

*На правах рукописи*

**ЮРЧЕНКО**  
**Марк Александрович**

**СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА НА  
ОСНОВАНИИ ИЗУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОГРАММ КИСТИ**

14.03.05 – Судебная медицина

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва – 2019

Работа выполнена в ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

Научный руководитель:  
член-корреспондент РАН,  
доктор медицинских наук, профессор

**Пиголкин Юрий Иванович**

**Официальные оппоненты:**

**Божченко Александр Петрович**, доктор медицинских наук, профессор, ФГБВОУ ВО "Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова" Минобороны РФ, кафедра судебной медицины, профессор кафедры;

**Шигеев Сергей Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, ГБУЗ г. Москвы «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы», начальник ГБУЗ.

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г. в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д.208.040.16 при ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) при по адресу: 119991, \_\_\_\_\_ г. Москва, ул. Трубецкая, д.8, стр.2

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1 и на сайте организации ([www.sechenov.ru](http://www.sechenov.ru)).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат медицинский наук

**Машковский Евгений Владимирович**

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность проблемы

Идентификация личности представляет собой одну из наиболее актуальных проблем судебной медицины, поскольку имеет непосредственное значение для разрешения задач, которые в настоящее время ставят работники правоохранительных органов перед судебными медиками. В последние годы ее актуальность возросла в связи с участвовавшими случаями локальных вооруженных конфликтов, террористических актов, катастроф и стихийных бедствий, проходящих с массовыми человеческими жертвами (Пиголкин Ю.И., и др. 2006). Многие из погибших имеют признаки насильственной смерти и следы сокрытия преступлений (расчленение, сожжение), а их паспорта находятся в руках преступников. Трупы, оставшиеся неизвестными, хоронят без перспектив дальнейшего опознания, что приводит к нарушению прав близких и препятствует работе правоохранительных органов.

Основными методами определения возраста являются рентгенографические (Подрушняк Е.П., 1972; Шалина Т.И. и др., 2009; Пиголкин Ю.И. и др., 2010). Классическим объектом рентгенографических исследований является скелет кисти и дистального отдела предплечья, что связано с технически несложным способом получения рентгенограммы и хорошей изученностью данного отдела скелета (Никитюк Б.А., 1969; Богомоллова И.Н., 2005).

Достаточно простым в исполнении и не требующим особых затрат является метод балльных оценок возрастных изменений костей кисти (БОВИКК) (Павловский О.М., 1987). Исследователи оценивали как собственно старческие (остеопороз, сужение суставных щелей), так и компенсаторно-приспособительные (остеофиты, склероз) признаки. Все признаки подсчитывали по бинарной шкале (наличие или отсутствие признака). Такой подход является недостатком метода БОВИКК, так как эмпирически установлено, что на рентгенограммах индивидуумов одного возраста может встречаться от 0 – 28 баллов возрастных изменений, то есть весь возрастной диапазон. Поэтому, следуя методике

БОВИКК, невозможно провести достоверную и практически значимую экспертизу индивидуального случая.

Вследствие этого, для решения судебно-медицинских задач был предложен метод дифференцированной балльной оценки возрастных изменений костей кисти (ДБОВИКК) (Пиголкин Ю.И. и др., 2010). Однако, дальнейшие исследования с применением указанного метода не проводилось.

### **Степень разработанности темы диссертации**

Данные научной литературы указывают на наиболее частое применение рентгенологических методов исследования костной системы в антропологии. Это связано с их простотой и доступностью выполнения. Рентгенограммы позволяют оценить форму, строение наружных и внутренних слоев костей, состояние костной ткани, не только на живых лицах, но и на трупах. Существуют способы определения возраста по другим костям скелета, однако наиболее значимыми являются методы, разработанные для определения возраста по костям кисти: БОВИКК и ДБОВИКК.

### **Цель исследования**

С помощью математического анализа разработать судебно-медицинскую методику определения возраста по неметрическим признакам старения кисти.

### **Задачи исследования**

1. Составить базу неметрических параметров, связанных с возрастом, по данным рентгенограмм костей кисти.
2. Выявить неметрические признаки по данным рентгенограмм костей кисти, которые наиболее связаны с возрастом.
3. На основании полученных данных предложить математические модели и разработать судебно-медицинскую методику определения возраста по рентгенограммам кисти.

### **Научная новизна исследования**

Впервые найдены новые диагностические критерии учета возрастных изменений. На основании математической оценки результатов, полученных

методами БОВИКК и ДБОВИКК, предложена новая цифровая судебно-медицинская методика определения возраста по инволютивным изменениям костей кисти.

С помощью этих методов впервые была создана база неметрических признаков возрастных изменений кисти и разработаны математические модели определения возраста. Впервые была определена зависимость признаков старения от их локализации на пальце и фаланге, а также от пола индивида. Предложенная методика позволяет более точно, по сравнению с существующими методами, определять биологический возраст индивида.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Разработана простая в исполнении цифровая судебно-медицинская методика определения возраста взрослых людей, основанная на балльной и дифференцированной балльной оценке возрастных изменений костей кисти с использованием регрессионных моделей.

