

УДК 577.11+572.4
ББК 28.7

В.А. КОЗЛОВ, С.П. САПОЖНИКОВ

ВОДНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ КАК НОВЫЙ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ

Ключевые слова: анализ состава тела, биоимпеданс, водный континуум, водный коэффициент, антропометрия, регрессионный анализ, факторный анализ, физиология детского возраста.

Цель исследования – физиологическое обоснование практической применимости водного коэффициента с помощью многомерного статистического анализа данных когортного исследования состава тела у 6543 относительно здоровых детей и подростков в возрасте от 5 до 17 лет (3108 девочек и 3435 мальчиков) Чебоксар и Новочебоксарска и районов Чувашской Республики, полученных биоимпедансным методом. С помощью биоимпедансного анализатора ABC-02 «МЕДАС» в условиях Центра здоровья БУ Республиканская детская клиническая больница Минздрава Чувашии Чувашской Республики и выездных врачебных бригад обследовано 6543 относительно здоровых детей и подростков в возрасте от 5 до 17 лет, постоянно проживающих на территории Чувашской Республики – в Чебоксарах и Новочебоксарске, Канашском, Шумерлинском, Ядринском и Яльчикском районах. Методами дескриптивного, регрессионного и факторного анализов обнаружено наличие различий состава тела по полу, а также между городским и сельским населением. Обосновано введение в экспериментальную и клиническую практику двух новых терминов: водный континуум и водный коэффициент (внеклеточная вода)/(внутриклеточная вода). Выявлено закономерное уменьшение водного коэффициента в онтогенезе. Сделаны выводы, что у детей вплоть до девятилетнего возраста наблюдается относительное преобладание внеклеточного объема воды над внутриклеточным; водный коэффициент является характерологическим параметром, отражающим возраст обследуемого, и может быть использован для комплексной оценки текущего статуса водного континуума и состояния сердечно-сосудистой системы.

V. KOZLOV, S. SAPOZHNIKOV

AQUEOUS COEFFICIENT AS A NEW ANTHROPOMETRIC INDEX

Key words: analysis of body composition, bioimpedance, water continuum, aqueous coefficient, anthropometry, regression analysis, factor analysis, physiology of childhood.

The aim of the study was physiological substantiation for practical applicability of aqueous coefficient using multidimensional statistical data analysis of the cohort study of body composition in 6,543 relatively healthy children and adolescents aged 5 to 17 years (3,108 girls and 3,435 boys) of the towns of Cheboksary and Novocheboksark and regions of the Chuvash Republic, obtained by bioimpedance method. Using a bioimpedance analyzer ABC 02 "MEDAS" in the settings of the Health Center of the Budgetary Institution "Republican Children's Clinical Hospital" under the Ministry of Public Health and Social Development of the Chuvash Republic and visiting medical teams, 6543 relatively healthy children and adolescents aged 5 to 17 residing in the territory of the Chuvash Republic – the towns of Cheboksary, Novocheboksark and Kanashsky, Sumerlinsky, Yadrinsky and Yalchik regions were examined. The methods of descriptive, regression and factor analysis revealed the presence of gender differences in body composition as well as differences between urban and rural populations. Introduction of two new terms – an aqueous continuum and an aqueous coefficient (extracellular water) / (intracellular water) into the experimental and clinical practice was substantiated. A regular decrease in the aqueous coefficient in ontogenesis was revealed. It is concluded that in children up to the age of nine there is a relative predominance of extracellular volume of water over the intracellular one; the aqueous coefficient is a characteristic parameter that reflects the age of an examinee and can be used for a comprehensive assessment of the current status of the aqueous continuum and the state of the cardiovascular system.

«Человек – это мыслящая вода ...»

Анна Дэ

«Биология забыла о воде
или никогда не думала о ней»

А. Сент-Дьерди

Рост технологической вооруженности биомедицинских исследований позволяет по-новому оценивать основные физиологические параметры человека. С появлением более совершенных методов биоимпедансного анализа состава тела появилась возможность быстрого скринингового анализа ранее недоступных для исследования антропометрических показателей в больших группах населения [4]. Одним из таких показателей является содержание воды в организме человека. Достаточное количество воды в теле и ее физиологическое распределение в водном континууме (клеточная – внеклеточная, сосудистая – тканевая) обеспечивают саму возможность осуществлять движения тела, нормальное протекание метаболических процессов, физиологический уровень теплопродукции и теплоотдачи.

