

Организация здравоохранения и общественное здоровье

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 616-056.257-07

Соболева Н.П.¹, Руднев С.Г.^{2,3}, Николаев Д.В.⁴, Ерюкова Т.А.⁴, Колесников В.А.⁴, Мельниченко О.А.⁵,
Пономарева Е.Г.⁶, Старунова О.А.⁵, Стерликов С.А.^{1,3}

БИОИМПЕДАНСНЫЙ СКРИНИНГ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ В ЦЕНТРАХ ЗДОРОВЬЯ: РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИЗБЫТОЧНОЙ МАССЫ ТЕЛА И ОЖИРЕНИЯ

¹ФГБУ "Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения" Минздрава РФ, 127254, Москва;

²ФГБУН "Институт вычислительной математики" РАН, 119333, Москва;

³НИИ фтизиопульмонологии ГБОУ ВПО "Первый МГМУ им. И.М. Сеченова", 127473, Москва;

⁴ЗАО Научно-технический центр "Медасс", 101000, Москва;

⁵Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова, 119899, Москва;

⁶Департамент медицинской профилактики, скорой, первичной медико-санитарной помощи
и санаторно-курортного дела Минздрава РФ, 127994, Москва

*Руднев Сергей Геннадьевич. E-mail: sergey.rudnev@gmail.ru

♦ На основе первичных данных биоимпедансных измерений 2 092 695 человек в 484 центрах здоровья РФ за 2010—2012 гг. получена оценка распространенности ожирения и избыточной массы тела среди населения России в зависимости от возраста и пола по критериям ВОЗ. Стандартизованная частота встречаемости ожирения у детей и подростков 5—17 лет составила 6,8% для лиц мужского и 5,3% женского пола, а у взрослых людей — 21,9 и 29,7% соответственно. Построены локализованные критерии биоимпедансной диагностики ожирения по величине процентного содержания жира в массе тела. Выявлена низкая диагностическая чувствительность (50% для мужчин, 65% для женщин) и высокая специфичность (90%) критерия ВОЗ диагностики ожирения по индексу массы тела.

Ключевые слова: избыточная масса тела; ожирение; неинфекционные заболевания; эпидемиология; профилактика; скрининг; антропометрия; состав тела; биоимпедансный анализ; центры здоровья.

*Soboleva N.P.¹, Rudnev S.G.^{2,3}, Nikolayev D.V.⁴, Eryukova T.A.⁴, Kolesnikov V.A.⁴, Melnitchneko O.A.⁵,
Ponomareva E.G.⁶, Starunova O.A.⁵, Sterlikov S.A.^{1,3}*

THE BIO-IMPEDANCE SCREENING OF POPULATION IN HEALTH CENTERS: PREVALENCE OF SURPLUS BODY MASS AND OBESITY

¹The central research institute for health organization and informatics of Minzdrav of Russia, 127254, Moscow, Russia;

²The institute of computational mathematics of the Russian academy of sciences, 119333 Moscow, Russia;

³The research institute of phthisiopulmonology of the I.M. Sechenov first Moscow medical university
of Minzdrav of Russia, 127473, Moscow, Russia; ⁴The scientific and technical center "Medass", 101000 Moscow, Russia;

⁵The faculty of computational mathematics and cybernetics of the M.V. Lomonosov Moscow state university, 119899
Moscow, Russia; ⁶The department of medical prevention, emergency, primary medical sanitary care
and sanatorium-and-spa business of Minzdrav of Russia, 127994 Moscow, Russia

♦ In 2010—2012, the primary data of bio-impedance measurements in 2 092 695 patients in 484 health centers was used to evaluate prevalence of obesity and surplus body mass in population of Russia depending on age and gender by WHO criteria. The standardized rate of occurrence of obesity in children and adolescents aged 5-17 years old made to 6.8% for males and 5.3% for females and 21.9% and 29.7% in adults correspondingly. The localized criteria of bio-impedance diagnostic of obesity according percent content of fat in body mass was developed. The low diagnostic sensitivity (50% for males and 65% for females) and high specificity (90%) of WHO criterion of obesity diagnostic according body mass index was revealed.

Keywords: surplus body mass; obesity; non-infectious disease; epidemiology; prevention; anthropometry; body composition; bio-impedance analysis; health center.

Современная эпидемиологическая ситуация в России и мире характеризуется высокой заболеваемостью и смертностью населения от хронических неинфекционных заболеваний, таких как сердечно-сосудистые, онкологические заболевания и сахарный диабет [1, 2]. Установлена тенденция к дальнейшему увеличению их доли в общей смертности — от 59—60% в настоящее время до 69% к 2030 г. [3]. Ведущей причиной этого явления, помимо курения и злоупотребления алкоголем, являются малоподвижный образ жизни и несбалансированное питание, особенно среди детей и подростков [4, 5], что выражается в увеличении доли населения с избыточной массой тела (МТ) и ожирением. Смертность населения

России наиболее трудоспособного возраста от сердечно-сосудистых заболеваний превышает таковую в странах Европейского союза в 5—7 раз [6], что представляет серьезную социально-экономическую и демографическую угрозу. В связи с этим мониторинг факторов риска развития неинфекционных заболеваний и реализации мероприятий по формированию здорового образа жизни является приоритетной задачей здравоохранения [7]. Важным звеном такого мониторинга в России являются центры здоровья (ЦЗ), созданные в соответствии с постановлением Правительства РФ от 18 мая 2009 г. № 413 и последующими приказами Минздрава [8, 9]. Наряду с возможностью диагностики состояния отдельных орга-

нов и систем организма в арсенале ЦЗ имеются методы оценки физического развития и компонентного состава тела, такие как антропометрия и биоимпедансный анализ [10].

Один из индикаторов состояния питания и уровня физической активности населения — индекс массы тела (ИМТ). Высокие значения ИМТ ассоциированы с повышенной смертностью от сердечно-сосудистых, а низкие — от хронических легочных заболеваний [11, 12]. Перейти к развернутой характеристике состояния пациентов в терминах параметров белкового, жирового и водного обмена, интенсивности метаболических процессов позволяют методы оценки компонентного состава тела [13—15]. Например, биоимпедансная оценка процентного содержания жира в МТ (%ЖМТ) значительно выше по сравнению с ИМТ, коррелирует с референтной оценкой степени ожирения [16] и в отличие от ИМТ и калиперометрии может быть использована для индивидуальной, а не групповой, характеристики ожирения [17]. В области низких значений ИМТ анализ состава тела дает возможность выявить структуру белково-энергетической недостаточности и принять адекватные меры для ее коррекции [18]. Фундаментальные исследования в области математического моделирования биоимпедансных измерений человека подтвердили значимость метода для оценки изменений водных секторов организма и состава тела [19, 20].

Данные о распространенности избыточной МТ и ожирения в России весьма многочисленны, разнородны и нередко расходятся в оценках [21—23]). Это объясняется разной репрезентативностью, возрастными и территориальными особенностями обследованных групп, а также различиями методов сбора данных и критериев диагностики, что затрудняет возможность сравнения результатов исследований между собой и с зарубежными данными. В соответствии с письмом Минздрава России от 24 октября 2012 г. № 14-1/10/2-3200 в ФГБУ ЦНИИ-ОИЗ Минздрава был проведен сбор первичных данных биоимпедансных измерений, выполненных в ЦЗ. Цель исследования — характеристика половозрастной структуры пациентов ЦЗ, оценка распространенности избыточной МТ и ожирения среди населения России на осно-

Таблица 1

Половозрастное распределение пациентов, обследованных в ЦЗ в 2010—2012 гг. по методике биоимпедансометрии

Возрастная категория обследованных	Размер выборки	В том числе	
		мужчины	женщины
Дети (5—17 лет)	415 201	212 057	203 144
Взрослые (18—97 лет)	1 677 494	373 276	1 304 218
Всего (5—97 лет)	2 092 695	585 333	1 507 362

ве действующих международных стандартов, разработка локализованных критериев диагностики нарушений нутритивного статуса по величине биоимпедансной оценки %ЖМТ, анализ диагностической эффективности ИМТ при выявлении ожирения и оценка частоты встречаемости скрытого ожирения. Представленные материалы являются развернутым описанием и развитием результатов, опубликованных нами ранее [24].

Первичные данные биоимпедансных измерений 2 092 695 жителей России в 2010—2012 гг. (что составляет около 1,5% от общей численности населения России) были получены из 484 ЦЗ 77 из 83 субъектов РФ. Возраст обследованных варьировал от 5 до 97 лет (табл. 1). Распределение численности индивидов по субъектам РФ показано на рис. 1, интенсивность окрашивания территорий соответствует числу обследованных.

По общему количеству данных лидировали Москва, Татарстан и Нижегородская область, а по доле обследованного населения — Владимирская область, Татарстан и Костромская область (табл. 2). В целом свыше 1% населения было обследовано в 46 из 83 субъектов РФ (рис. 2). Данные не получены из Калининградской области (ЦЗ отсутствуют), республик Калмыкия и Саха (Якутия), а также из Чеченской Республики (ввиду нехватки обученного персонала).

