

На правах рукописи

СМИРНОВ АСКОЛЬД ВЛАДИСЛАВОВИЧ

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КЛЮЧИЦ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА ПРИ
СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ СКЕЛЕТИРОВАННЫХ
ОСТАНКОВ**

3.3.5. Судебная медицина

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва, 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН)

Научный руководитель:

доктор медицинских наук,
доцент

СУНДУКОВ
Дмитрий Вадимович

Официальные оппоненты:

ЗОЛОТЕНКОВА Галина Вячеславовна – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры судебной медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

ЛЕОНОВ Сергей Валерьевич – доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела медико-криминалистической идентификации ФГКУ «111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз» Минобороны России

Ведущая организация:

федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург.

Защита состоится 14 февраля 2023 года в 11:00 часов на заседании диссертационного совета ПДС 0300.011, созданного при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов» по адресу: г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РУДН и на сайте <http://dissovet.rudn.ru>

Автореферат разослан « » 2023 года

Ученый секретарь
диссертационного совета ПДС 0300.011
кандидат биологических наук, доцент

Романова
Ольга Леонидовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Экспертиза скелетированных останков человека является важным направлением судебно-медицинской науки и практики. Обладая большим количеством индивидуальных признаков, при благоприятных условиях кости могут сохраняться длительные сроки, что имеет большое значение для судебно-следственной практики. Специфичность, многообразие задач, стоящих перед судебно-медицинским экспертом при исследовании скелетированных останков, требуют соответствующих методик, удовлетворяющих критериям валидности, надежности и объективности. Немаловажно также и то обстоятельство, что с помощью судебно-остеологических методик в большинстве случаев возможно провести позитивную идентификацию личности с минимальными затратами времени и без использования сложного и дорогостоящего оборудования.

Степень разработанности темы

В настоящее время существует множество методик, позволяющих оценивать групповые и индивидуализирующие признаки личности по костям скелета человека. Наиболее всесторонне изучены череп и таз, но и другие кости посткраниального скелета также могут быть объектами судебно-медицинской экспертизы. Вместе с тем, большинство из предложенных ранее методик определения групповых признаков личности по ключицам являются к настоящему моменту устаревшими, оперирующими ограниченным числом признаков и не обладающими необходимой степенью доказательности. Почти отсутствуют в специальной судебно-медицинской литературе данные по установлению степени индивидуальности различных элементов скелета, в том числе, и ключиц, что может при определенных обстоятельствах сыграть большую роль в идентификации личности. Все это обуславливает необходимость дальнейшего изучения и разработки новых, более современных методик установления основных признаков личности, используя для этого морфологические данные, полученные при изучении ключиц человека при помощи остеометрического, сравнительно-анатомического, лучевых методов исследования.

Цель исследования: разработка остеометрических методик для определения некоторых групповых и индивидуализирующих признаков личности по ключицам человека при судебно-медицинской идентификации скелетированных останков.

Задачи исследования:

1. Обобщить имеющиеся в литературе сведения о возможностях установления групповых и индивидуализирующих признаков личности по изолированным ключицам человека;
2. Провести остеометрию костных образцов в различных скелетных сериях согласно стандартным методикам и последующий статистический анализ первичных данных;
3. Выявить информативные размерные признаки ключиц, характеризующие половую принадлежность кости, и на основе многомерного дискриминантного анализа разработать диагностические уравнения для определения пола по ключицам;
4. Изучить взаимосвязь между прижизненным типом телосложения мужчин и

морфологическими особенностями ключиц, и разработать диагностические модели для реконструкции вероятного прижизненного соматотипа по ключицам;

5. Разработать уравнения регрессии для восстановления прижизненной ширины плеч по ключицам;

6. Оценить возможность использования категорий изменчивости размерных признаков ключиц и степени их билатеральной асимметрии в качестве индивидуализирующих признаков личности.

Научная новизна

1. Применительно к диагностике пола по ключицам разработаны модели, основанные на одномерных и многомерных дискриминантных функциях, характеризующиеся высоким процентом правильной классификации.

2. Впервые в отечественной практике разработан способ определения вероятного прижизненного типа телосложения мужчин по изолированным ключицам.

3. Разработаны регрессионные уравнения для определения ширины плеч по изолированным ключицам.

4. Осуществлена оценка вариаций билатеральной асимметрии ключиц, вычислены категории изменчивости их размерных признаков для мужчин и женщин в различных популяциях.

5. Разработаны практические рекомендации для судебно-медицинских экспертов медико-криминалистических отделов экспертных учреждений.

Теоретическая и практическая значимость работы

В результате исследования получены новые данные, которые позволяют рассматривать ключицы человека в качестве информационно значимых объектов при проведении судебно-медицинского исследования костных останков с целью идентификации личности. Предложенные методики комплексного экспертного исследования ключиц человека могут использоваться в практической деятельности медико-криминалистических отделов судебно-медицинских экспертных учреждений при отсутствии в экспертном материале длинных трубчатых костей конечностей, черепа, таза или при их значительных повреждениях и неудовлетворительной сохранности. Разработанные методики могут быть использованы при проведении медико-криминалистического исследования костных останков, способствуя повышению объективности и доказательственной ценности экспертных выводов.

Методология и методы исследования

Материалами для исследования послужили индивидуальные данные по костным образцам четырех скелетных серий, хранящихся в составе анатомической коллекции кафедры антропологии биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова и фондовых остеологических коллекций отдела антропологии Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН, а также остеометрические базы данных по ключицам Отдела медицинской криминалистики и идентификации личности ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России, Государственной судебно-медицинской службы Литвы и анатомической коллекции R.J. Terry Национального музея естественной истории при Смитсоновском институте. Суммарный объем выборок составил 927 случаев, из них мужчин – 490, женщин – 437.

При анализе остеометрических данных вычислялись общие дескриптивные статистики. Для определения степени случайности различий между мужскими и женскими выборками в одномерном анализе, а также при объединении выборок использовался t-критерий Стьюдента. Различия считались статистически достоверными при $t \geq 2,5$ ($p < 0,05$).

