Иванов // Руководство по судебной медицине / под ред. В. В. Томилина, Г. А. Пашиняна. – М. : Медицина, 2001. – 576 с.

50. Каукаль, В. Г. Критерии судебно-медицинской идентификации личности по свойствам и особенностям кожи и ее дериватов : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.24 / Каукаль Владимир Георгиевич. – М., 1996.

51. Клак, Н. Н. Проблемы идентификации личности / Н. Н. Клак // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 389.

52. Клевно, В. А. Краниофациальная идентификация лица по прижизненной видеозаписи / В. А. Клевно, Н. А. Романько, А. С. Абрамов. – М., 2013.

53. Кирьянова, К. С. Использование регрессионных уравнений при проведении исследований костных останков плода / К. С. Кирьянова, С. А.

Федоров, В. П. Новоселов, О. А. Саковчук // Вестник судебной медицины. – 2017. – № 2. – С. 41–45.

54. Ковалев, А. В. Идентификация личности по особенностям строения грудной клетки и позвоночника (рентгенологическое и судебно-медицинское исследование) : дис. ... д-ра мед. наук : 14.0019, 14.00. 24 / Ковалев Андрей Валентинович. – СПб., 1996.

55. Кодин, В. А. Судебно-медицинская характеристика переломов подъязычной кости и щитовидного хряща при некоторых видах внешнего насилия / В. А. Кодин. – Владимир, 1974. – 105 с.

56. Конев, В. П. Алгоритмы использования современных подходов при микроскопическом исследовании костей для судебно-медицинских целей / В. П. Конев, С. Н. Московский, А. С. Коршунов [и др.] // Вестник судебной медицины. – Новосибирск, 2018. – №1. – С. 50–55.

57. Корякина, В. А. Судебно-медицинская характеристика и оценка повреждений шеи при интубации / В. А. Корякина, Е. С. Мишин // Судебно-медицинская экспертиза. – 2015. – № 2. – С. 22–26.

58. Курзин, Л. М. Морфологическая оценка структурных изменений почек в возрастном аспекте : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.02, 14.03.04 / Курзин Леонид Михайлович. – Саратов, 2012.

59. Лапенков, М. И. Определение групповой принадлежности по системе АВО методом SNP-анализа / М. И. Лапенков, Н. В. Плахина, В. Ю. Александрова [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – № 6. – С. 27–31.

60. Леонов, С. В. Возможности идентификации личности в условиях использования одежды, скрывающей признаки внешности человека / С. В. Леонов, П. В. Пинчук, Ю. П. Шакирьянова // Вестник судебной медицины. – 2017. – Т. 6, № 3. – С. 61–64.

61. Луцай, Е. Д. Закономерности макромикроскопического строения и микротопографии гортани человека на этапах онтогенеза : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.03.01 / Луцай Елена Дмитриевна. – Оренбург, 2013. – 42 с.

62. Луцай, Е. Д. Макромикроскопическая анатомия гортани человека на этапах онтогенеза / Е. Д. Луцай // Морфология. – 2008. – Т. 133, № 2. – С. 79.
63. Малахов, Д. В. Комплексное исследование анатомо-морфологических особенностей ушной раковины для идентификации личности / Д. В. Малахов // Проблемы экспертизы в медицине. – 2006. – № 4. – С. 23–24.
64. Мальцева, Н. Л. Вариантная анатомия подъязычной кости и возможности ее применения в идентификации личности : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.02, 14.00.24 / Мальцева Надежда Леонидовна. – СПб., 2006. – 21 с.
65. Манин, А. И. Использование съемных зубных протезов при полном отсутствии зубов для идентификации личности / А. И. Манин // Медицинская экспертиза и право. – 2017. – № 2. – С. 49–50.
66. Манин, А. И. Особенности диагностики аномалий зубов применительно к задачам идентификации личности / А. И. Манин, Е. Х. Баринов, П. О. Романоновский // Медицинская экспертиза и право. – 2016. – № 5. – С. 53–54.
67. Манин, А. И. Использование зубных протезов для идентификации личности / А. И. Манин, О. И. Манин, Е. Х. Баринов // Медицинская экспертиза и право. – 2016. – № 1. – С. 48–49.
68. Манин, А. И. Современные возможности идентификации личности по стоматологическому статусу / А. И. Манин, П. О. Ромодановский, Е. Х. Баринов // Проблемы экспертизы в медицине. – 2014. – Т. 14, № 1. – С. 45–46.
69. Марков, О. В. К вопросу изучения щитовидного хряща, как одного из объектов при идентификации личности / О. В. Марков, Е. С. Тучик // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. – 2011. – № 17.

70. Мишин, Е. С. Установление особенностей петли и механизма сдавления шеи при смерти от странгуляционной асфиксии / Е. С. Мишин // Судебно-медицинская экспертиза. – 1985. – № 4. – С. 53.

71. Мордасов, В. Ф. Судебно-медицинское установление возраста человека по микроструктуре бедренной кости: Микроскопическое и микрорентгенографическое исследование : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.24 / Мордасов Владимир Федорович. – Воронеж, 1988. – 286 с.

72. Мотавкин, П. А. Гистофизиология кровообращения в спинном мозге / П. А. Мотавкин, Ю. И. Пиголкин, Ю. В. Каминский. – М. : Наука, 1994. – 232 с.

73. Мотавкин, П. А. Возрастные изменения нервного аппарата сосудов головного и спинного мозга / П. А. Мотавкин, В. М. Черток, А. В. Ломакин // Судебно-медицинская экспертиза. – 2012. – Т. 55, № 3. – С. 27–30.

74. Назаров, Ю. В. Возрастные особенности пальмометрических признаков взрослого человека / Ю. В. Назаров, А. П. Божченко, И. А. Толмачев, С. А. Моисеенко // Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – № 6. – С. 20–23.

75. Найнис, Й.-В. Й. Судебно-остеологические методы идентификации личности по проксимальным костям конечностей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Найнис Йонас-витаутас Йонович. – Каунас, 1966. – 49 с.

76. Неклюдов, Ю. А. Возможности определения возраста по мягким тканям человека (морфометрическое исследование) / Ю. А. Неклюдов, Ю. Д. Алексеев, А. В. Спиридонов [и др.] // Архив анатомии. – 1981. – № 10. – С. 91–99.

77. Николаев, В. Г. Вопросы взаимоотношения классической и биомедицинской антропологии / В. Г. Николаев, Д. Б. Никитюк, В. Н. Николенко, Л. В. Синдеева // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2016. – № 3. – С. 97–103.

78. Николенко, В. Н. Возрастные, половые и билатеральные особенности диаметра просвета и толщины стенки позвоночных артерий у взрослых людей / В. Н. Николенко, О. А. Фомкина, Ю. А. Гладилин // Морфология. – 2008. – № 3. – С. 79–80.

79. Новоселов, В. П. Оценка структурных особенностей хряща ушной раковины при установлении возраста / В. П. Новоселов, С. В. Савченко, Е. В. Пяткова // Вестник судебной медицины. – 2014. – Т. 3, № 2 – С. 22–24.

80. Новоселов, В. П. Современные возможности экспертной оценки особенностей строения ушной раковины при идентификации личности / В. П. Новоселов, С. В. Савченко, Е. В. Пяткова // Медицинская экспертиза и право. – 2013. – № 6. – С. 8–11.