Между тем такие количественные показатели, как внутриклеточная вода, внеклеточная вода и их общий объем, измеряемые с помощью биоимпеданса, в значительной мере переменчивы. Переменчивость этих параметров обусловлена массой тела, меняющейся как с возрастом, так и в силу болезней или пищевых привычек, стихийно сформировавшимся питьевым режимом, взаимосотношением других компонентов тела – жировой массы, костной, белковой массы, объема циркулирующей крови, наличия острых или хронических заболеваний. Причем большая часть перечисленных факторов сама по себе имеет множество вариантов нормы. Поэтому для нормирования статуса водного континуума желателен выбор такой статистической величины, которая может оставаться стабильной в пределах изменения на $1-3\sigma$ других влияющих показателей. С нашей точки зрения, таковыми показателями, как правило, являются относительные коэффициенты, что было нами с успехом применено, например, в эксперименте при расчете соотношения потребления воды и этилового алкоголя для оценки питьевого предпочтения у крыс [3].

Ранее нами было показано, что расчет водного коэффициента (отношение объема внеклеточной воды к внутриклеточной) у детей в онтогенезе от 5 до 17 лет закономерно меняется в сторону уменьшения [1]. Тем не менее мы посчитали необходимым осуществить статистическое обоснование применимости этого нового коэффициента на том же материале.

Целью данного исследования является физиологическое обоснование практической применимости нового показателя водный коэффициент с помощью многомерного статистического анализа данных когортного исследования состава тела у относительно здоровых детей и подростков Чебоксар и Новочебоксарска и районов Чувашской Республики, полученных биоимпедансным методом.

Материал и методы исследования. С помощью биоимпедансного анализатора ABC-02 «МЕДАС» в условиях Центра здоровья БУ Республиканская детская клиническая больница Минздравсоцразвития Чувашской Республики и выездных врачебных бригад обследовано 6543 относительно здоровых детей и подростков в возрасте от 5 до 17 лет (3108 девочек и 3435 мальчиков), постоянно проживающих на территории Чувашской Республики – в Чебоксарах и Новочебоксарске, Канашском, Шумерлинском, Ядринском и Яльчикском районах.

Прибор ABC-01 «МЕДАС» позволяет получить следующие расчетные данные: индекс массы тела, скелетная масса, мышечная, масса, активная клеточная масса, жировая масса, общее содержание воды, внеклеточная вода, внутриклеточная вода, основной обмен в калориях, фазовый угол. Кроме того, в исследовательский протокол вносят следующие дополнительные параметры: масса тела, рост, объем грудной клетки, объем запястья, объем бедер, необходимые для вычисления расчетных данных.

Критерии исключения: в базу данных для статистической обработки не вносили данные детей с хроническими истощающими заболеваниями, обменными и эндокринными заболеваниями, врожденными или приобретенными морфологическими дефектами, часто болеющих, с задержкой роста. Из статистического анализа были исключены относительные протокольные величины, такие как доля активной клеточной массы, %, доля скелетной мышечной массы, %.

Полученные первичные данные были использованы для расчета водного коэффициента (ВК):

$$ВК = (\text{внеклеточная вода})/(\text{внутриклеточная вода}).$$

Полученные численные данные были обработаны методами дескриптивной статистики. Математический анализ полученных данных осуществлен с помощью регрессионного и факторного методов анализа. Корреляционные отношения вычислены методом прямолинейной корреляции по Пирсону. Различия средних определены с помощью z-теста.

