

► <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2020-6-1-27-32>



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОГО ПРИЖИЗНЕННОГО ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ МУЖЧИН ПО ОСТЕОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ СКЕЛЕТИРОВАННЫХ КЛЮЧИЦ

А. В. Смирнов*, Д. В. Сундуков

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,
Москва, Российская Федерация

Аннотация. Одной из важнейших задач, с которой сталкивается судебно-медицинский эксперт при проведении экспертизы идентификации личности по костным останкам, является установление групповых признаков, к числу которых относится тип телосложения. В настоящей статье впервые показана возможность диагностики прижизненного типа телосложения мужчин при экспертизе скелетированных останков.

Цель исследования. Разработка диагностических математико-статистических моделей, позволяющих реконструировать предполагаемый прижизненный тип телосложения у мужчин по остеометрическим признакам скелетированных ключиц.

Материал и методы. В исследование вошли данные, полученные при измерении ключиц из остеологического собрания кафедры антропологии МГУ им. М. В. Ломоносова (62 скелета взрослых мужчин) по расширенной программе 15 признаков, которые затем были обработаны в программе StatSoft STATISTICA 10 с помощью многомерного дискриминантного анализа (МДА) в пошаговом варианте.

Результаты. В ходе исследования получены диагностические модели, позволяющие восстанавливать прижизненный тип телосложения (грудной, брюшной, мускульный) по изолированным ключицам с точностью от 62,9 до 79 %. Индивиды грудного и мускульного типа телосложения при использовании предлагаемой методики идентифицируются лучше (точность корректной классификации составила 90 %), брюшного — менее точно (41–58,8 %). Вероятность отнесения экспертного случая к конкретному типу телосложения определяется согласно значению статистической функции P_1 , что позволяет значительно повысить степень объективности исследования. Полученные диагностические модели тестировались на костях из собрания Музея антропологии и этнографии РАН им. Петра Великого (Кунсткамера). В ходе верификации было обнаружено, что фактическая степень точности метода совпадает с расчетной и составляет 80 %.

Ключевые слова: судебно-медицинская экспертиза скелетированных останков, тип телосложения, остеометрия, ключица, многомерный пошаговый дискриминантный анализ, диагностические модели

Конфликт интересов: конфликт интересов отсутствует.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Смирнов А. В., Сундуков Д. В. Определение вероятного прижизненного типа телосложения мужчин по остеометрическим признакам скелетированных ключиц. *Судебная медицина*. 2020;6(1):27–32. <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2020-6-1-27-32>

Поступила 17.10.2019

Принята после доработки 25.11.2019

Опубликована 28.03.2020

DETERMINATION OF INTRAVITAM BODY TYPE IN MEN DRAWING ON THE OSTEOMETRIC CHARACTERISTICS OF SKELETONISED CLAVICLES

Askold V. Smirnov*, Dmitry V. Sundukov

Peoples' Friendship University of Russia,
Moscow, Russian Federation

Abstract. One of the major challenges faced by a forensic medical expert when performing the examination of bone remains for the purposes of personal identification is the determination of group characteristics, which include the person's body type. The present study focuses on a new method for determining the intravitam body type when considering skeletonised remains.

Aim. To develop diagnostic mathematico-statistical models that allow the intravitam body type in men to be determined, drawing on the osteometric characteristics of skeletonised clavicles.

Material and methods. We studied clavicles from the osteological collection held at the Department of Anthropology, Lomonosov Moscow State University (62 adult male skeletons) according to the expanded osteometric program (15 characteristics). The obtained data were processed by StatSoft STATISTICA 10 using multivariate stepwise discriminant analysis (MDA).

Results. We have developed diagnostic models allowing the intravitam body type (ectomorph, mesomorph and endomorph) to be determined on the basis of skeletonised clavicles with an accuracy of 62.9–79 %. Using the proposed models, a more accurate determination of ectomorphs and mesomorphs (90 %) than endomorphs (41–58.8 %) is observed. In order to increase the objectiveness of the expert's conclusion, we used function P_1 showing the probability of correct body type classification in every single case.

The diagnostic models were successfully verified using the skeletal samples held at the Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography, with the maximum accuracy level reaching 80 %.

Keywords: forensic medical examination, skeletonised remains, somatotype, osteometry, multivariate stepwise discriminant analysis, diagnostic models

Conflict of interest: the authors declare no apparent or potential conflicts of interest.

Funding: the study had no sponsorship.

