

# БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ

Шипунов С.Д.<sup>1)</sup>, Махалин А.В.<sup>2,3)</sup>, Ильченко М.А.<sup>1)</sup>, Сипатрова А.Г.<sup>4)</sup>,  
Година Е.З.<sup>1,2)</sup>, Руднев С.Г.<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> *Российский университет спорта (ГЦОЛИФК),  
Сиреневый бульвар, д. 4, Москва, 105122, Россия*

<sup>2)</sup> *МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии,  
ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия*

<sup>3)</sup> *Московский государственный университет спорта и туризма,  
ул. Кировоградская, д. 21, корп. 1, Москва, 117519, Россия*

<sup>4)</sup> *МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии,  
Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Москва, 119234, Россия*

<sup>5)</sup> *ИВМ им. Г.И. Марчука РАН, ул. Губкина, д. 8, Москва, 119333, Россия*

## О РЕЗУЛЬТАТАХ АПРОБАЦИИ АНТРОПОМЕТРА КАФА-ЛАЗЕР

**Введение.** Одним из актуальных направлений исследований в связи с задачами биологической антропологии является апробация и внедрение новых методов антропометрии и оценки состава тела. В практике антропометрии для обеспечения надлежащего качества измерений и сопоставимости данных принято использовать стандартизованное антропометрическое оборудование. В последние годы в качестве возможной альтернативы механическим антропометрам рассматриваются лазерные дальномеры. Одним из таких инструментов является антропометр КАФА-Лазер (КАФА, Россия). Цель исследования – апробация антропометра КАФА-Лазер, характеристика точности и воспроизводимости результатов измерений высоты антропометрических точек.

**Материалы и методы.** С использованием антропометров GPM (DKSH, Швейцария) и КАФА-Лазер у 10 лиц мужского пола в возрасте от 18 до 47 лет проводились парные измерения высоты над полом 9 антропометрических точек. Измерения проводили три исследователя с разным опытом измерений последовательно по три раза. Точность измерений антропометром КАФА-Лазер оценивали путём сравнения с результатами измерений антропометром GPM. Межгрупповые различия оценивали на основе критерия знаковых рангов Вилкоксона при пороговом уровне значимости  $P=0,05$ . Оценивали технические ошибки измерений и коэффициенты надёжности.

**Результаты и обсуждение.** Разность значений высоты антропометрических точек при измерениях антропометрами КАФА-Лазер и GPM существенно зависела от квалификации измерителей и была минимальной (+0,0-0,5 см) для исследователя 1 – более опытного пользователя антропометра КАФА-Лазер (значимые различия для 7 из 9 точек отсутствовали). Средние значения стандартного отклонения для исследователя 1 были ниже, чем для исследователей 2 и 3, и соответствовали данным традиционной антропометрии. При измерениях антропометром GPM наблюдались, в среднем, более низкие индивидуальные, межиндивидуальные и суммарные технические ошибки. Измерения верхушечной точки указанными антропометрами характеризовались низкими значениями технических ошибок измерений и высокими значениями суммарного коэффициента надёжности (0,94 и 0,95 соответственно), а для остальных точек – варьировали в широких пределах, что указывает на актуальность реализации мер объективного контроля качества при освоении методики антропометрических измерений.

**Выводы.** Результаты апробации антропометра КАФА-Лазер показали возможность получения сопоставимых по точности и воспроизводимости результатов измерений высоты антропометрических точек над полом в сравнении с традиционной антропометрией при должном уровне освоения методики измерений.

**Ключевые слова:** биологическая антропология; антропометрия; антропометр Мартина; лазерный дальномер; сравнение методов

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-3-4

## Введение

Одним из актуальных направлений исследований в связи с задачами биологической антропологии является апробация и внедрение новых методов антропометрии и оценки состава тела. Наряду с высокотехнологичными и дорогостоящими методами, такими как рентгеноденситометрия, воздушная плетизмография и 3D-сканирование всего тела, получили развитие более доступные методы, такие как ультразвуковая калиперометрия и метод инфракрасного отражения, пригодные для применения в полевых условиях [Wagner et al., 2016; Fukuda et al., 2017]. В практике антропометрии для обеспечения надлежащего качества измерений и сопоставимости данных принято использовать стандартизованное антропометрическое оборудование [Негашева, 2017; Carter, 2002; Marfell-Jones et al., 2012]. К таковому относятся, например, инструменты GPM и Holtain, применяемые в отечественных и зарубежных выборочных исследованиях [Хомякова, Балинова, 2018; Legaz, Eston, 2005; Singh et al., 2023]. Традиционная антропометрия остаётся референсным методом для 3D-сканирования при определении линейных размеров тела [Методология ..., 2014]. При этом наборы антропометрических инструментов от известных компаний-производителей весьма недёшевы, что снижает возможность их применения. В последние годы в качестве возможной альтернативы механическим антропометрам рассматриваются лазерные дальнометры – портативные технические устройства, применяемые в строительстве, промышленности и в быту для определения длин и расстояний [Schrade, Scheffler, 2013; Sørensen et al., 2020]. Одним из таких инструментов является антропометр КАФА-Лазер (КАФА, Россия).