Разработка диагностических моделей для определения пола и типа телосложения проводилась с помощью многомерного дискриминантного анализа Фишера в пошаговом варианте и канонического дискриминантного метода. Для восстановления ширины плеч использовался многомерный регрессионный анализ. Оценка качества дискриминантной модели проводилась с помощью статистик общей Лямбды Уилкса, критерия Фишера, p-уровня. Адекватность полученных регрессионных моделей оценивалась с помощью коэффициента множественной корреляции R.

Реализация статистических методов осуществлена на персональном компьютере с помощью пакетов прикладных программ Statistica 10 и Microsoft Excel 2007, обработка рисунков и фотографий в редакторе – Adobe Photoshop CS4.

Положения, выносимые на защиту

1. Размерные признаки ключиц хорошо отражают половой диморфизм в строении плечевого пояса человека, что позволяет разрабатывать корректные со статистической точки зрения и обладающие доказательным значением диагностические модели для определения пола, а также восстановления прижизненной ширины плеч.

2. Показана принципиальная возможность восстановления вероятного прижизненного типа телосложения мужчин по остеометрическим признакам изолированных ключиц с помощью моделей многомерного дискриминантного анализа.

3. Оценка прижизненной индивидуальности ключиц возможна при использовании таблиц категорий изменчивости размерных признаков, а также при анализе степени их билатеральной асимметрии.

4. Представленный алгоритм исследования ключиц человека может применяться в судебно-медицинских экспертизах идентификации личности по костным останкам, особенно в случаях исследования ограниченного количества костей.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов работы подтверждена достаточным объемом исследованного материала, применением стандартизированных методик измерения и оценки признаков, использованием адекватных задачам исследования математико-статистических методов анализа и обработки данных. Апробация диссертация состоялась на заседании кафедры судебной медицины Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН) 6 июня 2022 года (протокол № 0300-28-04/9 от 6 июня 2022 года), диссертация рекомендована к защите.

Личный вклад автора

Автором была проанализирована специальная литература, организован сбор материалов исследования, проведена остеометрия костных образцов, анализ и

математико-статистическая обработка данных, сформулированы выводы, предложены практические рекомендации, разработаны методики для определения групповых и индивидуализирующих признаков личности по ключицам.

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры судебной медицины Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН).

Результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на Международных конгрессах «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики» (Москва, МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 гг.); I, II, III, IV и V Всероссийских научно-практических конференциях с международным участием «Декабрьские чтения по судебной медицине в РУДН: актуальные проблемы судебной медицины и общей патологии» (Москва, РУДН, 2016, 2017, 2018, 2019 и 2021 гг.); X, XI XII, XIII и XIV научно-практических конференциях молодых ученых и специалистов «Судебная медицина, наука и практика» (Москва, МГМСУ им. А.И. Евдокимова, 2015, 2016, 2017, 2018 и 2019 гг.); VII и VIII Международных научных конференциях молодых ученых «SCIENCE4HEALTH» (РУДН, 2016 и 2017 гг.); научно-практической конференции «Актуальные проблемы физической антропологии: преемственность и новые подходы» (Институт этнологии и антропологии РАН, 2018); Международном симпозиуме «Современные возможности и проблемы экспертного сопровождения оперативных и следственных структур в рамках реализации задач по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций с многочисленными пострадавшими» (Российский центр судебно-медицинской экспертизы, 2019 г.); Международном симпозиуме «Современные проблемы и роль судебно-медицинской службы при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» (Российский Комитет Красного Креста, 2019).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, из них 5 – в журналах, входящих в международные базы данных научного цитирования Scopus/WoS, а также в изданиях из списка, рекомендованных РУДН/ВАК.

Объем и структура диссертации

Работа изложена на 108 страницах компьютерного набора, состоит из введения, обзора литературы, главы о материалах и методах, двух глав собственного исследования, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Список литературы включает 106 отечественных и 155 зарубежных источника. Диссертация содержит 29 таблиц и 3 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Методика остеометрии ключиц

Программа исследования размерных параметров ключиц включала 17 признаков и 4 указателя. Программа опирается на стандартную остеометрическую методику Р. Мартина (Martin R., 1928) и В.П. Алексева (Алексеев В.П., 1966) с добавлениями В.И. Добряка (Добряк В.И., 1962), М.А. Григорьевой (Колодиева М.А., 1990), Д.В. Пежемского (Пежемский Д.В., 2002) и Е.Л. Воронцовой (Воронцова Е.Л., 2005). Необходимое оборудование для проведения остеометрии включает: штангенциркуль стандартный серийный (точность не менее 0,1 мм); циркуль (планшетный) скользящий длиной 0-200 мм, глубиной 0-50 мм; циркуль координатный, точностью 0,1 мм; доска остеометрическая (измерительный штатив); измерительная лента, точность 1 мм.

Остеометрические признаки и указатели

Кодировка и название признака/указателя	Дефиниция
X1 Наибольшая длина ключицы (M1)	«Расстояние между наиболее медиально расположенной точкой грудинного конца ключицы (<i>extremitas sternalis</i>) и наиболее латерально расположенной точкой ее плечевого конца (<i>extremitas acromialis</i>)» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X2 Прямая длина диафиза ключицы по заднему краю	«Прямое расстояние между наиболее медиальной точкой плечевого конца на заднем крае и наиболее дорзальной точкой эпифиза» (Цит. по: Воронцова Е.Л., 2005).
X3 Длина диафиза по задней поверхности	«Длина по поверхности заднего края кости от наиболее медиальной точки плечевого конца до наиболее дорзальной точки эпифиза» (Цит. по: Воронцова Е.Л., 2005).
X4 Длина основания изгиба диафиза ключицы (M3)	«Расстояние между наиболее подвинутыми назад точками переднего края диафиза перед переходом его в грудинный и плечевой концы» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X5. Расстояние изгиба диафиза ключицы	«Расстояние от стернального конца ключицы до наиболее выступающей вперёд точки её диафиза» (Цит. по: Воронцова Е.Л., 2005).
X6 Окружность ключицы (M6)	«Окружность ключицы, измеряемая в середине тела кости» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966)
X7 Наибольший диаметр ключицы	Максимальный размер, определяемый в середине диафиза (Пежемский Д.В., 2002; Воронцова Е.Л., 2005).