For citation: Smirnov A. V., Sundukov D. V. Determination of Intravital Body Type in Men Drawing on the Osteometric Characteristics of Skeletonised Clavicles. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2020;6(1):27–32. (In Russ.) <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2020-6-1-27-32>

Submitted 17.10.2019

Revised 25.11.2019

Published 28.03.2020

Установление основных групповых признаков личности (пол, возраст, расово-этническая принадлежность, длина тела) по костным останкам представляет собой актуальную проблему современной судебно-медицинской практики [1–5]. Являясь неотъемлемой частью биологического профиля личности, перечисленные признаки достаточно хорошо изучены антропологами и судебными медиками и, при хорошей сохранности костного материала, могут быть определены с высокой степенью точности. Гораздо сложнее обстоит дело с особенностями соматического развития человека, к которым помимо общей длины тела и отдельных его сегментов относят тип телосложения, массивность скелетной системы, массу тела. При описании мужских типов телосложения (соматотипов) в нашей стране используют схему В. В. Бунака, который выделяет три основных (грудной, мускульный, брюшной) и четыре промежуточных (грудно-мускульный, мускульно-грудной, мускульно-брюшной и брюшно-мускульный) типа. Эта схема ориентирована в основном на описание жировой и мышечной систем организма. Степень же развития скелета может определяться при изучении его общих габаритных размеров, включающих продольные размеры конечностей и корпуса, диаметр плеч и таза, показатель поперечной массивности мышечков длинных костей. Впервые принципиальная возможность установления прижизненного типа телосложения мужчин при изучении массивности скелета с помощью метода главных компонент была обнаружена М. А. Григорьевой (Колодиевой)¹. Одним из недостатков этой работы являлось то обстоятельство, что диагностика телосложения носила в значительной степени субъективный характер. В ходе дальнейшего изучения взаимосвязей между массивностью скелета и типами телосложения у мужчин были разработаны методики, позволяющие восстанавливать тип телосложения непосредственно по остеометрическим признакам стопы, длинных трубчатых костей верхних и нижних конечностей, ребер, а для объективизации формы экспертных выводов стал применяться многомерный дискриминантный анализ с оценкой полученных результатов по функции P1 [6]. В зарубежной литературе подобных исследований, насколько нам известно, не проводилось, а из соматических параметров наибольшее внимание уделялось методикам определения прижизненной массы тела по костным останкам [7, 8].

◇ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования заключалась в разработке метода определения прижизненного типа телосложения по остеометрическим признакам скелетированных ключиц с использованием многомерного дискриминантного анализа и оценкой полученных результатов по функции P1.

¹ Колодиева М. А. Массивность скелета как конституциональный признак у мужчин: Дис. ... канд. биол. наук. М., 1990. 250 с.

◇ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использован остеологический материал скелетной коллекции «КА», хранящейся на кафедре антропологии биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (русские, середина XX века), а также индивидуальные данные по скелетной серии МАЭ 5896 из Музея антропологии и этнографии РАН им. Петра Великого (ингуши, XX век), выбранной нами в качестве группы верификации. Исследованию подлежали правые ключицы от 60 индивидов. Остеометрическая программа исследования ключиц включает 15 признаков:

CLM-1. Наибольшая длина ключицы: расстояние между наиболее медиально расположенной точкой грудинного конца ключицы и наиболее латерально расположенной точкой ее плечевого конца.

CLM-2. Прямая длина диафиза по заднему краю: прямое расстояние между наиболее медиальной точкой плечевого конца на заднем крае и наиболее дорзальной точкой эпифиза.

CLM-3. Длина диафиза по задней поверхности: длина по поверхности заднего края кости от наиболее медиальной точки плечевого конца до наиболее дорзальной точки эпифиза.

CLM-4. Расстояние изгиба диафиза ключицы: расстояние от стернального конца ключицы до наиболее выступающей вперед точки ее диафиза. Размер берется параллельно наибольшей длине ключицы (С1М-1).

CLM-5. Окружность ключицы: периметр ключицы в середине диафиза, место измерения определяется как половина наибольшей длины ключицы.

CLM-6. Наибольший диаметр ключицы: эмпирически определяемый максимальный размер в середине диафиза кости.

CLM-6А. Сагиттальный диаметр ключицы: прямое расстояние между передним и задним краями середины диафиза ключицы.

CLM-7. Наименьший диаметр ключицы: эмпирически определяемый минимальный размер в середине диафиза.

CLM-7А. Вертикальный диаметр ключицы (толщина ключицы): расстояние между краниальной и каудальной поверхностями середины тела ключицы.