Результаты исследования и их обсуждение

Регрессионный анализ. При попытках проведения регрессионного анализа полученных данных регрессионные уравнения оказалось возможным построить только по двум зависимым переменным – «Пол» и «Район проживания». Зависимая переменная «Пол» оказалась связана с предикторами, перечисленными в табл. 1, коэффициент множественной корреляции $R = 0,78324934$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,61347952$, скорректированный коэффициент детерминации $R^2 = 0,61231154$, стандартная ошибка оценки $S_x = 0,31098$, $F(14,4633) = 525,24$, $p = 0,0000$. Связь зависимой переменной «Пол» с предикторами (табл. 1), если судить по величине фактора Фишера $F(14,4633) = 525,24$, сильная. График необработанных остатков представлен на рис. 1, из его анализа следует, что данные хорошо нормализуются. Обращает на себя внимание, что коэффициент регрессии с предиктором «Внеклеточная вода» положительный, а с предиктором «Общая вода» – отрицательный. Тогда как предиктор «Внутриклеточная вода» в формировании регрессионного уравнения не участвует. Поскольку предиктор «Общая вода» является суммой объемов вне- и внутриклеточной воды, данное обстоятельство показывает, что вариабельность обоих параметров слишком высока, что и выводит второй предиктор из уравнения регрессии.

Для оценки зависимости исследуемых параметров тела от переменной «Район проживания» выборку пришлось разделить на две группы: 1) показатели детей, проживающих в Чебоксарах и Новочебоксарске и 2) показатели детей, проживающих в исследованных районах Чувашской Республики. При дихотомическом делении выборки были получены следующие результаты множественной регрессии: коэффициент множественной корреляции $R = 0,23128476$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,05349264$, скорректированный коэффициент детерминации $R^2 = 0,05206472$, стандартная ошибка оценки $S_x = 0,48646$, $F(7,4640) = 37,462$ $p = 0,0000$. Предикторы, связанные с зависимой переменной «Район проживания», сгруппированной по принципу «город : район», перечислены в табл. 2.

Таблица 1

**Итоговые результаты множественного регрессионного анализа,
зависимая переменная «Пол»**

Показатель	Стандартизованные коэффициенты регрессии	S_x	Регрессионные коэффициенты	S_x	$t(4642)$	p
Оценка свободного члена регрессии			-2,17026	0,310906	-6,98043	0,000000
Рост	0,871802	0,071860	0,02436	0,002008	12,13198	0,000000
Скелетно-мышечная масса	-0,667326	0,101266	-0,04960	0,007526	-6,58984	0,000000
Индекс массы тела	0,438566	0,060816	0,06776	0,009396	7,21140	0,000000
Жировая масса	-0,391681	0,058802	-0,03325	0,004992	-6,66103	0,000000
Фазовый угол	0,039167	0,014925	0,00901	0,003432	2,62415	0,008715
Внеклеточная вода	0,194415	0,072229	0,03437	0,012769	2,69165	0,007135
Общая вода	-0,314250	0,119208	-0,02045	0,007757	-2,63615	0,008413



Рис. 1. График необработанных остатков, зависимая переменная «Пол»

Таблица 2

**Итоговые результаты множественного регрессионного анализа,
зависимая переменная «Район проживания – дихотомическое деление»**

Показатель	Стандартизованные коэффициенты регрессии	S_x	Регрессионные коэффициенты	S_x	$t(4642)$	p
Оценка свободного члена регрессии			-7,32214	0,590387	-12,4023	0,000000
Рост	-0,08775	0,013856	-0,46271	0,073062	-6,3331	0,000000
Скелетно-мышечная масса	-3,63448	0,067072	-0,27003	0,004983	-54,1875	0,000000
Индекс массы тела	1,80987	0,105610	0,05056	0,002950	17,1373	0,000000
Жировая масса	11,15058	0,893037	0,52518	0,042061	12,4861	0,000000
Фазовый угол	0,84864	0,049104	0,14997	0,008677	17,2826	0,000000
Внеклеточная вода	-2,39102	0,151485	-0,07866	0,004984	-15,7839	0,000000
Общая вода	-7,94296	0,887833	-0,51668	0,057752	-8,9465	0,000000

Мы видим, что в уравнение регрессии и в этом случае входят те же предикторы. Объем внеклеточной воды, видимо, количественно более стабильный предиктор, чем внутриклеточная вода.

