

© А.Ю. Сероухов, А.А. Афоко, И.Э. Мамаев, 2020

УДК 611.63/.64

DOI 10.21886/2308-6424-2029-8-1-75-91

ISSN 2308-6424

Мировой секулярный тренд размера наружных половых желез у мужчин: обзор и анализ литературы

Александр Ю. Сероухов¹, Акисабадек А. Афоко², Ибрагим Э. Мамаев³¹Базовая больница Тамале

Абонентский ящик TL 16, Тамале, Гана

²Университет по Исследованию Проблем Развития

Абонентский ящик TL 1350, Тамале, Гана

³ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В.М. Буянова Департамента здравоохранения Москвы»

115516, Россия, Москва, ул. Бакинская, д. 26

⁴ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет

имени Н.И. Пирогова» Минздрава России

17997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1

Введение. Несмотря на общее увеличение народонаселения, за последние десятилетия отмечается устойчивая мировая тенденция к снижению рождаемости. Исследованиями доказана тенденция к ухудшению качественных и количественных показателей эякулята. Из этого можно предположить также наличие отрицательной динамики в изменении размера мужских половых желез. Тем не менее, информация о тенденциях в изменении размеров яичек в популяции отсутствует.

Цель исследования. Оценка мирового секулярного тренда в аспекте изменения размеров яичек у мужчин.

Материалы и методы. Поиск научных работ на английском и русском языках, оценивающих размер яичек, в Pubmed и eLibrary. Дополнительный поиск в цитируемой литературе идентифицированных исследований. Отбор данных из публикаций с метрическими характеристиками наружных половых желез у относительно здоровых мужчин 18–60 лет. Полученные данные усреднены и гомогенизированы с использованием формул вычисления объема. Статистическая обработка материала производилась с помощью программы STATISTICA for Windows v.10

Результаты. По результатам поиска идентифицировано 126 работы, опубликованные в период с 1902 по 2018 годы. Анализ публикаций привёл к селекции 33 из них, в которых содержащаяся информация соответствовала заданным критериям. Анализ полученных данных статистически значимых тенденций в изменении объёма яичка за последнее столетие не выявил. Среднее арифметическое взвешенное значение составило $17,43 \pm 5,64$; 95% ДИ (17,32; 17,54).

Заключение. В свете мировых трендов к снижению фертильности необходимо проведение большего количества различных исследований для понимания природы данного процесса. Стандартизация методов оценки их результатов позволит снизить погрешности и поможет в анализе существующих тенденций.

Ключевые слова: размер яичек; объём яичек; орхидометрия; секулярные тренды

Раскрытие информации: Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию: 01.12.2019. **Принята к публикации:** 11.02.2020. **Опубликована:** 26.03.2020.

Вклад авторов: Александр Ю. Сероухов – идея, дизайн, обзор и анализ источников литературы, написание текста; Акисабадек А. Афоко – языковая адаптация материала, обзор публикаций по теме статьи; Ибрагим Э. Мамаев – статистическая обработка материала, обзор публикаций по теме статьи.

Автор для связи: Александр Юрьевич Сероухов; тел.: +233 50 396 23 35; e-mail: dr.seroukhov@gmail.com

Для цитирования: Сероухов А.Ю., Афоко А.А., Мамаев И.Э. Мировой секулярный тренд размера наружных половых желез у мужчин: обзор и анализ литературы. *Вестник урологии*. 2020;8(1):75-91. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2020-8-1-75-91>

Global Secular Trend of Gonadal Size in Men: Review and Analysis of Publications

Alexander Yu. Seroukhov¹, Akisibadek A. Afoko², Ibrahim E. Mamaev^{3,4}¹Tamale Teaching Hospital

PO Box TL 16, Tamale, Ghana

²University for Development Studies

PO Box TL 1350, Tamale, Ghana

³Moscow City Clinical Hospital n.a. V.M. Buyanov, Moscow Healthcare Department

115516, Russian Federation, Moscow, 26 Bakinskaya str.,

⁴Pirogov Russian National Research Medical University

117997, Russian Federation, Moscow, 1 Ostrovitianov str.

Introduction. Notwithstanding the general increase in world population, there is a steady decline in birth rate. Studies have shown a tendency towards worsening of qualitative and quantitative indices of the ejaculate. From the foregoing we may also presume a decline in size of male gonads. Nevertheless, information about the tendency of change in testicular size in the population is currently unavailable.

Purpose of the study. Assessment of global secular trend as regards changes in the size of testes in men.

Materials and methods. A search was conducted on published scientific research in the English language and Russian language in Pubmed and eLibrary. Additional searches in citations of identifiable investigations. A selection of data from publications with metric characteristics of gonads in relatively healthy men aged 18–60 years. The mean of values obtained were determined and homogenized with the aid of formulae for volume calculations. Statistical analysis of the data was carried out with the aid of the program STATISTICA for Windows v.10.

Results. The search yielded 126 identified publications, published between 1902 and 2018. Analysis of the various works led to a selection of 33, which contained information that satisfied the inclusion criteria. Analysis of the obtained data did not reveal any trends in change of testicular size over the past century. Mean arithmetic weighted value was $17,43 \pm 5,64$; 95% CI (17,32; 17,54).

Conclusion. In the light of global trends towards a reduction in fertility, it is necessary to conduct a wide range of varied investigations in order to understand the nature of this process. Standardization of methods of assessment results obtained will help in reducing errors whilst assisting in the analysis of existing tendencies.

Key words: testicular size; testicular volume; orchidometry; secular trends

Disclosure: The study did not have sponsorship. The authors declare no conflict of interest.

Received: 01.12.2019. **Accepted:** 11.02.2020. **Published:** 26.03.2020.

For correspondence: Alexander Yu. Seroukhov; tel.: +233 50 396 23 35; e-mail: dr.seroukhov@gmail.com

Contribution of authors: Alexander Yu. Seroukhov – the idea, the design, review and analysis of the publications, writing of the text; Akisibadek A. Afoko – linguistic adaptation of the material, review of publications on the topic; Ibrahim E. Mamaev – statistical analysis of the material, review of publications on the topic.

For citations: Seroukhov A.Yu., Afoko A.A., Mamaev I.E. Global secular trend of gonadal size in men: review and analysis of publications. *Urology Herald*. 2020;8(1):75-91. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2020-8-1-75-91>

Введение

Репродуктивное здоровье является одной из задач развития Человечества, принятой Ассамблей ООН в 1994 году. Несмотря на общее увеличение народонаселения, за последние десятилетия отмечается устойчивая мировая тенденция к снижению рождаемости [1, 2] (рис. 1). Отмечается, что эта проблема связана с ростом числа бесплодных пар в Мире.

В большинстве научных работ указывается на 15% пар, оставшихся бесплодными после 1 года попыток зачатия ребёнка [4–6]. Данная информация основана на отчёте ВОЗ, опубликованном в 1991 году [7], а также ряде других исследований, выполненных более двух десятков лет назад [8, 9]. Учитывая общемировую тенденцию к снижению рождаемости, возможно на настоящий момент процент бездетных пар даже несколько выше. В гендерном отношении мужской фак-

тор бесплодия составляет чуть более 50% [10]. Способность к оплодотворению у мужчин тесно связана с качественными и количественными показателями эякулята. На настоящий момент ВОЗ определена нижняя референсная граница концентрации сперматозоидов на уровне $15 \cdot 10^6$ /мл [11]. Тем не менее, многие авторы считают, что для нормальной фертильности данный параметр должен быть от $40 \cdot 10^6$ /мл и выше [12–14]. Большинство исследований первой половины 20 века указывают на высокую концентрацию сперматозоидов в эякуляте здоровых мужчин. В среднем речь идёт о более чем $100 \cdot 10^6$ /мл [15, 16]. В 1992 году были опубликованы результаты метаанализа данных исследований спермы здоровых мужчин. Авторами был охвачен период с 30-х по 90-е годы 20 века. По результатам выявлена устойчивая общемировая тенденция к ухудшению качества эякулята (рис. 2) [16]. Полученные результаты были подвергнуты сомне-

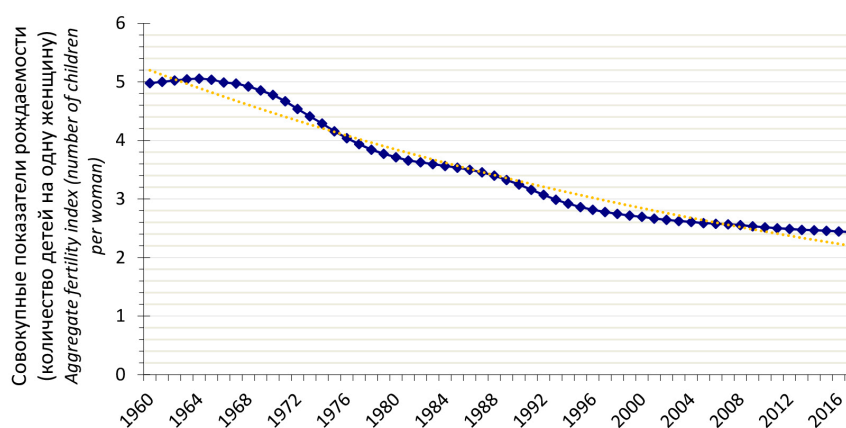


Рисунок 1. Совокупные показатели рождаемости (число рождений на одну женщину) во всем мире, 1960–2017 годы [3]
Figure 1. Aggregate indices of fertility (number of births per woman) worldwide, 1960–2017 years [3]

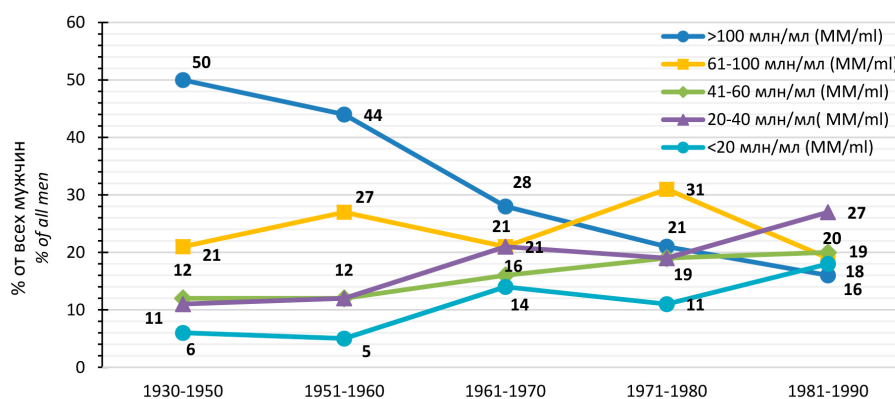


Рисунок 2. Процентное соотношение мужчин с различными диапазонами концентрации сперматозоидов в разные годы исследований (данные из 27 публикаций). Из Carlsen с соавт., 1992 [16]
Figure 2. Percentage proportion of men with different ranges of sperm concentration in different periods of investigations (data from 27 publications). From Carlsen et al., 1992 [16]

нию, но последующая перепроверка и уточнение с учётом географии и дополнительных условий, показали схожие результаты. Отмеченное снижение концентрации сперматозоидов у мужского населения Северной Америки составляет около 1,5 % в год, а в Европе — 3,1% [17, 18]. По данным современных популяционных исследований концентрация сперматозоидов у здоровых мужчин варьирует в зависимости от географической местности, но в среднем находится в пределах от 41 до 63*10⁶/мл [19–23].