Основную часть данных составили результаты измерений биоимпедансными анализаторами АВС-01 "Медасс" (Москва) и "Диамант" (Санкт-Петербург) — 819 808 и 1 175 623 пациента соответственно. В исследование не вошли результаты биоимпедансометрии в тех ЦЗ, где использовалось импортное оборудование, не имеющее функции хранения данных (Новосибирская,

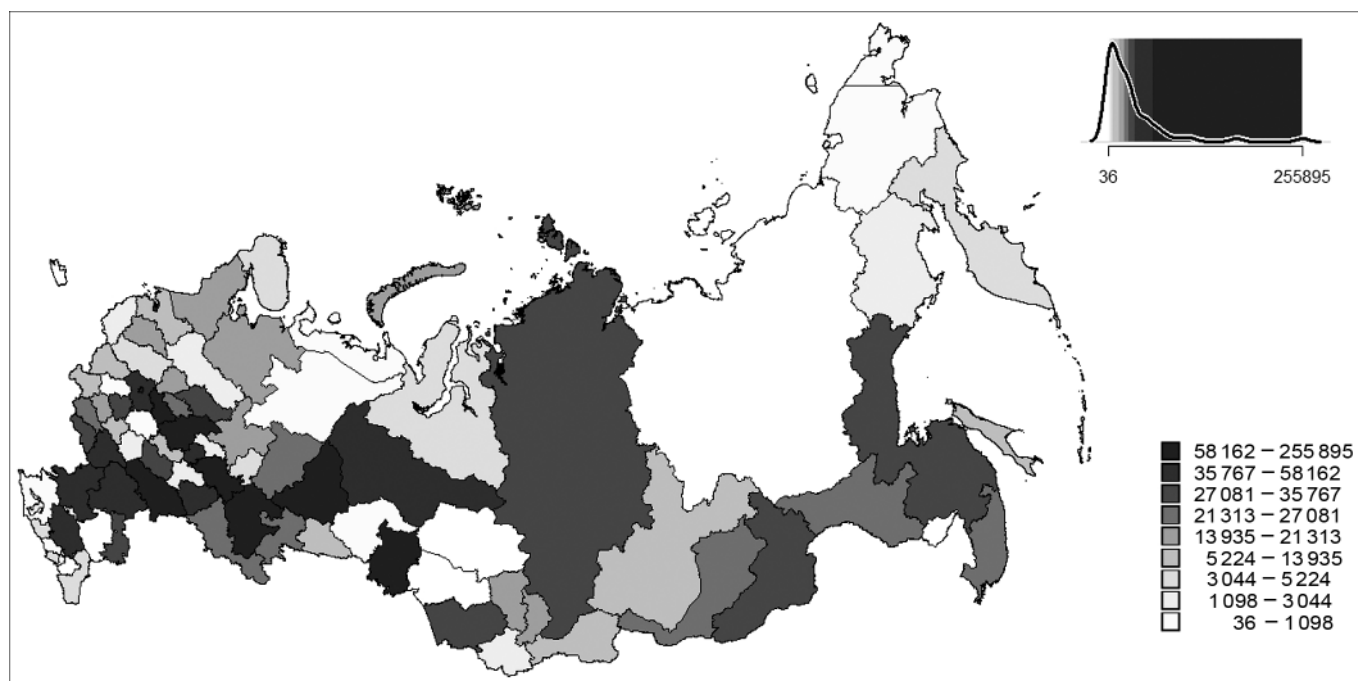


Рис. 1. Численность индивидов, обследованных в ЦЗ субъектов РФ по методике биоимпедансометрии.

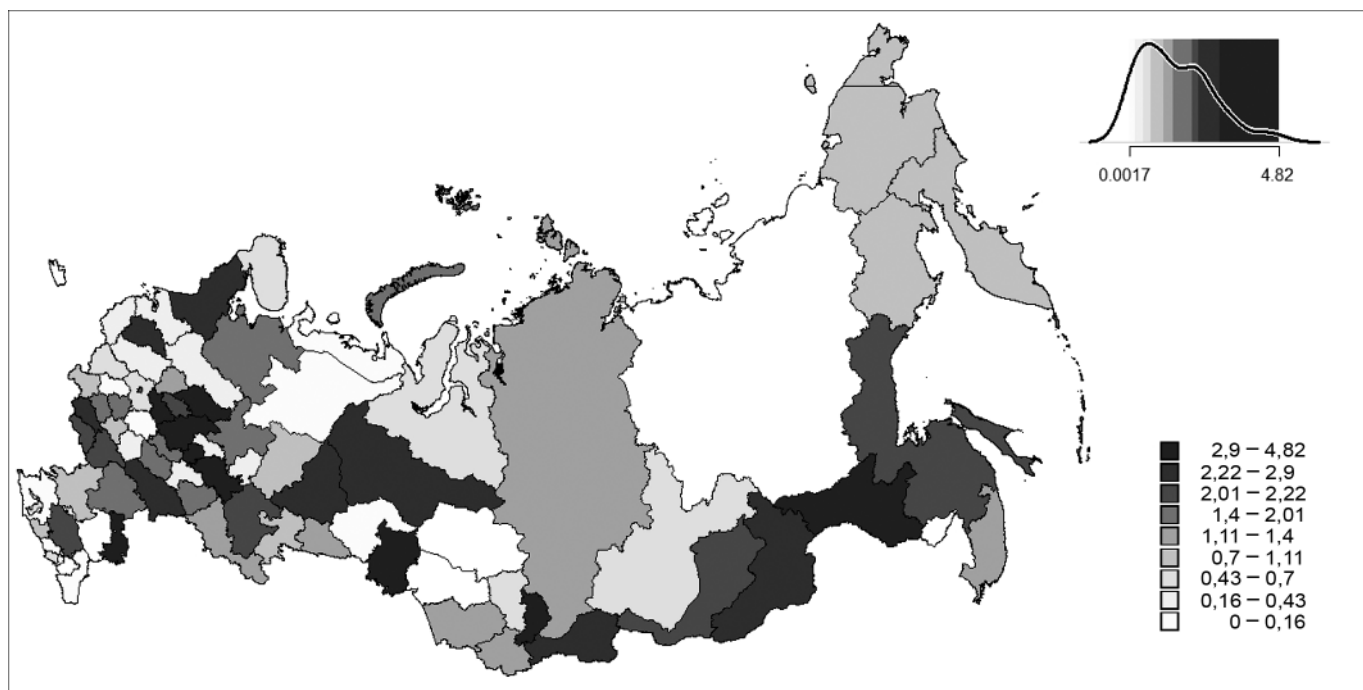


Рис. 2. Процент населения регионов России, обследованного в ЦЗ по методике биоимпедансометрии.

Таблица 2

Ранговые места регионов Российской Федерации по количеству обследованных и по охвату обследованиями населения в ЦЗ по методике биоимпедансометрии

Ранг	По числу обследованных	По проценту охвата населения региона
1	Москва ($n = 255\ 895$)	Владимирская область (4,83%)
2	Республика Татарстан ($n = 168\ 668$)	Республика Татарстан (4,41%)
3	Нижегородская область ($n = 109\ 246$)	Костромская область (4,32%)
4	Свердловская область ($n = 97\ 349$)	Омская область (3,55%)
5	Республика Башкирия ($n = 81\ 600$)	Нижегородская область (3,32%)
6	Омская область ($n = 70\ 041$)	Республика Чувашия (3,32%)
7	Владимирская область ($n = 68\ 617$)	Амурская область (3,13%)
8	Санкт-Петербург ($n = 63\ 483$)	Республика Хакасия (3,07%)
9	Саратовская область ($n = 58\ 738$)	Астраханская область (2,92%)
10	Ставропольский край ($n = 57\ 009$)	Республика Карелия (2,86%)
...	(и так далее, всего 2 092 695 человек)	...

Томская области, ряд ЦЗ других субъектов РФ). Исключение составили результаты обследования 97 349 пациентов анализаторами Омрон (Япония) в 22 ЦЗ Свердловской обл.

Все перечисленные данные использовались для анализа половозрастной изменчивости ИМТ, вычисляемого как отношение МТ (в кг) к квадрату длины тела (в м). Измерения роста и МТ проводились на аппаратно-программном комплексе "Здоровье-экспресс" (ЗАО МКС, Зеленоград): электронным ростомером с дискретностью измерений 1 мм и на электронных весах с дискретностью измерений 100 г. Согласно критериям ВОЗ, избыточную МТ у взрослых людей определяли при ИМТ > 25 кг/м², а ожирение — при ИМТ > 30 кг/м². У детей и подростков 5—18 лет для этих целей применялись диагностические критерии ВОЗ, зависящие от возраста [25]. Распределение ИМТ у детей сопоставляли с референтными данными IOTF [26] путем расчета стандартизованных значений ИМТ по формуле $z = [(y/M)L-1]/(L \cdot$

$S)$, где y — измеренное значение ИМТ, а M , S и L — медиана, вариация и асимметрия распределений ИМТ для детей соответствующего пола и возраста в референтной выборке IOTF.