График остатков представлен на рис. 2, из его анализа следует, что при дихотомическом делении выборки $F(7,4640) = 37,46$ происходит хорошая нормализация остатков. На графике необработанных остатков можно видеть, что группировка по принципу «город : район» делит выборку на две независимые группы. Таким образом, между детским населением и подростками Чебоксар и Новочебоксарска и обследованных сельских районов существуют различия как состава тела (скелетно-мышечная масса и жировая масса, водный континуум), так и метаболические – фазовый угол. Последний показатель является коррелятом состояния скелетно-мышечной ткани, а также связан с временем дожития – чем выше фазовый угол, тем лучше прогноз дожития [4, 10]. Выявленные конституциональные различия, вероятно, вызваны различиями питания и ежедневной физической нагрузки. Количественные параметры этих различий нами были описаны ранее, в целом они заключались в дефиците активной клеточной массы и избытке жировой массы у горожан подросткового возраста. У сельских детей и подростков напротив, наблюдался избыток массы у 20-30% наряду и с его дефицитом также у 20-30% в разных возрастных группах [2, 5, 8].

Тем не менее из результатов множественного регрессионного анализа, по-видимому, следует, что на формирование изучаемых параметров пол оказывает большее влияние, чем район проживания. Поскольку результаты регрессионного анализа не позволяют сделать однозначного вывода о том, какие из изученных предикторов определяют дихотомическое деление полученной выборки, необходимо проведение дополнительных статистических исследований. С целью решения этого вопроса был проведен анализ факторов.

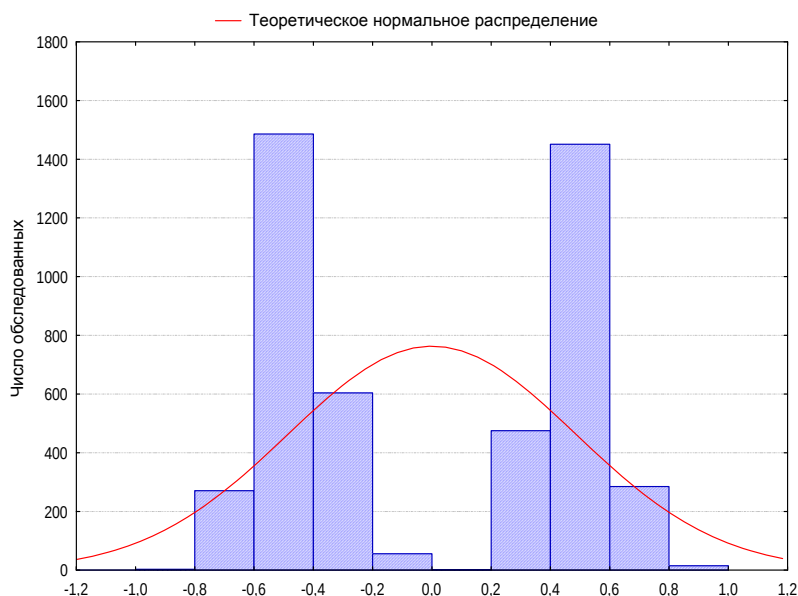


Рис. 2. График необработанных остатков, зависимая переменная «Район проживания – дихотомическое деление»

Факторный анализ. Результаты первичного факторного анализа представлены в табл. 3. Из анализа данных следует, что фактор 2, очевидно, полностью обусловлен гендерными различиями. Фактор 1 вбирает в себя все остальные показатели. В этот показатель входят параметры, отражающие статус активных клеток, поскольку тощая масса представляет собой мышечную массу без жира, а активная клеточная масса – это сумма масс мышц, клеток нервной системы и внутриклеточной воды [4]. Следует отметить, что величина основного обмена вообще тесно и прямо связана с выраженностью активной клеточной массы [4]. Вторая группа предикторов отражает статус водного континуума в целом. То есть количественные параметры этих предикторов у обследуемых сильно коррелируют между собой. Полученные факторы могут иметь непротиворечивый физический смысл: фактор 1, который может быть интерпретирован как «Обводненность метаболически активных клеток», и фактор 2 – «Пол». При этом корреляция между этими факторами отрицательная. Если фактор «Пол» не требует пояснений, то фактор «Обводненность метаболически активных клеток» может быть интерпретирован как функциональная система, обеспечивающая физиологическое протекание метаболических процессов. Примечательно, что максимальные корреляционные коэффициенты имеют предикторы «Пол» и «Активная клеточная масса».