X8 Сагиттальный диаметр ключицы (M5)	«Прямое расстояние между передним и задним краями тела в середины тела кости» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X9 Наименьший диаметр ключицы	Минимальный размер, определяемый в середине диафиза (Пежемский Д.В., 2002; Воронцова Е.Л., 2005).
X10 Вертикальный диаметр ключицы (толщина ключицы) (M4)	«Расстояние между краниальной и каудальной поверхностями в середине тела кости» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X11 Высота изгиба диафиза ключицы (M2)	«Расстояние от наиболее выдвинутой вперёд точки переднего края диафиза ключицы до прямой, соединяющей наиболее подвинутые назад точки переднего края диафиза перед переходом его в грудинный и плечевой концы» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X12 Высота изгиба диафиза ключицы (M2a)	«Высота наиболее выдвинутой вперёд точки переднего края диафиза ключицы над прямой, соединяющей наиболее отодвинутые назад точки грудинного и плечевого концов ключицы на её заднем крае» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966. Здесь он обозначен как «2а»).
X13 Глубина изгиба грудинного конца	«Проекционное расстояние от наиболее глубокой точки изгиба грудинного конца к касательной, проходящей через вершину изгиба плечевого конца и задний край грудинного» (Цит. по: Добряк В.И., 1962).
X14 Изгиб акромиального конца ключицы (M2(1))	«Высота наиболее выдвинутой вперёд точки переднего края акромиального конца ключицы над прямой, соединяющей наиболее отодвинутые назад точки грудинного и плечевого концов кости на её заднем крае» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966. Здесь он обозначен как «2(1)»).
X15 Глубина изгиба плечевого конца	«Проекционное расстояние от наиболее глубокой точки изгиба плечевого конца к касательной, проходящей через вершину изгиба грудинного конца и передний край плечевого» (Цит. по: Добряк В.И., 1962).
X16 Длина дельтовидной шероховатости	«Прямое расстояние от наиболее передней точки акромиального конца ключицы (<i>extremitas acromialis</i>) до наиболее медиальной точки её дельтовидной шероховатости (<i>tuberositas deltoidea</i>)» (Цит. по: Колодиева М.А., 1990).
X17 Ширина плечевого конца ключицы	«Проекционное расстояние между наиболее выступающими точками вентрального и дорзального

	краёв плечевого конца ключицы» (Цит. по: Воронцова Е.Л., 2005).
X18 (X6:X1) Указатель прочности (массивности) ключицы	«Отношение окружности ключицы (6) к ее наибольшей длине (1)» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X19 (X10:X8) Указатель поперечного сечения диафиза ключицы	«Отношение вертикального диаметра ключицы (4) к ее саггитальному диаметру (5)» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X20 (X11:X4) Указатель изгиба диафиза ключицы I	«Отношение высоты изгиба диафиза ключицы (2) к длине основания изгиба диафиза (3)» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).
X21 (X12:X1) Указатель изгиба диафиза ключицы II	«Отношение высоты изгиба диафиза ключицы (2а) к наибольшей длине ключицы (1)» (Цит. по: Алексеев В.П., 1966).

При расчете интервалов изменчивости размерных признаков ключиц, а также при построении моделей одномерного дискриминантного анализа использовались методики, разработанные В.Н. Звягиным и соавт. (Медико-криминалистическая идентификация..., 2000). Способ расчёта категорий изменчивости признаков базируется на их рубрикации в соответствии с сигмальными отклонениями от среднего значения в $\pm 0,56\sigma$, $\pm 1,54\sigma$, $\pm 3,3\sigma$ (Алексеев В.П. и соавт., 1964) и предполагает построение пятиинтервальной оценочной (диагностической) шкалы. Методика одномерного дискриминантного анализа (ОДА) для определения пола по ключицам подразумевает построение схожей оценочной шкалы из определенного количества дифференциальных остеометрических признаков, рассчитанных по дескриптивным статистикам.

Разработка диагностических моделей для определения пола и вероятного прижизненного типа телосложения проводилась также с помощью многомерного линейного дискриминантного анализа по Фишеру (МДА) в пошаговом варианте и канонического дискриминантного анализа (КДА). В целях повышения объективности диагностики половой принадлежности и реконструкции прижизненного типа телосложения оценка вероятности отнесения экспертного случая к мужской или женской совокупностям (или к одному из трех основных типов телосложения) определяется, в соответствии с рекомендациями В.Н. Звягина (Медико-криминалистическая идентификация..., 2000), согласно значению функции $P1=1/(1+e^{-l})$ по величине l (Урбах В.Ю., 1975).

Для восстановления прижизненной ширины плеч использовалась методика многомерного регрессионного анализа (МРА) в пошаговом варианте.

Результаты исследования и их обсуждение

Половой диморфизм размерных признаков ключиц

В ходе биометрической обработки первичных остеометрических данных вычислялись основные дескриптивные статистики выборки. Для оценки сходства выборки КА с выборкой РЦСМЭ были рассчитаны значения t-критерия Стьюдента,

при этом статически достоверные различия ($p \leq 0,05$) были выявлены для признаков: X1 (наибольшая длина ключицы), X14 (изгиб акромиального конца ключицы) у мужчин, X6 (окружность ключицы), X8 (сагиттальный диаметр ключицы), X10 (вертикальный диаметр ключицы), X14 (изгиб акромиального конца ключицы) у женщин, поэтому объединения по ним не проводилось.