В отношении анализа состава тела для обеспечения сопоставимости результатов нами были обработаны только данные измерений биоимпедансными анализаторами ABC-01 "Медасс", отвечающими международным стандартам в части схем наложения электродов, используемых компонент импеданса (активное/реактивное сопротивление) и частот зондирующего тока [27]. Указанные данные представляли собой результаты обследования 819 808 пациентов в 220 ЦЗ из 52 субъектов РФ (табл. 3 и рис. 3).

Биоимпедансные измерения проводились на частотах 5 и 50 кГц по стандартной тетраполярной схеме с наложением электродов на запястье и голеностоп. Использовались одно-разовые биоадгезивные электроды Schiller (Швейцария) и FIAB (Италия). Безжировую МТ (БМТ) оценивали на основе формул для взрослых [28] и детей [29]. Жировую МТ (ЖМТ) вычисляли как разность между МТ и БМТ, а %ЖМТ — как $(ЖМТ/МТ) \cdot 100\%$. Фазовый угол импеданса рассчитывали как арктангенс отношения реактивного и активного сопротивлений на частоте 50 кГц.

Способом, описанным в работе Н. McCarthy и соавт. [30], получали локализованные критерии диагностики

Таблица 3

Половозрастное распределение пациентов, обследованных в ЦЗ в 2010—2012 гг. по методике биоимпедансометрии с использованием анализаторов ABC-01 "Медасс"

Возрастная категория обследованных	Размер выборки	В том числе	
		мужчины	женщины
Дети (5—17 лет)	246 023	130 682	115 341
Взрослые (18—97 лет)	573 789	142 872	430 917
Всего (5—97 лет)	819 808	273 554	546 254

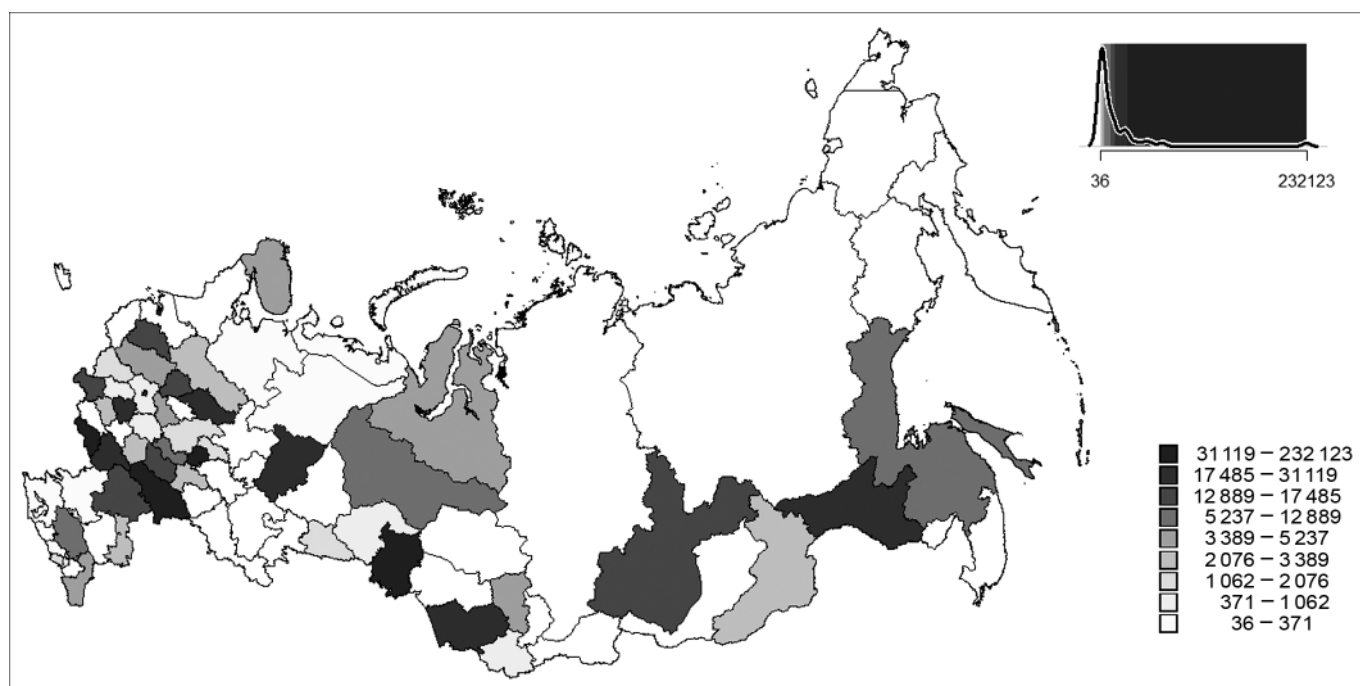


Рис. 3. Численность индивидов, обследованных в ЦЗ субъектов РФ с использованием биоимпедансных анализаторов ABC-01 "Медасс".

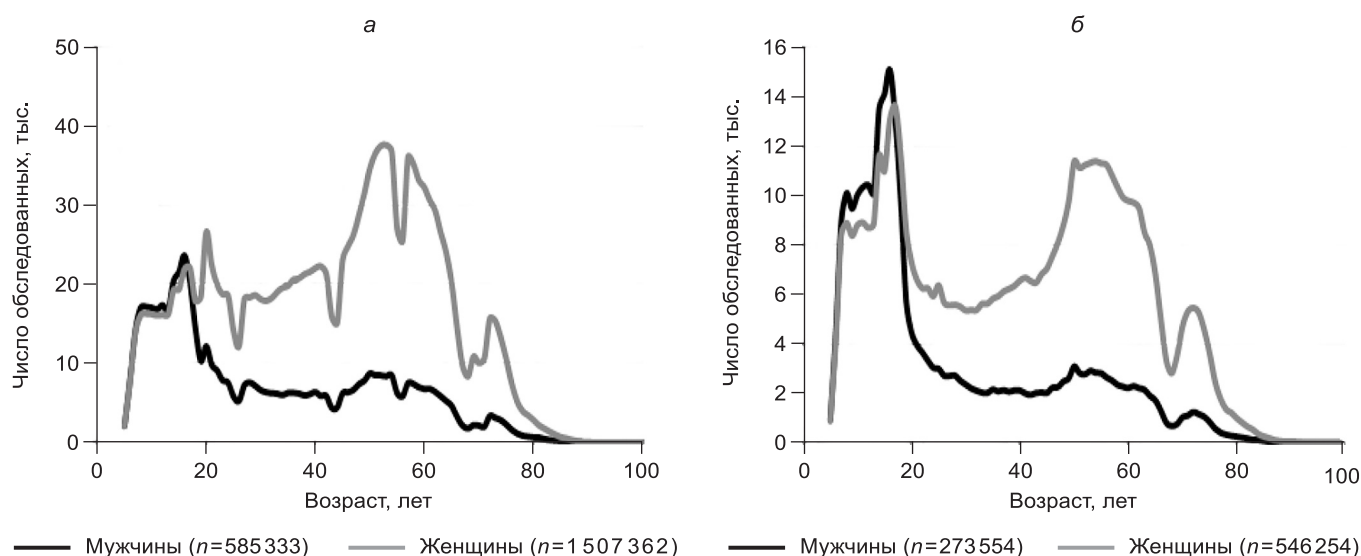


Рис. 4. Возрастные распределения численности мужчин и женщин, обследованных в ЦЗ по методике биоимпедансометрии.
а — общая выборка (n = 2 092 695); б — все измеренные анализаторами ABC-01 "Медасс" (n = 819 808).

ожирения, недостаточного и избыточного жиротложения по %ЖМТ. Распространенность скрытого ожирения оценивали как долю пациентов с высокими (согласно полученному критерию) значениями %ЖМТ при нормальных или низких значениях ИМТ [31]. Рассчитывали показатели диагностической эффективности ИМТ для установления ожирения в сравнении с биоимпедансной оценкой %ЖМТ [32]: чувствительность, т.е. долю истинно положительных диагнозов среди истинно положительных и ложноотрицательных диагнозов, и специфичность, т.е. долю истинно отрицательных диагнозов среди истинно отрицательных и ложноположительных диагнозов. Стандартизованные значения признаков рассчитывали с учетом распределения численности населения России по возрасту и полу.