81. Омеляненко, Н. П. Соединительная ткань (гистофизиология и биохимия) Том I, II / Н. П. Омеляненко; под ред. академика РАН и РАМН С. П. Миронова. – М. : Известия, 2009. – 380 с.

82. Осипенкова-Вичтомова, Т. К. Судебно-медицинская экспертиза костей / Т. К. Осипенкова-Вичтомова. – М., 2017.

83. Павловский, О. М. Методика остеографического исследования кисти / О. М. Павловский. // Методика морфофизиологических исследований в антропологии. – М. : Изд-во МГУ, 1981. – С. 44–61.

84. Пашинян, Г. А., Судебно-стоматологическая идентификация личности / Г. А. Пашинян. – М. : Мед. Книга, 2005. – 157 с.

85. Пашинян, Г. А. Особенности рельефа слизистой оболочки твердого неба в зависимости от формы костной основы / Г. А. Пашинян, Е. В. Беляева, П. О. Ромодановский // Судебно-медицинская экспертиза. – 1999. – № 4. – С. 15–19.

86. Пашкова, В. И. Основные вопросы и методы экспертизы прижизненных признаков личности по костным останкам / В. И. Пашкова // Судебно-медицинская экспертиза. – 1962. – № 2. – С. 56–58.

87. Пашкова, В. И. Судебно-медицинское отождествление личности по костным останкам / В. И. Пашкова. Б. Д. Резников. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1978. – 320 с.

88. Пиголкин, Ю. И. Функциональная морфология нервного аппарата кровеносных сосудов спинного мозга в норме и при механической травме : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : Пиголкин Юрий Иванович. – Л., 1991. – 56 с.

89. Пиголкин, Ю. И. Возможности использования морфометрических методов в судебно-медицинской диагностике отравлений наркотиками / Ю. И., Пиголкин Д. В. Богомолов, И. Н. Богомоллова [и др.] // Проблемы экспертизы в медицине. – 2001. – Т. 1, № 1. – С. 18–20.

90. Пиголкин, Ю. И. Возрастные изменения турецкого седла, лобных и клиновидных пазух / Ю. И. Пиголкин, М. А. Гарсия Корро, Г. В. Золотенкова // Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – Т. 6, № 59 – С. 48–53.

91. Пиголкин, Ю. И. Возрастные изменения капилляров коры головного мозга / Ю. И. Пиголкин, Г. В. Золотенкова // Судебно-медицинская экспертиза. – 2014. – Т. 57, № 1. – С. 4–10.

92. Пиголкин, Ю. И. Исследование аминокислотного состава зуба в целях судебно-медицинской идентификации личности / Ю. И. Пиголкин, Г. В. Золотенкова [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. – 2017. – № 1. – С. 42–44.

93. Пиголкин, Ю. И. Возможности использования морфологических методов при установлении общих и специфических признаков в судебно-медицинской идентификации личности / Ю. И. Пиголкин, В. Н. Николенко, Г. В. Золотенкова, В. Ф. Даллакян // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 8, № 4. – С. 900–905.

94. Пиголкин, Ю. И. Основные закономерности возрастной инволюции костей кисти / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, М. А. Юрченко // Судебно-медицинская экспертиза. – 2012. – № 6. – С. 13–15.

95. Пиголкин, Ю. И. Возрастные изменения микроструктуры костной ткани и возможности их использования для идентификации личности / Ю. И.

Пиголкин, М. В. Федулова, Д. В. Богомоллова [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. – 2002. – № 2. – С. 17–20.

96. Пиголкин, Ю. И. Судебно-медицинское определение возраста / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, Н. Н. Гончарова. – М. : Медицинское информационное агентство, 2006. – 224 с.

97. Пиголкин, Ю. И. Определение возраста человека по костной ткани / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, Г. В. Золотенкова // Судебно-медицинская экспертиза. – 2012. – Т. 55, № 1. – С. 49–52.

98. Пиголкин, Ю. И. Возрастная характеристика эфферентной иннервации артерий мягкой оболочки мозга человека / Ю. И. Пиголкин, В. М. Черток, П. А. Мотавкин // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1982. – Т. 83, № 8. – С. 14–23.

99. Пиголкин, Ю. И. Микроостеометрический метод определения возраста и его использование для идентификации личности / Ю. И. Пиголкин, В. В. Щербаков, О. В. Самоходская [и др.] // Проблемы судебной медицины, экспертизы и права. – Краснодар : Изд-во КГМА, 2000. – С. 66–69.

100. Пиголкин, Ю. И. Оценка биологического возраста человека по рентгенологическим признакам костей кисти / Ю. И. Пиголкин, М. А., Юрченко Г. В. Золотенкова [и др.] // Вестник судебной медицины. – 2015. – № 2. – С. 27–30.

101. Пиголкин, Ю. И. Планиметрический и планиграфический методы определения возраста человека по рентгенограммам костей кисти / Ю. И. Пиголкин, М. А., Юрченко, Г. В. Золотенкова, А. Г. Ластовецкий // Вестник Авиценны. – 2012. – № 3 (52). – С. 115–122.

102. Пяткова, Е. В. Морфологические особенности хрящевой ткани ушной раковины и ее строения в различные возрастные периоды человека : дис. ... канд. мед. наук : 03.03.04 / Пяткова Екатерина Владимировна. – Новосибирск, 2014. – 107 с.

103. Пятчук, С. В. Судебно-медицинское определение возраста человека по инволютивным изменениям бедренной и большеберцовой

костей : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.24 / Пятчук Сергей Владимирович. – Барнаул, 2001 – 20 с.

104. Ромадоновский, П. О. МКИ возможности идентификации личности по особенностям строения рельефа твердого неба / П. О. Ромадоновский, Е. Х. Баринов // Судебная медицина. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 163.

105. Романько, Н. А. Идентификация личности при отсутствии возможности исследования изображения лица / Н. А. Романько // Судебная медицина. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 163–164.

106. Романько, Н. А. О судебно-экспертной идентификации личности по признакам внешности и особенностям строения тела / Н. А. Романько, А. М. Зинин, Ш. Н. Хазиев // Судебная медицина. – 2017. – Т. 3, № 1. – С. 21–25.

107. Рохлин, Д. Г. Возрастные особенности костной системы на основании рентгенографических данных / Д. Г. Рохлин; Э. Е. Левенталь. – Л. ; М. : Ленмедгиз, 1934. – 66 с.

108. Ряховский, М. А. Возрастная изменчивость морфологических показателей дистальных фаланг стопы человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02 / Ряховский Максим Александрович. – Саратов, 2009. – 24 с.

109. Сапин, М. Р. Анатомия человека : учебник : в 2 т. / М. Р. Сапин, Д. М. Никитюк, В. Н. Николенко, С. В. Чава. – М., 2012.

110. Саркисов, Д. С. Микроскопическая техника / Д. С. Саркисов, Ю. Л. Перов. – М. : Медицина, 1996. – 544 с.

111. Семенов, В. В. К вопросу об определении половой принадлежности фрагментированных нативных и озоленных костей / В. В. Семенов // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы. – 2017. – № 1 (41). – С. 201–208.

112. Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство / под ред. Ю. И. Пиголкина. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 728 с.

113. Теплов, К. В. Групповой полиморфизм и изменчивость дерматоглифических признаков пальцев ног и рук: сравнительная характеристика / К. В. Теплов, И. В. Гугнин, А. П. Божченко // Судебно-медицинская экспертиза. – 2014 – Т. 57, № 4. – С. 34–39.

114. Титаренко, Е. Н. Возраст человека как идентификационный признак. Методы его диагностики по данным литературы. / Е. Н. Титаренко, И. В. Власюк // Медицинская экспертиза и право. – 2014. – № 3. – С. 4–8.

115. Титаренко, Е. Н. Возрастные изменения кожного покрова. Возможности их использования в судебно-медицинской практике / Е. Н. Титаренко, И. В. Власюк // Проблемы экспертизы в медицине. – 2014. – Т. 14, № 2–3. – С. 34–37.

116. Титаренко, Е. Н. Использование непараметрических критериев для расчета прогнозируемого возраста человека по степени выраженности морщин и складов лица и шеи / Е. Н. Титаренко, И. В. Власюк // Вестник судебной медицины. – 2014. – № 4. – С. 24–30.

117. Трушель, Н. А. Возрастные изменения стенки сосудов виллизиева круга / Н. А. Трушель, П. Г. Пивченко, Е. И. Бельчиков // Судебно-медицинская экспертиза. – 2013. – № 2. – С. 27–29.

118. Тучик, Е. С. К вопросу изучения щитовидного хряща у детей в идентификационных целях / Е. С. Тучик, В. А. Малыха // Медицинская экспертиза и право. – 2012. – № 6. – С. 40–41.

119. Туровцев, А. И. Комплексные методы исследования особенностей ребер для судебно-медицинской идентификации личности : дис. ... д-ра мед. наук / Туровцев Александр Иванович. – Воронеж, 1971.

120. Фалеева Т. Г., Иванов И. Н., Мишин Е. С. [и др.] Проблемы молекулярно-генетической идентификации потожировых следов отпечатков пальцев человека / Т. Г. Фалеева, И. Н. Иванов., Е. С. Мишин [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – № 2. – С. 17–18.

121. Федин, И. В. Проблема идентификации человека / И. В. Федин, В. И. Чикун, Н. С. Горбунов, Н. В. Хлуднева // Вестник судебной медицины. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 56–60.

122. Федоров, С. А. Экспертное наблюдение идентификации личности с использованием прижизненной рентгенограммы / С. А. Федоров, О. А. Саковчук // Вестник судебной медицины. – 2016. – № 4. – С. 50–53.

123. Федулова, М. В. Возрастные изменения костной ткани и их судебно-медицинское значение : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.24 / Федулова Мария Вадимовна. – М., 2004.

124. Федулова, М. В. Морфометрический анализ структур костной ткани ребра / М. В. Федулова, Н. Н. Гончарова // Судебно-медицинская экспериментальная деятельность: проблемы и перспективы : сб. науч. работ. – Киров : ГКЛПУ, 2002. – С. 198–201.

125. Фоминых, С. А. Возрастная изменчивость губчатого вещества дистального отдела лучевой кости и тел поясничных позвонков : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01, 14.03.05 / Фоминых Сергей Анатольевич. – Барнаул, 2010. – 25 с.

126. Фомкина, О. А. Возрастная, половая, индивидуальная и сочетанная изменчивость углов соединения позвоночных и бифуркации базилярной артерии / О. А. Фомкина // Морфологические ведомости. – 2016. – Т. 24, № 3. – С. 59–63.

127. Хохлов, В. Д. Аномалии щитовидного хряща и их судебно-медицинское значение / В. Д. Хохлов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1998. – № 1. – С. 23–26.

128. Шакирьянова, Ю. П. Опыт усовершенствования метода краниофасциальной диагностики при решении идентификационных задач / Ю. П. Шакирьянова, С. В. Леонов, П. В. Пинчук // Медицинская экспертиза и право. – 2017. – № 1. – С. 15–18.

129. Шемяков С. Е. Возрастные изменения морфометрических показателей нейронов гиппокампа человека / С. Е. Шемяков, В. Н. Николенко, К. Д. Саркисян // *Морфология*. – 2016. – Т. 150, № 4. – С. 16–19.
130. Шершевский, А. Л. Количественная оценка иволютивных изменений в микропрепаратах почки как способ определения биологического возраста человека / А. Л. Шершевский, О. В. Козлова, И. С. Эделев // *Судебно-медицинская экспертиза*. – 2014. – Т. 57, № 6. – С. 25–26.
131. Эделев, Н. С. Об определении возраста неопознанных трупов / Н. С. Эделев, В. Г. Воробьев // *Судебно-медицинская экспертиза*. – 2014. – Т. 57, № 6. – С. 27–28.
132. Юрченко, М. А. Минеральная плотность костной ткани как признак возрастной инволюции костей человека / М. А. Юрченко, Г. В. Золотенкова, Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова // *Морфология*. – 2013. – Т. 144, № 4. – С. 80–87.
133. Abdel Moneim, W. M. Identification of sex depending on radiological examination of foot and patella / W. M. Abdel Moneim, R. H. Abdel Hady, R. M. Abdel Maaboud, et al. // *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. – 2008. – Vol. 29, № 2. – P. 136–140.
134. Ahmed, A. A. A study of correlations within the dimensions of lower limb parts for personal identification in a Sudanese population / A. A. Ahmed // *Scientific World Journal*. – 2014. – P. 541408.
135. Ahmed, A. A. Estimation of sex from the lower limb measurements of Sudanese adults / A. A. Ahmed // *Forensic Science International*. – 2013. – Vol. 229, № 1–3. – P. 169.e1–169.e7.
136. Ahmed, A. A. Estimation of stature using lower limb measurements in Sudanese Arabs / A. A. Ahmed // *Journal of Forensic and Legal Medicine*. – 2013. – Vol. 20, № 5. – P. 483–488.
137. Ahn, J. Oral microbiome profiles: 16S rRNApyrosequencing and microarray assay comparison / J. Ahn, L. Yang, J. P. Paster, et al. // *PLoS ONE*. – 2011. – Vol. 6, № 7. – P. e 22788.