Следует заметить, что концентрация сперматозоидов в эякуляте находится в прямой зависимости от размера яичек [24–28]. Исходя из вышеизложенной общемировой тенденции к снижению концентрации сперматозоидов, можно предположить также наличие отрицательной динамики в изменении размера мужских половых желез. Тем не менее, информация о тенден-

циях в изменении размеров яичек в популяции отсутствует. Неоднородность используемых методов измерения объёма яичек [29], отсутствие стандартизации в данном вопросе, порождает большое разнообразие в имеющихся данных, что затрудняет проведение ретроспективного анализа с оценкой данного параметра.

Цель исследования. Целью настоящей работы является оценка мирового секулярного тренда в аспекте изменения размеров яичек у мужчин.

Материалы и методы

Проведён поиск научных работ на английском и русском языках, оценивающих размер яичек. Для этих целей использованы ресурсы Pubmed и eLibrary. Кроме этого, выполнен анализ цитируемых работ в найденной литературе, с последующим включением их в выборку при удов-

летворении заданным условиям. Каких-либо ограничений по дате публикации не устанавливали. Из массива информации отобраны данные о размерах наружных половых желез у мужчин 18–60 лет. Из селекции были исключены работы, объекты которых были искусственно отобраны по принципу фертильности или наличия заболеваний, таких как варикоцеле или крипторхизм, потенциально отражающихся на объёме яичка. Из исследований аутопсийного материала были исключены работы, оценивающие объёмные или массовые показатели яичка без удаления придатка, либо где отсутствовала информация о степени препаровки. Кроме этого, в обзор не включены работы, где осуществлялось измерение только лишь одного линейного размера яичка, а также где использовался орхидометр Hupie [30]. Следующим этапом была выполнена гомогенизация представленных методов измерения с вычислением усреднённого объёма, наиболее приближенного к истинному.

Для этих целей мы использовали следующие формулы вычисления объёма (V):

$$(1) V=m/1,038$$

где m — масса органа; 1,038 — плотность.

$$(2) V=a*b*c*0,71$$

где a, b, c — соответственно длина, ширина и толщина; 0,71 — коэффициент Lambert.

$$(3) V=a*b^2*0,71$$

где a, b — соответственно длина и ширина; 0,71 — коэффициент Lambert.

$$(4) V=V_1/0,52*0,71$$

где V_1 — объём, вычисленный по формуле эллипсоида или вытянутого сфероида; 0,52 — коэффициент формулы эллипсоида или вытянутого сфероида; 0,71 — коэффициент Lambert.

$$(5) V=a*b^2*0,39$$

где a, b — соответственно длина и ширина, вычисленные посредством наружных измерений без учёта толщины кожи; 0,39 — корректирующий коэффициент.

$$(6) V=VPr*0,816$$

где VPr — объём, вычисленный при помощи орхидометра Prader или ему подобного; 0,816 — корректирующий коэффициент.

$$(7) V=VTh/0,52*0,39$$

где VTh — объём, вычисленный при помощи орхидометра Takihara; 0,52 — коэффициент формулы эллипсоида или вытянутого сфероида; 0,39 — корректирующий коэффициент.

$$(8) V=V_{1K}/0,71*0,39$$

где V_{1K} — объём, вычисленный по формуле Lambert, посредством наружных измерений без учёта толщины кожи; 0,71 — коэффициент Lambert; 0,39 — корректирующий коэффициент.

Статистическая обработка материала производилась с помощью программы STATISTICA for Windows v.10. Для оценки размера наружных половых желез у взрослых мужчин, был построен динамический ряд. Произведён расчёт базисных и цепных величин среднего темпа роста и среднего темпа прироста. Использовался метод укрупнения интервалов (расчёт среднего арифметического уровней определённого периода), расчёт скользящей средней — среднее арифметическое за 3 и 5 лет (расчётные интервалы пересекаются друг с другом), произведено сглаживание динамического ряда 3 и 5-ти членными скользящими средними, а также была осуществлена проверка динамического ряда на наличие трендов с помощью линейной и степенных функций.

Результаты

По результатам поиска идентифицировано 126 работы, опубликованные в период с 1902 по 2018 годы. Анализ публикаций привёл к селекции 33 из них, в которых содержащаяся информация соответствовала заданным критериям (Таблица 1). Период публикаций составил с 1902 по 2016 годы. Общее количество мужчин в работах с указанным размером выборки составило 11932. Из отобранных исследований по методике измерения размеров яичек было следующее распределение: 8 (24,24%) — проводилась оценка секционного материала с использованием взвешивания или вытеснения воды, 4 (12,12%) — определение линейных размеров также на трупном материале, 6 (18,18%) — применены наружные линейные замеры у живых объектов, 7 (21,21%) — использовался орхидометр (Prader (6) или Takihara (1)) и в 8 (24,24%) — использовались УЗ методы (рис. 3).

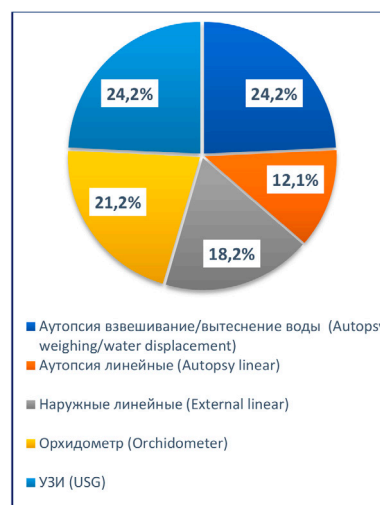


Рисунок 3. Распределение работ по методам измерения
Figure 3. Distribution of studies based on the method of measurement

Таблица 1. Исследования размера наружных половых желез у взрослых мужчин
Table 1. Investigations of the gonadas size in adult males

Автор <i>Author</i>	Год <i>Year</i>	Страна проведения исследования <i>Country of investigation</i>	Количество объектов (n) <i>Number of objects (n)</i>	Возраст (лет) <i>Age (years)</i>	Метод измерения <i>Method of measurement</i>	Размер <i>Dimension</i>	Усреднённый вычисленный объём (см³) <i>Mean calculated volume (cm³)</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
Spangaro ^a	1902	Германия <i>Germany</i>	10	19–45	Линейные Аутопсия <i>Linear Autopsy</i>	45x30x23,5 мм (mm)	$V=a*b*c*0,71=22,53$
Shultze ^a	1913	Германия <i>Germany</i>	Нет данных <i>No data</i>	≥18	Линейные Аутопсия <i>Linear Autopsy</i>	42,5x27,5x21 мм (mm)	$V=a*b*c*0,71=17,43$
Mita ^a	1914	Германия <i>Germany</i>	Нет данных <i>No data</i>	≥18	Линейные Аутопсия <i>Linear Autopsy</i>	38x24x23 мм (mm)	$V=a*b*c*0,71=14,89$
Romeis ^a	1926	Германия <i>Germany</i>	Нет данных <i>No data</i>	≥18	Взвешивание Аутопсия <i>Weighing Autopsy</i>	19,6 г (g)	$V=m/1,038=18,88$
Roessle and Roulet ^a	1932	Германия <i>Germany</i>	>500	21–60	Взвешивание Аутопсия <i>Weighing Autopsy</i>	17,75 г (g)	$V=m/1,038=17,1$
Peter et al. ^{a,e}	1938	Германия <i>Germany</i>	Нет данных <i>No data</i>	19–45	Взвешивание Аутопсия <i>Weighing Autopsy</i>	18 г (g)	$V=m/1,038=17,34$
Schonfeld and Beebe [31]	1942	США <i>USA</i>	125	18–25	Орхидометр "Prader" <i>Orchidometer "Prader"</i>	16,27 мл (ml)	$V=V_{Pr}*0,816=13,28$
Olesen ^{c,d}	1948	Дания <i>Denmark</i>	140	≥18	Взвешивание Аутопсия <i>Weighing Autopsy</i>	21 г (g)	$V=m/1,038=20,23$
Hansen ^b	1949	Дания <i>Denmark</i>	33	≥18	Линейные Формула Эллипсоида (минус кожа) <i>Linear. Ellipsoid formula (minus skin)</i>	11,75 см³ (cm³)	$V=V_1/0,52*0,71=16,04$
Lambert [32]	1951	Швеция <i>Sweden</i>	54	42	Линейные Формула Lambert (минус кожа) <i>Linear. Lambert's formula (minus skin)</i>	20,8 см³ (cm³)	$V=20,8$
Hansen and Torben [33]	1952	Дания <i>Denmark</i>	844	≥20	Линейные Формула Lambert (минус кожа) <i>Linear. Lambert's formula (minus skin)</i>	17,35 см³ (cm³)	$V=17,35$
Chang et al. [34]	1960	Китай <i>China</i>	83	20–59	Вытеснение воды Аутопсия <i>Water displacement. Autopsy</i>	10,06 мл (ml)	$V=10,06$

1	2	3	4	5	6	7	8
Rundle and Sylvester [35]	1962	Великобритания <i>UK</i>	Нет данных <i>No data</i>	18–30	Линейные Формула Lambert <i>Linear. Lambert's formula.</i>	31 см ³ (cm ³)	$V = V_{1K} / 0,71 * 0,39 = 17,03$
Farkas [36]	1971	Чехословакия <i>Czechoslovakia</i>	176	18–20	Линейные <i>Linear</i>	Длина (length) – 46,27 мм (mm) Ширина (width) – 27,72 мм (mm)	$V = a * b^2 * 0,39 = 13,87$
Zachman et al. ^e	1974	Швейцария <i>Switzerland</i>	Нет данных <i>No data</i>	18–19	Орхидометр Prader <i>Orchidometer Prader</i>	18,6 мл (ml)	$V = V_{Pr} * 0,816 = 15,18$
Johnson et al. [37]	1984	США <i>USA</i>	89	21–50	Взвешивание Аутопсия <i>Weighing Autopsy</i>	18,05 г (g)	$V = m / 1,038 = 17,39$
Wang et al. [38]	1985	Китай <i>China</i>	1239	19–53	Орхидометр Prader <i>Orchidometer Prader</i>	17 мл (ml)	$V = V_{Pr} * 0,816 = 13,87$
Handelsman and Staraj [39]	1985	Австралия <i>Australia</i>	495	18–60	Вытеснение воды Аутопсия <i>Water displacement. Autopsy</i>	18,33 мл (ml)	$V = 18,33$
Ajmani et al. [40]	1985	Нигерия <i>Nigeria</i>	269	18–23	Линейные <i>Linear</i>	Длина (length) – 46,53 мм (mm) Ширина (width) – 31,72 мм (mm)	$V = a * b^2 * 0,39 = 18,26$
Centola et al. [41]	1987	США <i>USA</i>	83	35,7	Орхидометр Takahara <i>Orchidometer Takihara</i>	24,8 мл (ml)	$V = V_{Th} / 0,52 * 0,39 = 18,6$
Giwerzman et al. [42]	1991	Дания <i>Denmark</i>	399	18–50	Взвешивание Аутопсия <i>Weighing Autopsy</i>	19,3 г (g)	$V = m / 1,038 = 18,59$
Jit and Sanjeev [43]	1991	Индия <i>India</i>	302	18–60	Линейные Аутопсия <i>Linear Autopsy</i>	36,62x25,41x 23,77 мм (mm)	$V = a * b * c * 0,71 = 15,7$
Lenz et al. [44]	1993	Дания <i>Denmark</i>	422	18–59	УЗ-формула эллипсоида <i>US-ellipsoid formula</i>	14,1 см ³ (cm ³)	$V = V_1 / 0,52 * 0,71 = 19,25$
Spyropoulos et al. [45]	2002	Греция <i>Greece</i>	52	19–38	УЗ-формула эллипсоида <i>US-ellipsoid formula</i>	16,9 см ³ (cm ³)	$V = V_1 / 0,52 * 0,71 = 23,08$
Tomova et al. [46]	2010	Болгария <i>Bulgaria</i>	620	18–19	Орхидометр Prader <i>Orchidometer Prader</i>	15,58 мл (ml)	$V = V_{Pr} * 0,816 = 12,71$
Bahk et al. [25]	2010	Ю.Корея <i>S.Korea</i>	1319	19–27	УЗ-формула Lambert <i>US-Lambert's formula</i>	18,25 см ³ (cm ³)	$V = 18,25$
Aslan et al. [47]	2011	Турция <i>Turkey</i>	1132	19–30	Орхидометр Prader <i>Orchidometer Prader</i>	22 мл (ml)	$V = V_{Pr} * 0,816 = 17,95$