На рис. 4 показаны возрастные зависимости численностей мужчин и женщин, обследованных по методике биоимпедансометрии в ЦЗ в 2010—2012 гг. Основной

пик посещаемости ЦЗ взрослым населением пришелся на 50—60 лет, при этом женщины обследовались в 3,6 раза чаще мужчин (см. табл. 1; рис. 4, а). Локальный минимум посещаемости в возрасте 65—70 лет соответствует низкой рождаемости в период Великой Отече-

Таблица 4
Стандартизованные оценки распространенности ожирения и избыточной МТ среди населения России по данным ЦЗ

Возрастная категория обследованных	Ожирение, %		Избыточная МТ	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Дети и подростки (5—17 лет)	6,8	5,3	21,9	19,3
Взрослые (18—97 лет)	21,9	29,7	60,0	59,2
Все обследованные (5—97 лет)	19,4	26,4	53,8	53,6

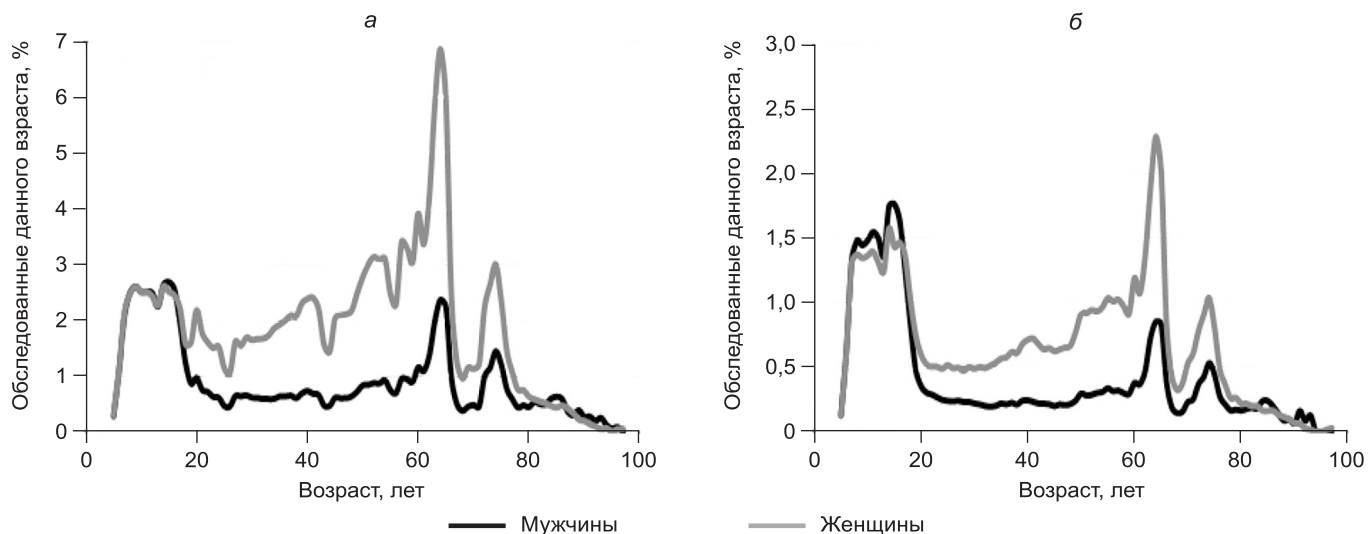


Рис. 5. Доля обследованных в ЦЗ по методике биоимпедансометрии среди населения России в зависимости от пола и возраста. *а* — общая выборка ($n = 2\,092\,695$); *б* — все измеренные анализаторами АВС-01 "Медасс" ($n = 819\,808$).

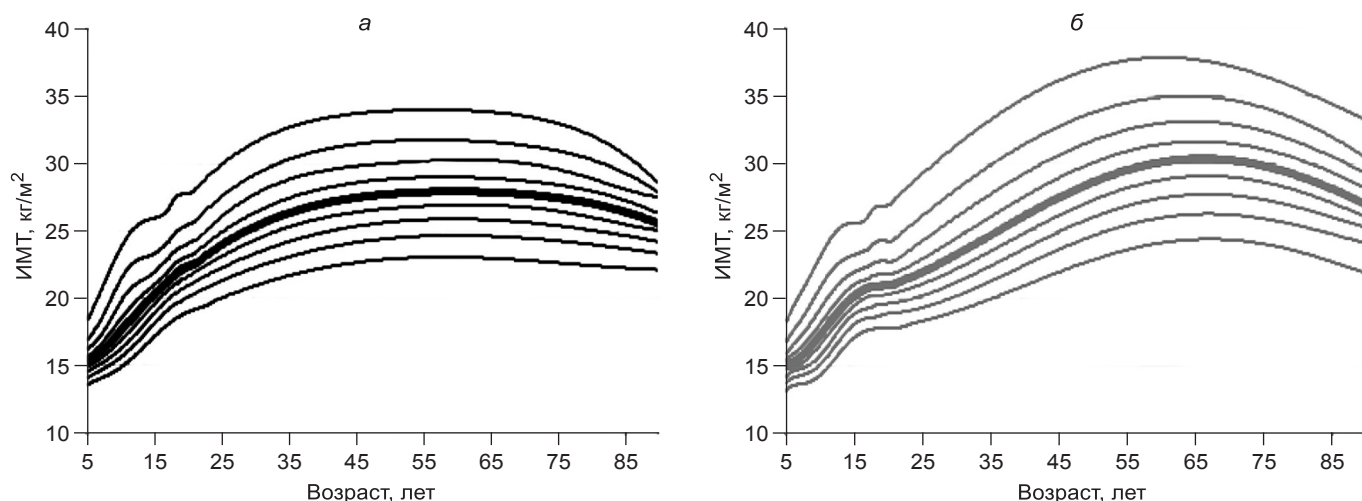


Рис. 6. Процентильные кривые ИМТ от возраста по данным ЦЗ. Показаны проценти с 10-го по 90-й, выделенные линии соответствуют медиане распределений (50-й процентиль). *а* — мужчины ($n = 583\,333$); *б* — женщины ($n = 1\,507\,362$).

ственной войны 1941—1945 гг.

По доле охвата населения подростки и лица юношеского возраста обследовались гораздо чаще молодых женщин и мужчин (рис. 5, *а*), что объясняется развитием сети детских ЦЗ и организаций в ряде регионов России коллективных обследований школьников. Средняя обращаемость в ЦЗ женской части взрослого населения постоянно росла с 25 до 64 лет, затем резко снижалась (рис. 5, *а*). У мужчин рост относительной посещаемости наблюдался значительно позднее (50 лет—64 года) и с меньшей интенсивностью. Распределения частоты посещаемости ЦЗ для общей выборки и для прошедших обследование на анализаторах АВС-01 "Медасс" в целом хорошо соответствовали друг другу, основное различие было связано с большей распространенностью последних в детских ЦЗ (см. рис. 4, 5).

На рис. 6 представлены сглаженные процентильные кривые зависимости ИМТ от возраста у женщин и мужчин, построенные по данным ЦЗ, а на рис. 7 — оценки распространенности избыточной МТ и ожирения среди населения России по критерию ВОЗ [25].

Из рис. 7 следует, что доля индивидов с избыточной МТ устойчиво растет с возрастом, достигая к 55—60 годам 80—85% у женщин и 75—80% у мужчин. При этом

максимальная частота ожирения наблюдалась в возрасте 60 лет и составила 30% у мужчин и 50% у женщин, что соответствует данным о высокой распространенности у пожилых людей гипертонической болезни, сахарного диабета 2-го типа, нарушений функции опорно-двигательного аппарата и других заболеваний.

С учетом распределения чувствительности населения России по возрасту и полу в табл. 4 представлены стандартизованные оценки распространенности избыточной МТ и ожирения по данным ЦЗ.

В табл. 5 показаны биоимпедансные критерии диагностики недостаточного, избыточного жировоголожения и ожирения по %ЖМТ, полученные по данным ЦЗ путем согласования с критериями ВОЗ избыточности и недостаточности МТ по ИМТ [30]. Эти критерии были использованы для оценки диагностической эффективности ИМТ.

Показатели диагностической чувствительности критерия ВОЗ для установления ожирения по ИМТ у взрослых мужчин и женщин значительно различались: порядка 70 и 55% соответственно (рис. 8, *а*). Это означает, что у 30% женщин и 45% мужчин с ожирением, прошедших обследование в ЦЗ, значение ИМТ было ниже порога диагностики. Еще более низкие значения чувствительности (40—50%) были выявлены у детей. Можно пред-