138. Ajmani, M. A metrical study of the laryngeal skeleton in adult Nigerian / M. Ajmani // *J. Anat.* – 1990. – N 171. – P. 187–191.
139. Akhlaghi, M. The value of the anthropometric parameters of the tibia in the forensic identification of the Iranian population over the age of 20 / M. Akhlaghi, A. Sheikhzadi, N. Khosravi et al. // *Journal of Forensic and Legal Medicine.* – 2011. – Vol. 18, № 6. – P. 257–263.
140. Alkass, K. Age Estimation in Forensic Sciences / K. Alkass, B. A. Buchholz, S. Ohtani, et al. // *Mol. Cell. Proteomics.* – 2010. – Vol. 9, № 5. – P. 1022–1030.
141. Aly, S. M. Identification of age and sex based on knee radiography / S. M. Aly, B. Shrestha, D. J. Hong, et al. // *Forensic Sci. Int.* – 2016. – Vol. 267. – P. 231.e1–231.e7.
142. Balseven-Odabasi, A. Age and sex estimation by metric measurements and fusion of hyoid bone in a Turkish population. / A., Balseven-Odabasi E. Yalcinozan, A. Keten, et al. // *J. Forensic Leg. Med.* – 2013. – N 20 (5). – P. 496–501.
143. Bansal, A. Ear Print Recognition in Forensic science / A. Bansal, R. Bansal, S. Prajapati et al. // *Int. J. Res. Med.* – 2013. – Vol. 2, № 2. – P. 154–157.
144. Bell, L. S. Forensic Microscopy for Skeletal Tissues: Methods and Protocol / L. S. Bell. – New York, NY : Humana Press. 2013. – 269 p.
145. Bhardwaj, D. Radiographic Evaluation of Mandible to Predict the Gender and Age / D. Bhardwaj, J. S. Kumar, V. Mohan // *J. Clin. Diagn. Res.* – 2014. – Vol. 8, № 10. – P. 66–69.
146. Bhateja, S. Evaluation of adult dental patterns on orthopantomograms and its implication for personal identification: A retrospective observational study / S. Bhateja, G. Arora, R. Katote // *J. Forensic Dent. Sci.* – 2015. – Vol. 7, № 1. – P. 14–17.
147. Biazevic, M. G. Diversity of dental patterns: Application on different ages using the Brazilian National Oral Health Survey / M. G. Biazevic, N. H. de Almeida, E. Crosato, et al. // *Forensic Sci. Int.* – 2011. – Vol. 207. – P. 240.

148. Boskey, A. L. Aging and bone / A. L. Boskey, R. Coleman // *J. Dent. Res.* – 2010. – N 89 (12). – P. 1333–1348.
149. Brough, A. L. The basics of disaster victim identification / A. L. Brough, B. Morgan, G. N. Ritty // *Journal of Forensic Radiology and Imaging.* – 2015. – № 3 (1). – P. 29–37.
150. Cameriere, R. Ear identification: a pilot study / R. Cameriere, D. DeAngelis, L. Ferrante // *J. Forensic Sci.* – 2011. – Vol. 56, № 4. – P. 1010–1014.
151. Cavard, S. Forensic and police identification of "X" bodies. A 6-years French experience / S. Cavard, J. C Alvarez, P. De Mazancourt, et al. // *Forensic Sci. Int.* – 2011. – Vol. 30, № 204 (1-3). – P. 139–43.
152. Cerny, M. Our experience with estimation of an individuals age from skeletal remains of the degree of thyroid cartilage ossification / M. Cerny // *Acta. Univ. Palacki. Olomuc. Fac. Med.* – 1983. – N 3. – P. 121–144.
153. Charles C. Knuckle profile identity verification system // US Patent 5594806 Google Scholar. – 2010
154. Chakravarthi, K. K. Ossified cartilagothyroidea and its clinical insight: a cadaveric study / K. K. Chakravarthi, N. Venumadhav, H. Thomas // *Int. J. Bioassays.* – 2013. – N 2 (07). – P. 1044–1047.
155. Chariot, P. Age estimation in undocumented migrant adolescents: medical response to judicial authorities / P. Chariot, H. Caussin // *Presse. Med.* – 2015. – N 44 (1). – P. 99–100.
156. Chattopadhyay, S. Identification from dorsal finger pattern: a new approach / S. Chattopadhyay, B. Sukul // *Medicine, Science and the Law.* – 2012. – Vol. 52. – № 1.
157. Cheng, J. Age determination by radiographic feature of thyroid cartilage in male Chinese Han population / J. Cheng, X. D. Zhao, X. Q. Su // *Fa Yi XueZaZhi.* – 2003. – Vol. 19, № 1. – P. 16–17.
158. Cheng, J. Age determination by radiographic feature of thyroid cartilage in female Han population / J. Cheng, X. D. Zhao, X. Q. Su // *Fa Yi XueZaZhi.* – 2003. – Vol. 19, № 2. – P. 84–85.

159. Ciaffi, R. Forensic radiology and personal identification of unidentified bodies: a review / R. Ciaffi, D. Gibelli, C. Cattaneo // *La Radiologia Medica*. – 2011. – N 116 (6). – P. 960–968.
160. Claassen, H. Areas of asbestoid (amianthoid) fibers in human thyroid cartilage characterized by immunolocalization of collagen types I, II, IX, XI and X / H. Claassen, T. Kirsch // *Cell Tissue Res*. – 1995. – N 280. – P. 349–354.
161. Claassen, H. Androgen receptors and gender-specific distribution of alkaline phosphatase in human thyroid cartilage / H. Claassen, H. Monig, S. Sel, et al. // *Histochem. Cell Biol*. – 2006. – N 126. – P. 381–388.
162. Claassen, H. Special Pattern of endochondral Ossification in Human Laryngeal Cartilages: X-ray and Light-Microscopic Studies on Thyroid Cartilage / H. Claassen, M. Schicht, S. Sel, F. Paulsen // *Clinical Anatomy*. – 2014. – N 27. – P. 423–430.
163. Claassen, H. The fate of chondrocytes during ageing of human thyroid cartilage / H. Claassen, M. Schicht, S. Sel, et al. // *Histochem. Cell Biol*. – 2009. – N 131. – P. 605–614.
164. Classen, H. Gender-specific distribution of glycosaminoglycans during cartilage mineralization of human thyroid cartilage / H. Classen, J. Werner // *J. Anat*. – 2004. – N 205. – P. 371–380.
165. Clark, D. H. *Postmortem Dental Identification in Mass Disasters* / D. H. Clark. – London, 1991.
166. Cotter, M. M. Hyoid bone development: an assessment of optimal CT scanner parameters and three-dimensional volume rendering techniques / M. M. Cotter, B. J. Whyms, M. P. Kelly, et al. // *Anat. Rec*. – 2015. – N 298. – P. 1408–1415.
167. Cowgill, L. W. Developmental variation in ecogeographic body proportions // *The American Journal of Physical Anthropology*. – 2012. – Vol. 148, № 4. – P. 557–570.
168. Dang-Tran, K. D. Thyroid cartilage ossification and multislice computed tomography examination: a useful tool for age assessment? / K. D. Dang-

Tran, F., Dedouit F. Joffre, et al. // *J. Forensic Sci.* – 2010. – Vol. 55, № 3. – P. 677–683.

169. De Bakker, H. Postmortem radiological case series of acetabular fractures after fatal aviation accidents / H. De Bakker, M. Tijsterman, B. Kubat, et al. // *Forensic Science, Medicine and Pathology.* – 2018. – N 14. – P. 62–69.

170. De Bakker, H. M. Forensic imaging in legal medicine in the Netherlands: retrospective analysis of over 1700 cases in 15 years experience / H. M. De Bakker, V. Soerdjbalie-Maikoe, B. Kubat, et al. // *JOFRI.* – 2016. – N 6. – P. 1–7.

171. De la Grandmaison, G. L. Age estimation using radiographic analysis of laryngeal cartilage / G. L. De la Grandmaison, A. Banasr, M. Durigon // *Am. J. Forensic Med. Pathol.* – 2003. – Vol. 24, № 1. – P. 96–9.