Далее анализировалась степень случайности различий размерных признаков и указателей в мужских и женских выборках, для чего сравнивались средние арифметические величины с помощью t-критерия в объединенной выборке. Как показали результаты расчетов, средние значения всех изученных размерных признаков ключиц мужчин и женщин во всех трех выборках имеют статически достоверные различия ($p < 0,05$). При значении t-критерия, равном или большем 10, признак оценивался как достаточно информативный, при $t \geq 15$ – как наиболее информативный; при $t \leq 2,3$ признак оценивался как полонейтральный.

В выборке КА+РЦСМЭ наиболее информативными явились признаки: X1 (наибольшая длина ключицы) и X6 (окружность ключицы); достаточно информативными – признаки X3 (длина диафиза по задней поверхности), X8 (сагиттальный диаметр ключицы), X10 (вертикальный диаметр ключицы), X12 (высота изгиба диафиза ключицы) и X14 (изгиб акромиального конца ключицы). К числу полонейтральных отнесены только два признака – X11 (высота изгиба диафиза ключицы) и X15 (глубина изгиба плечевого конца). Среди указателей определенную значимость имеет указатель прочности (массивности) ключицы, (X18), в то время как указатели поперечного сечения диафиза ключицы (X19) и изгиба диафиза ключицы I (X20) полонейтральны.

Наиболее вариабельными признаками ключиц у мужчин являются длина основания изгиба диафиза ключицы X4 (размах вариации размера (РВР) составляет 54 мм) и наибольшая длина ключицы X1 (РВР=44 мм). У женщин в наибольшей степени варьируют длина основания изгиба диафиза ключицы X4 (РВР=43 мм) и прямая длина диафиза ключицы по заднему краю X2 (РВР=41 мм). Наименьшую вариабельность у мужчин и женщин демонстрирует наименьший диаметр ключицы X9 (РВР=5 и 4 мм соответственно).

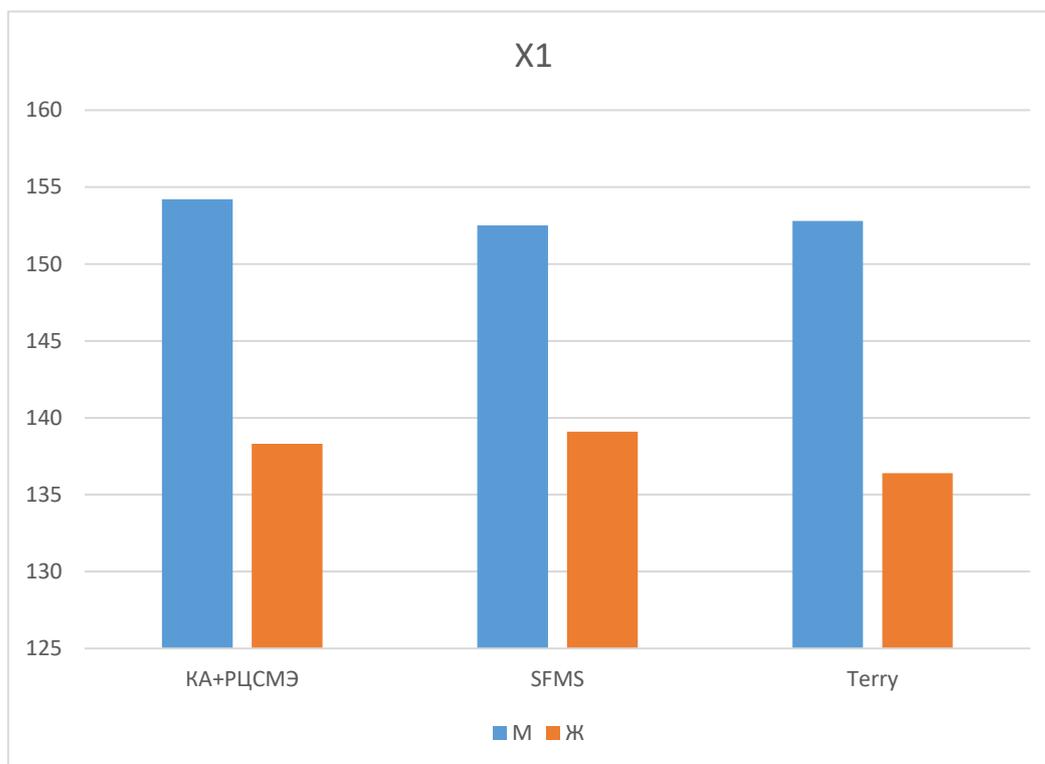
В выборке SFMS к числу наиболее информативных относится признак X1, к числу достаточно информативных признаков – X6 и X14, к полонейтральным – X11. Указатели изгиба диафиза ключицы I и II (X20, X21) демонстрировали большую связь с половыми различиями между мужской и женской группами по сравнению с выборкой КА+РЦСМЭ. Наиболее вариабельными признаками ключиц у мужчин и женщин являются X1 и X4, наименее – X10 и X8 соответственно.

В выборке Terry набор признаков, доступных для исследования, оказался несколько редуцирован по сравнению с двумя предыдущими сериями. Однако все они продемонстрировали выраженные половые различия ($t=8,5-10,8$, $p < 0,05$), в особенности признаки X1 и X7. Указатель поперечного сечения диафиза ключицы (X19) оказался, также, как и в выборке КА+РЦСМЭ, полонейтральным. Наиболее вариабельным признаком ключиц у мужчин и женщин является X1 (РВР=44,5 мм и 40 мм соответственно), наименее – X9 (РВР=6 мм и 4 мм соответственно).

В целом, половые различия в размерных признаках ключиц ярко выражены, охватывают практически все изученные нами признаки (за исключением X11 и X15) и имеют схожее распределение у представителей различных

антропологических типов европеоидной расы. Среди указателей ключиц наиболее надежным маркером половых различий может считаться указатель прочности (массивности) ключицы X18 (X6:X1).

