

*В.А. Багинский*

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОСТНОГО ВОЗРАСТА

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Беларусь*

*В статье представлен анализ эффективности применения программного веб-приложения для определения костного возраста методом Таннера–Уайтхауза TWIII (RUS) и приложения «BoneAgeAnalyzer» для оценки костного возраста в сравнении с использованием традиционного метода Грейлиха–Пайла. Полученные результаты демонстрируют сопоставимые показатели точности определения костного возраста при использовании приложений и традиционного метода. Достоинства применения веб-приложения для определения костного возраста методом Таннера–Уайтхауза TWIII (RUS) заключаются в предоставлении возможности врачам применять в рутинной клинической практике более объективный, точный количественный метод оценки костного возраста.*

*Преимуществом использования приложения «BoneAgeAnalyzer» является существенное уменьшение времени определения костного возраста, а также абсолютная воспроизводимость результатов анализа конкретной рентгенограммы при повторных исследованиях, что позволяет устранить фактор субъективизма, наблюдаемый при любом ручном методе анализа рентгенограмм.*

***Ключевые слова:** костный возраст, цифровые технологии в медицине, анализ изображений, искусственный интеллект.*

*V.A. Baginskiy*

## USE OF DIGITAL TECHNOLOGY TO IMPROVE BONE AGE ASSESSMENT METHODS

*The article presents an analysis of the effectiveness of the application of the web-based software application for bone age determination by the Tanner-Whitehouse TWIII method (RUS) and the BoneAgeAnalyzer"application for bone age estimation in comparison with the use of the traditional Greulich-Pyle method. The results demonstrate comparable accuracy of bone age estimation using the applications and the traditional method. The advantages of using the web application for bone age determination by the Tanner-Whitehouse TWIII method (RUS) are in providing physicians with an opportunity to use a more objective, accurate quantitative method of bone age estimation in routine clinical practice.*

*The advantage of using the BoneAgeAnalyzer"application is a significant reduction in the time required to determine bone age, as well as the absolute reproducibility of the results of analyzing a particular radiograph during repeated examinations, which eliminates the subjectivity factor observed in any manual method of analyzing radiographs.*

***Keywords:** bone age, digital technologies in medicine, image analysis, artificial intelligence.*

**Актуальность.** Основной недостаток всех традиционных методов определения костного возраста заключается в том, что анализ рентгенограмм

производится вручную врачом рентгенологом или эндокринологом. В результате заключение зачастую носит субъективный характер, точность оценки зависит от опыта и квалификации конкретного специалиста [1, 2].

В настоящее время все большее применение в клинической практике находят автоматические компьютер-ассистированные диагностические системы позволяющие повысить точность оценки костного возраста, уменьшить уровень субъективизма при вынесении заключения, ускорить процесс анализа рентгенограмм [3, 4, 5].

В клинической практике оценка костного возраста производится на основе анализа рентгеноанатомических показателей костей на рентгенограммах кисти и лучезапястного сустава.

Для определения костного возраста используются разные методы, которые отличаются степенью точности, сложностью освоения, трудоемкостью процесса анализа рентгенограмм.

Для наиболее точных методов характерна наибольшая сложность и трудоемкость в связи с необходимостью анализа рентгеноанатомических особенностей большого количества костей кисти и дистального отдела предплечья.

Существуют две группы программных приложений для определения костного возраста:

1. Приложения, облегчающие и упрощающие применение сложных ручных методов врачом.
2. Приложения позволяющие определять костный возраст в автоматическом режиме без участия врача.

**Цель исследования.** Оценить точность оценки костного возраста и эффективность применения программного веб-приложения для определения костного возраста методом Таннера–Уайтхауза TWIII (RUS), автоматического приложения «BoneAgeAnalyzer» в сравнении с традиционным методом Грейлиха-Пайла.

**Материал и методы исследования.** Рентгенограммы кисти и лучезапястного сустава в прямой проекции 500 пациентов ГКЦТиО УЗ «6 городская клиническая больница» с травматологической патологией в возрасте от 2 до 16 лет (250 пациентов мужского пола, 250 пациентов женского пола).

Костный возраст пациентов оценивался с применением атласа Грейлиха-Пайла, веб-приложения для определения костного возраста методом Таннера–Уайтхауза TWIII (RUS), приложения «BoneAgeAnalyzer».