1	2	3	4	5	6	7	8
Pilatz et al. [48]	2013	Германия <i>Germany</i>	207	18–60	УЗ-формула Lambert <i>US-Lambert's formula</i>	18,54 см ³ (cm ³)	V=18,54
Foresta et al. [49]	2013	Италия <i>Italy</i>	776	18–19	УЗ-формула эллипсоида <i>US-ellipsoid formula</i>	14,9 см ³ (cm ³)	V=V ₁ /0,52*0,71=20,34
Condorelli et al. [50]	2013	Италия <i>Italy</i>	78	23–45	УЗ-формула эллипсоида <i>US-ellipsoid formula</i>	15,2 см ³ (cm ³)	V=V ₁ /0,52*0,71=20,75
Shalaby et al. [51]	2015	Египет <i>Egypt</i>	2000	21–40	Орхидометр Prader <i>Orchidometer Prader</i>	21,1 мл (ml)	V=V Pr*0,816=17,22
Hart et al. [21]	2015	Австралия <i>Australia</i>	403	19–22	УЗ-формула эллипсоида <i>US-ellipsoid formula</i>	15,2 см ³ (cm ³)	V=V ₁ /0,52*0,71=20,75
Tikhonov [52]	2016	Россия <i>Russia</i>	82	18–40	УЗ-формула вытянутого сфероида <i>US-prolate spheroid formula</i>	15,4 см ³ (cm ³)	V=V ₁ /0,52*0,71=21,03

Примечания: ^a из Lambert, 1951; ^b из Hansen, 1952; ^c из Short, 1984; ^d из Giwercman, 1991; ^e из Jit, 1991

Comment: ^a from Lambert, 1951; ^b from Hansen, 1952; ^c from Short, 1984; ^d from Giwercman, 1991; ^e from Jit, 1991

По результатам расчётов, с использованием стандартизирующих формул, найден усреднённый вычисленный объём для каждого из исследований (рис. 4). При статистической обработке данных полученное среднее арифметическое взвешенное значение составило 17,43±5,64; 95% ДИ (17,32; 17,54). Полученный коэффициент вариации составил 32,34%, что свидетельствует за однородность размеров за исследуемый период. Таким образом, на основании полученных данных статистически значимых тенденций в изменении объёма яичка за последнее столетие не выявлено.

Обсуждение

Объём яичка у взрослого представлен в основном пулом дифференцирующихся половых клеток и клетками Сертоли. Рядом работ доказана прямая количественная связь между вышеуказанными компонентами яичка и конечным выходом половых клеток. Учитывая общемировую тенденцию к снижению концентрации сперматозоидов, было бы логично предположить также о наличии трендов к уменьшению объёма яичек. Насколько нам известно, таких данных на настоящий момент нет. В работе Giwercman с соавторами (1991)

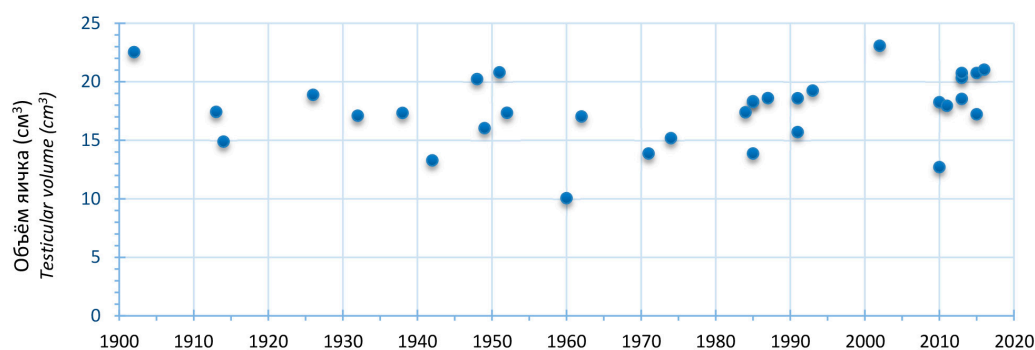


Рисунок 4. Гомогенизированные результаты исследований объёма яичка по годам
Figure 4. Homogenized results of investigations of the volume of the testes over time in years

высказывали подобные предположения. Однако при сравнении результатов исследования яичек трупов с данными Olesen (1948), полученными на базе того же учреждения 40 годами ранее, статистически значимой редукции выявлено не было [42].

Проведение ретроспективного анализа затруднено по нескольким причинам. Основная проблема заключается в отсутствии стандартизации в методах измерения. Ранние исследования были основаны чаще всего на оценке аутопсийного материала. Не всегда авторами указывалась степень препаровки яичка, а зачастую взвешивание производилось совместно с придатком (Spangaro, 1902; Stieve, 1930 из Lambert, 1951 [32]). Часть метрических исследований проводилась уже после фиксации материала [53].

Вплоть до 70-х годов 20 века в клинической практике размер яичек сравнивался с различными предметами, схожими по форме (горох, фасоль, виноград, лесной орех), либо субъективно оценивался автором как «маленькие», «нормальные» [29].

В 1942 году Schonfeld и Beebe становятся разработчиками первого орхидометра, представляющего собой 23 эллипсоидные модели известного объема. Сравнение яичка при пальпации с моделью соответствующего размера позволяло предположительно оценить объем [31]. Широкое распространение и использование вплоть до настоящего времени получил основанный на таком же принципе орхидометр, предложенный Prader в 1966 г. [54]. Простота использования и дешевизна метода позволила приобрести ему известность среди исследователей и практикующих врачей. Рядом компаративных волюметрических работ выявлена высокая корреляция объема, вычисленного при его использовании с истинным. Но при этом объем, найденный при помощи орхидометра, зачастую оказывается значительно завышен, а также отмечаются большие погрешности в воспроизводимости измерений [55–62].

Наружные измерения, выполненные посредством линейки или штангенциркуля, также активно применялись для оценки величины яичек [32, 33, 35, 40, 63–70]. В случае прямого измерения линейных размеров неминуемо возникает погрешность за счёт включения в расчёт кожи и оболочек яичка. Потому некоторыми авторами рекомендовалось при вычислении объема яичка вычитание толщины дубликатуры кожи из полученных размеров [32, 33].

Орхидометр Hupin [30] получил довольно широкое распространение в клинической практике. В основе вычисления в данном приборе исполь-

зовалась измеренная длина яичка (наибольший диаметр-d), и формула нахождения объема: $(V=d^3/4)$ [29]. Вполне ожидаемо, сравнительные волюметрические исследования показали большую погрешность при использовании данного прибора [55]. Ещё один тип орхидометра представлен Takihara в 1983 году. Данное устройство представляет собой трафаретного типа эллипсоидные кольца разных размеров. Подходящее по размеру кольцо накладывалось поверх яичка с натянутой кожей. Вычисление объема в данном устройстве основано на формуле вытянутого сфероида: $(V=0,52*a*b^2)$ [71].

В современных исследованиях, а также в клинической практике, все чаще используются УЗ методы для оценки объема яичка. При этом четкая визуализация позволяет найти размеры, наиболее приближенные к реальным. Однако, как и в случае с линейными наружными измерениями, до последнего времени также не было единого мнения о выборе наиболее подходящей формулы вычисления объема. Чаще всего используются и зачастую являются предустановленными на УЗ-аппаратах формулы вычисления объема эллипсоида: $(V=0,52*a*b*c)$ или вытянутого сфероида: $(V=0,52*a*b^2)$ [48]. В недавно опубликованных рекомендациях рабочая группа Европейского Сообщества Урогенитальной Радиологии пришла к соглашению об использовании формулы Lambert $(V=0,71*a*b*c)$ в вычислениях объема яичка при УЗ исследовании, как наиболее близко коррелирующую с истинным объемом [72].

Другим важным фактором, затрудняющим проведение ретроспективного анализа, является существенное различие в размерах яичек у представителей разных возрастных групп. Большинство преимущественно современных исследований сфокусировано на оценке объема яичек у детей и подростков как фактора полового развития [46, 61, 62, 66, 67, 69, 73–91]. Размер гонад после завершения полового созревания меняется незначительно. Только после 60 лет отмечается тенденция к уменьшению объема яичек [48, 53, 92–95].

Часто исследователи сфокусированы больше на органометрии при определенных состояниях и заболеваниях половой сферы, потенциально способных оказывать влияние на размер гонад. Это может быть выборка, основанная на фертильности [28, 96–100], наличия или отсутствия варикоцеле [41, 81, 99, 101, 102], крипторхизма в анамнезе [68, 103], либо из группы андрологических пациентов [26, 60].

И наконец, некоторые авторы отмечают значительные расовые и этнические вариации в раз-

мере наружных половых желез у мужчин [71, 79, 104].

В настоящей работе мы постарались выполнить анализ объема яичек у здоровых мужчин 18–60 лет на основе доступных публикаций в мировой литературе. После выборки удовлетворяющих условиям данным, нами выполнена гомогенизация полученных размеров. Измерение объема яичка, основанное на Архимедовом принципе вытеснения воды принято за эталонное. Плотность яичка без придатка составляет 1,038 г/см³ [94]. Данный параметр нами использован для вычисления объема в исследованиях с измеренной массой органа (формула 1).

Несмотря на то, что яичко по форме ближе к вытянутому сфероиду, тем не менее, большинство работ указывают на более точные результаты вычисления объема, основанные на формуле Lambert с коэффициентом 0,71 [32, 55, 59, 105, 106]. Таким образом, формула Lambert использована нами для вычисления объема при известных линейных размерах яичка (формулы 2 и 3).