Таблица 3

**Результат факторного анализа
после исключения слабо коррелирующих предикторов**

Показатель	Фактор 1	Фактор 2
Пол	–0,045924	–0,998639
Активная клеточная масса, кг	0,983104	0,028108
Скелетно-мышечная масса, кг	0,969872	0,167127
Тощая масса, кг	0,995739	0,029135
Общая вода, кг	0,995546	0,032589
Внеклеточная вода, кг	0,981844	0,028883
Внутриклеточная вода, кг	0,995488	0,031859
Основной обмен, ккал	0,983096	0,028039
Expl.Var	6,813353	1,030548
Prp.Totl	0,851669	0,128818

Таким образом, из результатов факторного анализа допустимо сделать вывод, что содержание воды в метаболически активных клетках обследованных лиц коррелирует с полом, что находится в полном соответствии с известными морфофизиологическими концепциями о гомеостазе человека. Известно, что объем водных пространств у женщин в среднем меньше, чем у мужчин. Поскольку и активная клеточная масса, и тощая масса тела, и скелетная масса кроме клеток в своем составе имеют внутриклеточную воду [4], основываясь на результате проведенного нами факторного анализа в целом, фактор «Обводненность метаболически активных клеток» можно считать коррелятом состояния водного континуума.

Применение метода главных компонент позволяет получить следующий результат (рис. 3), согласно которому в конечной модели могут быть оставлены два предиктора: «Пол» как фактор 1 и «Активная клеточная масса» как фактор 2. На графике наблюдается практически полное наложение точек, соответствующих предикторам: 1 – активная клеточная масса; 2 – тощая масса; 3 – общее количество воды; 4 – внеклеточная вода; 5 – внутриклеточная вода; 6 – основной обмен, что затрудняет чтение.

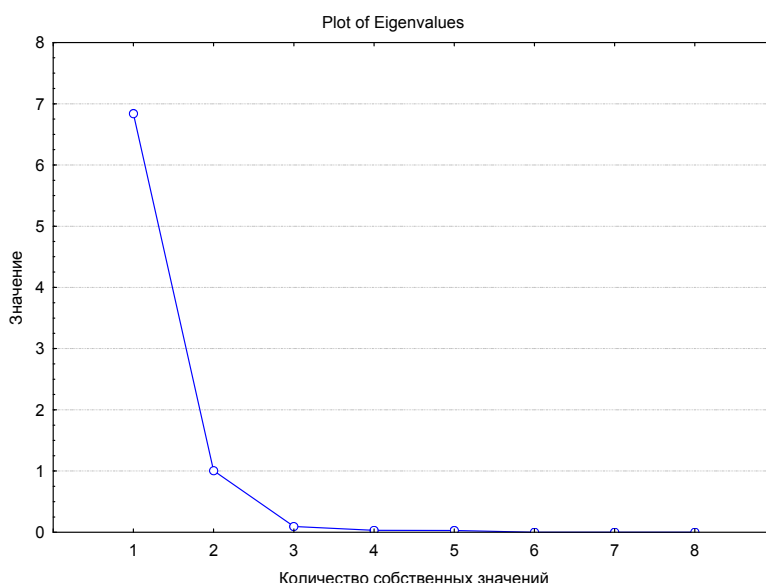


Рис. 3. Результат метода главных компонент:

1 – пол; 2 – активная клеточная масса; 3 – скелетно-мышечная масса;
4 – тощая масса 5 – общее количество воды; 6 – внеклеточная вода;
7 – внутриклеточная вода; 8 – основной обмен

Таким образом, исходя из результатов статистического исследования, допустимо сделать вывод, что только два исследованных предиктора «Пол» и «Активная клеточная масса» являются определяющими для деления полученной выборки на альтернирующие подгруппы. Отрицательный характер корреляции между этими предикторами, очевидно, обусловлен тем, что за обозначение мужской пол нами был взят интервал «1», а женский пол – «2». Обращает на себя внимание, что предиктор «Район проживания» в факторном анализе участия в формировании факторов не принял, что говорит о меньшей его значимости, чем предиктор «Пол».

Поскольку во всех использованных методах статистического анализа полученных данных предикторы, отражающие состояние водного континуума, имели достаточно высокое, но не первостепенное значение, мы предположили, что более удобным будет такой показатель, как водный коэффициент (ВК) – отношение объемов (внеклеточная вода)/(внутриклеточная вода).