Применение данной методики позволяет по регрессионным моделям определять возраст лиц старше 30 лет с точностью от 2,3 до 5,4 года в случае известного возрастного интервала.

По таблицам односторонней оценки возраста индивида определяется возрастная интервал в тех случаях, если возрастной интервал неизвестен;

### **Методология и методы диссертационного исследования**

Методологией исследования является системный подход, выполненный в рамках теории функциональных систем, на основании учения о тождестве и дифференциации. В работе использовались общенаучные и частные методы исследования (наблюдение, описание, измерение, выделение и фиксация информации, сравнение, обобщение, системный анализ, математико-статистический), а также специальные методы антропологии (Павловский О.М., 1987) и метод дифференцированной балльной оценки возрастных изменений костей кисти (Пиголкин Ю.И. и др., 2010). На первом этапе диссертационного исследования выполнен анализ отечественных и зарубежных публикаций, посвященных данной теме. Всего изучено около 180 наименований; 100 -

отечественных, 80 – иностранных. На втором этапе изучены рентгенограммы левой кисти 594 живых индивидов обоего пола и известного возраста. Исследованы возрастные изменения костей кисти, фиксируемые на рентгенограмме. С помощью статистического анализа были выбраны неметрические признаки, имеющие наиболее выраженную зависимость от возраста: суммарный балл неметрических признаков проксимальных фаланг, дистальных фаланг, суммарный балл неметрических признаков по всей кисти. Создана база неметрических параметров, связанных с возрастом. При анализе полученных данных учитывались: отдельные инволютивные признаки и степень их развития на отдельных фалангах; сумма признаков по «слоям» фаланг; сумма признаков по лучам; общий суммарный балл, определяемый как совокупность конкретных элементов возрастной перестройки кисти. На третьем этапе осуществлена оценка возрастных изменений, характерных для каждого возрастного интервала; определены средние характеристики и их стандартное отклонение (ошибка); проведен корреляционный анализ данных и разработана цифровая судебно-медицинская методика определения возраста по рентгенограммам кисти. Статистические расчеты проводились с использованием программных средств SPSS for Windows, v. 7.5., и Statistica 6.0. Работа проводилась в соответствии с этическими нормами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации – «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 года и Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 года № 266. Протокол диссертационного исследования на тему «Судебно-медицинское определение возраста на основании изучения рентгенограмм кисти» был одобрен Локальным комитетом по этике при ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (протокол № 02-12 от 14.11.2012 г.)

### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту**

1. По оцифрованным рентгенограммам кисти произведен подсчет неметрических параметров возрастных изменений костей и создана база данных;

2. На основании анализа полученных результатов предложены новые диагностические критерии учета возрастных маркеров костей кисти; выявлены основные закономерности и некоторые отличия старения костей; показана зависимость признаков старения костей от их локализации и пола индивида;

3. Разработанная цифровая судебно-медицинская методика диагностики возраста позволяет установить возраст лиц старше 30 лет с точностью от 2,3 до 5,4 лет в случае известного возрастного интервала, и с точностью 7,2 года у мужчин и 6,8 лет у женщин, если возрастной интервал неизвестен;

### **Связь работы с научными программами, планами**

Тема диссертации утверждена на заседании Ученого совета ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (протокол №9 от 26 ноября 2012 г).

Диссертационная работа выполнена в соответствии с основными направлениями научной деятельности ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), является фрагментом плановой темы кафедры «Судебной медицины» (государственная регистрация №01201168237)

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Научные положения диссертации, касающиеся вопросов возрастной морфологии при идентификации личности, соответствуют паспорту научной специальности 14.03.05. – «Судебная медицина» (медицинские науки)

### **Личный вклад автора**

Автор принимал личное участие в работе на разных этапах исследования. Занимался расшифровкой рентгенограмм и разработкой дифференцированной балловой системы оценки неметрических возрастных признаков костей кисти. Выполнил подсчет неметрических признаков старения по оцифрованным изображениям рентгенограмм костей кисти. Провел статистическую обработку материала. Проанализировал и обобщил полученные результаты. Внедрил в

экспертную практику и в учебный процесс кафедры судебной медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) судебно-медицинский метод диагностики возраста по признакам старения костей кисти с использованием регрессионных моделей. Все разделы диссертации написаны лично автором.

### **Степень достоверности и апробации результатов работы**

Научные положения и результаты диссертации имеют высокую степень доказательности и аргументации. Достаточный объем диссертационной работы позволяет считать результаты проведенных исследований достоверными – изучено 594 индивидов обоего пола и известного возраста. Полнота и объективность полученных результатов определяется системным подходом, использованием комплекса традиционных и современных методов исследования, количественной обработкой данных современными математическими методами.

Диссертационная работа апробирована и рекомендована к защите на совместном заседании кафедр Судебной медицины лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (протокол №9 от 24 апреля 2017 года).