CLM-8. Высота изгиба диафиза ключицы: высота наиболее выдвинутой вперед точки переднего края диафиза ключицы над прямой, соединяющей наиболее отодвинутые назад точки грудинного и плечевого концов ключицы на ее заднем крае.

CLM-8А. 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.

CLM-9. Высота изгиба акромиального конца ключицы: высота наиболее выдвинутой вперед точки переднего края акромиального конца ключицы над прямой, соеди-

няющей наиболее отодвинутые назад точки грудинного и плечевого концов кости на ее заднем крае.

CLM-9А. 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.

CLM-10. Длина дельтовидной шероховатости: прямое расстояние от наиболее передней точки акромиального конца ключицы до наиболее медиальной точки ее дельтовидной шероховатости.

CLM-11. Ширина плечевого конца ключицы: проекционное расстояние между наиболее выступающими точками вентрального и дорзального краев плечевого конца ключицы.

Остеометрические измерения проводились с использованием стандартного штангенциркуля, остеометрической доски и миллиметровых лент по методикам Р. Мартина и В. П. Алексеева с дополнениями и уточнениями Е. Л. Воронцовой. Биометрическая обработка данных проведена с использованием пакета компьютерных программ StatSoft STATISTICA 10 и Microsoft Excel 2007.

♦ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного исследования были получены девять моделей с различными наборами переменных (расширенным и редуцированными), позволяющими 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 %. Данные модели представлены в таблицах 1–3. Расчетная точность их 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 модели 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 идентифи-

цируются лучше (точность корректной классификации составила 90 %), брюшного — менее точно (41–58,8 %).

Для работы с этими моделями исследователю необходимо подставить значения измеренных им переменных, а также той или иной константы в уравнения и решить их. Например, уравнение для расчета дискриминантной функции (Y) для грудного типа телосложения по шестой модели, записанное в привычной строчной форме, будет иметь вид:

$$Y_{\Gamma} = CLM-2 \times 0,814 + CLM-3 \times (-0,087) + CLM-4 \times 0,458 \dots + (-144,235).$$

Наибольшее значение функции определяет искомый тип телосложения. Вероятность отнесения экспертного случая к конкретному типу определяется согласно значению функции $Pl = 1 / (1 + e^{-l})$ по величине l. Для этого нужно выбрать максимальное из трех полученных значений дискриминантной функции и вычесть из него наиболее близкое к нему меньшее. Полученная разница будет соответствовать величине l, зная которую, можно определить уровень достоверности решения по таблице значений функции Pl (см. табл. 4). Формы экспертных выводов предполагают три варианта:

- 1) решение достоверное, если $1,0 > Pl \geq 0,95$;
- 2) решение вероятное, если $0,95 > Pl \geq 0,75$;
- 3) отказ от решения, если $Pl < 0,75$.

Таким образом, на первом этапе исследования проводится остеометрия костного образца и расчет значений трех дискриминантных функций с выбором наибольшего из них, предположительно соответствующего прижизненному типу телосложения; на втором — расчет величины l, определение по ней функции Pl и оценка достоверности полученного результата.

Различия средних величин остеометрических признаков для трех выделенных типов телосложения оценивали попарно с помощью t-критерия Стьюдента ($p \leq 0,05$).

При сравнении грудного и мускульного типов значения t-критерия оказались достоверно значимы для следующих признаков: CLM-1 (наибольшая длина ключицы), CLM-2 (прямая длина диафиза по заднему краю),

Таблица 1. Дискриминантные функции для определения типа телосложения по ключицам, модели 1–3
Table 1. Discriminant functions for determining body type by clavicles, models 1–3