Средние значения признака X1 правых ключиц, европеоиды



Методика одномерного дискриминантного анализа

Для расчета одномерных моделей диагностики пола по ключице использовались выборки КА, PCCME, Terry (результаты остеометрического исследования объединены) и SFMS. Для оценки сходства выборки КА+PCCME с выборкой Terry были рассчитаны значения t-критерия Стьюдента, при этом статически достоверные различия ($p \leq 0,05$) были выявлены для признака X9 (наименьший диаметр ключицы) у женщин, и объединения по нему не проводилось. Полученные в ходе дальнейших вычислений пятиинтервальные диагностические таблицы включают расширенный набор измерительных признаков и указателей для правых ключиц.

Диагностика половой принадлежности по ключице (мм): КА+PCCME+Terry

Признак	Женский		N	Мужской	
	Достоверный	Вероятный		Вероятный	Достоверный
X1	$\leq 130,7$	130,8-142,9	143,0-146,8	146,9-157,3	$\geq 157,3$
X2	$\leq 111,2$	111,3-121,1	121,2-125,8	125,9-136,9	$\geq 136,9$
X3	$\leq 118,3$	118,4-128,7	128,8-133,1	133,2-143,3	$\geq 143,3$
X4	$\leq 56,4$	56,5-69,6	69,7-82,2	82,3-94,0	$\geq 94,0$
X5	$\leq 38,4$	38,5-47,1	47,2-54,6	54,7-62,0	$\geq 62,0$
X6	$\leq 31,6$	31,7-35,8	35,9-35,8	35,9-39,1	$\geq 39,1$

X7	≤10,4	10,5-12,2	12,3-13,0	13,1-14,6	≥14,6
X8	≤8,0	8,1-10,6	10,7-12,2	12,3-14,1	≥14,1
X9	≤7,4	7,5-8,8	8,9-9,3	9,4-10,6	≥10,6
X10	≤6,8	6,9-9,1	9,2-10,8	10,9-12,7	≥12,7
X12	≤22,4	22,5-27,0	27,1-31,0	31,1-35,4	≥35,4
X13	≤11,4	11,5-15,1	15,2-20,1	20,2-24,0	≥24,0
X14	≤25,4	25,5-29,3	29,4-31,0	31,1-34,7	≥34,7
X16	≤34,1	34,2-40,8	40,9-49,1	49,2-56,5	≥56,5
X17	≤17,0	17,1-21,0	21,1-24,8	24,9-28,5	≥28,5
X18	≤19,6	19,7-22,9	23,0-26,1	26,0-28,6	≥28,6

Примечание: Н – неопределенный интервал

Данные таблицы можно рассматривать в качестве экспресс-метода диагностики половой принадлежности взрослого человека по ключицам (европеиды), не требующего затрат времени для расчетов и позволяющих практически достоверно определять пол по небольшому числу признаков. Расово-этнические особенности конкретного индивида при этом могут не учитываться, однако наиболее корректно диагностика пола по разработанным диагностическим таблицам осуществляется среди представителей центральноевропейской локальной расы (центрально-восточноевропейская группа популяций), и у представителей североевропейской (балтийской) локальной расы.

Методики многомерного дискриминантного анализа

Дискриминантные модели для определения пола по ключице были рассчитаны с учетом признаков, по которым наиболее выражены половые различия. Для вычисления диагностических коэффициентов линейных дискриминантных функций использовался МДА в пошаговом варианте (модели 1-4); для расчета канонических дискриминантных функций – КДА. Расчетная точность корректной классификации (РТКК) для моделей 1-4 составляет 92,7% – 99%.

Коэффициенты дискриминантных функций 1-3 для определения половой принадлежности по размерам правой ключицы, мм

Признаки	Коэффициенты					
	DF1		DF2		DF3	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
X1	4,534	4,105	3,279	2,998	4,168	3,836
X3					-0,865	-0,816
X6	3,410	2,739	3,478	3,080	2,710	2,427
X8					0,891	0,625
X9	12,237	11,148				
X12	3,036	2,669	2,692	2,374	2,831	2,513
X14	3,829	3,345	2,866	2,533	3,262	2,893
Константа	-541,228	-434,406	-403,371	-328,790	-410,559	-334,931

Лямбда Уилкса	0,24	0,33	0,32
РТКК, %	99	94	92,7

Степень надежности полученных моделей проверялась в группе верификации (МАЭ №5720, 7570). По результатам проведенной оценки, фактическая точность модели 1 составляет 91,2%.

Диагностика вероятного прижизненного типа телосложения мужчин

При вычислении диагностических моделей для установления вероятного прижизненного типа телосложения на первом этапе исследования был произведен анализ признаков, наиболее сильно дифференцирующих индивидов с разными типами телосложения. Различия средних величин остеометрических признаков оценивали попарно с помощью t-критерия Стьюдента ($p \leq 0,05$). При этом при сравнении грудного и мускульного типов значения t-критерия оказались достоверно значимы для признака X10 (вертикальный диаметр ключицы), при сравнении брюшного и мускульного типов значения t-критерия оказались достоверно значимыми для признаков X10 и X14 (изгиб акромиального конца ключицы), при сравнении брюшного и грудного типов значения t-критерия оказались достоверно значимыми для признака X16 (длина дельтовидной шероховатости).

Далее нами были получены девять моделей с различными наборами переменных (расширенным и редуцированными), позволяющих восстанавливать предполагаемый прижизненный тип телосложения (грудной – Г, мускульный – М, брюшной – Б) у мужчин по остеометрическим признакам изолированных ключиц с точностью от 62,9% до 79%. Расчетная точность полученных моделей составила: 79,0% - для моделей 1 (15 остеометрических признаков) и 3 (13 признаков), 77,4% - для модели 4 (12 признаков), 75,8% - для модели 5 (11 признаков), 72,5% - для модели 6 (10 признаков), 74,1% - для моделей 2 (14 признаков) и 7 (9 признаков), 67,7% - для модели 8 (8 признаков), 62,9% (7 признаков).

Индивиды грудного и мускульного типа телосложения при использовании предлагаемой методики идентифицируются лучше (максимально возможная точность корректной классификации составила 88% и 85% соответственно), брюшного – менее точно (от 41% до 58,8%).