Программное веб-приложение для определения костного возраста с помощью метода Таннера–Уайтхауза (TWIII) предоставляет возможность визуализировать на мониторе компьютера рентгенограмму исследуемого пациента, сравнивать интересующие области рентгенограммы с описаниями и снимками отдельных костей согласно соответствующей модификации метода Таннера–Уайтхауза, определять стадии окостенения костей, отображать количественную оценку зрелости отдельных костей и суммарный показатель

скелетной зрелости, рассчитывать костный возраст на основании введенных данных о стадии окостенения анализируемых костей.

Программное приложение «BoneAgeAnalyzer» предназначено для определения костного возраста по рентгенограмме кисти в автоматическом режиме. Алгоритм «BoneAgeAnalyzer» основан на использовании принципов искусственного интеллекта, реализованном с помощью компьютерных нейронных сетей.

Приложение производит анализ формы и размеров центров окостенения, определяет костный возраст, прогнозируемый конечный рост пациента, а также сигнализирует о клинически значимых отклонениях костного возраста от хронологического.

Получаемый при этом результат подкрепляется картой активации, представляющей собой изображение кисти и дистального отдела предплечья, на котором выделяются различными цветовыми оттенками области, оказавшие наибольшее влияние на вычисление показателя костного возраста.

На рисунке 1 показан внешний вид пользовательского интерфейса приложения для определения костного возраста методом Таннера–Уайтхауза TWIII (RUS) и «BoneAgeAnalyzer».

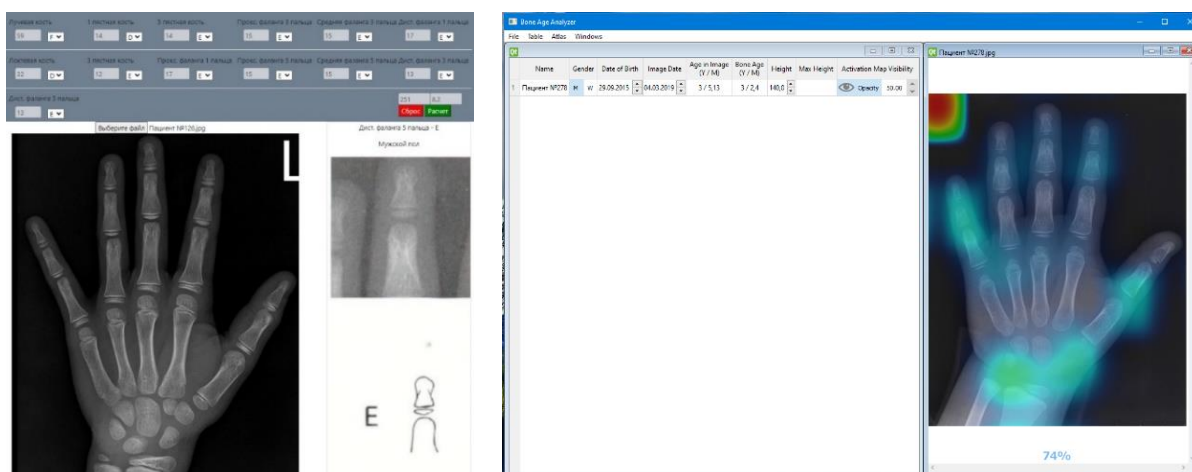


Рис.1. Фрагменты пользовательского интерфейса веб-приложения для определения костного возраста методом Таннера–Уайтхауза TWIII (RUS) и «BoneAgeAnalyzer»

**Результаты и обсуждение.** В таблице 1 и 2 приведены показатели точности определения костного возраста, полученные при использовании атласа Грейлиха-Пайла и программных приложений.

Таблица 1.

Разность между костным и хронологическим возрастом у пациентов мужского пола

	Метод Грейлиха – Пайла	Веб- приложение ТWIII (RUS)	BoneAgeAnalyzer
Разность между костным и хронологическим возрастом, лет, $m \pm \sigma$ , [95% ДИ]	-0,1 $\pm$ 1 [-0,3; 0,1]	0 $\pm$ 0,5 [-0,1; 0,1]	0,3 $\pm$ 0,9 [0,1; 0,4]
Размах разности между костным и хронологическим возрастом, лет	-2,8/2,5	-1,4/1,6	-2,4/3,2
t-критерий Стьюдента, p	0,8	0,4	0,6
Время анализа рентгенограммы, с, m	90	90	1

Таблица 2.