172. Dempster, D. W. Standardized Nomenclature, Symbols, and Units for Bone Histomorphometry: A 2012 Update of the Report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee / David W Dempster, Juliet E. Compston, Marc K. Drezner, et al. // *J. Bone. Miner. Res.* – 2013 Jan. – N 28 (1). – P. 2–17.

173. Dirkmaat, D. C. New perspectives in forensic anthropology / D. C. Dirkmaat, L. L. Cabo, S. D. Ousley, S. A. Symes // *Yearbook of physical anthropology.* – 2008. – N 51. – P. 33–52.

174. Dumache, R. Molecular DNA Analysis in Forensic Identification / R. Dumache, V. Ciocan, C. Muresan, et al. / *Clin. Lab.* – 2016. – Vol. 62, № 1–2 – P. 245–248.

175. Duren, D. L. Skeletal growth and the changing genetic landscape during childhood and adulthood / D. L. Duren, M. Seselj, A. W. Froehle, et al. // *The American Journal of Physical Anthropology.* – 2013. – Vol. 150, № 1. – P. 48–57.

176. Dykes, E. Disaster Victim Management: Internationally Agreed Best Practices for Disaster Victim Identification / E. Dykes, K. E. Ravlo // *Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine.* – 2016. – P. 268–274.

177. Elfawal, M. A. Racemization of aspartic acid in root dentin as a tool for age estimation in a Kuwaiti population / M. A. Elfawal, S. I. Alqattan, N. A. Ghallab // *Med. Sci. Law.* – 2015. – N 55. – P. 22–29.
178. Feng, X. Age-related changes of hyoid bone position in healthy older adults with aspiration / X. Feng, T. Todd, Y. Hu, et al. // *Laryngoscope.* – 2014. – N 124. – P. 231–236.
179. Fisher, E. Hyoid bone fusion and bone density across the lifespan: prediction of age and sex / E. Fisher, D. Austin, H. Werner, et al. // *Forensic Sci. Med. Pathol.* – 2016. – N 12. – P. 146–157.
180. Fins, P. Chronology of mineralization of the permanent mandibular second molar teeth and forensic age estimation / P. Fins, M. L. Pereira, A. Afonso, et al. // *Forensic Sci. Med. Pathol.* – 2017. – Vol. 13, № 3. – P. 272–277.
181. Florencio-Silva, R. Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells / R. Florencio-Silva, G. R. Sasso, E. Sasso-Cerri, et al. // *Biomed. Res. Int.* – 2015. – P. 421746.
182. Furrer, R. Gender-specific associations between physical functioning, bone quality, and fracture risk in older people / R. Furrer, N. van Schoor, A. de Haan, et al. // *Calcif. Tiss. Int.* – 2014. – N 94. – P. 522–530.
183. Garvin, H. M. Ossification of laryngeal structures as indicators of age / H. M. Garvin // *J. Forensic Sci.* – 2008. – N 53 (5). – P. 1023–1027.
184. Garvin, H. M. Current Practices by Forensic Anthropologist in adult Age Estimation / H. M. Garvin, N. V. Passalacqua // *J. Forensic Sci.* – 2011. – P. 1–7.
185. Gawlikowska-Stroka, A. Changes of Laryngeal Parameters during Intrauterine Life / A. Gawlikowska-Stroka, D. Miklaszewska, E. Dzieciolowska-Baran, et al. // *Eur. J. Med. Res.* – 2010. – N 15 (II). – P. 41–45.
186. Golghate, T. Early Ossification of Thyroid Cartilage / T. Golghate, S. Tambe, M. Meshram, et al. // *Journal of Contemporary Medicine and Dentistry.* – 2014. – N. 2 (1). – P. 51–53.

187. Goncalves, D. The reliability of osteometric techniques for the sex determination of burned human skeletal remains HOMO / D. Goncalves // *Journal of Comparative Human Biology*. – 2011. – N 62. – P. 351–358.
188. Gustafson, G. *Forensic Odontology* / G. Gustafson. – London : Staple Press, 1966.
189. Heimer, J. Antemortem identification by fusion of MR and CT of the paranasal sinuses / Jakob Heimer, Dominic Gascho, Simon Gentile, et al. // *Forensic science, medicine, and pathology*. – 2017. – N 13 (3). – P. 375–378.
190. Hoyer, C. B. Investigation of a fatal airplane crash: autopsy, computed tomography, and injury pattern analysis used to determine who was steering the plane at the time of the accident. A case report / C. B. Hoyer, T. S. Nielsen, L. L. Nagel, et al. // *Forensic Sci. Med. Pathol.* – 2012. – N 8. – P. 179–188.
191. Indira, A. P. Usefulness of palatal rugae patterns in establishing identity: Preliminary results from Bengaluru city, India / A. P. Indira, M. Gupta, M. P. David // *J. Forensic Dent. Sci.* – 2012. – Vol. 4, № 1. – P. 2–5.
192. Jurik, A. G. Ossification and calcification of the laryngeal skeleton / A. G. Jurik // *Acta Radiologica. Diagnosis*. – 1984. – N 25. – P. 17–22.
193. Jurik, A. G. Rheumatoid arthritis of the crico-arytenoid and crico-thyroid joints: a radiological and clinical study / A. G. Jurik, U. Pedersen // *Clin. Radiol.* – 1984. – N 35. – P. 233–236.
194. Kaur, R. The morphology and morphometry of adult human thyroid cartilage—a cadaveric study in North Indian population / R. Kaur, R. Kumar Singla, V. Laxmi // *Journal of Surgery* – 2014. – N. 3.
195. Kirsch, T. Matrix vesicles mediate mineralization of human thyroid cartilage. / T Kirsch, H. Claassen // *Calcified Tissue International*. – 2000. – N 66 (4). – P. 292–297.
196. Komar, D. A. *Forensic Anthropology: Contemporary Theory and Practice* / D. A. Komar, J. E. Buikstra. – University Press, 2008.

197. Krishan, K. A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework / K. Krishan, P. M. Chatterjee, T. Kanchan, et al. // *Forensic Sci. Int.* – 2016. – N 261. – P. 165.
198. Kovac, T. Morphometric characteristics of thyroid cartilage in people of Eastern Croatia / T. Kovac, B. Popović, K. Marjanovic, et al. // *Coll. Antropol.* – 2010. – N 34 (3). – P. 1069–1073.
199. Kubat, B. Radiological analysis of hand and foot injuries after small aircraft crashes / B. Kubat, T. Korthout, G. van Ingen, et al. // *Forensic Sci. Med. Pathol.* – 2014. – N 10. – P. 351–356.
200. Lee, S. S. The diversity of dental patterns in the orthopantomography and its significance in human identification / S. S. Lee, J. H. Choi, C. L. Yoon, et al. // *J. Forensic Sci.* – 2004. – Vol. 49, № 4. – P. 784–786.
201. Lee, S. Correlation between bone mineral density measured by dual-energy X-ray absorptiometry and Hounsfield units measured by diagnostic CT in lumbar spine / S. Lee, C. K. Chung, S. H. Oh, S. B. Park // *J. Korean Neurosurg. Soc.* – 2013. – N 54. – P. 384–389.
202. Lewis, J. M. Forensic dental age estimation: an overview / J. M. Lewis, D. R. Senn // *J. Calif. Dent. Assoc.* – 2015. – N 43. – P. 315–319.
203. Liversidge, H. M. A radiographic study of the mandibular third molar root development in different ethnic groups / H. M. Liversidge, K. Peariasamy, M. O. Folayan, et al. // *J. Forensic. Odontostomatol.* – 2017. – N 2. – P. 103–114.
204. Mackie, E. J. Endochondral ossification. How cartilage is converted into bone in the developing skeleton / E. J. Mackie, Y. A. Ahmed, L. Tatarczuch, et al. // *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology.* – 2008. – N 40. – P. 46–62.
205. Márquez-Grant, N. An overview of age estimation in forensic anthropology: perspectives and practical considerations / N. Márquez-Grant // *Annals of Human Biology.* – 2015. – N 42 (4). – P. 308–322.
206. Matos, V. Broken ribs paleopathological analysis of costal fractures in human identified skeletal collection from the museu Bocage, Lisbon, Portugal (Late