Дискриминантные функции для определения типа телосложения по ключицам, модели 1-3

Признак	Модель 1			Модель 2			Модель 3		
	Типы телосложения								
	Г	М	Б	Г	М	Б	Г	М	Б
X1	3,428	3,564	3,454						
X2	-2,768	-3,472	-2,790	0,394	-0,185	0,397	0,912	0,316	0,886
X3	0,433	0,998	0,344	-0,007	0,540	-0,100	-0,258	0,298	-0,337
X5	0,649	0,527	0,588	0,893	0,781	0,835	0,559	0,458	0,519
X6	-0,983	-0,695	-1,136	-0,935	-0,644	-1,087	0,160	0,414	-0,053
X7	-6,283	-6,305	-5,455	-5,201	-5,179	-4,364	-1,916	-2,006	-1,262

X9	0,094	0,616	1,254	-0,163	0,348	0,995	4,045	4,414	4,969
X8	3,954	4,010	3,165	2,210	2,197	1,408	0,143	0,199	-0,546
X10	6,136	5,734	5,629	8,800	8,503	8,312			
X12	2,087	1,798	2,407	3,096	2,847	3,423	1,294	1,106	1,721
X14	0,295	0,362	0,553	0,053	0,111	0,310	0,749	0,783	0,967
X13	-0,257	-0,351	-0,606	-0,665	-0,775	-1,017	1,158	0,987	0,706
X15	4,180	3,735	3,808	2,887	2,391	2,505	1,189	0,750	0,901
X16	0,717	0,825	0,865	1,564	1,705	1,718	0,860	1,024	1,053
X17	0,917	0,549	0,732	1,476	1,130	1,295	1,107	0,773	0,946
Константа	-213,83	-208,42	-210,35	-174,06	-165,44	-169,97	-150,03	-143,00	-148,53
Точность корректной классификации, %	88,0	50,0	52,9	84,0	75,0	58,8	88,0	85,0	58,8

Вероятность отнесения экспертного случая к конкретному типу определяется согласно значению функции P1.

Полученные диагностические модели тестировались на мужских костяках из скелетной серии МАЭ 5896. В ходе верификации было обнаружено, что фактическая степень точности метода совпадает с расчетной и составляет 80%.

Реконструкция прижизненной ширины плеч

Для изучения взаимосвязи остеометрических показателей ключиц и шириной плеч проводили анализ корреляций, при этом использовали параметрический корреляционный анализ Пирсона ($p < 0,05$), затем рассчитывали уравнения линейной множественной регрессии.

Корреляция умеренной силы наблюдалась для признаков X6 ($r=0,28$), X7 ($r=0,27$), X12 ($r=0,26$); сильной степени – для признака X1_{dex+sin} ($r=0,96$). Во всех случаях отбирались модели, для которых статистика R превышает значения 0,5.

Заслуживает внимания тот факт, что в ходе исследования были обнаружены корреляции не только между шириной плеч и продольным размером ключиц (наибольшей длиной кости CLM-1), но и между толстотными размерами, которые также вносят свой вклад в регрессионную модель (окружность ключицы, X6; наибольший диаметр ключицы, X7).

Диагностические коэффициенты и параметры уравнений множественной регрессии для вычисления ширины плеч по ключицам

Признаки	Коэффициенты		
	Модель 1 (М)	Модель 2 (Ж)	Модель 3 (М+Ж)
X1 _{dex}	1,713	2,257	1,83549
X1 _{sin}	0,298	0,354	0,44155
X6	-0,195	0,362	0,07724
X7	1,334	-2,217	0,01348
X12	0,905	-0,693	0,26857
Sex			-0,88103
Свободный член	35,728	19,721	24,17237
SD	±9,34	±8,38	±9,25
R	0,803	0,901	0,924
R ²	0,646	0,812	0,854

Диагностика индивидуальности размерных признаков ключиц

С целью определения биометрической индивидуальности ключиц у мужчин и женщин нами были рассчитаны категории изменчивости остеометрических признаков и указателей правых ключиц в изученных выборках. При этом учитывались также выявленные ранее полонейтральные признаки и указатели ($t \leq 2,3$).

Категории размеров ключицы (мм): серия SFMS

Признак		Очень малый	Малый	Средний	Большой	Очень большой
X1	М	123,2-138,8	138,9-147,5	147,6-157,5	157,6-166,1	166,2-181,8
	Ж	111,8-126,4	126,5-134,5	134,6-143,8	143,9-151,9	152,0-166,5
X4	М	49,2-66,3	66,4-75,8	75,9-86,6	86,7-96,1	96,2-113,2
	Ж	42,0-58,0	58,1-66,9	67,0-77,1	77,2-86,0	86,1-102,0
X6	М	26,1-31,9	32,0-35,2	35,3-38,8	38,9-42,1	42,2-47,9
	Ж	25,1-29,3	29,4-31,6	31,7-34,3	34,4-36,6	36,7-40,8
X8	М	5,6-9,5	9,6-11,7	11,8-14,1	14,2-16,3	16,4-20,2
	Ж	5,7-8,3	8,4-7-9,7	9,8-11,3	11,4-12,7	12,8-15,3
X10	М	4,2-7,7	7,8-9,7	9,8-11,9	12,0-13,9	14,0-17,4
	Ж	3,7-6,5	6,6-8,1	8,2-9,9	10,0-11,4	11,5-14,2
X12	М	19,8-25,8	25,9-29,1	29,2-32,9	33,0-36,2	36,3-42,2
	Ж	17,0-22,5	22,6-25,5	25,6-29,0	29,1-32,0	32,1-37,5
X14	М	23,5-28,4	28,5-31,1	31,2-34,3	34,4-37,0	37,1-41,9
	Ж	18,3-23,4	23,5-26,3	26,4-29,5	29,6-32,4	32,5-37,5
Полонейтральные признаки и указатели						
X11	М	2,4-1,7	1,8-3,9	4,0-6,5	6,6-8,7	8,8-12,8