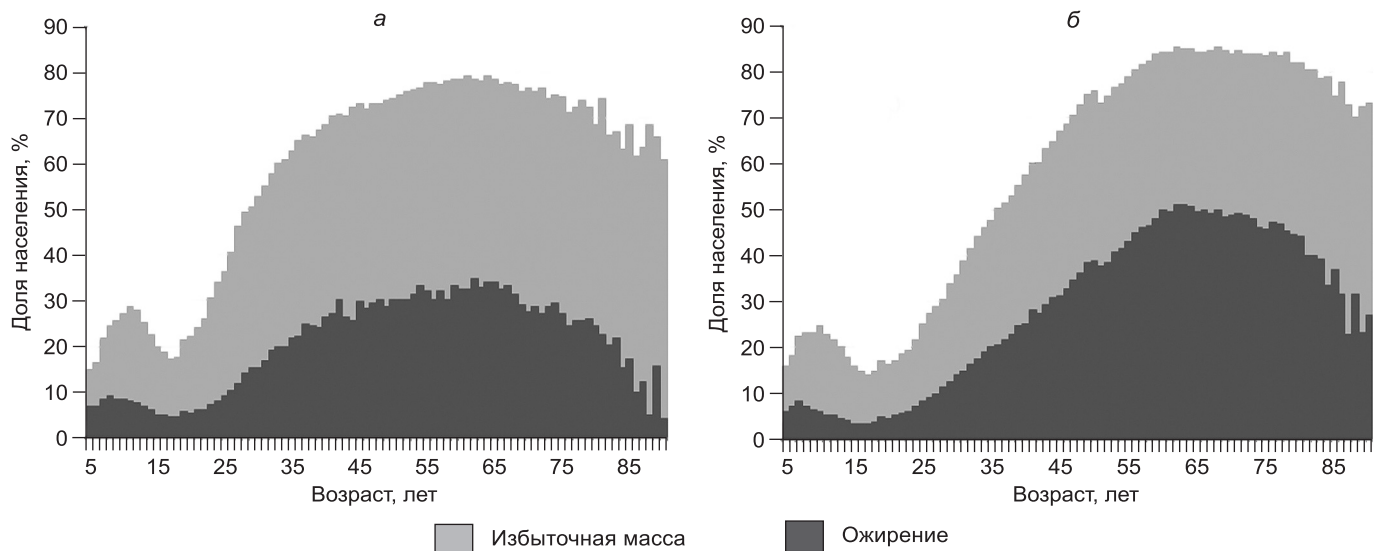


Рис. 7. Оценка распространенности избыточной МТ и ожирения среди населения России по данным ЦЗ.
а — мужчины; б — женщины.

положить, что диагноз ожирения у российских детей значительно чаще, чем у взрослых людей, маскируется низкой БМТ из-за более высокой распространенности несбалансированного питания и малоподвижного образа жизни. Наблюдаемый паттерн чувствительности рассматриваемого критерия диагностики (см. рис. 8, а) соответствует возрастной зависимости распространенности ожирения (см. рис. 7). Аналогичный результат описан в работе D. Freedman и B. Sherry [33]: при повышенном процентном содержании жира в теле у детей ИМТ являлся чувствительным индикатором жирового отложения, тогда как при средних и низких значениях %ЖМТ различия ИМТ в значительной мере объяснялись вариацией БМТ.

На рис. 8, б видно, что диагностическая специфичность критерия ВОЗ с возрастом снижается до 75—85%, а частота ложноположительных диагнозов ожирения постепенно растет до 20—25%. В то же время у детей и молодых взрослых людей значения ИМТ ниже диагностического порога соответствовали отсутствию ожирения с вероятностью не менее 97% (см. рис. 8, б). Стандартизованные (с учетом половозрастного состава населения) значения чувствительности и специфичности рассматриваемого критерия ожирения по ИМТ составили 50,2 и 90% для мужчин и 65,3 и 89,5% для женщин.

Следствием низкой диагностической чувствительности ИМТ является наличие в популяции индивидов со скрытым ожирением, или ожирением нормального веса. Как и "обычное" ожирение, скрытое ожирение ассоциировано с высоким риском развития метаболического синдрома, сердечно-сосудистых и других заболеваний [34]. Распространенность скрытого ожирения среди российских мужчин практически во всех возрастных группах оказалась выше, чем среди женщин (рис. 9): в среднем 1,5—2,5 и 0,5—1% соответственно (для сравнения см. [35]). Стандартизованные значения показателя составили 2,1% для мужчин и 0,9% для женщин. У больных с хроническими заболеваниями вследствие повышенной вероятности метаболических сдвигов скрытое ожирение может встречаться значительно чаще, чем в общей популяции [36].

Современная демографическая ситуация в России характеризуется низкой удельной рождаемостью (164-е место в мире) и высокой удельной смертностью населения (10-е место в мире) [37], более половины которой

вызвано болезнями системы кровообращения, ассоциированными с избыточной МТ и ожирением [38]. В нашей работе по данным биоимпедансного исследования в ЦЗ получены оценки распространенности избыточной МТ и ожирения среди населения России в зависимости от возраста и пола. Частота встречаемости избыточной МТ у взрослых людей оказалась втрое выше, чем в группе детей и подростков (см. табл. 4). Общая распространенность избыточной МТ составила 53,8% для лиц мужского и 53,6% для лиц женского пола, что несколько выше оценок ВОЗ для России за 2010 г. (46,5 и 51,7%)

Таблица 5

Пороговые критерии диагностики недостаточного, избыточного жирового отложения и ожирения по %ЖМТ по данным биоимпедансного исследования в ЦЗ (n=819 808)

Возраст, годы	Мужчины			Женщины		
	недостаточное жировое отложение	избыточное жировое отложение	ожирение	недостаточное жировое отложение	избыточное жировое отложение	ожирение
5	9,1	18,7	22,2	12,4	21,6	26,1
6	9,2	19,5	23,4	11,9	22,4	27,0
7	9,0	19,6	24,3	10,9	23,2	28,2
8	7,8	20,5	25,5	10,3	24,1	29,8
9	8,5	21,5	27,0	12,2	25,4	31,4
10	9,4	22,5	28,4	13,2	26,4	32,7
11	10,1	23,5	30,1	15,1	27,2	33,3
12	10,4	23,7	31,1	15,7	27,6	33,9
13	9,6	22,9	31,2	16,3	29,3	35,2
14	9,3	23,4	31,4	18,0	31,3	36,9
15	9,5	24,0	32,2	19,3	32,9	37,9
16	10,9	24,8	32,3	20,9	33,9	39,0
17	12,2	26,9	33,9	21,0	34,4	39,2
18	12,5	27,9	34,0	22,4	36,5	41,1
19	13,8	28,0	34,0	25,8	38,5	42,7
20—30	13,2	27,6	33,4	24,1	37,7	42,3
30—40	10,9	26,2	32,0	21,2	36,4	41,3
40—50	9,7	25,4	31,2	17,5	34,9	40,3
50—60	9,4	24,6	30,7	16,3	33,9	39,7
60—70	8,6	23,2	29,8	15,2	32,7	38,9
70—80	7,9	22,8	29,5	14,7	31,8	38,3

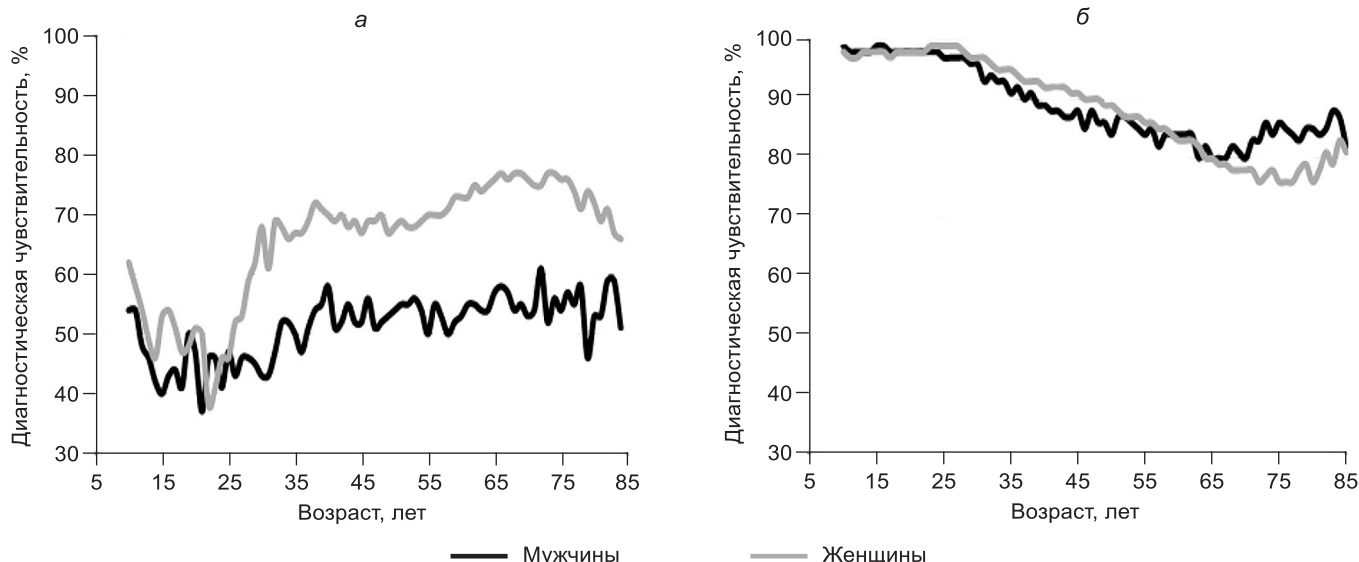


Рис. 8. Диагностическая чувствительность (а) и специфичность (б) пороговых критериев ВОЗ для установления ожирения по ИМТ в зависимости от пола и возраста по данным биоимпедансного исследования в ЦЗ.