Цель исследования – апробация антропометра КАФА-Лазер, характеристика точности и воспроизводимости результатов измерений высоты антропометрических точек.

## Материалы и методы

С использованием механического антропометра GPM (DKSH, Швейцария) и антропометра КАФА-Лазер (КАФА, Россия) у 10 лиц мужского пола в возрасте от 18 до 47 лет, студентов и сотрудников РУС (ГЦОЛИФК), выполняли парные измерения высоты над полом следующих антропометрических точек: верхушечной, верхнегрудинной, плечевой, лучевой,

шиловидной, пальцевой, подвздошно-остистой, лобковой, верхнеберцовой. Измерения указанными инструментами каждого из обследованных выполняли три исследователя последовательно по три раза в стандартном положении испытуемого стоя. При использовании антропометра GPM измерения проводились по общепринятой методике [Бунак, 1941; Негашева, 2017].



Рисунок 1. Общий вид антропометра КАФА-Лазер (КАФА, Россия)  
Figure 1. General view of the KAFA-Laser anthropometer (KAFA, Russia)

Согласно техническому паспорту, антропометр КАФА-Лазер (рис. 1) предназначен для измерений длины в диапазоне от 0 до 3000 мм с абсолютной погрешностью  $\pm 1$  мм. При определении высоты антропометрической точки над полом острие горизонтально расположенной линейки антропометра КАФА-лазер помещали на антропометрическую точку и производили плавные покачивающие движения влево-вправо из вертикального положения прибора, определяя минимальное значение показателя на электронной шкале устройства. Для повышения точности определения



Рисунок 2. Измерение высоты вершущечной точки антропометром КАФА-Лазер  
 Figure 2. Measuring the height of the vertex point with the KAFA-Laser anthropometer

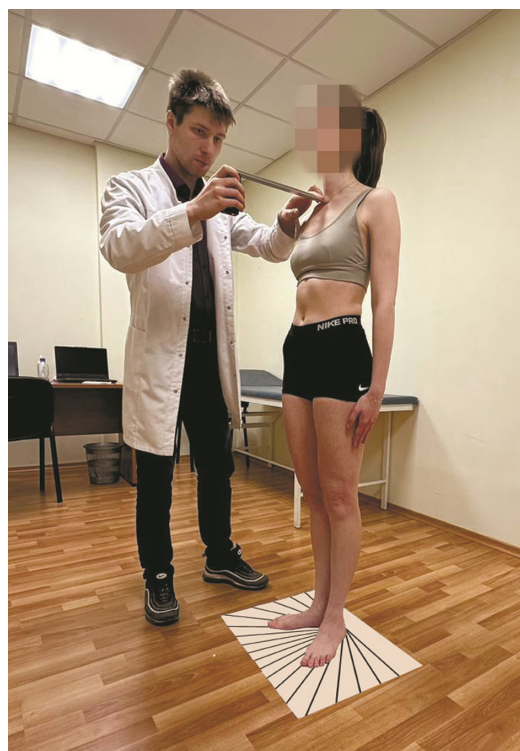


Рисунок 3. Измерение высоты верхнегрудинной точки антропометром КАФА-Лазер  
 Figure 3. Measuring the height of the jugular point with the KAFA-Laser anthropometer