19th to Middle 20th centuries) / V. Matos // *American Journal of physicl. Anthropology.* – 2009. – P. 1–14.

207. Majumdar, S. R. onventional computed tomography imaging and bone mineral density: opportunistic screening or “incidentaloporosis”» / S. R. Majumdar, W. D. Leslie // *Ann. Intern. Med.* – 2013. – N 158. – P. 630–631.

208. Meissner, C. Molecular pathology and age estimation / C. Meissner, S. Ritz-Timme // *Forensic Sci. Int.* – 2010. – V. 203, N 1–3. – P. 34–43.

209. Mohini, M. J. Morphometric study of thyroid cartilage in Western India / M. Joshi Mohini, S. Joshi Sharada, D. JoshiSubhash // *Int. J. Anat. Res.* – 2015. – N 3 (2). – P. 1028–1033.

210. Mordini, E. Body identification, biometrics and medicine: ethical and social considerations / E. Mordini, C. Ottolini // *Ann. Ist. Super. Sanita.* – 2007. – Vol. 43, № 1. – P. 51–60.

211. Moskovitch, G. Multislice Computed Tomography of the First Rib: A Useful Technique for Bone Age Assessment / G. Moskovitch, F. Dedouit, J. Braga, et al. // *Journal of Forensic Sciences.* – 2010. – N 55 (4). – P. 865–870.

212. Mupparapu, M. Ossification of laryngeal cartilages on lateral cephalometric radiographs / M. Mupparapu, A. Vuppalapati // *Angle Orthod.* – 2005. – Vol. 75, № 2. – P. 196–201.

213. Mupparapu, M. Detection of an early ossification of thyroid cartilage in an adolescent on a lateral cephalometric radiograph / M. Mupparapu, A. Vuppalapati // *Angle. Orthod.* – 2002. – N 72. – P. 576–578.

214. Naimo, P. The use of computed tomography in determining developmental changes, anomalies, and trauma of the thyroid cartilage / P. Naimo, C. O'Donnell, R. Bassed // *Forensic Sci. Med. Pathol.* – 2013. – Vol. 9, № 3. – P. 377–385.

215. Naimo, P. The use of computed tomography in determining development, anomalies, and trauma of the hyoid bone / P. Naimo, C. O'Donnell, R. Bassed, C. Briggs // *Forensic Sci. Med. Pathol.* – 2015. – N 11. – P. 177–185.

216. Nikolic, V. Morphometric characteristics of thyroid cartilage in people of Eastern Croatia / V. Nikolic, A. Jo-Osvatic, R. Radić // *Coll. Antropol.* – 2010. – N 34 (3). – P. 1069–1073.
217. Nissen, C. J. Microglial function across the Spectrum of Age and Gender / C. J. Nissen // *Int. J. Mol. Sci.* – 2017. – N 18. – P. 561
218. Norden, D. M. Review: Microglia of the aged brain: Primed to be activated and resistant to regulation *Neuropathol* / D. M. Norden, J. P. Godbout // *Appl. Neurobiol.* – 2013. – N. 39. – P. 19–34.
219. Ohira, H. Effective appropriate use of dental remains and forensic DNA testing for personal identity confirmation / H. Ohira, Y. Yamamuro, Y. Kitagawa, et al. // *Legal medicine.* – 2009. – Vol. 11. – P. 560–562.
220. Ohtani, S. Estimation of age from the teeth of unidentified corpses using the amino acid racemization method with reference to actual cases / S. Ohtani // *Am. J. Forensic. Med. Pathol.* – 1995. – Vol. 16, № 3.–P. 238–42.
221. Patel, S. Morphometric characteristic of thyroid cartilage in Gujarat region –A cadaveric study / S. Patel, R. Bhardwaj, P. Parmar, V. H. Vaniya // *J. of Research in Medical and Dental Science.* – 2016. – N 4 (2). – P. 150–154.
222. Quatrehomme, G. Positive identification by X-ray bone trabeculae comparison / G. Quatrehomme, E. Biglia, B. Padovani, et al. // *Forensic Sci. Int.* – 2014. – N 245. – P. 11–14.
223. Rahimi, M. Genotypic comparison of bacteria recovered from human bite marks and teeth using arbitrarily primed PCR / M. Rahimi, N. C. K. Heng, J. A. Kieser et al. // *Journal of Applied Microbiology.* – 2005. – Vol. 99. – P. 1265–1270.
224. Pettinicchio, M. Histologic and histomorphometric results of three bone graft substitutes after sinus augmentation in humans / M. Pettinicchio, T. Traini, G. Murmura, et al. // *Clin. Oral. Invest.* – 2010.
225. Rissech, C. Using the Acetabulum to Estimate Age at Death of Adult Males / C. Rissech, G. F. Estabrook, E. Cunha // *J. Forensic Sci.* – 2006. – Vol. 51. – P. 213–229.

226. Ross, M. H. *Histology: A Text and Atlas: With Cell and Molecular Biology* / M. H. Ross, W. Pawlina. – Wolters Kluwer, 2011.

227. Saraf, A. Estimation of stature from sternum – Exploring the quadratic models / A. Saraf, T. Kanchan, K. Krishan, et al. // *J. Forensic Leg. Med.* – 2018. – N 58. – P. 9–13.

228. San-Millán, M. New approach to age estimation of male and female adult skeletons based on the morphological characteristics of the acetabulum / M. San-Millán, C. Rissech, D. Turbón // *J. Legal. Med.* – 2017. – Vol. 131, № 2. – P. 501–525.

229. Sansoni, G. Feasibility of contactless 3D Optical measurement for the analysis of bone and soft tissue lesions: new technologies and perspectives in forensic sciences / G. Sansoni, C. Cattaneo, M. Trebeschi, et al. // *J. Forensic Sci.* – 2009. – N 54 (3). – P. 540–545.

230. Sidler, M. Use of multi-slice computed tomography in disaster victim identification advantages and limitations / M. Sidler, C. Jackowski, R. Dirnhofer, et al. // *Forensic Sci. Int.* – 2007. – N 169 (2-3). – P. 118–128.