Разность между костным и хронологическим возрастом у пациентов женского пола

	Метод Грейлиха– Пайла	Веб- приложение ТWIII (RUS)	BoneAgeAnalyzer
Разность между костным и хронологическим возрастом, лет, $m \pm \sigma$ , [95% ДИ]	-0,1 $\pm$ 1 [0; 0,3]	0,2 $\pm$ 0,6 [0,1; 0,3]	0,3 $\pm$ 0,9 [0,2; 0,4]
Размах разности между костным и хронологическим возрастом, лет	-2,9/2,9	-1,7/1,8	-2,4/2,9
t-критерий Стьюдента, p	0,7	0,3	0,5
Время анализа рентгенограммы, с, m	90	90	1

Показатели костного возраста, рассчитанные с помощью программных приложений, сопоставимы с показателями, полученными при использовании традиционного метода Грейлиха–Пайла.

Наибольшая точность оценки костного возраста выявлена при использовании программного веб-приложения для определения костного возраста методом Таннера–Уайтхауза ТWIII (RUS). Время анализа рентгенограммы при применении данного приложения соответствует времени использования атласа Грейлиха-Пайла (90 с).

Точность определения костного возраста при использовании программного приложения «BoneAgeAnalyzer» сопоставима с точностью, наблюдаемой при применении атласа Грейлиха-Пайла. Однако, автоматизированное приложение позволяет осуществлять анализ рентгенограммы всего за одну секунду, что существенно быстрее при сравнении с ручными методами.

Важным достоинством приложения «BoneAgeAnalyzer» является 100% воспроизводимость результатов исследования при многократном анализе одной и той же рентгенограммы. Данная особенность приложения особенно значима при мониторинге рентгенограмм пациента в течение длительного времени, поскольку позволяет объективизировать даже минимальные изменения стадии оссификации костей кисти и дистального отдела предплечья.

### **Заключение.**

1. Точность определения костного возраста с применением программных приложений сопоставима с точностью наиболее часто используемого в клинической практике метода Грейлиха-Пайла.

2. Применение программных приложений упрощает процесс оценки костного возраста и позволяет уменьшить время анализа рентгенограммы.

3. Простота и эффективность применения программного веб-приложения позволяет специалистам применять в рутинной клинической практике более объективный, точный и современный метод оценки костного возраста, такой как метод Таннера–Уайтхауза TWIII (RUS), при этом врач тратит на анализ рентгенограммы такое же время, как при использовании простого и менее точного метода Грейлиха–Пайла.

4. Преимущество применения программного приложения «BoneAgeAnalyzer» заключается в абсолютной воспроизводимости результатов анализа конкретной рентгенограммы при повторных исследованиях, что позволяет устранить фактор субъективизма, наблюдаемый при исследовании снимков специалистами разной квалификации.

### **Литература**

1. De Sanctis, V. et al. Hand X-ray in pediatric endocrinology: Skeletal age assessment and beyond //Indian journal of endocrinology and metabolism. – 2014. – Т. 18. – №. Suppl 1. – С. S63.

2. Serinelli, S. et al. Accuracy of three age determination X-ray methods on the left hand-wrist: a systematic review and meta-analysis //Legal medicine. – 2011. – Т. 13. – №. 3. – С. 120-133.

3. Yildiz, M. et al. Implementation and statistical evaluation of a web-based software for bone age assessment //Journal of medical systems. – 2011. – Т. 35. – С. 1485-1489.

4. Dallora, A. L. et al. Bone age assessment with various machine learning techniques: A systematic literature review and meta-analysis //PloS one. – 2019. – Т. 14. – №. 7. – С. e0220242.

5. Косик, И. И. и др. Определение костного возраста с использованием искусственного интеллекта //БГМУ в авангарде медицинской науки и практики: рецензируемый ежегодный сборник научных трудов. Минск: Белорусский государственный медицинский университет – 2020. – С. 154-165.