### **Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на:**

Научно-практической конференции, посвящённой 50-летию МКО БСМЭ Московской области (Москва, 2013г.), на VII Всероссийском съезде судебных медиков (Москва, 2013г.), Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики» (Москва, 2016г.), Международной конференции «Анализ судебной ДНК в свете новой безопасности» (Венеция, 2016г.), Международной конференции Всемирной ассоциации медицинского права (Лос-Анджелес, 2016г.), 23-ем конгрессе «Медицинское право, биоэтика и мультикультурализм» (Баку, 2017г.), Научно-практической конференции с международным участием, посвященной 200-летию



со дня рождения Д.Е. Мина «Актуальные проблемы судебной медицины» (Москва, 2018г.).

### **Внедрение в практику**

Материалы диссертации включены в учебный процесс кафедры Судебной медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), используются в экспертной и научной практике подразделений ФГБУ «РЦСМЭ» Минздрава России; в процессе преподавания специальностей: 31.08.10 – Судебно-медицинская экспертиза, Программы ординатуры и 14.03.05 – Судебная медицина, Программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре; на циклах повышения квалификации по специальности «Судебно-медицинская экспертиза»; внедрены в экспертную практику ГБУЗ «Приморское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы».

Цифровая судебно-медицинская методика определения возраста взрослого человека включена в «Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство» под общ. ред. Ю.И.Пиголкина. — Москва, 2014., и может быть использована в практике.

### **Публикации**

Содержание и основные положения диссертационного исследования достаточно полно отражены в автореферате и в 10 работах соискателя, в том числе в 6 работах в журналах, рецензируемых ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации, в 2 журнальных статьях из базы цитирования Scopus.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 216 страницах компьютерной печати и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка использованной литературы и приложения. Текст иллюстрирован 28 таблицами (8 в приложении), 19 рисунками. Список литературы содержит 180 источников, из них 100 на русском и 80 на английском и других языках.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Материалом исследования** служили рентгенограммы кистей 594 человек. Из них 261 было получено от мужчин и 333 – от женщин в возрасте от 18 до 90 лет. Возраст индивидов был известен.

В работе использовались общенаучные и частные методы исследования (наблюдение, описание, измерение, выделение и фиксация информации, сравнение, обобщение, системный анализ, математико-статистический), а также специальные методы судебно-медицинской антропологии (рентгенограммы левой кисти исследовали методом балльной оценки возрастных изменений костей кисти (Павловский О.М., 1987) и методом дифференцированной балльной оценки (Пиголкин Ю.И. и др., 2010). На оцифрованных снимках с помощью графического редактора измеряли параметры суставных щелей.

### **Рентгенографический метод**

Расстояние для рентгеновской съемки: 85-100 см для устройств 8-Л-3, или "Арман1", а также 7-Л-2. Исследование проводилось на пленке РТ-1 (для съемки без экрана) или РМ-1 – в случае съемки с усиливающим экраном.

### **Первичный анализ рентгеновского снимка и получение дополнительной экспертной информации**

При анализе рентгенограмм кисти обращали внимание на структуру костей. Первый палец не учитывался, поскольку его проекция на рентгенограмме была представлена боковой поверхностью.

### **Метод балльной оценки возрастных изменений костей кисти (Павловский О.М., 1987)**

Оценивались возрастные маркеры на втором, третьем, четвертом и пятом пальцах. На каждой рентгенограмме подсчитывали количество видимых маркеров старения (принцип «есть признак» – «нет признака») (Павловский О.М., 1987). Учитывались следующие возрастные маркеры: 1. остеофиты: апиостозы (разрастания головок дистальных фаланг), экзостозы (разрастания в местах прикрепления сухожилий), узлы различной локализации; 2. склероз, (очаги уплотнения внутренних структур кости); 3. остеопороз – общий остеопороз

(частичная резорбция костных балок и коркового слоя) и очаги локальной атрофии костного вещества;

4. нетравматические суставные деформации – общее сужение суставной щели.

**Дифференцированная балльная оценка возрастных изменений костей кисти (Пиголкин Ю.И. и др. 2010)**

При оценке возрастных изменений кости возрастные маркеры, в отличие от метода БОВИКК, фиксировали не только по наличию или отсутствию признака, но также и по степени его развития, а также учитывались «координаты» их на кисти – номер луча и фаланги (таб. 1).