вертикального положения устройства и искомой величины, а также в целях стандартизации техники измерений разными исследователями, нами использовалась специальная подставка для измерений с разметкой (рис. 2-4). В качестве системы отсчёта на подставке для измерений использовалась точка соприкосновения пяток, определяемая согласно общепринятой методике [Бунак, 1941; Негашева, 2017], с базовой линией, соответствующей фронтальной плоскости и содержащей указанную точку. Применялась разметка в виде радиальных лучей, выходящих из начала системы отсчёта (точки соприкосновения пяток) с шагом в 10 градусов от базовой линии. При измерении высоты вершущечной точки над полом исследователь левой рукой пальпаторно определял положение искомой точки на темени, а правой рукой контролировал вертикальное положение устройства и фиксировал показание прибора (рис. 2). Аналогично определялось положение верхнегрудинной, плечевой, лучевой, шиловидной, пальцевой, подвздошно-остистой, лобковой и верхнеберцовой точек. В качестве исходного ориентира при определении вертикального положения устройства нами использовалось положение проекции лазерного луча на соответствующем радиальном



Рисунок 4. Измерение высоты пальцевой точки антропометром КАФА-Лазер  
 Figure 4. Measuring the height of the finger point with the KAFA-Laser anthropometer

луче: 90° для верхушечной, верхнегрудинной, подвздошно-остистой, лобковой и верхнеберцовой точек; 0° для плечевой и лучевой точек, 30°-40° для шиловидной точки и 20°-30° для пальцевой точки. Схемы измерений высоты над полом верхнегрудинной и пальцевой точек показаны на рисунках 3 и 4.

Исследователь 1 обладал значительным опытом проведения комплексной антропометрии по классической методике [Бунак, 1941; Негашева, 2017] (обследовано не менее 800 человек) и некоторым опытом работы с антропометром КАФА-Лазер (обследовано порядка 200 человек). Исследователь 2 обладал значительным опытом измерений по классической методике (обследовано не менее 600 человек) и начальным опытом работы с антропометром КАФА-Лазер (обследовано порядка 100 человек). Исследователь 3 обладал некоторым опытом измерений по классической методике (обследовано порядка 250 человек) при отсутствии опыта измерений антропометром КАФА-Лазер.

Массу тела определяли на медицинских весах Tanita. Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) как отношение массы тела к квадрату длины тела (кг/м<sup>2</sup>). Средние значения ИМТ в группе обследованных мужчин соответствовали верхней границе нормы (табл. 1), а индивидуальные значения ИМТ – либо нормальному, либо избыточному весу (от 21,7 до 29,0 кг/м<sup>2</sup>).

Проверку нормальности распределений выполняли на основе критерия Колмогорова-

Смирнова. Точность измерений антропометром КАФА-Лазер оценивали путем сравнения с результатами измерений антропометром GPM. Межгрупповые различия оценивали на основе одновыборочного критерия знаковых рангов Вилкоксона. В качестве порогового уровня значимости использовали значение P=0,05.

Для каждого измеряемого показателя оценивали индивидуальную техническую ошибку измерений (intra-observer technical error of measurements, TEM) по формуле:

$$TEM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^K M_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^K M_{ij})^2 / K) / N(K-1)}{N}}$$

где M<sub>ij</sub> – результат j-го измерения для i-го обследованного, K – количество повторных измерений (K=3), а N – количество обследованных (N=10) [Ulijaszek, Kerr, 1999]. По той же формуле оценивали межиндивидуальную техническую ошибку измерений (inter-observer technical error of measurements, TEM<sub>m</sub>), где M<sub>ij</sub> – среднее значение трех измерений i-го обследованного j-м исследователем, а K – количество исследователей (K=3).

Суммарную техническую ошибку измерений вычисляли по формуле:

$$\Sigma TEM = \sqrt{(\sum_{i=1}^K TEM_i^2 / K) + TEM_m^2}$$

где TEM<sub>i</sub> – индивидуальная техническая ошибка измерений для i-го измерителя, а K – количество измерителей. Для определения доли межиндивидуальной вариации данных (выборочной дисперсии), не связанной с ошибками измерений, рассчитывали коэффициент надёжности (coefficient of reliability) R по формуле:  $R = 1 - (\Sigma TEM^2 / S^2)$ , где S – выборочное стандартное отклонение. Оценки TEM, TEM<sub>m</sub>, ΣTEM и R усредняли и сопоставляли с референсными значениями для традиционной антропометрии [Ulijaszek, Kerr, 1999].

Исследование проводилось с одобрения Комиссии Биоэтического комитета РГУФКСМиТ (выписка из протокола №9 от 21 декабря 2021 года) с осведомлением участников о целях и задачах исследования и подписанием информированного согласия. Полученные данные были деперсонифицированы. Статистическую обработку данных выполняли в пакетах программ Minitab 21 и MS Excel 2019.