*В.А. Багинский, С.Д. Денисов*

## **ДИНАМИКА ОССИФИКАЦИИ ПЯСТНЫХ КОСТЕЙ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Беларусь*

*В статье представлены результаты исследования сроков и порядка оссификации пястных костей у современного поколения детей и подростков Республики Беларусь. Получены данные о возрастных особенностях формирования пястных костей, установлены сроки образования и синостозирования центров окостенения эпифизов пястных костей. Подтвержден феномен полового диморфизма, определены количественные показатели, характеризующие половые различия сроков оссификации пястных костей. Выявлена высокая вариабельность возраста образования и синостозирования центров окостенения пястных костей у разных пациентов, что следует учитывать при определении костного возраста в клинической практике.*

**Ключевые слова:** *кости кисти, костный возраст, созревание скелета, пястные кости.*

*V.A. Baginskiy, S.D. Denisov*

## **DYNAMICS OF OSSIFICATION OF METACARPAL BONES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*The article presents the results of the study of the timing and order of ossification of metacarpal bones in the modern generation of children and adolescents of the Republic of Belarus. Obtained data on the age specifics of metacarpal bone formation, established the timing of formation and synostosis of ossification centers of metacarpal epiphyses. Phenomenon of sexual dimorphism has been confirmed, quantitative values characterizing sex differences in the timing of ossification of metacarpal bones have been determined. High variability of the age of formation and synostosis of metacarpal ossification centers in different patients has been revealed, which should be taken into account while determining the bone age in clinical practice.*

**Keywords:** *hand bones, bone age, skeletal maturation, metacarpal bones.*

**Актуальность.** Знание особенностей процесса оссификации костей кисти играет ключевую роль для оценки костного возраста. Определение костного возраста применяется в клинической практике при диагностике и лечении эндокринных заболеваний, низкорослости, нарушений полового созревания [1, 2].

Костный возраст определяется по рентгенограмме кисти и лучезапястного сустава. Оценка костного возраста производится посредством анализа возрастных рентгеноанатомических особенностей костей кисти и дистального отдела предплечья.

Одним из ключевых индикаторов костного возраста являются пястные кости. Знание возрастных рентгеноанатомических характеристик пястных костей играет существенную роль для точного определения костного возраста

[3]. Динамика процесса окостенения костей имеет характерные различия в разных этнических группах, поэтому установление возрастных закономерностей оксификации костей кисти целевой популяции необходимо для выбора наиболее эффективных методов определения костного возраста [4].

В литературе отсутствуют данные о сроках окостенения костей кисти у современного поколения детей и подростков Республики Беларусь.

**Цель исследования.** Определить сроки и динамику оксификации пястных костей у детей и подростков Республики Беларусь на современном этапе с учетом пола и возраста.

**Материал и методы исследования.** Произведен анализ рентгенограмм кисти и лучезапястного сустава в прямой проекции 2155 пациентов Городского клинического центра травматологии и ортопедии УЗ «6 городская клиническая больница» с травматологической патологией в возрасте от 0,3 до 19 лет (1054 пациента мужского пола, 1101 пациент женского пола).

Анализ рентгенограмм производился с использованием метода Таннера-Уайтхауза. Образование центра окостенения в области эпифиза соответствовало стадии В, синостозирование центров окостенения определялось, как стадия I согласно классификации Таннера-Уайтхауза [5].

**Результаты и обсуждение.** В таблице 1 представлены данные о сроках образования центров окостенения эпифизов пястных костей.

У пациентов обоих полов выявлен схожий порядок процесса оксификации пястных костей: первыми появляются ядра окостенения дистальных эпифизов 2 и 3 пястных костей, спустя незначительное время выявляются ядра окостенения дистальных эпифизов 4 и 5 пястных костей, после чего образуется ядро окостенения в области проксимального эпифиза 1 пястной кости.

Сроки оксификации 2-5 пястных костей практически совпадают. Средний возраст образования центров окостенения эпифизов 2-5 пястных костей составляет  $2 \pm 0,3$  г у пациентов мужского пола,  $1,4 \pm 0,1$  г у пациентов женского пола. Центр окостенения эпифиза 1 пястной кости образуется в возрасте  $3,3 \pm 0,9$  г у пациентов мужского пола,  $1,7 \pm 0,4$  г у пациентов женского пола.

Таблица 1.  
Возраст образования центров окостенения эпифизов пястных костей (лет)

Кость	m±σ		min/max	
	Мужской пол	Женский пол	Мужской пол	Женский пол
1 пястная	3,3±0,9	1,7±0,4	1,8/4,6	1,2/3,2
2 пястная	1,7±0,4	1,3±0,2	0,9/2,4	0,9/1,5
3 пястная	1,8±0,4	1,3±0,1	0,9/2,5	1,1/1,5
4 пястная	2,1±0,6	1,4±0,2	1,1/3,9	1/1,9
5 пястная	2,3±0,6	1,4±0,3	1,1/3,9	1/1,9

Примечание: m — среднее арифметическое значение; σ — среднеквадратическое отклонение; min/max — минимальное/максимальное значение.