Такой подход оказался стратегически выигрышным для выявления закономерностей. Так, если первичные показатели водного континуума не позволяют выявить онтогенетических закономерностей, то средние значения ВК показывают хорошую возрастную динамику (рис. 4). Как следует из анализа, ВК с возрастом уменьшается как у мальчиков, так и у девочек (рис. 4). Более того, если до 9-летнего возраста у детей ВК больше единицы, то после 9 лет – менее единицы ($0,75 \pm 0,05$ у юношей 17 лет и $0,81 \pm 0,09$ у девушек, $p = 0,0000$ – z-тест). Как видим, непосредственный анализ содержания вне- и внутриклеточной воды менее информативен, чем вычисление ВК, и не позволяет выявить тонких закономерностей становления водного баланса у здоровых людей.

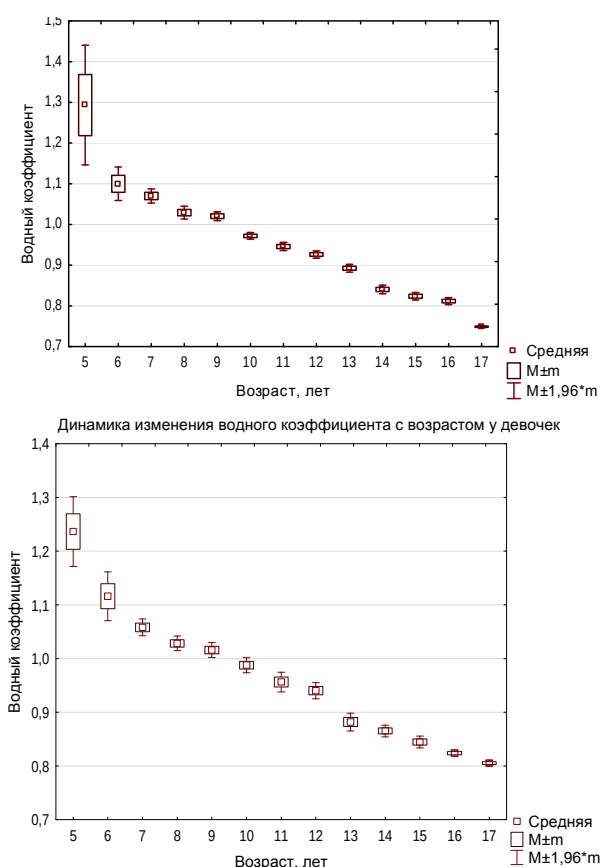


Рис. 4. Гендерные различия динамики изменения водного коэффициента в онтогенезе

Анализ графической картины динамики ВК позволяет выявить еще одну закономерность. ВК с возрастом меняется неравномерно. Если в возрастном интервале 5-7 лет динамика уменьшения ВК близка к экспоненциальной зависимости, то после этого периода снижение приобретает линейный характер с относительно медленным снижением у детей в возрастном интервале 8-9 лет. Между интервалами 10-13 и 14-16 лет у мальчиков и 10-12 и 13-17 лет у девочек равномерная линейность прерывается резким снижением ВК. Такое же нарушение линейности динамики уменьшения ВК наблюдается у юношей в возрастном интервале 14-16 и 17 лет. Из наших данных следует, что величина ВК является характерологическим параметром, отражающим возраст обследуемого. Кроме того, не вызовет возражений утверждение, что этот параметр будет критично меняться как при острых заболеваниях с лихорадочным компонентом, так и при некоторых хронических болезнях, сопровождающихся выраженными изменениями водного баланса, например, различные виды диабета, кровопотеря, острая и хроническая сердечная недостаточность, диализ и дезинтоксикационная терапия, состояния перетренированности в спорте и т.п.

Таким образом, статистический анализ позволяет предложить к использованию два новых термина: 1) водный континуум – совокупность всех водных пространств организма человека и животных, в которых реализуются все

присущие многоклеточным организмам метаболические и физические процессы и 2) водный коэффициент (отношение объемов (внеклеточная вода)/(внутриклеточная вода)) – относительная величина, более адекватно оценивающая состояние водного континуума как в возрастном, так и одноомментном аспекте, чем непосредственно сами эти объемы воды, в том числе – общая вода как сумма вне- и внутриклеточной воды.