## Результаты

При измерениях антропометром КАФА-Лазер средние значения высоты антропометрических точек над полом были на 0,2–1,0 см выше в сравнении с антропометром GPM (табл. 2, объединённые данные). Абсолютные различия средних были минимальны при измерениях высоты

**Таблица 1. Общая антропометрическая характеристика группы обследованных мужчин**

**Table 1. General anthropometric characteristics of the study sample**

Параметр	M (SD)
Возраст, лет	28,4 (8,9)
МТ, кг	78,0 (8,7)
ДТ, см	177,4 (3,2)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	24,8 (2,2)

Примечания. МТ – масса тела; ДТ – длина тела; ИМТ – индекс массы тела; M – среднее значение; SD – среднее квадратическое отклонение.

Notes. BM – body mass; Ht – body height; BMI – body mass index; M – mean value; SD – standard deviation.

**Таблица 2. Высота антропометрических точек над полом при измерениях антропометрами GPM и КАФА-Лазер: средние арифметические и стандартные отклонения для серий из трёх измерений**

**Table 2. Measured height of anthropometric points above the floor by the GPM and KAFA-Laser anthropometers: arithmetic means and standard deviations for a series of three measurements**

Антропометр	Антропометрические точки								
	Верхушечная	Верхне-грудинная	Плечевая	Лучевая	Шиловидная	Пальцевая	Подвздошно-остистая	Лобковая	Верхне-берцовая
<b>Исследователь 1</b>									
GPM	174,8 (2,8)	141,9* (2,9)	143,6 (2,7)	109,2 (2,7)	85,4 (2,3)	66,9 (1,8)	104,7 (2,7)	88,4* (2,3)	47,2 (1,6)
КАФА-Лазер	174,8 (2,7)	142,3 (2,9)	143,7 (2,6)	108,9 (2,7)	85,5 (2,0)	67,3 (1,8)	104,2 (2,5)	87,9 (2,0)	47,4 (1,4)
<b>Исследователь 2</b>									
GPM	175,2 (2,6)	143,4* (2,7)	144,6 (2,5)	110,3 (2,7)	85,9 (2,0)	66,2* (1,6)	103,4* (1,3)	88,4 (2,5)	50,0* (3,1)
КАФА-Лазер	175,4 (2,9)	144,0 (3,1)	144,9 (2,6)	110,6 (3,6)	86,2 (2,5)	67,5 (1,8)	102,8 (1,6)	88,5 (2,2)	51,3 (3,8)
<b>Исследователь 3</b>									
GPM	174,9* (2,7)	141,5 (2,9)	144,5* (2,6)	110,4* (2,7)	86,0* (2,2)	66,3* (1,8)	100,9* (3,6)	90,3* (2,4)	48,4* (2,5)
КАФА-Лазер	175,3 (2,9)	141,7 (3,4)	145,3 (3,0)	111,3 (3,2)	87,5 (2,9)	67,2 (2,4)	103,3 (4,3)	91,1 (3,4)	49,8 (2,0)
<b>Объединённые данные</b>									
GPM	175,0* (2,7)	142,2* (2,9)	144,2* (2,6)	109,9* (2,7)	85,8* (2,2)	66,5* (1,7)	103,0 (3,1)	89,0 (2,5)	48,5* (2,7)
КАФА-Лазер	175,2 (2,8)	142,7 (3,2)	144,6 (2,8)	110,2 (3,3)	86,4 (2,6)	67,3 (2,0)	103,4 (3,1)	89,2 (2,9)	49,5 (3,1)

Примечание. \* – значимые различия в сравнении с антропометром КАФА-Лазер ( $P < 0,05$ ).

Note. \* – significant differences as compared to KAFA-Laser anthropometer ( $P < 0.05$ ).

верхушечной и лобковой точек (0,2 см), максимальны – при измерениях высоты пальцевой и верхнеберцовой точек (0,8 и 1,0 см соответственно). Согласно критерию знаковых рангов Вилкоксона, различия были статистически значимы для верхушечной, верхнегрудинной, плечевой, лучевой, шиловидной, пальцевой и верхнеберцовой точек. При этом индивидуальные различия средних при измерениях антропометрами GPM и КАФА-Лазер составили до 0,5 см для исследователя 1 (значимые различия только для верхнегрудинной и лобковой точек), до 1,3 см для исследователя 2 (значимые различия для 4 из 9 точек, табл. 2) и до 2,4 см для исследователя 3 (значимые различия для 8 из 9 точек). По объединённым данным, результаты измерений антропометром КАФА-Лазер характеризовались более высокими средними значениями стан-

дартного отклонения, а для исследователя 1, в отличие от исследователей 2 и 3, наблюдалась противоположная тенденция (табл. 2).