Признак	Модель 1			Модель 2			Модель 3		
	Типы телосложения								
	Г	М	Б	Г	М	Б	Г	М	Б
CLM-1	3,428	3,564	3,454	-	-	-	-	-	-
CLM-2	-2,768	-3,472	-2,790	0,394	-0,185	0,397	0,912	0,316	0,886
CLM-3	0,433	0,998	0,344	-0,007	0,540	-0,100	-0,258	0,298	-0,337
CLM-4	0,649	0,527	0,588	0,893	0,781	0,835	0,559	0,458	0,519
CLM-5	-0,983	-0,695	-1,136	-0,935	-0,644	-1,087	0,160	0,414	-0,053
CLM-6	-6,283	-6,305	-5,455	-5,201	-5,179	-4,364	-1,916	-2,006	-1,262
CLM-6А	3,954	4,010	3,165	2,210	2,197	1,408	0,143	0,199	-0,546
CLM-7	0,094	0,616	1,254	-0,163	0,348	0,995	4,045	4,414	4,969
CLM-7А	6,136	5,734	5,629	8,800	8,503	8,312	-	-	-
CLM-8	2,087	1,798	2,407	3,096	2,847	3,423	1,294	1,106	1,721
CLM-8А	-0,257	-0,351	-0,606	-0,665	-0,775	-1,017	1,158	0,987	0,706
CLM-9	0,295	0,362	0,553	0,053	0,111	0,310	0,749	0,783	0,967
CLM-9А	4,180	3,735	3,808	2,887	2,391	2,505	1,189	0,750	0,901
CLM-10	0,717	0,825	0,865	1,564	1,705	1,718	0,860	1,024	1,053
CLM-11	0,917	0,549	0,732	1,476	1,130	1,295	1,107	0,773	0,946
Константа	-213,836	-208,423	-210,358	-174,066	-165,444	-169,974	-150,036	-143,008	-148,531
Точность корректной классификации, %	88,0	50,0	52,9	84,0	75,0	58,8	88,0	85,0	58,8

Таблица 5. Результаты оценки диагностики типа телосложения в группе верификации (модель 1) с использованием функции PI
Table 5. Evaluation of body type determination in the verification group (model 1) using the function PI

№ костяка (МАЭ)	Тип телосложения индивида	Значения дискриминантных функций				Форма экспертного вывода, решение:
		1 (Г)	2 (М)	3 (Б)	PI	
5986-1	3	256,0	244,0	<u>264,1</u>	0,9997	достоверное
5896-4*	3	259,4	<u>270,1</u>	268,6	0,8180	вероятное
5896-5	3	240,6	254,8	<u>257,3</u>	0,9240	вероятное
5896-7	2	257,5	<u>286,6</u>	279,7	0,9990	достоверное
5896-9	1	<u>267,8</u>	264,3	258,6	0,9710	достоверное
5896-12	3	240,5	248,7	<u>255,1</u>	0,9984	достоверное
5896-14*	1	252,7	265,8	<u>267,6</u>	0,8581	вероятное
5896-21	1	<u>205,6</u>	202,7	196,5	0,9478	вероятное
5896-22	3	280,4	296,5	<u>298,7</u>	0,9000	вероятное
5896-23	3	199,5	208,1	<u>210,6</u>	0,9240	вероятное
5896-24	1	<u>249,0</u>	248,3	200,7	0,6680	отказ от решения
5896-25	3	180,6	195,0	<u>196,5</u>	0,8180	вероятное
5896-26*	1	253,8	<u>270,7</u>	267,5	0,9610	достоверное
5896-27	3	279,2	295,4	<u>297,6</u>	0,9000	вероятное
5896-28	3	249,8	267,3	<u>270,5</u>	0,9610	достоверное

Примечание: * — отмечены случаи неверного определения типа телосложения.

Note: * — cases of incorrect determination of body type are noted.

CLM-5 (окружность ключицы), CLM-6 (наибольший диаметр ключицы), CLM-11 (ширина плечевого конца ключицы). Абсолютные значения этих признаков больше у грудного типа, что можно объяснить тенденцией к долихоморфии у представителей этого типа телосложения. Несмотря на то что у грудного типа длина костей в целом больше, чем у мускульного, мускульный тип выглядит массивнее за счет больших окружностей диафизов и ширины эпифизов.

При сравнении брюшного и мускульного типов значения t-критерия оказались достоверно значимыми для признаков CLM-6 (наибольший диаметр ключицы), CLM-6A (сагиттальный диаметр ключицы), CLM-7 (наименьший диаметр ключицы), CLM-7A (вертикальный диаметр ключицы). Согласно данным, полученным на соматическом материале, мускульный тип отличается от брюшного большей массивностью костной составляющей.

При сравнении брюшного и грудного типов значения t-критерия оказались достоверно значимыми для следующих признаков: CLM-1 (наибольшая длина ключицы), CLM-6 (наибольший диаметр ключицы), CLM-6A (сагиттальный диаметр ключицы), CLM-7 (наименьший диаметр ключицы), CLM-7A (вертикальный диаметр ключицы), CLM-11 (ширина плечевого конца ключицы), при этом во всех случаях абсолютные значения признаков оказались больше у брюшного типа.

Полученные диагностические модели тестировались на мужских костяках из скелетной серии МАЭ 5896, в отношении которых типы телосложения были определены по длинным трубчатым костям И. М. Синевой в 2009 году. В ходе верификации было обнаружено, что фактическая степень точности метода совпадает с расчетной и составляет 80 %. Данные верификации модели номер 1 на скелетном материале МАЭ приведены в таблице 5.