В оригинальной статье Lambert указывал на важность вычитания толщины дубликатуры кожи мошонки при вычислении объема при помощи наружных линейных размеров [32]. Для работ, где авторами вычтена толщина кожи из расчетов, но объем найден по формуле эллипсоида, нами выполнена корректировка по коэффициенту Lambert (формула 4).

В своей работе V. Dornberger и G. Dornberger [55] на основании проведенного сравнительного волюметрического исследования предложили корректировочный коэффициент 0,39 в формулу эллипсоида для наружных измерений, выполненных без учета толщины кожи. Данное значение нами использовано в формуле 5. Если авто-

рами исследования объем вычислен по формуле Lambert без вычета толщины кожи, в таком случае применена формула 8. Принцип расчета объема в орхидометре Takihara основан на формуле эллипсоида. По своей сути этот метод измерения схож с наружными линейными без корректировки по толщине кожи. Для расчета объема в данном случае нами применена формула 7.

Погрешность при использовании орхидометра Prader существенно варьирует в зависимости от возраста и объема яичек [61, 85]. Для расчетов мы использовали корректировочный коэффициент 0,816, предложенный в работе Sakamoto [59] (формула 6).

Результаты УЗ-исследований были пересчитаны по формуле Lambert.

Выполненный анализ полученных нами данных свидетельствует об отсутствии каких-либо значимых мировых секулярных трендов в размере наружных половых желез у взрослых мужчин. Это не коррелирует с концепцией общемировой тенденции к снижению концентрации сперматозоидов в эякуляте. Возможно, факторы, оказывающие ингибирующее действие на сперматогенез, не вызывают значимой редукции количества клеток Сертоли и половых клеток, то есть массы и объема органа, а влияют на дифференцировку последних.

Заключение

В свете мировых трендов к снижению фертильности необходимо проведение большего количества различных исследований для понимания природы данного процесса. Стандартизация методов оценки их результатов позволит снизить погрешности и поможет в анализе существующих тенденций.

ЛИТЕРАТУРА

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *The World Population Situation in 2014 A Concise Report*. (ST/ESA/SER.A/354) 2014. Доступно по: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/en.pdf> Ссылка активна на 25.11.2019
2. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Fertility Patterns 2015*. Data Booklet (ST/ESA/SER.A/370) 2015. Доступно по: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/fertility/world-fertility-patterns-2015.pdf> Ссылка активна на 25.11.2019
3. World Bank, World Development Indicators. *Fertility rate, total (births per woman) 2019*. Доступно по: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.TFRT.IN> Ссылка активна на 25.11.2019
4. Meacham RB, Joyce GF, Wise M, Kparker A, Niederberger C. Male Infertility. *Journal of Urology*. 2007;177:2058–2066. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2007.01.131>

REFERENCES

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *The World Population Situation in 2014 A Concise Report*. (ST/ESA/SER.A/354) 2014. Available at: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/en.pdf> Accessed November 25, 2019
2. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Fertility Patterns 2015*. Data Booklet (ST/ESA/SER.A/370) 2015. Available at: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/fertility/world-fertility-patterns-2015.pdf> Accessed November 25, 2019
3. World Bank, World Development Indicators. *Fertility rate, total (births per woman) 2019*. Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.TFRT.IN> Accessed November 25, 2019
4. Meacham RB, Joyce GF, Wise M, Kparker A, Niederberger C. Male Infertility. *Journal of Urology*. 2007;177:2058–2066. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2007.01.131>

5. Bracke A, Peeters K, Punjabi U, Hoogewijs D, Dewilde S. A search for molecular mechanisms underlying male idiopathic infertility. *Reprod Biomed Online*. 2018;36:327–339. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2017.12.005>
6. Nieschlag E., Behre H.M., Nieschlag S. *Andrology. Male Reproductive Health and Dysfunction*. Springer Nature Switzerland AG; 2010. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-78355-8>
7. WHO. *Infertility: A tabulation of available data on prevalence of primary and secondary infertility*. 1991;73. WHO/MCH/91.9
8. Juul S, Karmaus W, Olsen J. Regional differences in waiting time to pregnancy: pregnancy-based surveys from Denmark, France, Germany, Italy and Sweden. The European Infertility and Subfecundity Study Group. *Human Reproduction*. 1999;14(5):1250–1254. <https://doi.org/10.1093/humrep/14.5.1250>
9. Bruckert E. How frequent is unintentional childlessness in Germany? *Andrologia*. 1991;23:245–250. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1991.tb02550.x>
10. Sabanegh EJ, Agarwal A. *Male Infertility in Campbell-Walsh Urology*. 10th ed. 2012.
11. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen – 5th ed. 2010. Доступно по: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44261/1/9789241547789_eng.pdf?ua=1 Ссылка активна на 25.11.2019
12. Bonde JP, Ernst E, Jensen TK, Hjollund NH, Kolstad H, Henriksen TB, Scheike T, Giwercman A, Olsen J, Skakkebaek NE. Relation between semen quality and fertility: A population-based study of 430 first-pregnancy planners. *Lancet*. 1998;352 (9135):1172–1177. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)10514-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)10514-1)
13. Guzick DS, Overstreet JW, Factor-Litvak P, Brazil CK, Nakajima ST, Coutifaris C, Carson SA, Cisneros P, Steinkampf MP, Hill JA, Xu D, Vogel DL; National Cooperative Reproductive Medicine Network. Sperm Morphology, Motility, and Concentration in Fertile and Infertile Men. *New England Journal of Medicine*. 2001;345(19):1388–1393. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa003005>
14. Slama R. Time to pregnancy and semen parameters: a cross-sectional study among fertile couples from four European cities. *Human Reproduction*. 2002;17:503–515. <https://doi.org/10.1093/humrep/17.2.503>
15. MacLeod J, Heim LM. Characteristics and variations in semen specimens in 100 normal young men. *Obstetrical and Gynecological Survey*. 1946;1:447–448. <https://doi.org/10.1097/00006254-194606000-00113>
16. Carlsen E, Giwercman A, Keiding N, Skakkebaek NE. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *British Medical Journal*. 1992;305:609–613. <https://doi.org/10.1136/bmj.305.6854.609>
17. Swan SH, Elkin EF, Fenster L. Have sperm densities declined? A reanalysis of global trend data. *Environmental Health Perspectives*. 1997;105(11):1228–1232. <https://doi.org/10.1289/ehp.971051228>
18. Swan SH, Elkin EP, Fenster L. The question of declining sperm density revisited: An analysis of 101 studies published 1934–1996. *Environmental Health Perspectives*. 2000;108:961–966. <https://doi.org/10.1289/ehp.00108961>
19. Jorgensen N, Asklund C, Carlsen E, Skakkebaek NE. Coordinated European investigations of semen quality: results from studies of Scandinavian young men is a matter of concern. *International Journal of Andrology*. 2006;29:54–61. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00635.x>
20. Iwamoto T, Nozawa S, Mieno MN, Yamakawa K, Baba K, Yoshiike M, Namiki M, Koh E, Kanaya J, Okuyama A, Matsumiya K, Tsujimura A, Kanetake H, Eguchi J, Skakkebaek NE, Vierula M, Toppari J, Jørgensen N. Semen quality of 1559 young men from four cities in Japan: a cross-sectional popu-
5. Bracke A, Peeters K, Punjabi U, Hoogewijs D, Dewilde S. A search for molecular mechanisms underlying male idiopathic infertility. *Reprod Biomed Online*. 2018;36:327–339. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2017.12.005>
6. Nieschlag E., Behre H.M., Nieschlag S. *Andrology. Male Reproductive Health and Dysfunction*. Springer Nature Switzerland AG; 2010. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-78355-8>
7. WHO. *Infertility: A tabulation of available data on prevalence of primary and secondary infertility*. 1991;73. WHO/MCH/91.9
8. Juul S, Karmaus W, Olsen J. Regional differences in waiting time to pregnancy: pregnancy-based surveys from Denmark, France, Germany, Italy and Sweden. The European Infertility and Subfecundity Study Group. *Human Reproduction*. 1999;14(5):1250–1254. <https://doi.org/10.1093/humrep/14.5.1250>
9. Bruckert E. How frequent is unintentional childlessness in Germany? *Andrologia*. 1991;23:245–250. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1991.tb02550.x>
10. Sabanegh EJ, Agarwal A. *Male Infertility in Campbell-Walsh Urology*. 10th ed. 2012.
11. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen – 5th ed. 2010. Available at: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44261/1/9789241547789_eng.pdf?ua=1 Accessed November 25, 2019
12. Bonde JP, Ernst E, Jensen TK, Hjollund NH, Kolstad H, Henriksen TB, Scheike T, Giwercman A, Olsen J, Skakkebaek NE. Relation between semen quality and fertility: A population-based study of 430 first-pregnancy planners. *Lancet*. 1998;352 (9135):1172–1177. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)10514-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)10514-1)
13. Guzick DS, Overstreet JW, Factor-Litvak P, Brazil CK, Nakajima ST, Coutifaris C, Carson SA, Cisneros P, Steinkampf MP, Hill JA, Xu D, Vogel DL; National Cooperative Reproductive Medicine Network. Sperm Morphology, Motility, and Concentration in Fertile and Infertile Men. *New England Journal of Medicine*. 2001;345(19):1388–1393. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa003005>
14. Slama R. Time to pregnancy and semen parameters: a cross-sectional study among fertile couples from four European cities. *Human Reproduction*. 2002;17:503–515. <https://doi.org/10.1093/humrep/17.2.503>
15. MacLeod J, Heim LM. Characteristics and variations in semen specimens in 100 normal young men. *Obstetrical and Gynecological Survey*. 1946;1:447–448. <https://doi.org/10.1097/00006254-194606000-00113>
16. Carlsen E, Giwercman A, Keiding N, Skakkebaek NE. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *British Medical Journal*. 1992;305:609–613. <https://doi.org/10.1136/bmj.305.6854.609>
17. Swan SH, Elkin EF, Fenster L. Have sperm densities declined? A reanalysis of global trend data. *Environmental Health Perspectives*. 1997;105(11):1228–1232. <https://doi.org/10.1289/ehp.971051228>
18. Swan SH, Elkin EP, Fenster L. The question of declining sperm density revisited: An analysis of 101 studies published 1934–1996. *Environmental Health Perspectives*. 2000;108:961–966. <https://doi.org/10.1289/ehp.00108961>
19. Jorgensen N, Asklund C, Carlsen E, Skakkebaek NE. Coordinated European investigations of semen quality: results from studies of Scandinavian young men is a matter of concern. *International Journal of Andrology*. 2006;29:54–61. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00635.x>
20. Iwamoto T, Nozawa S, Mieno MN, Yamakawa K, Baba K, Yoshiike M, Namiki M, Koh E, Kanaya J, Okuyama A, Matsumiya K, Tsujimura A, Kanetake H, Eguchi J, Skakkebaek NE, Vierula M, Toppari J, Jørgensen N. Semen quality of 1559 young men from four cities in Japan: a cross-sectional popu-