При измерениях антропометром GPM наблюдались, в среднем, более низкие индивидуальные технические ошибки измерений, чем при измерениях антропометром КАФА-Лазер – 0,73 и 0,81 см для исследователя 1, 0,82 и 1,07 см для исследователя 2, и 1,03 и 1,34 см для исследователя 3 (табл. 3). Та же закономерность наблюдалась и для средних значений межиндивидуальной (1,20 и 1,49 см) и суммарной технической ошибки (1,53 и 1,90 см) по объединённым данным. Значения коэффициента надёжности R при измерениях высоты антропометрических точек варьировали в широких пределах, от 0,04-0,06 для верхнеберцовой точки до 0,94-0,95 для верхушечной точки (табл. 3).

**Таблица 3. Технические ошибки измерений и коэффициент надёжности в зависимости от исследователя и типа антропометра для измеренных антропометрических точек**  
**Table 3. Technical error of measurement and coefficient of reliability depending on the measurer and the type of anthropometer for the measured anthropometric points**

	Антропометрические точки								
	Верхушечная	Верхне-грудная	Плечевая	Лучевая	Шиловидная	Пальцевая	Подвздошно-остистая	Лобковая	Верхне-берцовая
<i>Антропометр GPM</i>									
TEM <sub>1</sub>	0,42	0,53	0,51	0,83	0,83	0,86	0,83	1,14	0,62
TEM <sub>2</sub>	0,44	0,67	0,79	0,86	0,84	0,81	0,97	1,22	1,30
TEM <sub>3</sub>	0,59	1,23	0,71	0,95	0,71	0,91	0,73	0,97	2,45
TEM <sub>м</sub>	0,33	1,07	0,82	1,04	0,76	0,64	2,68	1,30	2,12
ΣTEM	0,59	1,38	1,07	1,36	1,10	1,07	2,81	1,71	2,68
R	0,95	0,77	0,83	0,75	0,74	0,62	0,18	0,54	0,04
<i>Антропометр КАФА-Лазер</i>									
TEM <sub>1</sub>	0,44	0,59	0,66	1,01	0,83	1,01	1,01	0,83	0,91
TEM <sub>2</sub>	0,56	1,10	0,74	1,79	1,18	1,07	0,94	0,91	1,37
TEM <sub>3</sub>	0,52	0,62	1,04	1,18	1,69	2,22	1,50	1,33	1,96
TEM <sub>м</sub>	0,47	1,34	1,10	1,49	1,42	0,67	2,13	2,18	2,58
ΣTEM	0,70	1,56	1,38	2,03	1,92	1,68	2,43	2,42	2,97
R	0,94	0,77	0,76	0,62	0,45	0,31	0,37	0,32	0,06

Примечания. TEM<sub>i</sub> – индивидуальная техническая ошибка для i-го исследователя;  
 TEM<sub>м</sub> – межиндивидуальная техническая ошибка;  
 ΣTEM – суммарная техническая ошибка;  
 R – коэффициент надёжности.

Notes. TEM<sub>i</sub> – individual technical error of measurements for the i-th researcher;  
 TEM<sub>м</sub> – inter-individual technical error; ΣTEM – total technical error; R – coefficient of reliability.

### Обсуждение

Отличительной особенностью антропометра КАФА-Лазер является отсутствие вертикального механического ориентира, что является потенциальным источником погрешности измерений. Ввиду этого соответствующее измерение предполагает поиск локального минимума расстояния до пола

при вариации угла наклона устройства вокруг его начального условно вертикального положения. Как следует из таблицы 2, разность значений высоты антропометрических точек над полом при измерениях антропометрами КАФА-Лазер и GPM существенно зависела от квалификации измерителей и была минимальной для более опытного пользователя антропометра КАФА-Лазер (исследователь 1, значимые различия для 2 из 9 точек). Воспроизводимость данных измерений антропометром КАФА-Лазер также зависела от квалификации измерителей: средние значения стандартного отклонения для более опытного пользователя антропометра КАФА-Лазер (исследователь 1) были ниже, чем для исследователей 2 и 3, и соответствовали данным традиционной антропометрии (табл. 2).