231. Singh, P. K. Determination of Sex from the Foramen Magnum using 3DCT: A Nepalese Study / P. K. Singh, D. Tamrakar, S. Karki, R. G. Menezes // *Kathmandu Univ. Med. J (KUMJ)*. – 2017. – N 15 (57). – P. 62–66.

232. Sobol, J. Estimation of age at death: examination of variation in cortical bone histology within the human clavicle / J. Sobol, I. Ptaszyńska-Sarosiek, A. Charuta, et al. // *Folia Morphol (Warsz)*. – 2015. – Vol. 74, № 3. – P. 378–88.

233. Sweet, D. PCR-based DNA typing of saliva stains recovered from human skin / D. Sweet, J. A. Lorente, A. Valenzuela, et al. // *Journal of Forensic Science*. – 1997. – Vol. 42. – P. 447–451.

234. Timme, M. Age estimation in competitive sports / M. Timme, J. M. Steinacker, A. Schmeling // *Int. J. Legal. Med.* – 2017. – N 131 (1). – P. 225–233.

235. Turk, L. M. Age changes in the human laryngeal cartilages / L. M. Turk, D. A. Hogg // *Clinical Anatomy*. – 1993. – Vol. 6, № 3. – P. 154–162.

236. Türkmen, S. Age-dependent structural and radiological changes in the larynx / S. Türkmen, A. Cansu, S. Türedi, et al. // *Clin. Radiol.* – 2012. – Vol. 67, № 11. – P. 22–26.
237. Urbanva, P. What is the appropriate approach in sex determination of hyoid bones? / P. Urbanva, P. Hejna, L. Zatopkova, M. Safr // *J. of Forensic and Legal Medicine.* – 2013. – N 20. – P. 996–1003.
238. Urbanova, P. Distinguishing between human and non-human bones: histometric method for forensic anthropology / P. Urbanova, V. Novothy // *Anthropologie.* – 2004. – N XLII (2). – P. 175–183.
239. Vahlensieck, M. Distribution of hematopoietic and fatty bone marrow in the proximal humerus and scapula: magnetic resonance tomography and macroscopic anatomy / M. Vahlensieck, B. Latka, P. Lang, et al. // *Rofo. Fortschr. Geb. Rontgenstr. Neuen. Bildgeb. Verfahr.* – 1995. – N 163 (6). – P. 490–496.
240. Venegas, V. H. Palatal Rugae: Systematic analysis of its shape and dimensions for use in human identification / V. H. Venegas, J. S. Valenzuela, M. C. López, et al. // *Int. J. Morphol.* – 2009. – Vol. 27. – P. 819–825.
241. Wochna, K. Aspartic acid racemization of root dentin used for dental age estimation in a Polish population sample / K. Wochna, R. Bonikowski, J. Śmigielski, J. Berent // *Forensic Science, Medicine and Pathology.* – 2018 May 2.
242. Williams, P. L. *Gray's Anatomy* / P. L. Williams, R. Warwick, M. Dyson, L. H. Bannister – 37th ed. – London: Churchill Livingstone, 1989. – P. 1249–1252.
243. Williams, G. R. Thyroid Hormone Actions in Cartilage and Bone / G. R. Williams // *Eur. Thyroid. J.* – 2013. – N 2. – P. 2–13.
244. Zrunek, M. Comparative anatomy of human and Sheep laryngeal skeleton / M. Zrunek, W. Happak, M. Hermann, W. Streinzer // *Acta otolaryngologica.* – 1988. – N 105. – P. 155–162.
245. Zubakov, D. Human age estimation from blood using mRNA, DNA methylation, DNA rearrangement, and telomere length / D. Zubakov, F. Liu, I. Kokmeijer, et al. // *Forensic Sci. Int. Genet.* – 2016. – Vol. 24. – P. 33–43

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А – Таблица пересчета величины площади жировой ткани (мкм<sup>2</sup>) в ранг

<b>Средняя площадь жировой ткани</b>	<b>Ранг</b>	<b>Средняя площадь жировой ткани</b>	<b>Ранг</b>	<b>Средняя площадь жировой ткани</b>	<b>Ранг</b>
<b>0,00</b>	3,5	<b>0,71</b>	53,0	<b>17,20</b>	89,0
<b>0,02</b>	7,0	<b>0,74</b>	54,0	<b>18,10</b>	91,0
<b>0,08</b>	8,5	<b>0,75</b>	55,0	<b>18,30</b>	92,0
<b>0,09</b>	11,0	<b>0,87</b>	56,0	<b>18,90</b>	93,0
<b>0,12</b>	13,0	<b>0,90</b>	57,0	<b>19,10</b>	94,0
<b>0,15</b>	14,0	<b>0,92</b>	58,0	<b>19,30</b>	95,5
<b>0,22</b>	15,5	<b>1,05</b>	59,0	<b>19,50</b>	97,0
<b>0,24</b>	17,0	<b>1,15</b>	60,0	<b>19,60</b>	99,0
<b>0,25</b>	18,5	<b>1,30</b>	61,0	<b>19,80</b>	101,0
<b>0,26</b>	20,5	<b>1,70</b>	62,0	<b>20,10</b>	102,0
<b>0,27</b>	22,0	<b>1,90</b>	63,0	<b>22,20</b>	103,0
<b>0,28</b>	23,0	<b>1,92</b>	64,0	<b>23,10</b>	104,0
<b>0,29</b>	24,0	<b>2,07</b>	65,0	<b>23,40</b>	105,0
<b>0,31</b>	25,5	<b>2,10</b>	66,0	<b>23,50</b>	106,0
<b>0,32</b>	27,0	<b>2,26</b>	<b>67,0</b>	24,20	105,0
<b>0,33</b>	28,0	<b>2,60</b>	<b>68,0</b>	26,10	106,0
<b>0,34</b>	29,0	<b>2,70</b>	<b>69,0</b>	27,30	107,0
<b>0,37</b>	30,0	<b>2,82</b>	<b>70,0</b>	27,40	108,0
<b>0,39</b>	31,0	<b>2,90</b>	<b>71,0</b>	27,90	109,0

## Продолжение Приложения А

<b>0,41</b>	32,0	<b>3,05</b>	<b>72,0</b>	28,30	110,0
<b>0,43</b>	33,0	<b>3,20</b>	<b>73,0</b>	28,40	111,0
<b>0,44</b>	34,0	<b>3,50</b>	<b>74,0</b>	29,50	112,5
<b>0,45</b>	35,5	<b>4,02</b>	<b>75,0</b>	30,10	114,0
<b>0,46</b>	37,0	<b>6,70</b>	<b>76,0</b>	30,80	115,0
<b>0,47</b>	38,5	<b>7,30</b>	<b>77,0</b>	32,10	116,0
<b>0,51</b>	40,5	<b>9,60</b>	<b>78,0</b>	32,50	117,0
<b>0,55</b>	42,5	<b>11,47</b>	<b>79,0</b>	33,40	118,0
<b>0,56</b>	44,5	<b>14,03</b>	<b>80,0</b>	33,50	119,0
<b>0,64</b>	46,0	<b>14,60</b>	<b>81,0</b>	34,10	120,0
<b>0,65</b>	47,0	<b>14,80</b>	<b>82,0</b>	35,10	121,0
<b>0,68</b>	48,5	<b>15,10</b>	<b>84,0</b>	35,20	125,0
<b>0,69</b>	50,5	<b>16,10</b>	<b>86,0</b>	35,80	126,0
<b>0,70</b>	52,0	<b>16,90</b>	<b>87,0</b>	36,20	127,0