- lation-based study. *BMJ Open*. 2013;3(4):e002222. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002222>
21. Hart RJ, Doherty DA, McLachlan RI, Walls ML, Keelan JA, Dickinson JE, Skakkebaek NE, Norman RJ, Handelsman DJ. Testicular function in a birth cohort of young men. *Human Reproduction*. 2015;30(12):2713–2724. <https://doi.org/10.1093/humrep/dev244>
22. Fernandez MF, Duran I, Olea N, Avivar C, Vierula M, Toppari J, Skakkebaek NE, Jørgensen N. Semen quality and reproductive hormone levels in men from Southern Spain. *Int J Androl*. 2012;35(1):1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2010.01131.x>
23. Mínguez-Alarcón L, Sergeyev O, Burns JS, Williams PL, Lee MM, Korrick SA, Smigulina L, Revich B, Hauser R. A Longitudinal Study of Peripubertal Serum Organochlorine Concentrations and Semen Parameters in Young Men: The Russian Children's Study. *Environ Health Perspect*. 2017;125(3):460–466. <https://doi.org/10.1289/EHP25>
24. Takiyara H, Cosentino MJ, Sakatoku J, Cockett ATK. Significance of testicular size measurement in andrology: II. Correlation of testicular size with testicular function. *Journal of Urology*. 1987;137:416–419. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)44053-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)44053-5)
25. Bahk JY, Jung JH, Jin LM, Min SK. Cut-off Value of Testes Volume in Young Adults and Correlation Among Testes Volume, Body Mass Index, Hormonal Level, and Seminal Profiles. *Urology*. 2010;75:1318–1323. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.12.007>
26. Ruiz-Olvera SF, Rajmil O, Sanchez-Curbelo J-R, Vinay J, Rodriguez-Espinosa J, Ruiz-Castañe E. Association of serum testosterone levels and testicular volume in adult patients. *Andrologia*. 2018;50:e12933. <https://doi.org/10.1111/and.12933>
27. Petersen C, Söder O. The Sertoli cell – A hormonal target and “super” nurse for germ cells that determines testicular size. *Hormone Research*. 2006;66:153–161. <https://doi.org/10.1159/000094142>
28. Sakamoto H, Yajima T, Nagata M, Okumura T, Suzuki K, Oga-wa Y. Relationship between testicular size by ultrasonography and testicular function: Measurement of testicular length, width, and depth in patients with infertility. *International Journal of Urology*. 2008;15:529–533. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2042.2008.02071.x>
29. Steeno OP. Clinical and Physical Evaluation of the Infertile Male: Testicular Measurement or Orchidometry/Klinische und physikalische Bewertung des infertilen Mannes: Hoden-messung oder Orchidometrie. *Andrologia*. 1989;21:103–112. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1989.tb02376.x>
30. Schirren C. Exakte Messung der Hodengröße. *Andrologia*. 1972;4:261–262. (на немецком). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1972.tb01555.x>
31. Schonfeld WA, Beebe GW. Normal Growth and Variation in the Male Genitalia from Birth to Maturity. *Journal of Urology*. 1942;48:759–777. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)70767-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)70767-7)
32. Lambert B. The frequency of mumps and of mumps orchitis: Consequences for sexuality and fertility. *Human Heredity*. 1951;2:1–6. <https://doi.org/10.1159/000150685>
33. Hansen PF, With TK. Clinical Measurements of the Testes in Boys and Men. *Acta Medica Scandinavica*. 1952;142:457–466. <https://doi.org/10.1111/j.0954-6820.1952.tb13395.x>
34. Chang KS, Hsu FK, Chan ST, Chan YB. Scrotal asymmetry and handedness. *Journal of Anatomy*. 1960;94:543–548. Доступно по: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1244352/pdf/janat00442-0104.pdf> Ссылка активна на 25.11.2019
35. Rundle AT, Sylvester PE. Measurement of testicular volume: Its application to assessment of maturation, and its use in di-
- lation-based study. *BMJ Open*. 2013;3(4):e002222. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002222>
21. Hart RJ, Doherty DA, McLachlan RI, Walls ML, Keelan JA, Dickinson JE, Skakkebaek NE, Norman RJ, Handelsman DJ. Testicular function in a birth cohort of young men. *Human Reproduction*. 2015;30(12):2713–2724. <https://doi.org/10.1093/humrep/dev244>
22. Fernandez MF, Duran I, Olea N, Avivar C, Vierula M, Toppari J, Skakkebaek NE, Jørgensen N. Semen quality and reproductive hormone levels in men from Southern Spain. *Int J Androl*. 2012;35(1):1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2010.01131.x>
23. Mínguez-Alarcón L, Sergeyev O, Burns JS, Williams PL, Lee MM, Korrick SA, Smigulina L, Revich B, Hauser R. A Longitudinal Study of Peripubertal Serum Organochlorine Concentrations and Semen Parameters in Young Men: The Russian Children's Study. *Environ Health Perspect*. 2017;125(3):460–466. <https://doi.org/10.1289/EHP25>
24. Takiyara H, Cosentino MJ, Sakatoku J, Cockett ATK. Significance of testicular size measurement in andrology: II. Correlation of testicular size with testicular function. *Journal of Urology*. 1987;137:416–419. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)44053-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)44053-5)
25. Bahk JY, Jung JH, Jin LM, Min SK. Cut-off Value of Testes Volume in Young Adults and Correlation Among Testes Volume, Body Mass Index, Hormonal Level, and Seminal Profiles. *Urology*. 2010;75:1318–1323. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.12.007>
26. Ruiz-Olvera SF, Rajmil O, Sanchez-Curbelo J-R, Vinay J, Rodriguez-Espinosa J, Ruiz-Castañe E. Association of serum testosterone levels and testicular volume in adult patients. *Andrologia*. 2018;50:e12933. <https://doi.org/10.1111/and.12933>
27. Petersen C, Söder O. The Sertoli cell – A hormonal target and “super” nurse for germ cells that determines testicular size. *Hormone Research*. 2006;66:153–161. <https://doi.org/10.1159/000094142>
28. Sakamoto H, Yajima T, Nagata M, Okumura T, Suzuki K, Oga-wa Y. Relationship between testicular size by ultrasonography and testicular function: Measurement of testicular length, width, and depth in patients with infertility. *International Journal of Urology*. 2008;15:529–533. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2042.2008.02071.x>
29. Steeno OP. Clinical and Physical Evaluation of the Infertile Male: Testicular Measurement or Orchidometry/Klinische und physikalische Bewertung des infertilen Mannes: Hoden-messung oder Orchidometrie. *Andrologia*. 1989;21:103–112. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1989.tb02376.x>
30. Schirren C. Exakte Messung der Hodengröße. *Andrologia*. 1972;4:261–262. (In Germ.). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1972.tb01555.x>
31. Schonfeld WA, Beebe GW. Normal Growth and Variation in the Male Genitalia from Birth to Maturity. *Journal of Urology*. 1942;48:759–777. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)70767-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)70767-7)
32. Lambert B. The frequency of mumps and of mumps orchitis: Consequences for sexuality and fertility. . *Human Heredity*. 1951;2:1–6. <https://doi.org/10.1159/000150685>
33. Hansen PF, With TK. Clinical Measurements of the Testes in Boys and Men. *Acta Medica Scandinavica*. 1952;142:457–466. <https://doi.org/10.1111/j.0954-6820.1952.tb13395.x>
34. Chang KS, Hsu FK, Chan ST, Chan YB. Scrotal asymmetry and handedness. *Journal of Anatomy*. 1960;94:543–548. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1244352/pdf/janat00442-0104.pdf> Accessed November 25, 2019
35. Rundle AT, Sylvester PE. Measurement of testicular volume: Its application to assessment of maturation, and its use in di-

- agnosis of hypogonadism. *Archives of Disease in Childhood*. 1962;37:514–517. <https://doi.org/10.1136/ad.37.195.514>
36. Farkas LG. Basic morphological data of external genitals in 177 healthy central European men. *American Journal of Physical Anthropology*. 1971;34:325–328. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330340303>
37. Johnson L, Petty CS, Neaves WB. Influence of age on sperm production and testicular weights in men. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1984;70:211–218. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0700211>
38. Wang C, Chan SY, Leung A, Ng RP, Ng M, Tang LC, Ma HK, Tsoi WL, Kwan M. Cross-sectional study of semen parameters in a large group of normal Chinese men. *International Journal of Andrology*. 1985;8(4):257–274. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.1985.tb00840.x>
39. Handelsman DJ, Staraj S. Testicular Size: The Effects of Aging, Malnutrition, and Illness. *Journal of Andrology*. 1985;6:144–151. <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.1985.tb00830.x>
40. Ajmani ML, Jain SP, Saxena S. K. Anthropometric study of male external genitalia of 320 healthy Nigerian adults. *Anthropologischer Anzeiger*. 1985;43:179–186. Доступно по: <https://www.jstor.org/stable/29539617> Ссылка активна на 25.11.2019
41. Centola GM, Lee K, Cockett ATK. Relationship between testicular volume and presence of varicocele. A comparative study. *Urology*. 1987;30:479–481. [https://doi.org/10.1016/0090-4295\(87\)90386-4](https://doi.org/10.1016/0090-4295(87)90386-4)
42. Giwercman A, Muller J, Skakkebaek NE. Prevalence of carcinoma in situ and other histopathological abnormalities in testes from 399 men who died suddenly and unexpectedly. *Journal of Urology*. 1991;145:77–80. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)38252-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)38252-6)
43. Jit I, Sanjeev. Weight of the testes in Northwest Indian adults. *American Journal of Human Biology*. 1991;3:671–676. <https://doi.org/10.1002/ajhb.1310030618>
44. Lenz S, Giwercman A, Elsborg A, Cohr KH, Jelnes JE, Carlsen E, Skakkebaek NE. Ultrasonic testicular texture and size in 444 men from the general population: Correlation to semen quality. *European Urology*. 1993;24(2):231–238. <https://doi.org/10.1159/000474300>
45. Spyropoulos E, Borouas D, Mavrikos S, Dellis A, Bourounis M, Athanasiadis S. Size of external genital organs and somatometric parameters among physically normal men younger than 40 years old. *Urology*. 2002;60:485–489. [https://doi.org/10.1016/S0090-4295\(02\)01869-1](https://doi.org/10.1016/S0090-4295(02)01869-1)
46. Tomova A, Deepinder F, Robeva R, Lalabonova H, Kumanov P, Agarwal A. Growth and Development of Male External Genitalia. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 2010;164:1152–1157. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2010.223>
47. Aslan Y, Atan A, Ömur Aydın A, Nalçacıoğlu V, Tuncel A, Kadoğlu A. Penile length and somatometric parameters: A study in healthy young Turkish men. *Asian Journal of Andrology*. 2011;13:339–341. <https://doi.org/10.1038/aja.2010.109>
48. Pilatz A, Ruzs A, Wagenlehner F, Weidner W, Altinkilic B. Reference values for testicular volume, epididymal head size and peak systolic velocity of the testicular artery in adult males measured by ultrasonography. *Ultraschall in Der Medizin*. 2013;34:349–354. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1313077>
49. Foresta C, Garolla A, Frigo AC, Carraro U, Isidori AM, Lenzi A, Ferlin A. Anthropometric, penile and testis measures in post-pubertal Italian males. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2013;36(5):287–292. <https://doi.org/10.3275/8514>
50. Condorelli R, Calogero AE, La Vignera S. Relationship between testicular volume and conventional or nonconventional