В ряде случаев высота антропометрических точек при измерениях антропометром КАФА-Лазер оказалась меньше, чем для антропометра GPM (табл. 2), что указывает на возможность большего отклонения антропометра GPM от вертикальной линии в сравнении с антропометром КАФА-Лазер или на различия положения тела в момент измерений. О качестве антропометрических измерений можно судить по величине технических ошибок измерений и коэффициенту надёжности на основе их сравнения с референсными значениями [Ulijaszek, Kerr, 1999]. При измерениях высоты верхушечной точки (длины тела) средние значения индивидуальной и межиндивидуальной технической ошибки измерений составляют 0,38 см с интервалом изменчивости коэффициента надёжности R от 0,93 до 0,99 [Ulijaszek, Kerr, 1999]. В нашем исследовании при измерениях высоты верхушечной точки антропометрами GPM и КАФА-Лазер коэффициент надёжности составил 0,95 и 0,94 соответственно (табл. 3). Для сравнения, в аналогичном исследовании, посвящённом апробации лазерного дальномера Bosch 250 VF, коэффициент надёжности R был равен 0,99 при минимальных (+0,1 см) различиях разности показаний антропометра GPM и лазерного дальномера (при этом измерялась только длина тела, а все измерения выполнялись одним опытным антропометристом с многолетним стажем, что, в том числе, исключало вклад межиндивидуальной технической ошибки в величину R) [Schrade, Scheffler, 2013]. Нам не удалось найти в доступной литературе соответствующие референсы для других измеренных антропометрических точек. Однако известно, что общим целевым показателем коэффициента надёжности R для

антропометрических измерений считается значение 0,95 и выше, а минимально допустимым – значение порядка 0,7 [Ulijaszek, Kerr, 1999]. Согласно табл. 3, этому условию в нашем исследовании удовлетворяли лишь 5 из 9 антропометрических точек, измеренных антропометром GPM, и 3 из 9 точек, измеренных антропометром КАФА-Лазер, что объясняется различиями уровня подготовки исследователей 1, 2 и 3 в области традиционной антропометрии и начальным периодом освоения устройства КАФА-Лазер: индивидуальные и межиндивидуальные ошибки измерений во многих случаях значительно превышали указанные выше референсные значения.

Требование стандартизации и чёткого соблюдения методики измерений является необходимым условием проведения любого антропометрического обследования [Бунак, 1941; Негашева, 2017; Carter, 2002; Marfell-Jones et al., 2012]. На протяжении последних 30 лет в зарубежных публикациях описание результатов антропометрических исследований принято сопровождать оценкой технических ошибок измерений [Ulijaszek, Kerr, 1999; Marfell-Jones et al., 2012]. На основе расчёта технических ошибок действует международная система аккредитации специалистов в области антропометрии [ISAK, 2024]. В России практика такого рода объективного контроля качества антропометрических исследований отсутствует. Актуально проведение методической работы по оценке должных значений технических ошибок измерений для всего набора признаков, измеряемых при традиционной комплексной антропометрии. Для повышения уровня подготовки молодых специалистов представляется важным включение в программу антропометрических практикумов освоение методики расчёта показателей качества измерений. Актуальной задачей остаётся также необходимость внедрения собственной системы аккредитации специалистов-антропометристов, которая давно назрела в связи с широким использованием антропометрических измерений в разных отраслях медицины и народного хозяйства.

Таким образом, полученные нами результаты сопоставимы с результатами апробации лазерных дальномеров в аналогичных исследованиях [Schrade, Scheffler, 2013] и наглядно иллюстрируют преимущества объективного контроля качества при освоении методики антропометрических измерений. Для уточнения полученных результатов целесообразно проведение повторного эксперимента на большем количестве испытуе-

мых по мере дальнейшего освоения методики измерений лазерными антропометрами.

## Заключение

Результаты апробации антропометра КАФА-Лазер показали возможность получения сопоставимых по точности и воспроизводимости результатов измерений высоты антропометрических точек в сравнении с традиционной антропометрией при должном уровне освоения методики измерений.

## Благодарности

Исследование выполнено в рамках плановой темы АААА-А19-119013090163-2 – «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)» при поддержке ЦКП МГУ «Технологии получения новых наноструктурированных материалов и их комплексное исследование», национального проекта «Наука» и Программы развития МГУ. Работа С.Г. Руднева поддержана Отделением Московского центра фундаментальной и прикладной математики в ИВМ РАН (Соглашение № 075-15-2022-286 с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации).