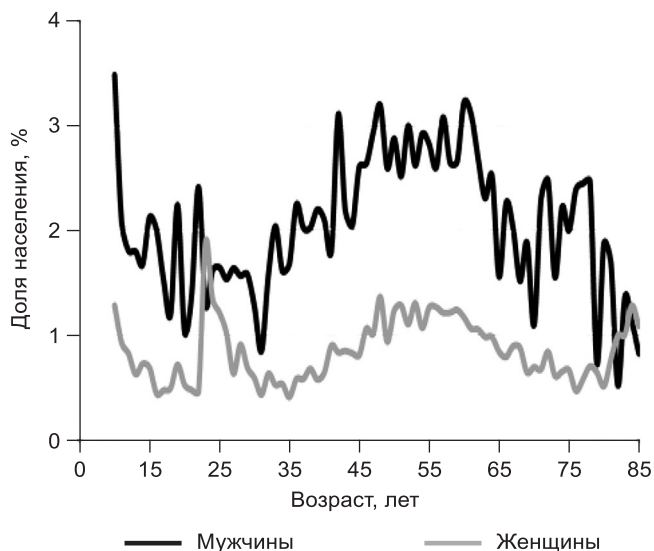


Рис. 9. Оценка распространенности скрытого ожирения среди населения России по данным биоимпедансного исследования в ЦЗ.

и значительно ниже данных для США (71 и 62% соответственно) (цит. по [39]). Оценка частоты ожирения у взрослых людей в России составила 21,9% для мужчин и 29,7% для женщин (см. табл. 4), что значительно превосходит данные Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения (RLMS-HSE) за 2008 г.: 8,7 и 23,2% соответственно [22]. Одна из возможных причин наблюдаемых различий заключается в том, что в указанном исследовании вычисления ИМТ основывались на самооценке роста и МТ, приводящей к заниженным значениям ИМТ. По данным зарубежных исследований вероятность ошибки классификации МТ по ИМТ в этом случае может достигать 20% и более [40]. Другой причиной различий могут служить разные сроки проведения исследований: по данным RLMS-HSE, увеличение распространенности избыточной МТ и ожирения в России в настоящее время составляет примерно 1% в год [41]. Третьей возможной причиной является вероятность более частой обращаемости в ЦЗ пациентов с хроническими заболеваниями и существующая в ряде ЦЗ практика выборочного назначения биоимпеданс-

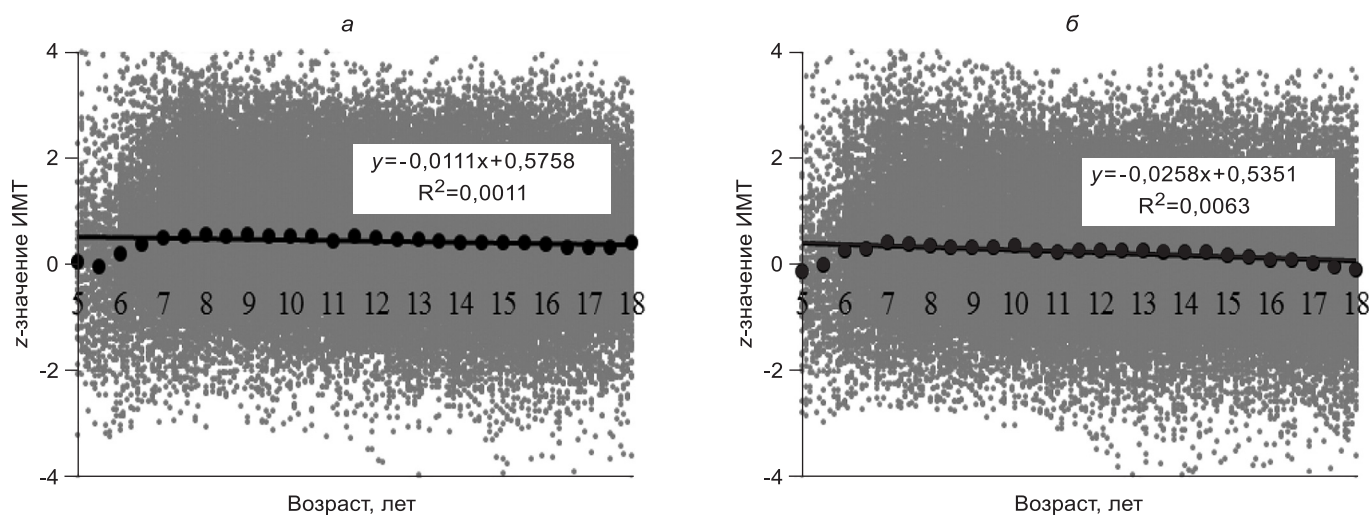


Рис. 10. Гистограммы распределения z-значений ИМТ у детей, обследованных в ЦЗ ($n = 246\,023$), относительно референтной выборки IOTF [26].

а — мужчины; б — женщины.

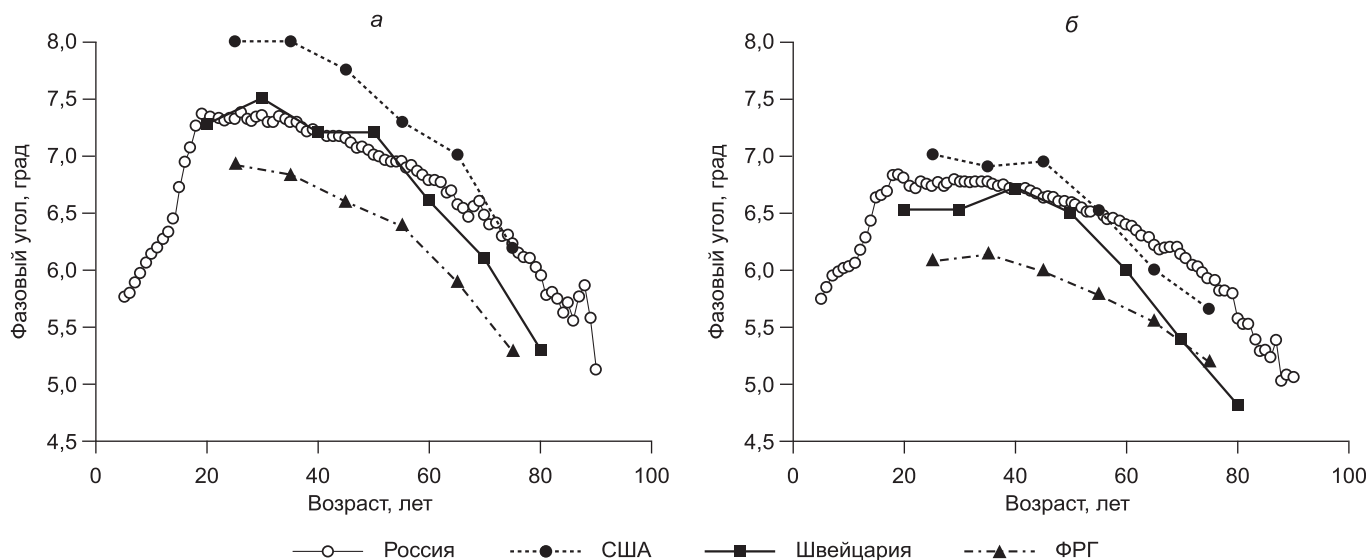


Рис. 11. Возрастные зависимости средних значений фазового угла для населения России ($n = 819\,808$) и некоторых других стран.
а — мужчины; б — женщины.

трии пациентам с избыточной МТ.

Несмотря на "разнонаправленность" перечисленных факторов, по-видимому, имеет смысл рассматривать данные табл. 4 для взрослых людей как верхнюю оценку распространенности избыточной МТ и ожирения в России. Вместе с тем у детей и подростков 5—17 лет распространенность ожирения составила 6,8 и 5,3% для лиц мужского и женского пола, что не превосходит российские данные 2005 г. (9 и 6%) и данные для Москвы за 2010 г. (9,6 и 7,9% соответственно) [23]. Для сравнения с зарубежными данными на рис. 10 показаны гистограммы распределений z -значений ИМТ у детей ЦЗ относительно референтной группы IOTF [26]. Точками на рис. 10 показаны средние z -значения для соответствующего пола и возраста. Линии тренда значимо отличались от нуля, среднее нормальное отклонение Δz для ИМТ составило +0,4 для мальчиков и +0,2 для девочек, что соответствует значительному сдвигу в сторону избытка МТ по сравнению с референтной международной выборкой.

Ввиду высокой распространенности избыточной МТ и ожирения в средних и старших возрастных группах обследованных в ЦЗ диагностическая чувствительность критерия ВОЗ ожирения по ИМТ (см. рис. 8) и приведенные в табл. 5 пороговые критерии биоимпедансной диагностики ожирения для российской популяции могут также оказаться несколько завышенными. Для изучения этого вопроса необходимы дальнейшие исследования.

Как уже отмечалось нами ранее, помимо возможности изучения липидного обмена, биоимпедансный анализ позволяет выявлять нарушения белкового питания, двигательной активности, состояния гидратации. В последние годы предложены критерии диагностики нарушений нутритивного статуса и риска инвалидности на основе параметров состава тела [42, 43]. Одним из таких параметров является фазовый угол импеданса. Величина фазового угла коррелирует с относительным содержанием метаболически активных тканей в безжировой (тощей) массе, поэтому пониженные и низкие значения фазового угла можно интерпретировать как состояние гиподинамии или наличие кatabолического сдвига. В работе А. Bosy-Westphal и соавт. [44] дана характеристика изменчивости фазового угла импеданса в зависимости от пола, возраста и ИМТ по данным измерений 230 тыс. жителей ФРГ. На рис. 11 представлены

результаты указанной работы в сравнении с данными, полученными в США, Швейцарии и в нашем исследовании.