	Ж	1,1-2,1	2,2-3,9	4,0-5,9	6,0-7,7	7,8-10,8
X18	М	12,1-17,5	17,6-20,6	20,7-24,0	24,1-27,1	27,2-32,5
	Ж	7,2-13,6	13,7-17,1	17,2-21,1	21,2-24,6	24,7-31,0
X20	М	2,0-6,6	6,7-9,1	9,2-12,1	12,2-14,6	14,7-19,2
	Ж	2,1-5,2	5,3-7,0	7,1-9,0	9,1-10,8	10,9-13,9
X21	М	3,8-9,8	9,9-13,1	13,2-16,9	17,0-20,2	20,3-26,2
	Ж	3,2-7,8	7,9-10,3	10,4-13,3	13,4-15,8	15,9-20,4

Полученные данные позволяют удобно и быстро определять степень индивидуальности размерных признаков и указателей ключиц человека в вербальном варианте, причем наибольшей индивидуальностью будут обладать те из них, которые отстают дальше от средней категории. Оценка категории размеров ключиц может использоваться при решении вопроса о принадлежности ключиц одному или нескольким скелетам: в первом случае одноименные размеры спорных ключиц попадают в близкие категории таблицы при условии, что половая принадлежность костей известна.

Информация, полученная из таблиц категорий изменчивости, может также использоваться в качестве вспомогательной при диагностике вероятного прижизненного типа телосложения и размеров тела: предположение об относительной грацильности/массивности телосложения можно сделать при попадании большинства размеров ключицы в категории «очень малый» и «очень большой» соответственно.

Наиболее симметричными размерами у мужчин и женщин являются X8 (сагиттальный диаметр ключицы), X9 (наименьший диаметр ключицы), X10 (вертикальный диаметр ключицы), X11 (высота изгиба диафиза ключицы). Кроме того, у мужчин к числу признаков, демонстрирующих симметрию, следует отнести X7 (наибольший диаметр ключицы) и X12 (высота изгиба диафиза ключицы); у женщин – X4 (длина основания изгиба диафиза ключицы). При этом выраженную левостороннюю асимметрию у мужчин и женщин демонстрируют признаки X1 (наибольшая длина ключицы) и X4 (длина основания изгиба диафиза ключицы), и кроме того, признаки X6 (окружность ключицы) и X11 (высота изгиба диафиза ключицы) у мужчин.

При анализе максимальных значений величин асимметрии, незначительная асимметрия (2-5 мм) выявлена для признаков X7 (наибольший диаметр ключицы), X9 (наименьший диаметр ключицы) и X10 (вертикальный диаметр ключицы); умеренная асимметрия (5-10 мм) выявлена для признаков X11 (высота изгиба диафиза), X14 (изгиб акромиального конца), X8 (сагиттальный диаметр ключицы). Наибольшая разница значений (более 10 мм) достигала у признаков X1 (наибольшая длина ключицы), X4 (длина основания изгиба диафиза) и X6 (окружность диафиза).

Выводы

1. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что ключицы человека обладают комплексом значимых в идентификационном отношении признаков, которые могут использоваться при проведении медико-криминалистического исследования костных останков для определения общих и частных (индивидуализирующих) признаков личности.

2. Применительно к диагностике пола разработаны математические модели, основанные на одномерных и многомерных функциях, отличающиеся высокой статистической значимостью. Установлено, что к числу информативных остеометрических признаков, маркирующих половой диморфизм ключиц, относятся признаки X1 (наибольшая длина ключицы), X6 (окружность ключицы), X3 (длина диафиза по задней поверхности), X8 (сагиттальный диаметр ключицы), X10 (вертикальный диаметр ключицы), X12 (высота изгиба диафиза ключицы) и X14 (изгиб акромиального конца ключицы).

3. При исследовании корреляционных связей между размерными признаками ключиц и биакромиальной шириной плеч (БШП) были обнаружены корреляции не только между БШП и наибольшей длиной ключицы, но также между БШП и поперечными размерами кости (окружность ключицы, X5 и наибольший диаметр ключицы, X6), что позволило включить их уравнение регрессии для реконструкции прижизненной ширины плеч.

4. Показана принципиальная возможность восстановления вероятного прижизненного типа телосложения мужчин по остеометрическим признакам скелетированных ключиц с использованием диагностических моделей на основе многомерного дискриминантного анализа. При этом было обнаружено, что индивиды грудного и мускульного типа телосложения идентифицируются лучше (точность корректной классификации составила 68-88 %), чем брюшного (41–58,8 %).

5. Для оценки биометрической индивидуальности ключиц человека могут использоваться диагностические таблицы категорий изменчивости размерных признаков с учетом степени их билатеральной асимметрии.

Практические рекомендации

Описанные в настоящей работе методики имеют самостоятельное значение и могут быть рекомендованы к применению в случаях исследования разрозненных скелетированных останков при отсутствии черепа, костей таза, большинства длинных трубчатых костей или их сильной фрагментации. В случаях хорошей сохранности и полноты костного материала, рассмотренные методики могут выступать в качестве вспомогательных и должны обязательно дополняться данными, полученными при исследовании черепа, таза и трубчатых костей конечностей.

Абсолютными противопоказаниями для применения методик являются значительная фрагментация ключиц, исключая возможность остеометрического и анатомо-морфологического исследования особенностей строения костей; визуально определяемые выраженные патологические изменения и/или деформации кости; незавершенный рост кости; останки монголоидов и негроидов.

Рекомендуемый алгоритм работы с ключицами включает следующие этапы:

1. Билатеральная сортировка костей или их крупных фрагментов по особенностям ее морфологического строения.

2. Остеометрия костного образца по расширенной или редуцированной программе в зависимости от степени его сохранности.

3. Оценка индивидуальности кости на основании категорий изменчивости размерных признаков. Для этого используется диагностическая таблица для определения категорий изменчивости размеров (мм) ключиц мужчин и женщин, оценка степени билатеральной асимметрии.