Интересно, что предиктор жировая масса не влиял ни на результаты регрессионного анализа, ни на результаты факторного анализа. Возможно, это обусловлено тем, что в раннем детском возрасте больше детей обоего пола с избытком жировой массы. Затем число детей с избыточной жировой массой уменьшалось, а ближе к 17 годам девушек с избыточной жировой массой становилось меньше, тогда как у юношей она возрастала [6, 7]. Причем вариабельность показателей жировой массы оставалась высокой. Причина этого явления нами была объяснена ранее как следствие пищевого поведения: девушки начинают потреблять меньше пищи, чтобы уменьшить массу тела, а юноши передают – бездумно, «рефлекторно» употребляя кондитерские изделия [9].

То, что жировая масса не коррелирует с параметрами водного континуума и поэтому не включается ни в уравнения регрессии, описывающие его статус, ни в факторы факторного анализа, наводит на мысль о выделении в самостоятельное существование еще одного термина – гидрофобный континуум. Этот термин станет необходимым в том случае, если какими-либо методами удастся из общей жировой массы выделить висцеральные липиды, клеточные и внутриклеточные липиды и липиды хиломикронов.

Выводы. 1. У детей вплоть до 9-летнего возраста наблюдается относительное преобладание внеклеточного объема воды над внутриклеточным.

2. Предложены к использованию в биомедицинских исследованиях и клинической практике два новых термина: водный континуум и водный коэффициент.

3. Водный коэффициент является характерологическим параметром, отражающим возраст обследуемого, и может быть использован для комплексной оценки текущего статуса водного континуума и состояния сердечно-сосудистой системы.

Литература

1. Козлов В.А., Сапожников С.П., Федоров А.А., Строганова Н.Н., Карасев А.В. Изменение состояния водных пространств у детей в онтогенезе / Инновационные технологии в подготовке спортсменов в спортивной борьбе: материалы I Всерос. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВПО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма». Казань, 2014. С. 119–122.
2. Козлов В.А., Строганова Н.Н., Павлов А.А., Смелова Т.П. Состояние физического развития детей г. Чебоксары по данным биоимпедансметрии // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. 2012. № 2(74). С. 78–85.
3. Козлов В.А., Шумилова Н.А., Сапожников С.П., Кичигин В.А., Сандалов И.С., Желонкин Л.Д. К вопросу о формализации питьевого потребления этанола у крыс [Электронный ресурс] // Acta Medica Eurasica. 2015. № 1. С. 20–25. URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2015/1/4>.
4. Мартыросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006. 248 с.
5. Строганова Н.Н., Козлов В.А., Павлов А.А., Смелова Т.П. Состояние физического развития детей некоторых районов Чувашской Республики по данным биоимпедансметрии // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. 2012. № 2(1). С. 158–163.
6. Строганова Н.Н., Козлов В.А., Смелова Т.П., Павлов А.А. Распространенность нарушения состава тела детей г. Чебоксары // Успехи современного естествознания. 2012. №11. С. 17–20.
7. Строганова Н.Н., Козлов В.А., Смелова Т.П., Павлов А.А. Состояние физического развития детей и подростков г. Чебоксары и некоторых районов Чувашской Республики по данным биоимпедансметрии / Наука и инновации – 2012: материалы VII Междунар. науч. шк. / ред. колл.: Н.М. Кузнецова, И.И. Попов, В.А. Козлов, В.В. Самарцев, В.Г. Зинов. Йошкар-Ола: Изд-во ПГТУ, 2012. С. 215–224.

8. Строганова, Н.Н., Козлов В.А. Физическое развитие детей и подростков Шумерлинского района Чувашской Республики по данным биоимпедансметрии // Научно-информационный вестник докторантов, аспирантов, студентов. 2012. № 1(18). С. 141–144.
9. Сусликов В.Л., Хохлова Е.А., Козлов В.А., Капланова А.Ш. Характер питания сельского населения Чувашской Республики в динамике за период 1980–2001 гг. // Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2, № 3. С. 42–45.
10. Baumgartner R.N., Chumlea W.C., Roche A.F. Bioelectrical impedance phase angle and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1988, vol. 48. P. 16–23.