- sperm parameters. *International Journal of Endocrinology*. 2013;2013:2–7. <https://doi.org/10.1155/2013/145792>
51. Shalaby ME, Almohsen AE-RM, El Shahid AR, Abd Al-Sameaa MT, Mostafa T. Penile length-somatometric parameters relationship in healthy Egyptian men. *Andrologia*. 2015;47:402–406. <https://doi.org/10.1111/and.12275>
 52. Тихонов ДА. Анализ общей и билатеральной изменчивости орхидометрических показателей у лиц юношеского возраста. *Морфологические Ведомости*. 2016;24(1):84–90. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_25793715_85103585.pdf Ссылка активна на 25.11.2019
 53. Tillinger K-G. Testicular Morphology. *Acta Endocrinologica*. 1957;24:S15–192. <https://doi.org/10.1530/acta.0.024S015>
 54. Prader A. Testicular size: assessment and clinical importance. *Triangle; the Sandoz Journal of Medical Science*. 1966;7(6):240–243. PMID:5920758
 55. Dörnberger V, Dörnberger G. Vergleichende Volumetrie des menschlichen Hodens unter besonderer Berücksichtigung der Hodensonographie, Praderorchidometer, Schirrenzirkel und Schublehre*). *Andrologia*. 2009;19:487–496. (на немецком). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1987.tb01887.x>
 56. Rivkees SA, Hall DA, Boepple PA, Crawford JD. Accuracy and reproducibility of clinical measures of testicular volume. *The Journal of Pediatrics*. 1987;110:914–917. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(87\)80412-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(87)80412-2)
 57. Behre HM, Nashan D, Nieschlag E. Objective measurement of testicular volume by ultrasonography: evaluation of the technique and comparison with orchidometer estimates. *International Journal of Andrology*. 1989;12:395–403. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.1989.tb01328.x>
 58. Fuse H, Takahara M, Ishii H, Sumiya H, Shimazaki J. Measurement of testicular volume by ultrasonography. *International Journal of Andrology*. 1990;13:267–272. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.1990.tb01031.x>
 59. Sakamoto H, Saito K, Oohta M, Inoue K, Ogawa Y, Yoshida H. Testicular Volume Measurement: Comparison of Ultrasonography, Orchidometry, and Water Displacement. *Urology*. 2007;69:152–157. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2006.09.012>
 60. Rastrelli G, Corona G, Lotti F, Boddi V, Mannucci E, Maggi M. Relationship of Testis Size and LH Levels with Incidence of Major Adverse Cardiovascular Events in Older Men with Sexual Dysfunction. *The Journal of Sexual Medicine*. 2013;10:2761–2773. <https://doi.org/10.1111/jsm.12270>
 61. Sotos JF, Tokar NJ. Appraisal of testicular volumes: volumes matching ultrasound values referenced to stages of genital development. *International Journal of Pediatric Endocrinology*. 2017;2017:10. <https://doi.org/10.1186/s13633-017-0050-1>
 62. Oehme NHB, Roelants M, Bruserud IS, Eide GE, Bjerknes R, Rosendahl K, Júlíusson PB. Ultrasound-based measurements of testicular volume in 6- to 16-year-old boys – intra- and interobserver agreement and comparison with Prader orchidometry. *Pediatric Radiology*. 2018;48(12):1771–1778. <https://doi.org/10.1007/s00247-018-4195-8>
 63. Barr ML, Shaver EL, Carr DH, Plunkett ER. the Chromatin-Positive Klinefelter Syndrome Among Patients in Mental Deficiency Hospitals. *Journal of Intellectual Disability Research*. 1960;4:89–107. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.1960.tb00757.x>
 64. Chaurasia BD, Singh TB. Anthropological data of male external genitals in Central Indian healthy adults. *Anthropologischer Anzeiger*. 1974;34:210–215. Доступно по: <http://www.jstor.org/stable/29538686> Ссылка активна на 25.11.2019
 65. Waaler PE, Thorsen T, Stea KF, Aarskog D. Studies in Normal Male Puberty. *Acta Paediatrica*. 1974;63:1–36. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1974.tb07587.x>
 - sperm parameters. *International Journal of Endocrinology*. 2013;2013:2–7. <https://doi.org/10.1155/2013/145792>
 51. Shalaby ME, Almohsen AE-RM, El Shahid AR, Abd Al-Sameaa MT, Mostafa T. Penile length-somatometric parameters relationship in healthy Egyptian men. *Andrologia*. 2015;47:402–406. <https://doi.org/10.1111/and.12275>
 52. Tikhonov D.A. The analysis of common and bilateral variability of orchidometric parameters in young men. *Morphological newsletter*. 2016;24(1):84–90. (In Russ.). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_25793715_85103585.pdf Accessed November 25, 2019
 53. Tillinger K-G. Testicular Morphology. *Acta Endocrinologica*. 1957;24:S15–192. <https://doi.org/10.1530/acta.0.024S015>
 54. Prader A. Testicular size: assessment and clinical importance. *Triangle; the Sandoz Journal of Medical Science*. 1966;7(6):240–243. PMID:5920758
 55. Dörnberger V, Dörnberger G. Vergleichende Volumetrie des menschlichen Hodens unter besonderer Berücksichtigung der Hodensonographie, Praderorchidometer, Schirrenzirkel und Schublehre*). *Andrologia*. 2009;19:487–496. (In Germ.). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.1987.tb01887.x>
 56. Rivkees SA, Hall DA, Boepple PA, Crawford JD. Accuracy and reproducibility of clinical measures of testicular volume. *The Journal of Pediatrics*. 1987;110:914–917. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(87\)80412-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(87)80412-2)
 57. Behre HM, Nashan D, Nieschlag E. Objective measurement of testicular volume by ultrasonography: evaluation of the technique and comparison with orchidometer estimates. *International Journal of Andrology*. 1989;12:395–403. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.1989.tb01328.x>
 58. Fuse H, Takahara M, Ishii H, Sumiya H, Shimazaki J. Measurement of testicular volume by ultrasonography. *International Journal of Andrology*. 1990;13:267–272. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.1990.tb01031.x>
 59. Sakamoto H, Saito K, Oohta M, Inoue K, Ogawa Y, Yoshida H. Testicular Volume Measurement: Comparison of Ultrasonography, Orchidometry, and Water Displacement. *Urology*. 2007;69:152–157. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2006.09.012>
 60. Rastrelli G, Corona G, Lotti F, Boddi V, Mannucci E, Maggi M. Relationship of Testis Size and LH Levels with Incidence of Major Adverse Cardiovascular Events in Older Men with Sexual Dysfunction. *The Journal of Sexual Medicine*. 2013;10:2761–2773. <https://doi.org/10.1111/jsm.12270>
 61. Sotos JF, Tokar NJ. Appraisal of testicular volumes: volumes matching ultrasound values referenced to stages of genital development. *International Journal of Pediatric Endocrinology*. 2017;2017:10. <https://doi.org/10.1186/s13633-017-0050-1>
 62. Oehme NHB, Roelants M, Bruserud IS, Eide GE, Bjerknes R, Rosendahl K, Júlíusson PB. Ultrasound-based measurements of testicular volume in 6- to 16-year-old boys – intra- and interobserver agreement and comparison with Prader orchidometry. *Pediatric Radiology*. 2018;48(12):1771–1778. <https://doi.org/10.1007/s00247-018-4195-8>
 63. Barr ML, Shaver EL, Carr DH, Plunkett ER. the Chromatin-Positive Klinefelter Syndrome Among Patients in Mental Deficiency Hospitals. *Journal of Intellectual Disability Research*. 1960;4:89–107. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.1960.tb00757.x>
 64. Chaurasia BD, Singh TB. Anthropological data of male external genitals in Central Indian healthy adults. *Anthropologischer Anzeiger*. 1974;34:210–215. Available at: <http://www.jstor.org/stable/29538686> Accessed November 25, 2019
 65. Waaler PE, Thorsen T, Stea KF, Aarskog D. Studies in Normal Male Puberty. *Acta Paediatrica*. 1974;63:1–36. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1974.tb07587.x>

