

полов выявлены морфотипы с разным профилем устойчивости к гипоксическим тренировкам, что позволяет с научных позиций подойти к профориентации уже на первых курсах обучения в военном вузе. Практические исследования динамики показателей физического развития абитуриентов и курсантов Военно-медицинской академии с применением корреляционного, факторного [4], дисперсионного и кластерного анализа [2] выявили половые особенности антропометрических показателей при адаптации к обучению, половые особенности динамики жирового и мышечного компонента, нарастание полового диморфизма, половые особенности силовых и функциональных показателей сердечно-сосудистой системы.

Авторами выполнена масштабная работа по набору материала, объектами которого стали 2150 курсантов, студентов и абитуриентов Военно-медицинской академии. Научная продукция исследователей кафедры представлена в ведущих отечественных медицинских и медико-биологических журналах.

Список литературы

1. Гайворонский И.В., Семенов А.А., Криштоп В.В. Сравнительная характеристика индекса массы тела лиц молодого возраста в различных регионах России // Морфология. – 2022. – Т. 160. – № 2. – С. 101–110.

2. Семенов А.А., Гайворонский И.В., Криштоп В.В. Кластерный анализ как интегратор разных методик оценки физического развития практически здоровых лиц юношеского возраста // Астраханский медицинский журнал. – 2023. – Т. 18. – № 1. – С. 72–80.

3. Haugen H.F., Melanson E.L., Tran Z.V. [et al.]. Variability of measured resting metabolic rate // Am. J. Clin. Nutr. – 2003. – Т. 78. – №. 6. – P. 1141–1145.

Gaivoronskiy I.V., Semenov A.A., Krishtop V.V. Correlation-based comparative gender characteristics of physical development in applicants of a military university // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2022. – Vol. 11. – №3. – P. 16–22.

Семенов А.А.^{1,2}, Богданова Н.А.²

¹Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, ²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Semenov A.A.^{1,2}, Bogdanova N.A.²

¹Military Medical Academy named after S.M. Kirov, ²St. Petersburg State University, St. Petersburg

**ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ
ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В АНТРОПОМЕТРИИ**

**THE POSSIBILITIES OF THREE-DIMENSIONAL SCANNING
TECHNOLOGY IN ANTHROPOMETRY**

АННОТАЦИЯ. Разработка автоматизированных методов оценки морфологических параметров тела является одним из перспективных направлений развития современной антропометрии. Использование компьютерных технологий трехмерного сканирования является безопасным для исследуемого методом, сокращает физический контакт пациента и исследователя и позволяет в незначительный срок обследовать большое количество лиц. Технология основана на создании объемного изображения, в котором каждой точке тела человека соответствует определенная точка в пространстве. Автоматизация процесса получения антропометрических данных с помощью трехмерного сканирования позволяет повысить скорость и точность измерений и расширить возможности исследований в антропометрии и соматотипировании.

Ключевые слова: антропометрия, компьютерное сканирование, трехмерная модель.

ANNOTATION. The development of automated methods for assessing the morphological parameters of the body is one of the promising directions in the development of modern anthropometry. The use of three-dimensional computer scanning technologies is safe for the method being studied, reduces physical contact between the patient and the researcher and allows for the examination of a large number of people in a short period of time. The technology is based on creating a three-dimensional image in which each point of the human body corresponds to a specific point in space. Automation of the process of obtaining anthropometric data using three-dimensional scanning allows you to increase the speed and accuracy of measurements and expand the possibilities of research in anthropometry and somatotyping.

Key words: anthropometry, computer scanning, three-dimensional model.

Актуальность. Трехмерное сканирование тела человека является перспективным направлением, применяющимся во многих областях медицины [1]. Разработка методов автоматизированной оценки морфологических параметров тела является одним из ведущих направлений развития антропометрии. Автоматизация процесса сбора антропометрических данных позволяет увеличить скорость и точность измерений, подробно учитывать сложную архитектуру тела человека, не ограничиваясь комбинациями отдельных измерений [2].

Цель работы. Оценить возможности трехмерного сканирования тела человека как метода антропометрического исследования.

Материалы и методы. Проанализирована современная литература, посвященная трехмерному сканированию, компьютерному моделированию и возможностям использования данных технологий в антропометрии.

Результаты и их обсуждение. Антропометрия и соматотипирование являются основой исследований в медицинской антропологии, спорте и реабилитационной медицине, применяются в различных отраслях промышленности [1]. Морфологические показатели являются индикатором физического развития отдельного индивида и отражают состояние здоровья группы исследуемых. Антропометрические измерения проводятся по определенным точкам, на основе собранных данных рассчитываются индексы и определяется соматотип. Традиционные методики имеют ряд технических ограничений, среди которых необходимость калибровки оборудования, низкая скорость сбора данных, отсутствие стандартизации подходов к исследованию. Результаты измерений в высокой степени зависят от навыков и техники исследователя.

На сегодняшний день не прекращается поиск новых методов антропометрического исследования различных гендерных и возрастных групп, позволяющих получить данные о морфологических особенностях больших выборок. Использование компьютерного сканирования является безопасным методом, сокращает физический контакт пациента и исследователя и позволяет в незначительный срок обследовать большое количество лиц [3, 4]. Исследования показывают, что технологии трехмерного сканирования позволяют одновременно регистрировать более 100 параметров, погрешность которых вдвое ниже, чем в измерениях, проведенных вручную [1]. Получаемая после проведения сканирования виртуальная база антропометрических данных дает возможность хранения, обработки, анализа и визуализации информации. Результаты могут использоваться для сравнения выборок и отслеживания динамики изменения параметров. В последующем это позволит формировать высокоточные стандарты, учитывающие особенности телосложения исследуемых лиц.