4. Используя предложенные в исследовании диагностические таблицы и модели, устанавливается пол, вероятные прижизненный тип телосложения и ширина плеч. Поскольку на практике довольно часто встречаются случаи смешанных типов телосложения (грудно-мускульный или мускульно-брюшной), решение вопроса о предполагаемом прижизненном типе должно носить комплексный характер и, если на экспертизу представлены также ребра и длинные трубчатые кости, рекомендуется учитывать результаты, полученные при их исследовании по соответствующим методикам (Звягин В.Н. и соавт., 2009; Звягин, В.Н. и соавт., 2016). В таких случаях ошибочные выводы менее вероятны.

5. Для диагностики возрастной принадлежности по ключицам у лиц, достигших полового созревания, могут быть использованы особенности возрастных изменений рентгеноструктуры ключиц по R.A. Walker (Walker R.A. et al., 1985), наряду с состоянием поверхности грудинного суставного конца по С.G. Falys (Falys C.G. et al., 2015).

Алгоритм судебно-osteологического исследования ключиц



СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Smirnov A.V., Sunkukov D.V. Methods of sex estimation from the clavicles in forensic examination of bone remains // Archive EuroMedica, 2022. 12(3):e1 DOI 10.35630/2199-885X/2022/12/3.11
2. Smirnov A.V., Sunkukov D.V. Osteometric method for reconstructing the biacromial breadth of the shoulders from the clavicles in forensic examination of bone remains // Archive EuroMedica, 2022. 12(3):e1
3. Смирнов А.В., Сундуков Д.В. Определение вероятного прижизненного типа телосложения мужчин по остеометрическим признакам скелетированных ключиц // Судебная медицина. 2020. Т. 6, №1. С. 27-32.
4. Смирнов А.В., Сундуков Д.В. Судебно-медицинская остеология в России: актуальные проблемы и новые тенденции // Судебная медицина, 2019. Т. 5, №1S. Приложение: материалы международного конгресса и научно-практической школы «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики - 2019». С. 166-167.
5. Смирнов А.В. Определение половой принадлежности по остеометрическим признакам скелетированных ключиц // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Том 19, №12. С. 272-276.
6. Смирнов А.В., Сундуков Д.В. Современные остеометрические методики для установления групповых признаков личности, используемые при судебно-медицинском исследовании скелетированных останков // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики – 2020: материалы международного конгресса / под ред. проф. В.А. Клевно. – М.: Ассоциация СМЭ, 2020. С. 103-104.
7. Смирнов А.В. Современные подходы к судебно-медицинскому исследованию остеологического материала с целью идентификации личности // Декабрьские чтения по судебной медицине в РУДН: актуальные вопросы судебной медицины и общей патологии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 55-летию кафедры судебной медицины Медицинского института Российского университета дружбы народов. Москва, 20 декабря 2019. М., РУДН, 2020. С. 192-198.
8. Смирнов А.В., Сундуков Д.В. Возрастные особенности рентгеноструктуры ключиц человека // Декабрьские чтения по судебной медицине: сборник материалов научно-практической конференции с международным участием. 22 декабря 2017. М., РУДН, 2018. С. 126-129.
9. Смирнов А.В., Сундуков Д.В., Воронцова Е.Л. Экспертное значение ключиц взрослого человека при судебно-медицинской экспертизе скелетированных останков // Судебная медицина. 2018. Т.4, №1s. Приложение: Материалы Международного конгресса и научно-практической школы «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики - 2018». С. 159-160.
10. Смирнов А.В. Идентификационное значение индивидуализирующих признаков взрослого человека при экспертизе скелетированных ключиц // Судебно-медицинская наука и практика: Материалы научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Выпуск 12. М.: АНО ИЦ «ЮрИнфоЗдрав», 2018. С. 137-140.

11. Смирнов А.В. Использование категорий изменчивости размерных признаков и дискриминантного анализа для оценки биометрической индивидуальности скелетированных ключиц человека // Судебная медицина. 2017. Т. 3, №1s. Приложение: Материалы Международного конгресса и научно-практической школы «Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики - 2017». С. 117-118.

12. Смирнов А.В., Сундуков Д.В. Использование категорий изменчивости размерных признаков и одномерного дискриминантного анализа для оценки биометрической индивидуальности скелетированных ключиц человека // Декабрьские чтения по судебной медицине: сборник материалов международной научно-практической конференции. 23 декабря 2016. М., 2017. С. 179-184.

Смирнов Аскольд Владиславович (Россия)

Экспертное значение ключиц взрослого человека при судебно-медицинской экспертизе скелетированных останков

Диссертация посвящена разработке новых методик для определения некоторых групповых и индивидуализирующих признаков личности по ключицам человека. Результаты исследования свидетельствуют о том, что ключицы обладают комплексом значимых в идентификационном отношении признаков, которые могут использоваться при проведении медико-криминалистического исследования костных останков для определения общих и частных признаков личности. Были разработаны одномерные и многомерные математические модели для определения пола, вероятного прижизненного типа телосложения, восстановления ширины плеч, оценки биометрической индивидуальности ключиц человека. Предложенные методики могут использоваться в практической деятельности медико-криминалистических отделов судебно-медицинских экспертных учреждений при отсутствии в экспертном материале длинных трубчатых костей конечностей, черепа, таза или при их значительных повреждениях и неудовлетворительной сохранности, способствуя повышению объективности и доказательственной ценности экспертных выводов.

Smirnov Askold Vladislavovich (Russian Federation)

Expert significance of the adult clavicles in forensic examination of skeletal remains

The thesis is devoted to the development of new methods for determining group and individualizing personality traits by the human clavicles. The results of the study indicate that the clavicles have a complex of significant identification features that can be used during the forensic examination of bone remains for assessment of common and particular personality traits. One-dimensional and multidimensional mathematical models were developed for determination of sex, probable lifetime body type, restoration of biacromial width of shoulders and assessment of biometric individuality of clavicles. The proposed methods can be used in the work of departments of medical criminology of forensic medical institutions when long bones of limbs, skull and pelvis are absent, significantly damaged or poorly preserved. These methods can increase the level of objectivity and evidentiary value of expert conclusions.