Таблица 1 – Схема учета признаков

Признак	Степень выраженности в баллах				
	0	1	2	3	4
Апиостозы	Отсутствие признака	Слабо выражены с одной стороны фаланги	Выражены с обеих сторон, головка фаланги приобретает форму круга со слегка рваными краями	Признак выражен сильно, головка фаланги приобретает грибообразную форму	Признак выражен очень сильно, головка фаланги приобретает серповидную форму
Экзостозы		Края кости размытые, иногда появляется небольшое утолщение	На поверхности кости образуется бугорок с размытыми границами, протяженностью 1,5-2 мм	Бугорок увеличивается, его протяженность свыше 2 мм	-

Узлы		Небольшая темная точка на основании или головке фаланги, до 1 мм	Небольшая пирамидка на основании или головке фаланги, 1-2 мм	Выраженная пирамидка на основании или голов-ке фаланги, свыше 2 мм, иногда она отделяется от кости и располагается рядом с ней.	-
Остеопороз		Наличие признака	-	-	-

### **Балльная оценка деформаций**

Для объективизации оценки **межфаланговых суставных деформаций** применен измерительный метод (Павловский О.В., 1987). Так как сужение суставной щели фиксируется раньше всего в суставах между дистальными и средними фалангами, были измерены расстояния между центрами суставных площадок дистальных и средних фаланг второго, третьего, четвертого и пятого пальца. Измерение проводилось в миллиметрах с помощью графического редактора *Adobe Photoshop 6.0*. непосредственно на оцифрованном изображении рентгенограммы. При измерении использовалась современная компьютерная система со сканером и программным обеспечением, включающим Windows XP, графический редактор Adobe PhotoShop 6.0, Adobe Systems Inc.

### **Балльная оценка поротических изменений**

Оценка **остеопоротических изменений** на фалангах проводилась обычным способом, т. е. фиксировалось наличие или отсутствие признака. Отличие от метода БОВИКК состоит в учете положения фаланг с признаками остеопороза: отмечается в каком «слое» фаланг они расположены.

Оценка **склеротических проявлений** проводилась обычным способом по методу БОВИКК.

Полученные результаты заносились в базу данных, организованную в рамках СУБД Paradox 7 for Windows. Кроме первичных данных были определены результирующие признаки. К результирующим признакам относятся признаки SDN, SMN, SPN, представляющие собой сумму балльных оценок маркеров старения кисти по каждому «слою» фаланг (дистальные, средние, проксимальные соответственно). Склеротические изменения и суставные деформации не входят в суммарные баллы для каждого уровня фаланг, поэтому рассчитывались для всей кисти: суммарный балл суставных деформаций по всей кисти (DEFBALL) и суммарный балл склеротических изменений (SKLBALLN). В качестве интегральной характеристики использовался интегральный признак – суммарный балл неметрических признаков по костям кисти в целом (TOTBALLN). Интегральный признак – это сумма признаков старения кисти по каждому «слою» фаланг, количества суставных деформаций кисти (DEFBALL) и балла, описывающего склеротические изменения кисти (SKLBALLN), т.е.  $TOTBALLN = SDN + SMN + SPN + DEFBALL + SKLBALLN$ . Эта интегральная характеристика является единым универсальным критерием старения индивида (Пиголкин Ю.И. и др., 2010).

Расчет проводился по результирующим признакам: ApN, EkN, UzN – сумма по всей кисти апиостозов, экзостозов и узлов соответственно; SDN, SMN, SPN – сумма балльных оценок маркеров старения кисти по дистальным, средним, проксимальным фалангам соответственно; SKLBALLN – суммарный балл склеротических изменений; DEFBALL – суммарный балл суставных деформаций;  $TOTBALLN = SDN + SMN + SPN + DEFBALL + SKLBALLN$

### **Статистический анализ полученных данных**

Статистический анализ данных осуществлялся с помощью программных средств SPSS for Windows, v. 7.5., и Statistica 6.0.

## **Результаты исследования**

### **1. Оценка возрастных изменений в костях кисти, основанная на распределении апиостозов**

Выполнялась с использованием метода ДБОВИКК. Первые возрастные изменения костей кисти выявлены в возрасте 20-24 лет. К ним относятся апиостозы, диагностируемые у мужчин к 24 годам, а у женщин - к 20 годам. У мужчин до 44 лет, а у женщин до 55 лет апиостозы могут не обнаруживаться (нулевое значение признака), либо выявляться по одной из сторон бугристой поверхности дистальной фаланги в виде небольшого разрастания (1 балл). До 30 лет у мужчин отмечается более быстрое, чем у женщин накопление баллов апиостоза. В 30-40 лет у женщин степень развития апиостозов достигает и даже слегка опережает степени показателей у мужчин. В 57-59 лет у мужчин и у женщин отмечается равенство показателей количества и степени разрастаний, а балл апиостоза достигает максимальных значений (15-16). У женщин максимальные значения отмечаются на 1-2 года раньше. Таким образом, наибольшее различие в развитии апиостозов у мужчин и женщин отмечается в возрасте 20-30 лет, в дальнейшем с увеличением возраста различие по этому признаку постепенно исчезает (Пиголкин Ю.И. и др., 2010г.).

### **2. Оценка возрастных изменений в костях кисти, основанная на распределении экзостозов**

Развитие экзостозов характеризуется следующими закономерностями. В раннем возрастном интервале 23-26 лет выраженность экзостозов слабая, на рентгенограмме они только начинают проявляться в виде небольшого «разрыхления» края диафизов проксимальных фаланг. В этом возрасте суммарный балл развития экзостозов примерно одинаков у обоих полов (3- 4 балла). Накопление суммарного балла после 30-летнего возраста в мужской подгруппе происходит лавинообразно, в женской группе - постепенно, наблюдается линейная зависимость суммарного балла от возраста. Этот возрастной признак обладает выраженным половым диморфизмом, так как отражает степень функциональной нагрузки на кисть. Было также выявлено, что

экзостозы сначала образуются на проксимальных фалангах и, достигнув на них значительного проявления, они возникают затем на средних фалангах.