В таблице 2 представлены данные о сроках синостозирования центров окостенения пястных костей.

Таблица 2.

Возраст синостозирования центров окостенения пястных костей (лет)

Кость	m±σ		min	
	Мужской пол	Женский пол	Мужской пол	Женский пол
1 пястная	17,1±1,1	16,1±1,7	13,8	12,5
2 пястная	17,1±1,1	16,3±1,6	14,2	12,7
3 пястная	17,1±1,1	16,3±1,6	14,2	12,7
4 пястная	17,1±1,2	16,2±1,6	13,9	12,6
5 пястная	17,1±1,1	16,2±1,6	13,9	12,5

Примечание: m — среднее арифметическое значение; σ — среднеквадратическое отклонение; min — минимальное значение.

Синостозирование центров окостенения всех пястных костей происходит практически одновременно. Завершение процесса оссификации пястных костей выявлено у 100% пациентов мужского пола в возрасте 18–18,9 лет, женского пола в возрасте 16–16,9 лет.

#### **Закключение.**

1. Установлены сроки и порядок оссификации пястных костей у современного поколения детей и подростков Республики Беларусь.
2. Выявлена высокая вариабельность возраста образования и синостозирования центров окостенения пястных костей у разных пациентов.
3. Подтвержден феномен полового диморфизма: у пациентов женского пола наблюдается более раннее формирование и синостозирование центров окостенения пястных костей по сравнению с пациентами мужского пола. Определены количественные показатели, характеризующие половые различия сроков оссификации пястных костей.

#### **Литература**

1. Martin, D. D. et al. The use of bone age in clinical practice—part 1 //Hormone research in paediatrics. – 2011. – Т. 76. – №. 1. – С. 1-9.
2. Martin, D. D. et al. The use of bone age in clinical practice—part 2 //Hormone research in paediatrics. – 2011. – Т. 76. – №. 1. – С. 10-16.
3. De Sanctis V. et al. Hand X-ray in pediatric endocrinology: Skeletal age assessment and beyond //Indian journal of endocrinology and metabolism. – 2014. – Т. 18. – №. Suppl 1. – С. S63.
4. Mansourvar, M., Ismail M. A., Raj R. G., Kareem S. A., Aik S., Gunalan R., Antony C. D. (2014) The applicability of Greulich and Pyle atlas to assess skeletal age for four ethnic groups. Journal of forensic and legal medicine, no 22, pp. 26-29.
5. Tanner, J. M., Healy J. R., Cameron N., Goldstein H. (2001) Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method). London: W. B. Saunders.



*К.С. Балахонова, Д.Н. Бусарин, А.Д. Ильина, Д.А. Старчик*

## **ЗАВИСИМОСТЬ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН ПЕРВОГО ПЕРИОДА ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА РАЗНЫХ СОМАТОТИПОВ**

*ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия*

*В процессе работы выполнено измерение длинотных и широтных значений нижних конечностей у мужчин и женщин первого периода зрелого возраста. Проводилось определение толщины кожно-жировых складок с помощью калипера на определенных участках нижней конечности. Полученные результаты были проанализированы и выявлены закономерности между изучаемыми параметрами и типом конституции.*

**Ключевые слова:** *Антропометрия, гиперстеник, нормостеник, астеник.*

*K.S. Balakhonova, D.N. Busarin, A.D. Ilyina, D.A. Starchik*

## **DEPENDENCE OF ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF THE LOWER LIMB IN MEN AND WOMEN OF THE FIRST PERIOD OF ADULTHOOD OF DIFFERENT SOMATOTYPES**

*In the course of the work, the measurement of the length and latitude values of the lower extremities was performed in men and women of the first period of adulthood. The thickness of the skin-fat folds was determined using a caliper in certain areas of the lower limb. The obtained results were analyzed and patterns between the studied parameters and the type of constitution were revealed.*

**Keywords:** *Anthropometry, hypersthenic, normosthenic, asthenic.*

**Актуальность:** Антропометрические исследования, на основании которых можно связать внутренние особенности строения и функции организма с внешними параметрами человека, всё шире входят в практическую часть медицины. Результаты, полученные при антропометрии здорового человека, могут использоваться для сравнения при изучении клиницистами нарушений развития и формирования «патотипов» [1]. Измерение толщины кожно-жировых складок (КЖС) на определённых участках тела используется для характеристики подкожного жирового отложения, оценки типа телосложения и состава тела [4].