66. Daniel WA, Feinstein RA, Howhrd-peebls P, Ph D, Baxley WD. Clinical and laboratory observations *Testicular volumes of adolescents*. 1982:0–2.
[https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(82\)80034-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(82)80034-6)
67. Скороход Л.М., Савченко О.Н. Нарушения полового развития у мальчиков. Москва: Медицина; 1984.
68. Taskinen S, Taavitsainen M, Wikström S. Measurement of testicular volume: Comparison of 3 different methods. *Journal of Urology*. 1996;155:930–933.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(01\)66349-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(01)66349-3)
69. Chipkevitch E, Nishimura RT, Tu DGS, Galea-Rojas M. Clinical measurement of testicular volume in adolescents: Comparison of the reliability of 5 methods. *Journal of Urology*. 1996;156:2050–2053.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(01\)65433-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(01)65433-8)
70. Бургарт В.Ю., Медведева Н.Н., Зализняк И.А. Многофункциональная изменчивость яичек юношей разных соматотипов. *Сибирское Медицинское Обозрение*. 2006;39(2):50–52. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_15612332_96913888.pdf Ссылка активна на 25.11.2019
71. Takihara H, Sakatoku J, Fujii M, Nasu T, Cosentino MJ, Cockett AT. Significance of testicular size measurement in andrology. I. A new orchimeter and its clinical application. *Fertility and Sterility*. 1983;39:836–840.
[https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)47126-8](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)47126-8)
72. Freeman S, Bertolotto M, Richenberg J, Belfield J, Dogra V, Huang DY, Lotti F, Markiet K, Nikolic O, Ramanathan S, Ramchandani P, Rocher L, Cecil M, Sidhu PS, Skrobisz K, Studniarek M, Tsili A, Tuncay Turgut A, Pavlica P, Derchi LE; members of the ESUR-SPIWG WG. Ultrasound evaluation of varicoceles: guidelines and recommendations of the European Society of Urogenital Radiology Scrotal and Penile Imaging Working Group (ESUR-SPIWG) for detection, classification, and grading. *European Radiology*. 2020;30(1):11–25.
<https://doi.org/10.1007/s00330-019-06280-y>
73. Dooren LJ, Van Gelderen HH, Hamming HD. Testisgrootte en pubesbehearing bij jongens van 10±15 jaar. *Ned Tijdschr Geneesk*. 1963;107:1519–1522. PMID: 14045673 (На нидерландском).
74. Burr IM, Sizonenko PC, Kaplan SL, Grumbach MM. Hormonal changes in puberty I. Correlation of serum luteinizing hormone and follicle stimulating hormone with stages of puberty, testicular size, and bone age in normal boys. *Pediatric Research*. 1970;4(1):25–35.
<https://doi.org/10.1203/00006450-197001000-00003>
75. Winter JSD, Faiman C. Pituitary-Gonadal Relations in Male Children and Adolescents. *Pediatr Res*. 1972;6(2):126–135.
<https://doi.org/10.1203/00006450-197202000-00006>
76. August GP, Grumbach MM, Kaplan SL. Hormonal changes in puberty: III. correlation of plasma testosterone, LH, FSH, testicular size, and bone age with male pubertal development. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1972;34:319–326. <https://doi.org/10.1210/jcem-34-2-319>
77. Nielsen CT, Skakkebaek NE, Richardson DW, Darling JA, Hunter WM, Jørgensen M, Nielsen A, Ingerslev O, Keiding N, Müller J. Onset of the release of spermatozoa (supermarche) in boys in relation to age, testicular growth, pubic hair, and height. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1986;62(3):532–535.
<https://doi.org/10.1210/jcem-62-3-532>
78. Жуковский МА, Лебедев НБ, Семичева ТВ. *Нарушение полового развития*. Москва: Медицина, 1989.
79. Béres J, Papp G, Pazonyi I, Czeizel E. Testicular volume variations from 0 to 28 years of age. *International Urology and Nephrology*. 1989;21:159–167.
<https://doi.org/10.1007/BF02550804>
66. Daniel WA, Feinstein RA, Howhrd-peebls P, Ph D, Baxley WD. Clinical and laboratory observations *Testicular volumes of adolescents*. 1982:0–2.
[https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(82\)80034-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(82)80034-6)
67. Skorodok L.M., Savchenko O.N. Disorders of sexual development in boys. [Narusnenija polovogo razvitija u mal'chikov]. Moskva: Medicina; 1984. (In Russ.).
68. Taskinen S, Taavitsainen M, Wikström S. Measurement of testicular volume: Comparison of 3 different methods. *Journal of Urology*. 1996;155:930–933.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(01\)66349-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(01)66349-3)
69. Chipkevitch E, Nishimura RT, Tu DGS, Galea-Rojas M. Clinical measurement of testicular volume in adolescents: Comparison of the reliability of 5 methods. *Journal of Urology*. 1996;156:2050–2053.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(01\)65433-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(01)65433-8)
70. Burgart V.Yu., Medvedeva N.N., Zaliznyak I.A. Morphofunctional changing of testicles of Krasnoyars city youths who belong to the different somatotypes. *Siberian Medical Review*. 2006;39(2):50–52. (In Russ.). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_15612332_96913888.pdf Accessed November 25, 2019
71. Takihara H, Sakatoku J, Fujii M, Nasu T, Cosentino MJ, Cockett AT. Significance of testicular size measurement in andrology. I. A new orchimeter and its clinical application. *Fertility and Sterility*. 1983;39:836–840.
[https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)47126-8](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)47126-8)
72. Freeman S, Bertolotto M, Richenberg J, Belfield J, Dogra V, Huang DY, Lotti F, Markiet K, Nikolic O, Ramanathan S, Ramchandani P, Rocher L, Cecil M, Sidhu PS, Skrobisz K, Studniarek M, Tsili A, Tuncay Turgut A, Pavlica P, Derchi LE; members of the ESUR-SPIWG WG. Ultrasound evaluation of varicoceles: guidelines and recommendations of the European Society of Urogenital Radiology Scrotal and Penile Imaging Working Group (ESUR-SPIWG) for detection, classification, and grading. *European Radiology*. 2020;30(1):11–25.
<https://doi.org/10.1007/s00330-019-06280-y>
73. Dooren LJ, Van Gelderen HH, Hamming HD. Testisgrootte en pubesbehearing bij jongens van 10±15 jaar. *Ned Tijdschr Geneesk*. 1963;107:1519–1522. PMID: 14045673 (In Dutch.).
74. Burr IM, Sizonenko PC, Kaplan SL, Grumbach MM. Hormonal changes in puberty I. Correlation of serum luteinizing hormone and follicle stimulating hormone with stages of puberty, testicular size, and bone age in normal boys. *Pediatric Research*. 1970;4(1):25–35.
<https://doi.org/10.1203/00006450-197001000-00003>
75. Winter JSD, Faiman C. Pituitary-Gonadal Relations in Male Children and Adolescents. *Pediatr Res*. 1972;6(2):126–135.
<https://doi.org/10.1203/00006450-197202000-00006>
76. August GP, Grumbach MM, Kaplan SL. Hormonal changes in puberty: III. correlation of plasma testosterone, LH, FSH, testicular size, and bone age with male pubertal development. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1972;34:319–326. <https://doi.org/10.1210/jcem-34-2-319>
77. Nielsen CT, Skakkebaek NE, Richardson DW, Darling JA, Hunter WM, Jørgensen M, Nielsen A, Ingerslev O, Keiding N, Müller J. Onset of the release of spermatozoa (supermarche) in boys in relation to age, testicular growth, pubic hair, and height. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1986;62(3):532–535.
<https://doi.org/10.1210/jcem-62-3-532>
78. Zhukovskij MA, Lebedev NB, Semicheva TV. *Disorders of sexual development*. [Narusnenie polovogo razvitija]. Moskva: Medicina, 1989. (In Russ.).
79. Béres J, Papp G, Pazonyi I, Czeizel E. Testicular volume variations from 0 to 28 years of age. *International Urology and Nephrology*. 1989;21:159–167.
<https://doi.org/10.1007/BF02550804>

80. Diamond DA, Paltiel HJ, DiCanzio J, Zurakowski D, Bauer SB, Atala A, Ephraim PL, Grant R, Retik AB. Comparative assessment of pediatric testicular volume: Orchidometer versus ultrasound. *Journal of Urology*. 2000; 164(3 Pt 2):1111–1114. <https://doi.org/10.1097/00005392-200009020-00048>
81. Cayan S, Akbay E, Bozlu M, Doruk E, Yildiz A, Acar D, Kanik EA, Ulusoy E. Diagnosis of Pediatric Varicoceles by Physical Examination and Ultrasonography and Measurement of the Testicular Volume. *Urologia Internationalis*. 2002;69(4):293–296. <https://doi.org/10.1159/000066125>
82. Karaman MI, Kaya C, Caskurlu T, Guney S, Ergenekon E. Measurement of pediatric testicular volume with Prader orchidometer: Comparison of different hands. *Pediatric Surgery International*. 2005;21:517–520. <https://doi.org/10.1007/s00383-005-1470-1>
83. Juul A, Teilmann G, Scheike T, Hertel NT, Holm K, Laursen EM, Main KM, Skakkebaek NE. Pubertal development in Danish children: Comparison of recent European and US data. *International Journal of Andrology*. 2006;29:247–255. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00556.x>
84. Kuijper EA, van Kooten J, Verbeke JJ, van Rooijen M, Lambalk CB. Ultrasonographically measured testicular volumes in 0- to 6-year-old boys. *Human Reproduction (Oxford, England)*. 2008;23:792–796. <https://doi.org/10.1093/humrep/den021>
85. Goede J, Hack WW, Sijstermans K, van der Voort-Doedens LM, Van der Ploeg T, Meij-de Vries A, Delemarre-van de Waal HA. Normative values for testicular volume measured by ultrasonography in a normal population from infancy to adolescence. *Hormone Research in Paediatrics*. 2011;76(1):56–64. <https://doi.org/10.1159/000326057>
86. Osemlak P. Size of testes and epididymes in boys up to 17 years of life assessed by ultrasound method and method of external linear measurements. *Medycyna Wieku Rozwojowego*. 2011;15:39–55. PMID: 21786511. (на польском).
87. Kunde M, Kunze C, Surov A, Ruschke K, Spielmann RP. Sonographische Bestimmung der Hodenmaße im Alter von 0 bis 18 Jahren. *Urologe*. 2015;54:1772–1778. <https://doi.org/10.1007/s00120-015-3810-7>
88. Lawal S, Idris HW, Ibinaiye P, Hamidu AU, Tabari MA, Usman B, Lawal AT. Normative ultrasonographic values for testicular volumes in Nigerian boys aged 0–15 years. *Sub-Saharan African Journal of Medicine*. 2016;3(2):71. <https://doi.org/10.4103/2384-5147.184353>
89. Wang Y-N, Zeng Q, Xiong F, Zeng Y. Male external genitalia growth curves and charts for children and adolescents aged 0 to 17 years in Chongqing, China. *Asian Journal of Andrology*. 2018;20:567. https://doi.org/10.4103/aja.aja_51_18
90. Vaganée D, Daems F, Aerts W, Dewaide R, van den Keybus T, De Baets K, De Wachter S., De Win G. Testicular asymmetry in healthy adolescent boys. *BJU International*. 2018;122:654–666. <https://doi.org/10.1111/bju.14174>
91. Глазкова А.Э., Данилова Л.И., Дудик Н.М., Романовский А.А. Особенности полового развития и становления пубертата у белорусских мальчиков. *Рецепт*. 2008;60:55–63. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_19687690_12518288.pdf Ссылка активна на 25.11.2019
92. Stearns EL, MacDonnell JA, Kaufman BJ, Padua R, Lucman TS, Winter JSD, Faiman C. Declining testicular function with age. *The American Journal of Medicine*. 1974;57:761–766. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(74\)90850-x](https://doi.org/10.1016/0002-9343(74)90850-x)
93. Baker HWG, Burger HG, de Kretser DM, Hudson B, O'Connor S, Wang C, Mirovics A., Court J., Dunlop M., Rennie G.C. Changes in the Pituitary-Testicular System With Age. *Clinical Endocrinology*. 1976;5(4):349–372. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.1976.tb01964.x>
80. Diamond DA, Paltiel HJ, DiCanzio J, Zurakowski D, Bauer SB, Atala A, Ephraim PL, Grant R, Retik AB. Comparative assessment of pediatric testicular volume: Orchidometer versus ultrasound. *Journal of Urology*. 2000; 164(3 Pt 2):1111–1114. <https://doi.org/10.1097/00005392-200009020-00048>
81. Cayan S, Akbay E, Bozlu M, Doruk E, Yildiz A, Acar D, Kanik EA, Ulusoy E. Diagnosis of Pediatric Varicoceles by Physical Examination and Ultrasonography and Measurement of the Testicular Volume. *Urologia Internationalis*. 2002;69(4):293–296. <https://doi.org/10.1159/000066125>
82. Karaman MI, Kaya C, Caskurlu T, Guney S, Ergenekon E. Measurement of pediatric testicular volume with Prader orchidometer: Comparison of different hands. *Pediatric Surgery International*. 2005;21:517–520. <https://doi.org/10.1007/s00383-005-1470-1>
83. Juul A, Teilmann G, Scheike T, Hertel NT, Holm K, Laursen EM, Main KM, Skakkebaek NE. Pubertal development in Danish children: Comparison of recent European and US data. *International Journal of Andrology*. 2006;29:247–255. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00556.x>
84. Kuijper EA, van Kooten J, Verbeke JJ, van Rooijen M, Lambalk CB. Ultrasonographically measured testicular volumes in 0- to 6-year-old boys. *Human Reproduction (Oxford, England)*. 2008;23:792–796. <https://doi.org/10.1093/humrep/den021>
85. Goede J, Hack WW, Sijstermans K, van der Voort-Doedens LM, Van der Ploeg T, Meij-de Vries A, Delemarre-van de Waal HA. Normative values for testicular volume measured by ultrasonography in a normal population from infancy to adolescence. *Hormone Research in Paediatrics*. 2011;76(1):56–64. <https://doi.org/10.1159/000326057>
86. Osemlak P. Size of testes and epididymes in boys up to 17 years of life assessed by ultrasound method and method of external linear measurements. *Medycyna Wieku Rozwojowego*. 2011;15:39–55. PMID: 21786511. (in Polish.).
87. Kunde M, Kunze C, Surov A, Ruschke K, Spielmann RP. Sonographische Bestimmung der Hodenmaße im Alter von 0 bis 18 Jahren. *Urologe*. 2015;54:1772–1778. <https://doi.org/10.1007/s00120-015-3810-7>
88. Lawal S, Idris HW, Ibinaiye P, Hamidu AU, Tabari MA, Usman B, Lawal AT. Normative ultrasonographic values for testicular volumes in Nigerian boys aged 0–15 years. *Sub-Saharan African Journal of Medicine*. 2016;3(2):71. <https://doi.org/10.4103/2384-5147.184353>
89. Wang Y-N, Zeng Q, Xiong F, Zeng Y. Male external genitalia growth curves and charts for children and adolescents aged 0 to 17 years in Chongqing, China. *Asian Journal of Andrology*. 2018;20:567. https://doi.org/10.4103/aja.aja_51_18
90. Vaganée D, Daems F, Aerts W, Dewaide R, van den Keybus T, De Baets K, De Wachter S., De Win G. Testicular asymmetry in healthy adolescent boys. *BJU International*. 2018;122:654–666. <https://doi.org/10.1111/bju.14174>
91. Glazkova A.Je., Danilova L.I., Dudik N.M., Romanovskij A.A. *Peculiarities of sexual development and attainment of puberty among Belorussian boys*. [Osobennosti polovogo razvitiya i stanovleniya pubertata u belorusskikh mal'chikov]. *Recipe*. 2008;60:55–63. (In Russ.). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_19687690_12518288.pdf Accessed November 25, 2019
92. Stearns EL, MacDonnell JA, Kaufman BJ, Padua R, Lucman TS, Winter JSD, Faiman C. Declining testicular function with age. *The American Journal of Medicine*. 1974;57:761–766. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(74\)90850-x](https://doi.org/10.1016/0002-9343(74)90850-x)
93. Baker HWG, Burger HG, de Kretser DM, Hudson B, O'Connor S, Wang C, Mirovics A., Court J., Dunlop M., Rennie G.C. Changes in the Pituitary-Testicular System With Age. *Clinical Endocrinology*. 1976;5(4):349–372. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.1976.tb01964.x>