### **3. Оценка возрастных изменений в костях кисти, основанная на распределении узлов**

Суммарный балл узлов по дистальным фалангам у женщин показывает более раннее появление возрастных изменений костей кисти (в возрасте 20 лет), тогда как у мужчин он быстрее накапливается. Темп накопления признаков замедляется в женской подгруппе и ускоряется в мужской. На проксимальных фалангах возрастная перестройка соответствует тем же закономерностям. Суммарный балл изменений по всей кисти также подчиняется вышеописанным закономерностям. Однако к возрасту 55 лет показатель возрастных изменений по развитию узлов на кисти мужчин начинает заметно отличаться от таковых на женской кисти, составляя в мужской подгруппе 50 баллов, в женской – 40 баллов.

### **4. Оценка возрастных изменений в костях кисти, основанная на распределении остеопороза**

Изучение данных о распределении остеопороза показало возможность его отсутствия (балл пороза равен нулю) у мужчин в возрасте от 18 до 77 лет, у женщин – 18-66 лет. Признаки остеопороза у мужчин появляются в возрасте 31-33 лет, у женщин - 27-29 лет. У женщин признаки остеопороза появляются быстрее и на большем количестве фаланг, чем у мужчин, хотя эти различия не очень существенны. Таким образом, половой диморфизм степени развития остеопороза проявляется в возрасте 25-40 лет, а первые его признаки отмечаются сначала на дистальных фалангах, затем на средних, позднее и в меньшей степени на проксимальных фалангах. Вышеперечисленные признаки используются при суммарной оценке (SDN, SMN, SPN), и в итоге величина суммарных баллов отражает выявленные по возрастным интервалам закономерности, отличаясь лишь темпами изменения в мужской и женской подгруппе.

## **5. Оценка возрастных изменений в костях кисти, основанная на распределении нетравматических суставных деформаций: сужении суставных щелей между дистальными и средними фалангами II-V пальца левой кисти**

Проведенный анализ количественной оценки сужения суставных щелей показал, что этот признак мало зависим от возраста. Показатели связи возраста и размера суставной щели в мужской подгруппе не превышают по модулю 0.23, в женской подгруппе корреляции возраста и размеров суставной щели еще меньше. Кроме того, они становятся статистически недостоверными. В мужской подгруппе коэффициенты достоверны, отрицательная связь свидетельствует о том, что с увеличением возраста ширина суставных щелей уменьшается. Однако низкие значения показателей связи свидетельствуют о значительной индивидуальной изменчивости этого признака, который не может использоваться для определения возраста на индивидуальном уровне. Проведенный анализ показывает неэффективность измерительного подхода к определению величины суставной щели с целью оценки возраста индивида.

## **6. Оценка возрастных изменений, основанная на распределении склеротических изменений костей кисти**

Проведен анализ склеротических изменений костей кисти. Рассчитана корреляция инволютивных изменений ядер и эностозов костей кисти с возрастом, которая имела практически нулевое значение. Такую корреляцию можно объяснить травматическим механизмом образования эностозов или локальных уплотнений костной ткани, что было подтверждено изученными нами случаями. Потому использование данных по склеротическим изменениям костей кисти для разработки цифровой методики определения возраста признано нецелесообразно.

## **7. Оценка возрастной динамики признаков старения костей кисти в зависимости от пола**

У женщин старение начинается раньше, но происходит медленнее чем у мужчин, несмотря на более выраженное развитие остеопороза. Статистическая



характеристика балльных оценок каждого из признаков старения, обнаруживает первые признаки возрастных изменений у женщин в возрасте 20-21 года. Затем в 25-45 лет старение костной ткани у женщин замедляется, в то время как у мужчин в этом возрасте происходит резкое, скачкообразное увеличение этих признаков, в первую очередь узлов и экзостозов - признаков, которые связаны с появлением новых структурных элементов кости. К 50-55 годам у мужчин и женщин происходит выравнивание интенсивности старения. У мужчин преобладающими признаками старения являются узлы и экзостозы, а у женщин, наряду с узлами, остеопороз. Наибольшая локализация элементов старения на кисти у мужчин и женщин отмечалась на четвертом и третьем лучах. Наибольшее число маркеров возрастных изменений выявлялось на дистальных и проксимальных фалангах, меньшее – на средних фалангах, и было одинаковым у женщин и у мужчин. Подводя итог, можно утверждать, что практически все изучаемые признаки (апиостозы, узлы, экзостозы, остеопороз, сужения суставной щели) обнаружили положительную возрастную динамику. Напротив, признаки, связанные со склеротическими изменениями, не обнаружили такой динамики. Они имели практически нулевую корреляцию с возрастом (Пиголкин Ю.И. и др., 2010). Наиболее разнообразной, возрастная перестройка костей кисти становится после достижения 50-летнего возраста.