В ходе верификации было обнаружено, что фактическая степень точности метода совпадает с расчетной и составляет 80 %.

◇ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования разработана методика определения типа телосложения мужчин по ключицам. Методика включает 9 уравнений дискриминантных функций с переменным набором переменных (остеометрических признаков скелетированных ключиц), отличающихся высоким процентом правильной классификации (до 80 %) и прошедших проверку на остеологическом материале из собраний МАЭ. Они позволяют проводить диагностику типа телосложения у мужчин по изолированным ключицам, что становится особенно важным при работе с ограниченным набором разрозненных костных элементов или их фрагментов.

◇ ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Звягин В. Н. Текущие проблемы медико-криминалистической идентификации личности. *Проблемы экспертизы в медицине*. 2012;3-4:39-43. [Zvyagin V. N. Current problems of medicine and criminalist identification of the person. *Problemy ekspertizy v meditsine*. 2012;3-4:39-43. (In Russ.)]
2. Звягин В. Н., Галицкая О. И., Григорьева М. А. Определение прижизненных соматических размеров тела человека при судебно-медицинской экспертизе скелетированных и сожженных останков. В кн.: *Медицинские технологии, используемые при производстве судебно-медицинских экспертиз*. М.: Компания «Планета Земля», 2012. С. 96-130. [Zvyagin V. N., Galitskaya O. I., Grigor'eva M. A. Opredelenie prizhiznennykh somaticheskikh razmerov tela cheloveka pri sudebno-meditsinskoj ekspertize skeletirovannykh i sozhzhennykh ostankov [Determining intravital physical size of a human body during forensic examination of skeletonized and burned remains]. In: *Meditsinskije tehnologii, ispol'zuemye pri proizvodstve sudebno-meditsinskikh ekspertiz [Medical technologies used for forensic medical examinations]*. Moscow: Kompaniya "Planeta Zemlya", 2012. P. 96-130. (In Russ.)]

3. Ubelaker D. H., DeGaglia C. M. Population variation in skeletal sexual dimorphism. *Forensic Science International*. 2017;Sep;278:407.e1–407.e7. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.06.012>
4. Ubelaker D. H., Khosrowshahi H. Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *Forensic Sciences Research*. 2019;Mar 19;4(1):1–9. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1549711>
5. Lynnerup N. Forensic anthropology and human identification. *Scandinavian Journal of Forensic Science*. 2013;19(1):16–38. DOI: <https://doi.org/10.2478/sjfs-2013-0005>
6. Звягин В. Н., Синева И. М. Определение соматотипа мужчин по остеометрическим признакам верхней и нижней конечностей. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2009;5:6–11. [Zvyagin V. N., Sineva I. M. Identification of male somatotype based on osteometric signs of the upper and lower extremities. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2009;5:6–11. (In Russ.)]
7. Elliott M., Kurki H., Weston D. A., et al. Estimating body mass from skeletal material: new predictive equations and methodological insights from analyses of a known-mass sample of humans. *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2016;8(4):731–750. <https://doi.org/10.1007/s12520-015-0252-5>
8. Elliott M., Kurki H., Weston D. A., Collard M. Estimating body mass from postcranial variables: an evaluation of current equations using a large known-mass sample of modern humans. *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2016;8(4):689–704. <https://doi.org/10.1007/s12520-015-0251-6>

Об авторах • Authors

СМИРНОВ Аскольд Владиславович — ассистент кафедры судебной медицины Медицинского института ФГАОУ ВО «РУДН» [Askold V. Smirnov, Research Assistant, Department of Forensic Medicine, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia] • ascold20@yandex.ru • {ORCID: 0000-0001-6017-5310}

СУНДУКОВ Дмитрий Вадимович — д.м.н., доц., заведующий кафедрой судебной медицины ФГАОУ ВО «РУДН» [Dmitry V. Sundukov, Dr. Sci. (Med), Assoc. Prof., Departmental Head, Department of Forensic Medicine, Peoples' Friendship University of Russia] • sudmed.rudn@yandex.ru • {ORCID: 0000-0001-8173-8944}

► **Вклад авторов.** Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы благодарны анонимным рецензентам за полезные замечания.

► **Contributions.** Authors are solely responsible for submitting the final manuscript to print. All authors participated in the development of the concept of the article and the writing of the manuscript. The final version of the manuscript was approved by all authors. The authors are grateful to anonymous reviewers for helpful comments.