**Цель.** Измерить антропометрические параметры нижней конечности у мужчин и женщин разных соматотипов. Сравнить полученные результаты.

**Материалы и методы исследования.** Проведено комплексное антропометрическое исследование по методике В.В. Бунака среди 100 мужчин и 109 женщин первого периода зрелого возраста. Тип телосложения по классификации М.В. Черноруцкого соответствует значениям индекса Пинье, определяющийся по формуле:  $ИП=L-(P+T)$ , где L – длина тела (см); P- масса тела (кг); T – окружность грудной клетки. Значения выше 30 указывают на астенический тип конституции, 10-30 – на нормостенический, менее 10 – на

гиперстенический соматотип [1, 2, 3]. Для измерений толщины кожно-жировых складок был применён метод калиперометрии. Проведен анализ полученных результатов среди мужчин, женщин, а также сравнение конституциональных групп между собой.

**Результаты и обсуждения.** В ходе сравнения количества разных соматотипов у мужчин и женщин зрелого возраста при использовании соматотипирования по методике Черноруцкого: большинство исследуемых относились к нормостеническому типу (мужчины — 51%, женщины — 45,87%); количество астеников преобладало у женщин — 33,03% против 8,0% у мужчин; гиперстеническое телосложение, наоборот, преобладало у мужчин — 41,0%, тогда как у женщин оно составило 21,1% [1].

В ходе измерений были получены данные, которые указывают на среднюю толщину КЖС на нижней конечности. У гиперстеников выявлены самые высокие средние результаты: у мужчин толщина КЖС на правом бедре — 18,1 ( $\pm 6,8$ ) мм, у женщин также на правом бедре — 14,6 ( $\pm 5,8$ ) мм. Наименьшие значения среди мужчин выявлены у астеников — толщина КЖС на правой голени 6,6 ( $\pm 1,95$ ) мм, а среди женщин наименьшие результаты были определены у нормостеников — толщина КЖС на правой голени 8,3 ( $\pm 3,5$ ) мм. Средние результаты наблюдались у мужчин нормостеников и у женщин астеников. Среди мужчин: максимальная средняя толщина КЖС выявлена на правом бедре — 11,3 ( $\pm 4,4$ ) мм, минимальная средняя — на правой голени 8,7 ( $\pm 3,6$ ) мм. Среди женщин: максимальная средняя толщина КЖС выявлена на правом бедре — 12,3 ( $\pm 4,6$ ) мм, минимальная средняя — на правой голени 8,8 ( $\pm 4,5$ ) мм.

В ходе изучения локализации максимальных и минимальных значений толщины КЖС нижней конечности у мужчин и женщин разных типов конституции было обнаружено, что максимальные значения толщины КЖС у всех трёх соматотипов среди обеих выборочных групп наблюдались на правом бедре. Среди мужчин: у гиперстеников — 38 мм, у астеников — 16,6 мм, у нормостеников — 22,9 мм. Среди женщин: у гиперстеников — 26,6 мм, у астеников — 27 мм, у нормостеников — 23 мм.

Минимальные значения толщины КЖС у мужчин гиперстеников и нормостеников были выявлены на правой голени: 3,2 мм и 3,7 мм соответственно. При этом минимальная толщина КЖС у астеников мужчин наблюдалась на правом бедре — 2,9 мм. Среди женщин минимальные значения толщины КЖС были выявлены на правом бедре: у нормостеников — 5 мм, у астеников — 5,2 мм. При этом наименьшая толщина КЖС у гиперстеников также была выявлена на правой голени — 4,7 мм.