#### **8. Корреляционный анализ неметрических признаков для всех возрастов**

Анализ показателей связи возрастных перестроек костей кисти и паспортного возраста выявил взаимосвязь критериев оценки старения и реального возраста. На протяжении онтогенеза происходит рост корреляционных коэффициентов. Данные показатели свидетельствуют о повышении точности определения возраста по результатам регрессионного анализа. Кроме того, очевидно, что использование метода ДБОВИКК позволяет повысить точность определения возраста по сравнению с методом БОВИКК. С помощью рассчитанных нами регрессионных уравнений, прогнозирование возраста производится с погрешностью 2-5 лет, а достоверность показателей при этом возрастает на 20-25% по сравнению с методом БОВИКК. Максимальная разница

между реальным возрастом и рассчитанным по методу БОВИКК при среднеквадратическом отклонении  $\pm 8$  лет составляет 20-30 лет. При этом каждый третий полученный показатель имеет разницу с истинным в 10-15 лет, а каждый двадцатый – в 20-30 лет. Максимальная разница между реальным возрастом и рассчитанным по методу ДБОВИКК составляет 10 лет при меньшем среднеквадратическом отклонении ( $\pm 6$  лет). Таким образом, увеличение достоверности и снижение погрешности в оценке возраста (при более точных показателях определения возраста) становится видным уже на этапе разработки уравнений для регрессионного анализа.

### **9. Матричный корреляционный анализ для отдельных возрастных групп**

В интервале 18-30 лет количество признаков, имеющих достоверную связь с возрастом, очень мало, и в основном, это апиостозы и результирующие признаки. При этом сами коэффициенты корреляции, являясь достоверными, относятся к категории низких значений. Определение возраста в группе 18-30 лет наиболее достоверно по изменениям размеров костей (Пиголкин Ю.И. и др., 2000), что обуславливает включение в регрессионный анализ соответствующих признаков наряду с возрастными характеристиками. Затем на интервале 30-50 лет количество достоверных связей увеличивается, однако значения корреляций по-прежнему невысокие. Только результирующие признаки демонстрируют среднюю по силе связь с возрастом. После достижения возраста 50 лет и у мужчин, и у женщин возрастает количество связей признаков с возрастом, а величина связей становится большой или средней. Именно для индивидов старше 50 лет регрессионные модели работают с высокой точностью. Что же касается интервала 30-50 лет, применение метода регрессионных уравнений для вычисления возраста приводит к построению моделей недостаточной точности. Поэтому регрессионные модели для этого 20-летнего периода имеют небольшое судебно-медицинское значение, однако, следует подчеркнуть, что в практике судебно-медицинского эксперта встречаются ситуации, когда возраст индивида

априори неизвестен, поэтому для таких случаев применение уравнений, разработанных для всего возрастного интервала, становится оправданным.

Чтобы добиться приемлемой точности и снижения погрешности в регрессионном анализе в этой возрастной группе, были выделены подгруппы с меньшими возрастными интервалами закономерности накопления возрастных признаков, в которых отличаются. При оценке возраста молодых мужчин следует ориентироваться на размеры суставных щелей указательного пальца или мизинца, либо на суммарный балльный показатель суженных щелей суставов кисти, а также на прогрессирование экзостозов и апиостозов на вышеуказанных пальцах. По мере увеличения возраста от 45 до 60 лет становятся более значимы изменения пятого луча кисти, на основе которых и составляется уравнение для регрессионного анализа в этом периоде. В возрасте старше 50-60 лет большую роль, помимо поротических изменений и балльной оценки состояния кисти, играют возрастные изменения второго и третьего луча.

#### **10. Цифровая судебно-медицинская методика диагностики возраста на основе корреляционного анализа балльных оценок возрастных маркеров**

С помощью корреляционного анализа возрастных изменений костей кисти установлено наличие выраженной связи возраста с большинством изученных признаков. Это позволяет улучшить показатели уравнений регрессии: возрастает точность оценки (до 2-5 лет), возрастает интервал достоверного определения возраста (от 50-64% группы по методу БОВИКК до 70-85% по нашим данным). Кроме того, возрастает точность прогнозирования возраста. При делении всего возрастного диапазона на отдельные интервалы выявилось, что в интервале 18-30 лет коэффициенты корреляции признаков с возрастом были незначительны в обеих подгруппах. Для получения практически значимых уравнений вся совокупность индивидов была разбита на более узкие возрастные интервалы. Для женской подгруппы построение применимых на практике регрессионных

уравнений возможно с 45 лет, что связано с постепенным, менее скачкообразным накоплением возрастных маркеров, о чем говорилось выше.

В результате проведенного анализа получились следующие регрессионные уравнения (список сокращений см. в конце):

Для всего возрастного диапазона.