Полученные результаты свидетельствуют об уникальных по массовости и полноте охвата населения России возможностях ЦЗ для мониторинга и профилактики неинфекционных заболеваний. Значительный интерес представляют изучение территориальных различий эпидемиологических рисков и совместный анализ полученных данных с результатами других методов, штатно применяемых в ЦЗ. Данные повторных исследований могут явиться основой для оценки эффективности программ профилактики и дальнейшего совершенствования управленческих решений, направленных на снижение заболеваемости и повышение качества жизни населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Г.А., Лебедев Г.С., Огрызко Е.В., Кадулина Н.А., Беляева И.М., Кантеева А.Н. и др. *Заболеваемость взрослого населения России в 2011 году*: Статистические материалы. ч. 3. М.: МЗ РФ; ЦНИИОИЗ; 2012.
2. Beaglehole R., Bonita R., Alleyne G., Horton R., Li L., Lincoln P. et al. UN high-level meeting on non-communicable diseases: addressing four questions. *Lancet*. 2011; 378 (9789): 449—55.
3. Mathers C.D., Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*. 2006; 3 (11): 2011—30.
4. Blair S.N., Brodney S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research perspectives. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1999; 31: S646—62.
5. Пермякова Е.Ю., Година Е.З., Гилярова О.А. Влияние физической активности и суточного потребления калорий на особенности ожирения у современных детей и подростков Архангельского региона и г. Москвы. *Вестник Московского университета*. Серия 23: Антропология. 2012; 4: 112—9.
6. Bertuccio P., Levi F., Lucchini F., Chatenoud L., Bosetti C., Negri E., La Vecchia C. Coronary heart disease and cerebrovascular disease mortality in young adults: recent trends in Europe. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil*. 2011; 18 (4): 627—34.
7. Шальнова С.А., Концевая А.В., Карпов Ю.А., Мешков А.Н., Бойцов С.А. Эпидемиологический мониторинг как инструмент планирования программ профилактики хронических неинфекционных заболеваний и их факторов риска. *Профилактическая медицина*. 2012; 15 (6): 64—8.
8. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 19.06.2009 г. № 302н «О мерах по реализации постановления Правительства Российской Фе-

- дерации от 18.05.2009 г. № 413 "О финансовом обеспечении в 2009 году за счет ассигнований федерального бюджета мероприятий, направленных на формирование здорового образа жизни у граждан Российской Федерации, включая сокращение потребления алкоголя и табака". Available at: <http://www.inpravo.ru/baza1/art2p/nm-1in5e5.htm> Доступ от 16.07.2013.
9. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 19.08.2009 г. № 597н "Об организации деятельности центров здоровья по формированию здорового образа жизни у граждан Российской Федерации, включая сокращение потребления алкоголя и табака". Available at: <http://base.garant.ru/12169847/> Доступ от 16.07.2013.
 10. Гайдашев А.Э., Сахно Ю.Ф., Решетников И.С. Возможности, значение и роль скрининговых исследований в Центрах здоровья для снижения уровня преждевременной заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. *Функциональная диагностика*. 2010; 3: 133—6.
 11. Calle E.E., Thun M.J., Petrelli J.M., Rodriguez C., Heath C.W. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N. Engl. J. Med.* 1999; 341 (15): 1097—105.
 12. Lönnroth K., Williams B.G., Cegielski P., Dye C. A consistent log-linear relationship between tuberculosis incidence and body mass index. *Int. J. Epidemiol.* 2010; 39 (1): 149—55.
 13. Baumgartner R.N., Heymsfield S.B., Roche A.F. Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obes. Res.* 1995; 3 (1): 73—95.
 14. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. *Технологии и методы определения состава тела человека*. М.: Наука; 2006.
 15. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука; 2009.
 16. Böhm A., Heitmann B.L. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2013; 67 (Suppl. 1): S79—85.
 17. Atherton R.R., Williams J.E., Wells J.C.K., Fewtrell M.S. Use of fat mass and fat free mass standard deviation scores obtained using simple measurement methods in healthy children and patients: comparison with the reference 4-component model. *PLoS One*. 2013; 8 (5): e62139.
 18. Schols A.M. Pulmonary cachexia. *Int. J. Cardiol.* 2002; 85 (1): 101—10.
 19. Василевский Ю.В., Данилов А.А., Николаев Д.В., Руднев С.Г., Саламатова В.Ю., Смирнов А.В. Конечно-элементный анализ задач биоимпедансной диагностики. *Журнал вычислительной математики и математической физики*. 2012; 52 (4): 733—45.
 20. Danilov A.A., Kramarenko V.K., Nikolaev D.V., Rudnev S.G., Salamatova V.Yu., Smirnov A.V., Vassilevski Yu.V. Sensitivity field distributions for segmental bioelectrical impedance analysis based on real human anatomy. *J. Physiol.: Conf. Series*. 2013; 434: 012001.
 21. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Бутрова С.А., Савельева Л.В. Ожирение в подростковом возрасте. Результаты Российского эпидемиологического исследования. *Терапевтический архив*. 2007; 79 (10): 28—32.
 22. Шальнова С.А., Деев А.Д. Масса тела у мужчин и женщин (результаты обследования российской, национальной, представительной выборки населения). *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2008; 7 (6): 60—3.
 23. Конь И.Я., Волкова Л.Ю., Коростелева М.М., Шилина Н.М., Алешина И.В., Тоболева М.А. Распространенность ожирения у детей дошкольного и школьного возраста в Российской Федерации. *Вопросы детской диетологии*. 2011; 9 (4): 5—8.
 24. Nikolaev D.V., Rudnev S.G., Starunova O.A., Eryukova T.A., Kolesnikov V.A., Ponomareva E.G. et al. Percentile curves for body fatness and cut-offs to define malnutrition in Russians. *J. Physiol.: Conf. Series*. 2013; 434: 012063.
 25. *Рост детей и подростков 5—19 лет* (WHO reference 2007). Available at: <http://www.who.int/growthref/ru/> Доступ от 23.06.2013.
 26. Cole T.J., Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr. Obes.* 2012; 7 (4): 284—94.
 27. NIH Consensus Statement. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. December 12—14, 1994. *Nutrition*. 1996; 12 (11—12): 749—62.
 28. Kushner R.F., Schoeller D.A. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 1986; 44 (3): 417—24.
 29. Houtkooper L.B., Going S.B., Lohman T.G., Roche A.F., Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J. Appl. Physiol.* 1992; 72 (1): 366—73.
 30. McCarthy H.D., Cole T.J., Fry T., Jebb S.A., Prentice A.M. Body fat reference curves for children. *Int. J. Obes.* 2006; 30 (4): 598—602.
 31. De Lorenzo A., Martinoli R., Vaia F., Di Renzo L. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2006; 16 (8): 513—23.
 32. Власов В.В. *Эпидемиология: учебник для вузов*. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006.
 33. Freedman D.S., Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*. 2009; 124 (Suppl. 1): S23—34.
 34. Romero-Corral A., Somers V.K., Sierra-Johnson J., Korenfeld Y., Boarin S., Korinek J. et al. Normal weight obesity: a risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality. *Eur. Heart J.* 2010; 31 (6): 737—46.
 35. Marques-Vidal P., Pecoud A., Hayoz D., Paccaud F., Mooser V., Waeber G. et al. Prevalence of normal-weight obesity in Switzerland: effect of various definitions. *Eur. J. Nutr.* 2008; 47 (5): 251—7.
 36. Коновалова М.В., Анисимова А.В., Вашура А.Ю., Година Е.З., Николаев Д.В., Руднев С.Г. и др. Нутритивный статус детей с онкологическими заболеваниями в состоянии ремиссии по данным биоимпедансного исследования. *Онкогематология*. 2012; 2: 42—50.
 37. *The World Factbook*. Available at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/> Доступ от 23.06.2013.
 38. *Сведения о смертности населения по причинам смерти по Российской Федерации за январь—декабрь 2012 года*. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/2012/demo/t3-3.xls Доступ от 23.06.2013.
 39. Романцова Т.И. Эпидемия ожирения: очевидные и вероятные причины. *Ожирение и метаболизм*. 2011; 1: 5—19.
 40. Spencer E.A., Appleby P.N., Davey G.K., Key T.J. Validity of self-reported height and weight in 4808 EPIC-Oxford participants. *Publ. Health Nutr.* 2001; 5 (4): 561—5.
 41. *Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ*. Available at: <http://www.hse.ru/rms/spss> Доступ от 16.07.2013.
 42. Janssen I., Baumgartner R.N., Ross R., Rosenberg I.H., Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am. J. Epidemiol.* 2004; 159 (4): 413—21.
 43. Schols A.M.W.J., Broekhuizen R., Weling-Scheepers C.A., Wouters E.F. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005; 82 (1): 53—9.
 44. Bosy-Westphal A., Danielzik S., Dörhöfer R.-P., Later W., Wiese S., Müller M.J. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J. Parenter. Enteral Nutr.* 2006; 30 (4): 309—16.