## Библиография

- Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941. 368 с.  
 Методология трехмерного сканирования для разработки совместимых с международными антропометрических баз данных: национальный стандарт Российской Федерации, ГОСТ Р ИСО 20685–2013. М.: Стандартиформ. 2014. 19 с.  
 Негашева М.А. Основы антропометрии. М.: ЭконИнформ. 2017. 216 с.  
 Хомякова И.А., Балинова Н.В. Проявления полового диморфизма в популяциях Южной Сибири: внутригрупповой анализ // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология, 2018. № 4. С. 23-33. DOI: 10.32521/2074-8132.2018.4.023-033.

## Информация об авторах

- Шипунов Савелий Дмитриевич; ORCID ID: 0000-0003-4951-5454; Shipunov1997@mail.ru;  
 Махалин Аду Васильевич, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0002-9244-2230; fiziologi@mail.ru;  
 Ильченко Мария Анатольевна; ORCID ID: 0009-0003-6678-6456; mariilchenko@yandex.ru;  
 Сипатрова Анастасия Григорьевна; ORCID ID: 0000-0003-3679-1898; sipatrovaana@gmail.com;  
 Година Елена Зиновьевна, проф., д.б.н.; ORCID ID: 0000-0002-0692-420X; egodina@rambler.ru;  
 Руднев Сергей Геннадьевич, доц., к.ф.-м.н.; ORCID ID: 0000-0001-5437-8429; rdnv2019@yandex.ru.

Поступила в редакцию 02.04.2024,  
 принята к публикации 26.04.2024.

Shipunov S.D.<sup>1)</sup>, Makhalin A.V.<sup>2, 3)</sup>, Ilchenko M.A.<sup>1)</sup>, Sipatrova A.G.<sup>4)</sup>,  
Godina E.Z.<sup>1, 2)</sup>, Rudnev S.G.<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> *Russian University of Sport (SCOLIPE),  
Syrenevy Bulvar, 4, Moscow 105122, Russia*

<sup>2)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology,  
Mokhovaya str., 11, Moscow, 125009, Russia*

<sup>3)</sup> *Moscow State University of Sports and Tourism,  
Kirovogradskaya str., 21(1), Moscow, 117519, Russia*

<sup>4)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department of Anthropology,  
Leninskie Gory, 1(12), Moscow, 119234, Russia*

<sup>5)</sup> *Marchuk Institute of Numerical Mathematics, Russian Academy of Sciences,  
Gubkin str., 8, Moscow, 119333, Russia*

## ON THE RESULTS OF TESTING OF KAFA-LASER ANTHROPOMETER

**Introduction.** *In recent years, laser-based rangefinders have been considered as a possible alternative to mechanical anthropometers. One of these instruments is the KAFA-Laser anthropometer (KAFA, Russia). Our aim was to test the accuracy and reproducibility of the KAFA-Laser anthropometer when measuring height of anthropometric points.*

**Materials and methods.** *Using anthropometers GPM (DKSH, Switzerland) and KAFA-Laser, paired measurements of the height of 9 anthropometric points were carried out on 10 males aged 18-47 years. The measurements were performed by 3 researchers having different experience, 3 times in succession. The accuracy of measurements with the KAFA-Laser instrument was assessed by comparison with the GPM data. Inter-group differences were assessed using Wilcoxon signed rank test. Technical measurement errors and reliability coefficients were assessed.*

**Results and discussion.** *The difference in the height of anthropometric points when measured with the KAFA-Laser and GPM anthropometers significantly depended on the qualification of the measurers and was minimal (+0.0-0.5 cm) for researcher 1, a more experienced user of the KAFA-Laser anthropometer (absence of significant differences for 7 out of 9 points). The mean standard deviations for researcher 1 were lower than those for researchers 2 and 3 and were consistent with traditional anthropometry. Measurements with the GPM anthropometer showed lower individual, inter-individual, and total technical errors. Measurements of the vertex point were characterized by low values of technical measurement errors and high coefficients of reliability (0.94 and 0.95, respectively), and for the remaining points varied widely, which indicates the relevance of implementing objective quality control of anthropometric measurements.*