1. Мужчины:  $Age = 31.4 + 0.422 * TotballN + 1.169 * PorballN$ ;  $R=0.875$ ,  $R^2=0.765$ ,  $Std. Err.=7.210$ .  
2. Женщины:  $Age = 30.68 + 0.627 * TotballN + 1.783 * PorD - 1.664 * UzP4 - 3.544 * EkM4 - 0.951 * UzM2 - 1.174 * EkP3 + 1.229 * EkP5$ ;  $R=0.912$ ,  $R^2=0.831$ ,  $Std. Err.=6.850$

При известном возрастном интервале.

1. Мужчины. Возраст от 30 до 45 лет:  $Age = 33.66 + 2.54 * Defball + 13.95 * R30 + 25.89 * Ap3 + 4.39 * PorP + 10.98 * EkM4 - 10.03 * EkM5 - 24.93 * ApN + 1.21 * EkN + 2.08 * UzM5 + 25.70 * Ap5 + 25.14 * Ap2 + 23.40 * Ap4 - 11.27 * R33 - 1.58 * SpN$ ;  $R=0.820$ ,  $R^2=0.673$ ,  $Std. Err.=2.57$

2. Мужчины. Возраст от 45 до 60:  $Age = 48.77 + 0.767 * UzD5 + 2.022 * UzM5 + 1.609 * UzP5 + 2.67R33 - 0.649 * Defball$ ;  $R=0.831$ ,  $R^2=0.693$ ,  $Std. Err.=3.06$

3. Мужчины. Возраст от 60 лет:  $Age = 55.54 + 1.63 * PorM - 6.91 * EkP3 - 7.46 * Ap3 + 2.99 * UzM2 + 0.83 * UzP2 + 8.24 * R32 - 1.55 * SmN + 1.86 * TotballN - 1.62UzN$ ;  $R=0.966$ ,  $R^2=0.932$ ,  $Std. Err.=2.28$

4. Мужчины. Возраст от 50 лет и старше.  $Age = 51.799 + 0.583 * PorN - 1.608 * EkP3 + 2.998 * EkP5 - 12.59 * R30 + 0.557SdN + 10.028 * R33$ ;  $R=0.868$ ,  $R^2=0.753$ ,  $Std. Err.=5.36$

Таким образом, самая большая точность достигается именно в данном возрастном интервале. Высокий показатель  $R^2$  свидетельствует о низкой вероятности отклонения полученного результата от доверительного интервала при регрессионном анализе.

Использование регрессионного анализа в группе с женской выборкой возможно только при возрасте старше 45 лет, в связи с тем, что в этом возрасте отмечается статистически значимое увеличение выраженности количественных и качественных возрастных характеристик, как упоминалось ранее.

1. Женщины, возраст от 45 до 60:  $Age = 49.925 + 0.330 * UzN + 4.636 * R32 - 8.869 * Indcomp$ ;  $R=0.838$ ,  $R^2=0.700$ ,  $Std. Err.=2.93$

2. Женщины, возраст от 50 лет:  $Age = 63.128 + 0.457 * PorN + 0.131 * TotballN + 3.236 * Sklers - 17.825 * Indcomp - 0.826 * UzP4 + 0.851 * Defball$ ;  $R=0.809$ ,  $R^2=0.654$ ,  $Std. Err.=5.19$

Разработанная методика позволяет определять возраст человека по изменениям костей кисти с большой точностью и практически 95% достоверностью (вероятность точного определения возраста описывает  $R^2$ , т.е. чем выше данный показатель, тем выше вероятность того, что экспертный случай попадет в рамки стандартной ошибки регрессионного уравнения).

Таким образом, по результатам корреляционного анализа на разных возрастных периодах создана цифровая судебно-медицинская методика диагностики возраста.

В отдельных случаях регрессионный анализ не может быть применен, в связи с чем рекомендуется оценивать возраст по специальным таблицам, созданных при обследовании 594 индивидов. Указанные таблицы менее точны, но достаточно достоверны.

Исходя из полученных результатов нужно сделать следующие заключения:

- Предложенная нами цифровая судебно-медицинская методика определения возраста является доступной и простой в использовании, легко воспроизводимой и позволяющей моделировать возраст человека. Высокоэффективная методика может стать основой для создания новых диагностических моделей при судебно-медицинской экспертизе неопознанных трупов при определении возраста.

- Представленные уравнения регрессии позволяют диагностировать возраст человека, превышающий 30 лет с погрешностью  $\pm 2,3-5,4$  лет, если удастся определить его принадлежность к определенной возрастной группе. При определении возраста без предварительных данных о возрастной группе обследуемого погрешность возрастает, но не теряет достоверности, составляя 7.2 года у мужчин, 6.8 лет у женщин.

- В случае невозможности применить для определения возраста регрессионный анализ, предлагается использовать таблицы односторонней оценки возраста, которые позволяют немного ограничить возрастные рамки.