References

1. Kozlov V.A., Sapozhnikov S.P., Fedorov A.A., Stroganova N.N., Karasev A.V. *Izmenenie sostoyaniya vodnykh prostranstv u detei v ontogeneze* [Changes in the state of water spaces in children in ontogenesis] *Innovatsionnye tekhnologii v podgotovke sportsmenov v sportivnoi bor'be: materialy Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Proc. of I Rus. Sci. Conf. «Innovative technologies in training athletes in wrestling»]. Kazan, 2014, pp. 119–122.
2. Kozlov V.A., Stroganova N.N., Pavlov A.A., Smelova T. *Sostoyanie fizicheskogo razvitiya detei g. Cheboksary po dannym bioimpedansmetrii* [The state of physical development of children in Cheboksary, according to bioimpedance measurements]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni I.Ya. Yakovleva*, 2012, no. 2(74), pp. 78–85.
3. Kozlov V.A., Shumilova N.A., Sapozhnikov S.P., Kichigin V.A., Sandalov I.S., Zhelonkin L.D. *K voprosu o formalizatsii pit'evogo potrebleniya etanola u krys* [To the question of the formalization of drinking ethanol consumption in rats]. *Acta Medica Eurasica*, 2015, no. 1, pp. 20–25. Available at: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2015/1/4>.
4. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. *Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka* [Technologies and methods for determining the composition of the human body]. Moscow, Nauka Publ., 2006, 248 p.
5. Stroganova N.N., Kozlov V.A., Pavlov A.A., Smelova T. *Sostoyanie fizicheskogo razvitiya detei nekotorykh raionov Chuvashskoi Respubliki po dannym bioimpedansmetrii* [The state of the physical development of children in some regions of the Chuvash Republic according to bioimpedance measurement data]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni I.Ya. Yakovleva*, 2012, no. 2(1), pp. 158–163.
6. Stroganova N.N., Kozlov V.A., Smelova T.P., Pavlov A.A. *Rasprostranennost' narusheniya sostava tela detei g. Cheboksary* [The prevalence of the disruption of the body composition of children in the city of Cheboksary]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [The successes of modern natural science], 2012, no. 11, pp. 17–20.
7. Stroganova N.N., Kozlov V.A., Smelova T.P., Pavlov A.A. *Sostoyanie fizicheskogo razvitiya detei i podrostkov g. Cheboksary i nekotorykh raionov Chuvashskoi respubliki po dannym bioimpedansmetrii* [The state of physical development of children and adolescents in Cheboksary and some regions of the Chuvash Republic according to bioimpedance measurements]. *Nauka i innovatsii – 2012: materialy VII Mezhdunar. nauch. shkoly* [Proc. of Int. Sci. School «Science and Innovations – 2012»]. Yoshkar-Ola, Volga State Technological University Publ., 2012, pp. 215–224.
8. Stroganova, N.N., Kozlov V.A. *Fizicheskoe razvitie detei i podrostkov Shumerlinskogo raiona Chuvashskoi Respubliki po dannym bioimpedansmetrii* [Physical development of children and adolescents of the Sumer-Linsky district of the Chuvash Republic according to bioimpedance measurements]. *Nauchno-informatsionnyi vestnik doktorantov, aspirantov, studentov* [Scientific Information Bulletin of Doctoral Students, Post-Graduates, Students], 2012, no. 1(18), pp. 141–144.
9. Suslikov V.L., Khokhlova E.A., Kozlov V.A., Kaplanova A.Sh. *Kharakter pitaniya sel'skogo naseleniya Chuvashskoi Respubliki v dinamike za period 1980–2001 gg.* [The nature of nutrition of the rural population of the Chuvash Republic in the dynamics for the period 1980–2001]. *Mikroelementy v meditsine* [Trace elements in medicine], 2001, vol. 2, no. 3, pp. 42–45.
10. Baumgartner R.N., Chumlea W.C., Roche A.F. Bioelectrical impedance phase angle and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1988, vol. 48, pp. 16–23.

КОЗЛОВ ВАДИМ АВЕНИРОВИЧ – доктор биологических наук, профессор кафедры медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (pooh12@yandex.ru).

KOZLOV VADIM – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Medical Biology with a Course in Microbiology and Virology, Chuvash State University, Russia, Cheboksary.

САПОЖНИКОВ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (adaptogon@mail.ru).

SAPOZHNIKOV SERGEY – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Biology with a Course in Microbiology and Virology, Chuvash State University, Russia, Cheboksary.