**Conclusion.** *The results of testing KAFA-Laser anthropometer suggest the possibility of obtaining comparable results of measurements of the height of anthropometric points in terms of accuracy and reproducibility to that of the conventional anthropometry with the proper level of mastery of the measurement techniques.*

**Keywords:** biological anthropology; anthropometry; Martin-type anthropometer; laser-based rangefinder; comparison of methods

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-3-4

## References

- Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).
- Metodologiya trekhmernogo skanirovaniya dlya razrabotki sovmestimyh s mezhdunarodnymi antropometricheskimi baz dannyh: nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii, GOST R ISO 20685–2013* [3D scanning methodology for developing internationally compatible anthropometric databases: national standard of the Russian Federation, GOST R ISO 20685–2013]. Moscow, Standartinform, 2014, 19 p. (In Russ.).
- Negasheva M.A. *Osnovy antropometrii* [Anthropometry basics]. Moscow, Ekon-Inform Publ., 2017, 216 p. (In Russ.).
- Khomyakova I.A., Balinova N.V. Proyavleniya polovogo dimorfizma v populyaciyah YUzhnoj Sibiri: vnutrigrupповой анализ [Sexual dimorphism in populations of Southern Siberia: inter-group analysis]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2018, 4, pp. 23-33. (In Russ.). DOI: 10.32521/2074-8132.2018.4.023-033.
- Carter J.E.L. *The Heath-Carter anthropometric somatotype: instruction manual*. 2002. Available at: <https://phentermineclinics.net/wp-content/uploads/2023/09/Heath-CarterManual.pdf>. Accessed 15.03.2024.
- Fukuda D.H., Wray M.E., Kendall K.E., Smith-Ryan A.E., Stout J.R. Validity of near-infrared interactance (FUTREX 6100/XL) for estimating body fat percentage in elite rowers. *Clin. Physiol. Funct. Imaging*, 2017, 37 (4), pp. 456-458. DOI: 10.1111/cpf.12328.
- ISAK. *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry*. 2024. Available at: <https://www.isak.global>. Accessed 19.03.2024.
- Legaz A., Eston R. Changes in performance, skinfold thicknesses, and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runners. *Br. J. Sports Med.*, 2005, 39 (11), pp. 851-856. DOI: 10.1136/bjism.2005.018960.
- Marfell-Jones M.J., Stewart A.D., De Ridder J.H. *International standards for anthropometric assessment*. Wellington, International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2012. 131 p.
- Schrade L., Scheffler C. Assessing the applicability of the digital laser rangefinder GLM professional Bosch 250 VF for anthropometric field studies. *Anthropol. Anz.*, 2013, 70 (2), pp. 137-145. DOI: 10.1127/0003-5548/2013/0223.
- Singh Y.M., Chaurasia A., Kang S.S. Anthropometric characteristics and somatotype of elite Indian boxers. *Int. J. Kinanthropometry*, 2023, 3 (1), pp. 124-130. DOI: 10.34256/ijk23114.
- Sørensen G.V.B., Riis J., Danielsen M.B., Ryg J., Masud T., Andersen S., Jørgensen M.G. Reliability and agreement of a novel portable laser height metre. *PLoS One*, 2020, 15 (4), e0231449. DOI: 10.1371/journal.pone.0231449.
- Ulijaszek S.J., Kerr D.A. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *Br. J. Nutr.*, 1999, 82 (3), pp. 165-177. DOI: 10.1017/S0007114599001348.
- Wagner D.R., Cain D.L., Clark N.W. Validity and reliability of A-mode ultrasound for body composition assessment of NCAA division I athletes. *PLoS One*, 2016, 11 (4), e0153146. DOI: 10.1371/journal.pone.0153146.

## Information about the authors

Shipunov S.D.; ORCID ID: 0000-0003-4951-5454;  
Shipunov1997@mail.ru;

Makhalin A.V., PhD; ORCID ID: 0000-0002-9244-2230;  
fiziologi@mail.ru

Ilchenko M.A.; ORCID ID: 0009-0003-6678-6456;  
mariilchenko@yandex.ru;

Sipatrova A.G.; ORCID ID: 0000-0003-3679-1898;  
sipatrovaana@gmail.com;

Godina E.Z., professor, PhD, DSc.; ORCID ID: 0000-0002-0692-420X; egodina@rambler.ru;

Rudnev S.G., associate professor, PhD; ORCID ID: 0000-0001-5437-8429; rdnv2019@yandex.ru.

© 2024. This work is licensed under a CC BY 4.0 license