### **ВЫВОДЫ**

1. Создана база неметрических признаков возрастных изменений костей кисти по изученным возрастным периодам.
2. Выявлены общие закономерности и некоторые отличия возрастных изменений костей кисти. Первые признаки старения костей кисти, которыми являются апиостозы, начинают выявляться у женщин с 20 и у мужчин с 24 лет. Возрастные изменения костей кисти имеют выраженный половой диморфизм, проявляющийся в скачкообразном накоплении баллов старения у мужчин в возрасте 25-40 лет и в равномерном и плавном увеличении количества баллов у женщин в этом же возрасте.
3. Выявлена зависимость скорости появления и степени выраженности возрастных маркеров костей кисти от их расположения на луче и фаланге; быстрее всего стареют дистальные фаланги, а наибольшее число элементов старения локализовалось на четвертом луче кисти.
4. Составлены таблицы односторонних оценок возрастного интервала на основе определения суммарных баллов возрастных изменений для случаев, когда возрастной интервал неизвестен.
5. На базе полученных данных с помощью математической основы создана цифровая судебно-медицинская методика определения возраста, которая позволяет диагностировать биологический возраст лиц старше 30 лет с точностью от 2,3 до 5,4 лет в зависимости от возрастного интервала, или с точностью 7,2 года у мужчин; 6,8 лет у женщин – при невозможности получения сведений о предполагаемом возрастном интервале.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Пиголкин Ю. И. Применение планиметрического и планиграфического методов для определения возраста человека по рентгенограммам костей кисти / Ю. И.

Пиголкин, М. А. Юрченко, Н. Н. Гончарова // **Морфологические ведомости. - 2012. – №2. – С. 118-125.**

2. 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.**

3. Юрченко М. А. Возрастная инволюция костей кисти / М. А. Юрченко, Ю.И. Пиголкин, М. В. Федулова / Тез. научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы судебно-медицинской экспертизы. ВПО Первый МГМУ им.И.М.Сеченова. – М., 2012. – С. 223-224.

4. Пиголкин Ю. И. Планиметрический и планиграфический методы для определения возраста человека по рентгенограммам костей кисти / Ю. И. Пиголкин, М. А. Юрченко, Г. В. Золотенкова, А. Г. Ластовицкий // **Вестник Авиценны. –2012. – №3. – С. 115-122.**

5. Юрченко М. А. Возрастные особенности костей кисти человека / Ю. И. Пиголкин М.В.Федулова // Труды VII Всероссийского съезда судебных медиков, 21-24 октября 2013 года, Москва // под общ. ред. д.м.н. А.В. Ковалева. – М.: 2013. – Том 2.

6. 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. – №4. – С. 80-87.**

7. Дмитриева О. А. Судебно-медицинская экспертиза живых людей / О.А. Дмитриева, Г. В. Золотенкова, М. А. Юрченко / «Судебная медицина и судебно - медицинская экспертиза: национальное руководство» под общ. ред. Ю. И. Пиголкина. – Москва, 2014. – С. 525-558.

8. Пиголкин Ю. И. Оценка биологического возраста человека по рентгенологическим признакам костей кисти / Ю. И. Пиголкин, М.А. Юрченко, Г.В. Золотенкова, Н. Н. Гончарова, А. С. Мосоян // **Вестник судебной медицины. — Новосибирск, 2015. – №2. – С. 27–30.**

9. Пиголкин Ю.И. Планиграфический метод определения возраста по рентгенограммам костей кисти / Ю. И. Пиголкин, Г. В. Золотенкова, М. В. Федулова, Н. Н. Гончарова, **М. А. Юрченко** // «Судебно-медицинская диагностика возраста». под ред. П. В. Глыбочко, Ю. И. Пиголкина. – Москва, 2016. – С. 115–139.

10. **Юрченко М. А.** Судебно-медицинская оценка возрастных изменений неметрических признаков старения костей кисти в аспекте идентификации личности // М. А. Юрченко, Г. В. Золотенкова, М. П. Полетаева, М. А. Шилова, Н. Н. Гончарова, Ю. И. Пиголкин // **Вестник судебной медицины. –Новосибирск, 2017. – №3., Том 6 – С. 16–21.**

### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

AGE– возраст; Por– остеопороз; Ek– экзостозы; Ap– апиостозы; Uz– узлы; Porball– остеопороз суммарный; Sklball– склероз суммарный; Defball– общий балл сужения суставных щелей; Totball – общий суммарный балл неметрических признаков по костям кисти в целом; R 30-33 – ширина суставной щели между средней и дистальной фалангой 2-5 пальцев соответственно; Sd, Sm, Sp – сумма баллов по дистальным, средним и проксимальным фалангам соответственно; Indcomp – индекс компактизации (метод БОВИКК); D – дистальные фаланги; M – средние фаланги; P – проксимальные фаланги; 2, 3, 4, 5 – соответствующие пальцы; N – маркировка методики ДБОВИКК; БОВИКК – метод балльной оценки возрастных изменений костей кисти; ДБОВИКК – метод дифференцированной балльной оценки возрастных изменений костей кисти.