В процессе исследования длиннотных размеров нижней конечности было выявлено, что наибольшие результаты у мужчин наблюдались у нормостеников: у мужчин средний вертельный длиннотный размер справа составляет 91,7 ( $\pm 5,3$ ) см; у женщин средний вертельный длиннотный размер справа составляет 86,1 ( $\pm 5,5$ ) см. Наименьший результат обнаружен у астеников: у мужчин средний верхнеберцовый внутренний размер — 46,1 ( $\pm 2,5$ )

см; у женщин средний верхнеберцовый внутренний размер – 45,3 ( $\pm 2,9$ ) см. При этом результаты гиперстеников оказались средними: у мужчин максимальный средний вертельный размер справа равен 90,6 ( $\pm 4,8$ ) см, минимальный средний верхнеберцовый внутренний размер справа равен 46,1 ( $\pm 3,2$ ) см; у женщин максимальный средний вертельный размер справа равен 85,3 ( $\pm 4,4$ ) см, минимальный средний верхнеберцовый внутренний размер справа равен 45,7 ( $\pm 2,9$ ) см.

При сравнении поперечных размеров нижней конечности наивысшие результаты были определены у гиперстеников: у мужчин поперечный дистальный размер бедра – 105,2 ( $\pm 8,5$ ) мм, поперечный дистальный размер голени – 71,8 ( $\pm 6,3$ ) мм; у женщин поперечный дистальный размер бедра – 111,9 ( $\pm 11,5$ ) мм, поперечный дистальный размер голени – 62,4 ( $\pm 4,7$ ) мм.

Астеники имеют наименьшие значения: у мужчин поперечный дистальный размер бедра – 90,4 ( $\pm 5,1$ ) мм, голени – 68,5 ( $\pm 4,7$ ) мм; у женщин поперечный дистальный размер бедра – 95,1 ( $\pm 6,2$ ) мм, голени – 59,6 ( $\pm 4,3$ ) мм.

Нормостеники оказались посередине: у мужчин поперечный дистальный размер бедра – 98,2 ( $\pm 6,3$ ) мм, голени – 69,9 ( $\pm 4,5$ ) мм; у женщин поперечный дистальный размер бедра – 102,7 ( $\pm 8,2$ ) мм, голени – 61,3 ( $\pm 4,5$ ) мм.

**Выводы.** Таким образом, можно сделать вывод, что существует тесная взаимосвязь между соматотипом, толщиной КЖС, длиннотными, широтными размерами нижних конечностей.

У гиперстеников мужчин и женщин наблюдается самая большая толщина кожно-жировых складок, наибольшие поперечные размеры бедра и голени, в то время как у мужчин астеников – наименьшие значения КЖС, наименьшие длиннотные и широтные, и у женщин нормостеников – наименьшие значения КЖС, наибольшие длиннотные размеры и среднее положение по широтным показателям.

Мужчины нормостеники занимают промежуточное положение по результатам толщины КЖС и поперечных размеров бедра и голени, однако имеют наибольшие длиннотные показатели.

При этом промежуточное положение среди женщин занимают астеники по результатам толщины КЖС, наименьшие широтные и длиннотные показатели.

Максимальные средние значения КЖС выявлены на правом бедре у всех трёх соматотипов среди мужчин и женщин. Минимальные средние результаты у гиперстеников и нормостеников мужчин наблюдались на правой голени, а у астеников мужчин – на правом бедре. Среди женщин минимальные средние результаты у всех трех соматотипов наблюдались на правой голени.

## **Литература**

1. Бусарин, Д.Н., Казанцева Е.В., Старчик Д.А. Конституциональные особенности мужчин и женщин при использовании различных схем соматотипирования. Вопросы морфологии XXI века. Выпуск 7. Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции «Инновационные технологии в исследованиях, диагностике и преподавании» / Под ред. Р. В. Деева, Д. А. Старчика, С. В. Костюкевича. —СПб.: Издательство ДЕАН, 2022.- С.68-76.
2. Бунак В.В. Антропометрия. Практический курс. Государственное учебно-методическое издательство НАРКОМПРОСА РСФСР. Москва, 1941.
3. Черноруцкий М. В. Учение о конституции и клиника внутренних болезней // Труды седьмого съезда российских терапевтов. Приложение к т. II журнала «Терапевтический архив» (Москва, с 3 по 8 мая 1924 года). — М.; Л.: Государственное издательство, 1925.
4. Негашева М.А. Основы антропометрии: учебное пособие. – М.: Изд-во «Экон-Информ», 2017.
5. Акопов А. Л., Вавилова Е. А., Иванов В.А., Круговихин С.А., Старчик Д.А.: Практикум по антропометрии для студентов психологов. Учебно-методическое пособие. – СПб., 2017.