Технология 3D-сканирования основана на создании объемного изображения, в котором каждой точке тела человека соответствует определенная точка в пространстве. При работе на аппарате исследуемый заходит на специальную платформу и неподвижно стоит в течение сканирования, занимающим 90 секунд (рис. 1). При сканировании источник света непрерывно посылает лучи на объект, они отражаются от поверхности и регистрируются приемником. Затем по нескольким углам отклонения вернувшихся лучей, измеренных для каждой точки поверхности, вычисляется расположения этой точки в пространстве. На основе множества точек составляется целостная объемная модель поверхности тела.

На сегодняшний день в России идет активное внедрение трехмерного сканирования в медицину и промышленность, ежегодно проводятся выставки, представляющие современные модели сканеров. Основанная в 2007 году, компания Texel работает над созданием установки для 3D-сканирования и ведет разработку программного обеспечения с полной автоматизацией получения и обработки объемных моделей тела человека [5].

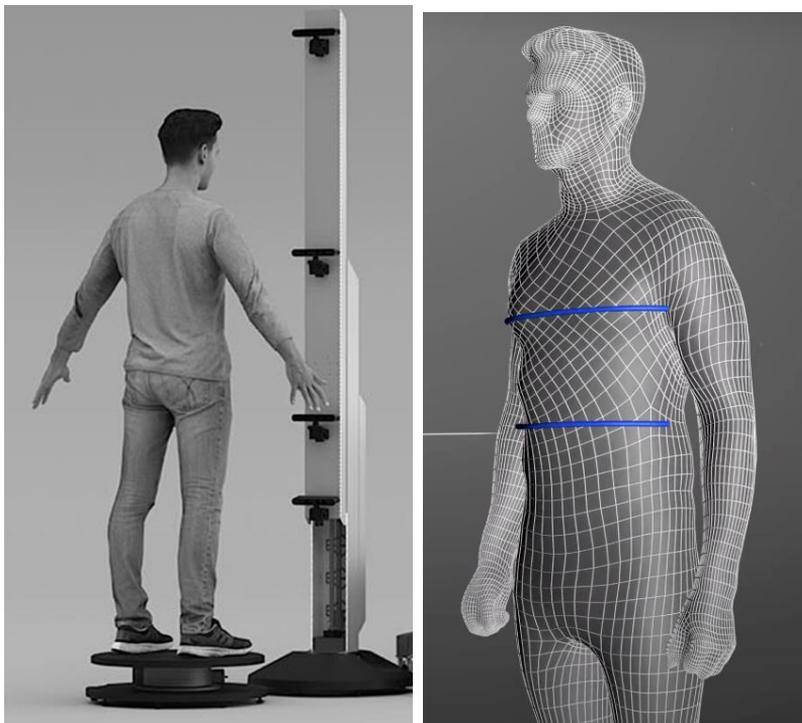


Рис. 1. Сканирование человека на программно-аппаратном комплексе для видеосъемки и автоматического построения трехмерных моделей TexelPortalMX, Texel(c), Москва [5].

Анализ трехмерного изображения поверхности человеческого тела, так называемая геометрическая морфометрия, позволяет получить детализированную информацию о форме тела человека. В настоящее время проводятся исследования по изучению архитектоники поверхности тела и выявлению зависимо-

стей между размерами и формой тела. Thelwell с соавт. (2020) была обследована выборка из 4405 мужчин, выявлены масштабно-инвариантные морфологические особенности, характеризующие отклонения в форме туловища. Измерения, проведенные на основе трехмерного сканирования, выявили 84,4 % вариаций индивидуальных особенностей формы тела, отражающих дополнительную информацию о распределении жира в организме и связанных с этим рисках для здоровья. Данные методы находят применение в клинической практике и, по мнению авторов, позволяют на ранних этапах и с большой точностью регистрировать задержку роста у детей и начальные стадии ожирения [2].

Заключение. Таким образом, на основе проанализированной литературы можно сказать, что применение трехмерной визуализации позволяет расширить возможности современного антропометрического исследования.

Список литературы

1. 3D Body Scanning and Processing Technologies // Мат. 13-й междунар. конф. И выст. «3DBODY.TECH 2022». – Швейцария, 2022. URL: <https://www.3dbody.tech/cap/papers2022.html>.

2. Thelwell M., Bullas A., Kuhnapfel A. [et all.] Allometry Between Measures of Body Size and Shape in a Large Population-Based Cohort // Мат. 11-й междунар. онлайн-конф. International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies. – 2020. – DOI: 10.15221/20.10.

3. Bonilla D.A. Artificial Intelligence Applications in Digital Anthropometry // OBM Integrative and Complementary Medicine. – 2022. – Vol. 7. – № 4. – P. 1–4.

4. Mocini E., Cammarota C., Frigerio F., [et. all.]. Digital Anthropometry: A Systematic Review on Precision, Reliability and Accuracy of Most Popular Existing Technologies // Nutrients. – 2023. – Vol. 15. – № 2. – С. 302.

5. Электронный ресурс «Texel». – URL: <https://texel.graphics/ru/>.

Соболева М.Ю.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж

Soboleva M.YU.

Voronezh State Medical University named N.N. Burdenko, Voronezh

УДК 616.001.4-002

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВНЕКЛЕТОЧНОГО
МАТРИКСА В ЗОНЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ**

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE EXTRACELLULAR
MATRIX IN THE ZONE OF THERMAL DAMAGE**