94. Handelsman DJ, Staraj S. Testicular Size: The Effects of Aging, Malnutrition, and Illness. *Journal of Andrology*. 1985;6:144–151. <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.1985.tb00830.x>
95. Алексеев Ю.Д., Савенкова Е.Н., Ефимов А.А., Райкова К.А. Сравнительный анализ органомерических показателей мужских половых желез человека в различные возрастные периоды. *Бюллетень Медицинских Интернет-конференций*. 2015;5:993–996. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_23714602_75725381.pdf Ссылка активна на 25.11.2019
96. Aribarg A, Kenkeerati W, Vorapaiboonsak V, Leepipatpaiboon S, Farley TMM. Testicular volume, semen profile and serum hormone levels in fertile Thai males. *International Journal of Andrology*. 1986;9:170–180. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.1986.tb00880.x>
97. Sobowale OB, Akiwumi O. Testicular volume and seminal fluid profile in fertile and infertile males in Ilorin, Nigeria. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*. 1989;28:155–161. [https://doi.org/10.1016/0020-7292\(89\)90476-1](https://doi.org/10.1016/0020-7292(89)90476-1)
98. Schiff JD, Li PS, Goldstein M. A study from New York was aimed Correlation of ultrasonographic and orchidometer measurements of testis. *BJU Int*. 2004;93(7):1015–1057. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2004.04772.x>
99. Cocuzza M, Athayde KS, Agarwal A, Pagani R, Sikka SC, Lucon AM, Srougi M, Hallak J. Impact of clinical varicocele and testis size on seminal reactive oxygen species levels in a fertile population: a prospective controlled study. *Fertility and Sterility*. 2008;90(4):1103–1108. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.07.1377>
100. Iwamoto T, Nozawa S, Yoshiike M, Namiki M, Koh E, Kanaya J, Okuyama A, Matsumiya K, Tsujimura A, Komatsu K, Tsukamoto T, Itoh N, Mieno MN, Vierula M, Toppari J, Skakkebaek NE, Jørgensen N. Semen quality of fertile Japanese men: A cross-sectional population-based study of 792 men. *BMJ Open*. 2013;3(1). pii: e002223. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002223>
101. World Health Organization. The influence of varicocele on parameters of fertility in a large group of men presenting to infertility clinics**Supported by the Special Programme of Research, Development, and Research Training in Human Reproduction, World Health Organization, Geneva. *Fertility and Sterility*. 1992;57(6):1289–1293. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)55089-4](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)55089-4)
102. Costabile RA, Skoog S, Radowich M. Testicular volume assessment in the adolescent with a varicocele. *Journal of Urology*. 1992;147:1348–1350. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)37561-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)37561-4)
103. Sadov S, Koskeniemi JJ, Virtanen HE, Perheentupa A, Petersen JH, Skakkebaek NE, Main KM, Toppari J. Testicular growth during puberty in boys with and without a history of congenital cryptorchidism. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2016;101(6):2570–2577. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-3329>
104. Short R V. *Testis Size, Ovulation Rate, and Breast Cancer*. One Medicine, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1984: 32–44. https://doi.org/10.1007/978-3-642-61749-2_4
105. Kabay S, Yucel M, Ozden H, Yaylak F, Ozbek O, Gumusalan Y. Magnetic Resonance Imaging Is a Complementary Method to Stereological Measurement of Testicular Volume. *Urology*. 2009;73:1131–1135. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2008.02.058>
106. Hsieh ML, Huang ST, Huang HC, Chen Y, Hsu YC. The reliability of ultrasonographic measurements for testicular volume assessment: Comparison of three common formulas with true testicular volume. *Asian Journal of Andrology*. 2009;11:261–265. <https://doi.org/10.1038/aja.2008.48>
94. Handelsman DJ, Staraj S. Testicular Size: The Effects of Aging, Malnutrition, and Illness. *Journal of Andrology*. 1985;6:144–151. <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.1985.tb00830.x>
95. Alekseev Y.D., Savenkova E.N., Efimov A.A., Raykova K.A. Comparative analysis of indicators organometrical male gonads person at different ages. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2015;5:993–996.(In Russ.). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_23714602_75725381.pdf Accessed November 25, 2019
96. Aribarg A, Kenkeerati W, Vorapaiboonsak V, Leepipatpaiboon S, Farley TMM. Testicular volume, semen profile and serum hormone levels in fertile Thai males. *International Journal of Andrology*. 1986;9:170–180. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.1986.tb00880.x>
97. Sobowale OB, Akiwumi O. Testicular volume and seminal fluid profile in fertile and infertile males in Ilorin, Nigeria. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*. 1989;28:155–161. [https://doi.org/10.1016/0020-7292\(89\)90476-1](https://doi.org/10.1016/0020-7292(89)90476-1)
98. Schiff JD, Li PS, Goldstein M. A study from New York was aimed Correlation of ultrasonographic and orchidometer measurements of testis. *BJU Int*. 2004;93(7):1015–1057. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2004.04772.x>
99. Cocuzza M, Athayde KS, Agarwal A, Pagani R, Sikka SC, Lucon AM, Srougi M, Hallak J. Impact of clinical varicocele and testis size on seminal reactive oxygen species levels in a fertile population: a prospective controlled study. *Fertility and Sterility*. 2008;90(4):1103–1108. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.07.1377>
100. Iwamoto T, Nozawa S, Yoshiike M, Namiki M, Koh E, Kanaya J, Okuyama A, Matsumiya K, Tsujimura A, Komatsu K, Tsukamoto T, Itoh N, Mieno MN, Vierula M, Toppari J, Skakkebaek NE, Jørgensen N. Semen quality of fertile Japanese men: A cross-sectional population-based study of 792 men. *BMJ Open*. 2013;3(1). pii: e002223. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002223>
101. World Health Organization. The influence of varicocele on parameters of fertility in a large group of men presenting to infertility clinics**Supported by the Special Programme of Research, Development, and Research Training in Human Reproduction, World Health Organization, Geneva. *Fertility and Sterility*. 1992;57:1289–1293. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)55089-4](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)55089-4)
102. Costabile RA, Skoog S, Radowich M. Testicular volume assessment in the adolescent with a varicocele. *Journal of Urology*. 1992;147:1348–1350. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)37561-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)37561-4)
103. Sadov S, Koskeniemi JJ, Virtanen HE, Perheentupa A, Petersen JH, Skakkebaek NE, Main KM, Toppari J. Testicular growth during puberty in boys with and without a history of congenital cryptorchidism. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2016;101(6):2570–2577. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-3329>
104. Short R V. *Testis Size, Ovulation Rate, and Breast Cancer*. One Medicine, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1984: 32–44. https://doi.org/10.1007/978-3-642-61749-2_4
105. Kabay S, Yucel M, Ozden H, Yaylak F, Ozbek O, Gumusalan Y. Magnetic Resonance Imaging Is a Complementary Method to Stereological Measurement of Testicular Volume. *Urology*. 2009;73:1131–1135. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2008.02.058>
106. Hsieh ML, Huang ST, Huang HC, Chen Y, Hsu YC. The reliability of ultrasonographic measurements for testicular volume assessment: Comparison of three common formulas with true testicular volume. *Asian Journal of Andrology*. 2009;11:261–265. <https://doi.org/10.1038/aja.2008.48>

Сведения об авторах

Александр Юрьевич Сероухов – специалист уролог,
Базовая больница Тамале, Гана
ORCID iD 0000-0001-7696-4533
e-mail: dr.seroukhov@gmail.com

Акисибатек Алекз Афоко – к.м.н.; консультант уролог,
старший лектор, Университет по Исследованию Проблем
Развития, Тамале, Гана
ORCID iD 0000-0002-7689-1159
e-mail: a.afoko@uds.udu.gh

Ибрагим Энверович Мамаев – к.м.н.; доцент кафедры
урологии и андрологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пиро-
гова Минздрава России; заведующий урологическим от-
делением ГБУЗ «Городская клиническая больница имени
В.М. Буянова Департамента Здравоохранения города
Москвы»
ORCID iD 0000-0002-5755-5950
e-mail: dr.mamaev@mail.ru

Information about the authors

Alexander Yurevich Seroukhov – M.D., Specialist Urologist,
Tamale Teaching Hospital, Ghana
ORCID iD 0000-0001-7696-4533
e-mail: dr.seroukhov@gmail.com

Akisibadek Alekz Afoko – M.D., Cand. Sc.(M); Consultant
Urologist, Senior Lecturer, University for Development
Studies, Tamale, Ghana
ORCID iD 0000-0002-7689-1159
e-mail: a.afoko@uds.udu.gh

Ibrahim Enverovich Mamaev – M.D., Cand. Sc. (M), Ass. Prof.;
Ass. Prof., Dept. of Urology and Andrology, Pirogov Russian
National Research Medical University, Moscow; Head, Urology
Division, Moscow City Clinical Hospital after V.M. Buyanov,
Moscow Healthcare Department.
ORCID iD 0000-0002-5755-5950
e-mail: dr.mamaev@mail.ru