REFERENCES

1. Aleksandrova G.A., Lebedev G.S., Ogryzko E.V., Kadulina N.A., Belyaeva I.M., Kanteeva A.N. et al. *Morbidity of the adult population of Russia in 2011: statistical materials*. Pt 3. Moscow: MZ RF; TSNIIOIZ; 2012. (in Russian)
2. Beaglehole R., Bonita R., Alleyne G., Horton R., Li L., Lincoln P. et al. UN high-level meeting on non-communicable diseases: addressing four questions. *Lancet*. 2011; 378 (9789): 449—55.
3. Mathers C.D., Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*. 2006; 3 (11): 2011—30.
4. Blair S.N., Brodney S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research perspectives. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999; 31: S646—62.
5. Permyakova E.Yu., Godina E.Z., Gilyarova O.A. The influence of physical activity and daily calories intake on fat deposition in children and adolescents of Arkhangelsk region and Moscow city. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Antropologiya*. 2012; 4: 112—9. (in Russian)
6. Bertuccio P., Levi F., Lucchini F., Chatenoud L., Bosetti C., Negri E., La Vecchia C. Coronary heart disease and cerebrovascular disease mortality in young adults: recent trends in Europe. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 2011; 18 (4): 627—34.
7. Shal'nova S.A., Kontsevaya A.V., Karpov Yu.A., Meshkov A.N., Boytsov S.A. Epidemiological monitoring as a tool for planning prevention programs of chronic noncommunicable diseases and associated risks. *Profilakticheskaya meditsina*. 2012; 15 (6): 64—8. (in Russian)

8. Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation dated 19.06.2009 Number 302n «On measures to implement the decision of the Government of the Russian Federation of 18.05.2009 № 413 "On the financial support in 2009 for the provision of the federal budget measures aimed at promoting a healthy lifestyle among the citizens of the Russian Federation, including the reduction of alcohol and tobacco"». Available at: <http://www.inpravo.ru/baza1/art2p/nm-lin5e5.htm> (Accessed 16 July 2013) (in Russian).
9. Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation of 19.08.2009 number 597n "On the organization of the Health Centers to promote healthy lifestyle among the citizens of the Russian Federation, including the reduction of alcohol and tobacco". Available at: <http://base.garant.ru/12169847/> (Accessed 16 July 2013) (in Russian).
10. Gaydashev A.E., Sakhno Yu.F., Reshetnikov I.S. Opportunities, value, and the role of screening in Health Centers to reduce premature morbidity and mortality from cardiovascular diseases. *Funktsional'naya diagnostika*. 2010; 3: 133—6. (in Russian)
11. Calle E.E., Thun M.J., Petrelli J.M., Rodriguez C., Heath C.W. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N. Engl. J. Med.* 1999. 341 (15): 1097—105.
12. Lönnroth K., Williams B.G., Cegielski P., Dye C. A consistent log-linear relationship between tuberculosis incidence and body mass index. *Int. J. Epidemiol.* 2010; 39 (1): 149—55.
13. Baumgartner R.N., Heymsfield S.B., Roche A.F. Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obes. Res.* 1995; 3 (1): 73—95.
14. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. *Technologies and methods of human body composition assessment*. Moscow; Nauka; 2006. (in Russian)
15. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. *Bioelectrical impedance analysis of human body composition*. Moscow; Nauka; 2009. (in Russian)
16. Böhm A., Heitmann B.L. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2013; 67 (Suppl. 1): S79—85.
17. Atherton R.R., Williams J.E., Wells J.C.K., Fewtrell M.S. Use of fat mass and fat free mass standard deviation scores obtained using simple measurement methods in healthy children and patients: comparison with the reference 4-component model. *PLoS One*. 2013; 8 (5): e62139.
18. Schols A.M. Pulmonary cachexia. *Int. J. Cardiol.* 2002; 85 (1): 101—10.
19. Vassilevski Yu.V., Danilov A.A., Nikolaev D.V., Rudnev S.G., Salamatova V.Yu., Smirnov A.V. Finite-element analysis of the problems of bioimpedance diagnosis. *Zhurnal vychislitel'noy matematiki i matematicheskoy fiziki*. 2012; 52 (4): 733—45. (in Russian)
20. Danilov A.A., Kramarenko V.K., Nikolaev D.V., Rudnev S.G., Salamatova V.Yu., Smirnov A.V., Vassilevski Yu.V. Sensitivity field distributions for segmental bioelectrical impedance analysis based on real human anatomy. *J. Physiol.: Conf. Series*. 2013; 434: 012001.
21. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Butrova S.A., Savel'eva L.V. Obesity in adolescence. The results of Russian epidemiological study. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2007; 79 (10): 28—32. (in Russian)
22. Shal'nova S.A., Deev A.D. Body mass in men and women (the results of a survey of national, representative sample of Russians). *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2008; 7 (6): 60—3. (in Russian)
23. Kon' I.Ya., Volkova L.Yu., Korosteleva M.M., Shilina N.M., Aleshina I.V., Toboleva M.A. The prevalence of obesity in children of preschool and school-age children in Russian Federation. *Voprosy detskoy dietologii*. 2011; 9 (4): 5—8. (in Russian)
24. Nikolaev D.V., Rudnev S.G., Starunova O.A., Eryukova T.A., Kolesnikov V.A., Ponomareva E.G. et al. Percentile curves for body fatness and cut-offs to define malnutrition in Russians. *J. Physiol.: Conf. Series*. 2013; 434: 012063.
25. *Growth reference data for 5—19 years* (WHO reference 2007). Available at: <http://www.who.int/growthref/ru/> (Accessed 23 June 2013). (in Russian)
26. Cole T.J., Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr. Obes.* 2012; 7 (4): 284—94.
27. NIH Consensus Statement. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. December 12—14, 1994. *Nutrition*. 1996; 12 (11—12): 749—62.
28. Kushner R.F., Schoeller D.A. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 1986; 44 (3): 417—24.
29. Houtkooper L.B., Going S.B., Lohman T.G., Roche A.F., Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J. Appl. Physiol.* 1992; 72 (1): 366—73.
30. McCarthy H.D., Cole T.J., Fry T., Jebb S.A., Prentice A.M. Body fat reference curves for children. *Int. J. Obes.* 2006; 30 (4): 598—602.
31. De Lorenzo A., Martinoli R., Vaia F., Di Renzo L. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2006; 16 (8): 513—23.
32. Vlasov V.V. *Epidemiology: a tutorial for students*. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. (in Russian)
33. Freedman D.S., Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*. 2009; 124 (Suppl. 1): S23—34.
34. Romero-Corral A., Somers V.K., Sierra-Johnson J., Korenfeld Y., Boarin S., Korinek J. et al. Normal weight obesity: a risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality. *Eur. Heart J.* 2010; 31 (6): 737—46.
35. Marques-Vidal P., Pecoud A., Hayoz D., Paccaud F., Mooser V., Waeber G. et al. Prevalence of normal-weight obesity in Switzerland: effect of various definitions. *Eur. J. Nutr.* 2008; 47 (5): 251—7.
36. Konovalova M.V., Anisimova A.V., Vashura A.Yu., Godina E.Z., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. et al. Nutritional state in remission of childhood cancer as assessed by bioelectrical impedance analysis. *Onkogematologiya*. 2012; 2: 42—50. (in Russian)
37. *The World Factbook*. Available at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/> (Accessed 23 June 2013).
38. *Rates of mortality in Russian Federation, by reasons* (2012). Available at: http://www.gks.ru/free_doc/2012/demo/t3-3.xls (Accessed 23 June 2013). (in Russian)
39. Romantsova T.I. The obesity epidemic: the obvious and probable cause. *Ozhirenie i metabolism*. 2011; 1: 5—19. (in Russian)
40. Spencer E.A., Appleby P.N., Davey G.K., Key T.J. Validity of self-reported height and weight in 4808 EPIC-Oxford participants. *Publ. Health Nutr.* 2001; 5 (4): 561—5.
41. *The Russia Longitudinal Monitoring Survey-Higher School of Economics* (RLMS-HSE). Available at: <http://www.hse.ru/rlms/spss> (Accessed 16 July 2013). (in Russian)
42. Janssen I., Baumgartner R.N., Ross R., Rosenberg I.H., Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am. J. Epidemiol.* 2004; 159 (4): 413—21.
43. Schols A.M.W.J., Broekhuizen R., Weling-Scheepers C.A., Wouters E.F. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005; 82 (1): 53—9.
44. Bosy-Westphal A., Danielzik S., Dörhöfer R.-P., Later W., Wiese S., Müller M.J. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J. Parenter. Enteral Nutr.* 2006; 30 (4): 309—16.

Поступила 27.07.13
Received 27.07.13