Приложение Б – Таблица пересчета площади костной ткани (мкм<sup>2</sup>) в ранг

Площадь костной ткани, мкм <sup>2</sup>	Ранг	Площадь костной ткани, мкм <sup>2</sup>	Ранг	Площадь костной ткани, мкм <sup>2</sup>	Ранг
<b>0,00</b>	3,5	<b>3,80</b>	56,0	<b>33,70</b>	86,0
<b>1,10</b>	8,0	<b>3,90</b>	58,0	<b>35,05</b>	87,0
<b>1,20</b>	11,5	<b>4,00</b>	59,0	<b>35,20</b>	88,0
<b>1,30</b>	14,0	<b>4,10</b>	60,5	<b>35,30</b>	89,0
<b>1,50</b>	15,0	<b>4,20</b>	62,5	<b>35,60</b>	90,0
<b>1,60</b>	16,0	<b>4,50</b>	64,0	<b>36,30</b>	91,0
<b>1,80</b>	17,0	<b>4,60</b>	65,0	<b>37,70</b>	92,0
<b>1,90</b>	18,5	<b>4,72</b>	66,0	<b>39,10</b>	93,0
<b>2,20</b>	20,5	<b>4,80</b>	67,0	<b>39,90</b>	94,0
<b>2,35</b>	22,0	<b>4,90</b>	68,5	<b>40,20</b>	95,0
<b>2,50</b>	23,0	<b>5,10</b>	70,0	<b>40,50</b>	96,0
<b>2,70</b>	24,5	<b>6,20</b>	71,0	<b>42,30</b>	97,5
<b>2,73</b>	26,0	<b>6,80</b>	72,0	<b>43,80</b>	99,0
<b>2,80</b>	28,5	<b>6,90</b>	73,0	<b>44,20</b>	100,5
<b>2,82</b>	31,0	<b>7,20</b>	74,0	<b>45,10</b>	102,0
<b>2,90</b>	33,0	<b>7,42</b>	75,0	<b>47,10</b>	103,0
<b>3,04</b>	35,0	<b>10,80</b>	77,0	<b>47,40</b>	104,0
<b>3,10</b>	37,0	<b>12,80</b>	78,0	<b>47,60</b>	105,0
<b>3,15</b>	39,0	<b>14,90</b>	79,0	<b>48,30</b>	106,0
<b>3,20</b>	40,5	<b>22,00</b>	80,0	<b>68,10</b>	125,0
<b>3,22</b>	42,0	<b>22,10</b>	81,0	<b>68,60</b>	126,0

## Продолжение Приложения Б

<b>3,30</b>	43,5	<b>22,30</b>	82,0	<b>69,40</b>	127,0
<b>3,40</b>	45,5	<b>28,80</b>	83,0	<b>70,10</b>	128,0
<b>3,50</b>	48,0	<b>32,20</b>	84,0	<b>79,40</b>	129,0
<b>3,56</b>	50,0	<b>32,30</b>	85,0	<b>80,20</b>	130,0
<b>3,60</b>	51,5	-	-	-	-
<b>3,70</b>	53,5	-	-	-	-

Приложение В – Таблица пересчета максимальной длины трабекулы  
(мкм) в ранг

<b>Максимальная длина трабекул</b>	<b>Ранг</b>	<b>Максимальная длина трабекул</b>	<b>Ранг</b>
<b>3,50</b>	0,00	<b>71,00</b>	0,80
<b>7,00</b>	0,03	<b>74,00</b>	0,85
<b>8,00</b>	0,06	<b>75,00</b>	0,89
<b>9,00</b>	0,12	<b>79,00</b>	0,90
<b>10,00</b>	0,14	<b>83,00</b>	0,91
<b>11,00</b>	0,15	<b>84,00</b>	0,92
<b>12,00</b>	0,24	<b>85,00</b>	0,94
<b>13,50</b>	0,25	<b>86,00</b>	0,96
<b>15,50</b>	0,29	<b>88,50</b>	0,98
<b>17,50</b>	0,30	<b>93,50</b>	1,02
<b>20,50</b>	0,31	<b>97,50</b>	1,03
<b>24,00</b>	0,32	<b>100,50</b>	1,05
<b>27,50</b>	0,35	<b>103,50</b>	1,06
<b>30,00</b>	0,36	<b>106,00</b>	1,08
<b>31,50</b>	0,37	<b>108,50</b>	1,09
<b>33,00</b>	0,38	<b>113,00</b>	1,10
<b>34,00</b>	0,39	<b>117,00</b>	1,12
<b>35,50</b>	0,40	<b>118,00</b>	1,19
<b>38,00</b>	0,41	<b>120,50</b>	1,30
<b>40,00</b>	0,42	<b>123,00</b>	1,35
<b>41,50</b>	0,43	<b>124,00</b>	1,50
<b>44,00</b>	0,44	<b>125,50</b>	1,60
<b>46,00</b>	0,45	<b>127,00</b>	1,65
<b>47,50</b>	0,47	<b>128,00</b>	1,84
<b>49,00</b>	0,48	<b>129,00</b>	1,87
<b>51,00</b>	0,50	<b>130,00</b>	2,85
<b>53,50</b>	0,52	-	-
<b>55,00</b>	0,53	-	-
<b>56,00</b>	0,54	-	-
<b>57,00</b>	0,57	-	-
<b>58,00</b>	0,58	-	-
<b>59,50</b>	0,60	-	-
<b>61,00</b>	0,64	-	-
<b>62,50</b>	0,68	-	-
<b>64,50</b>	0,70	-	-
<b>66,00</b>	0,71	-	-
<b>67,00</b>	0,74	-	-
<b>68,00</b>	0,78	-	-

Приложение Г – Таблица пересчета среднего количества молодых хондроцитов (ед) в ранг

<b>Среднее количество молодых хондроцитов, ед</b>	<b>Ранг</b>	<b>Среднее количество молодых хондроцитов, ед</b>	<b>Ранг</b>	<b>Среднее количество молодых хондроцитов, ед</b>	<b>Ранг</b>
<b>2,0</b>	4	<b>84,5</b>	16	<b>127,0</b>	400
<b>5,0</b>	5	<b>94,5</b>	17	<b>128,0</b>	510
<b>8,5</b>	6	<b>101,0</b>	18	<b>129,0</b>	630
<b>12,0</b>	7	<b>106,0</b>	19	<b>130,0</b>	897
<b>16,0</b>	8	<b>110,0</b>	20	-	-
<b>22,0</b>	9	<b>113,5</b>	21	-	-
<b>29,5</b>	10	<b>117,0</b>	22	-	-
<b>39,5</b>	11	<b>119,5</b>	23	-	-
<b>52,0</b>	12	<b>121,0</b>	24	-	-
<b>61,5</b>	13	<b>122,5</b>	25	-	-
<b>67,0</b>	14	<b>124,0</b>	31	-	-
<b>74,0</b>	15	<b>125,0</b>	90	-	-
<b>84,5</b>	16	<b>126,0</b>	300	-	-