

Статья поступила в редакцию 13.09.2020 г.

Матвеев И.М., Троханова О.В., Щелькалина С.П., Романова В.С.
Ярославский государственный медицинский университет,
Областной перинатальный центр,
г. Ярославль, Россия,
Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова,
г. Москва, Россия

СОСТАВ ТЕЛА ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПРОТЕКАЮЩЕЙ БЕРЕМЕННОСТИ У ЖЕНЩИН БЕЗ ОЖИРЕНИЯ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель нашего исследования заключалась в получении диапазонов значений основных параметров состава тела при физиологически протекающей беременности у женщин без ожирения в различные сроки гестации. Для достижения указанной цели проведено проспективное когортное исследование 195 женщин с 7 по 40 недели гестации, проживающих в Ярославской области. Всем исследуемым проведено стандартное клиническое обследование согласно Приказу Минздрава РФ от 1 ноября 2012 г. № 572н и биоимпедансный анализ состава тела при помощи анализатора оценки баланса водных секторов организма с программным обеспечением ABC-01 «МЕДАСС». Получены нормативные данные сопротивления биологических тканей, а также вычислены основные параметры состава тела в различные сроки гестации. Проведено динамическое наблюдение в течение всей беременности и анализ историй родов. Полученные данные позволят проанализировать особенности адаптации организма женщины к беременности, а также выявить патологические изменения в составе тела на ранних сроках гестации, которые могут являться предикторами развития акушерской патологии в более поздние сроки беременности.

Ключевые слова: беременность; состав тела; биоимпедансный анализ; общая жидкость организма; жировая масса тела; электропроводность биологических тканей; внеклеточная жидкость

Matveev I.M., Trohanova O.V., Shchelykalina S.P., Romanova V. S.
Yaroslavl State Medical University,
Regional Perinatal Center, Yaroslavl, Russia,
Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

BODY COMPOSITION IN PHYSIOLOGICALLY PROCESSING PREGNANCY IN WOMEN WITHOUT OBESITY OF THE YAROSLAV REGION

The purpose of our study was to obtain ranges of basic parameters of body composition in physiologically occurring pregnancy in women without obesity at different gestation periods. To achieve this goal, a prospective cohort study of 195 women from 7 to 40 weeks of gestation living in the Yaroslavl region was conducted. All subjects underwent a standard clinical examination in accordance with the Order of the Ministry of health of the Russian Federation dated November 1, 2012. N 572N and bioimpedance analysis of body composition using the analyzer for evaluating the balance of water sectors of the body with the software ABC-01 «MEDAS». Normative data on the resistance of biological tissues were obtained, as well as the main parameters of body composition at different gestation periods were calculated. Dynamic observation during the entire pregnancy and analysis of the birth history were performed. The obtained data will allow us to analyze the peculiarities of adaptation of a woman's body to pregnancy, as well as to identify pathological changes in the body composition in the early stages of gestation, which can be predictors of the development of obstetric pathology in later pregnancy.

Key words: pregnancy; body composition; bioimpedance analysis; total body fluid; body fat mass; electrical conductivity of biological tissues; extracellular fluid

Во время беременности материнский организм претерпевает выраженные физиологические адаптационные изменения, необходимые для удовлетворения потребностей растущего плода. К третьему триместру нагрузка на все регуляторные системы организма усиливается, что приводит к сдвигам как компенсаторного, так и патологического характера [1].

Доказано, что гестационные и постгравидарные осложнения сопряжены для матери с чрезмерным

увеличением массы тела во время беременности [2]. В свою очередь, недостаточная прибавка массы тела во время беременности у женщин без ожирения также является предиктором развития осложнений [3, 4].

Большой интерес перинатальной медицины заключается в изучении влияния на исход беременности таких параметров, как объём жировой массы, количество общей, внеклеточной и внутриклеточной жидкости. Разработка стандартов оптимального на-

Информация для цитирования:

10.24411/2686-7338-2021-10007

Матвеев И.М., Троханова О.В., Щелькалина С.П., Романова В.С. Состав тела при физиологически протекающей беременности у женщин без ожирения Ярославской области //Мать и Дитя в Кузбассе. 2021. №1(84). С. 61-69.

бора веса матери ограничена признанием того, что изменения в относительном вкладе компонентов набора веса четко не определены. Эти компоненты включают продукты зачатия (плод, плацента, мембраны и околоплодные воды), ткани матки и молочной железы, общее количество внеклеточной и внутриклеточной жидкости. Каждый из этих компонентов может изменяться в индивидуальном порядке во время беременности, тем самым влияя в различной степени на увеличение веса матери.

Динамическое изучение состава тела у беременных женщин позволит выявить его изменения и особенности на разных сроках гестации. Выявление патологических адаптационных изменений состава тела на ранних сроках гестации может быть предиктором развития акушерской патологии на более поздних сроках.

Общее количество жидкости может быть определено при помощи методов разведения индикаторов или их разновидностей (в качестве эталона чаще используют методы разведения изотопов: дейтерия — для оценки объема общей жидкости, бромистого натрия — для оценки внеклеточной жидкости). Эти методы являются дорогостоящими, инвазивными, очень трудозатратными, не пригодными для частого исследования, и сложными, что делает их неприменимыми для обычного использования.

Исследование жировой массы при помощи калиперометрии и лучевых методов исследования требует привлечения дополнительных специалистов и оборудования. Плохая воспроизводимость методики, зависимость результатов от подготовки и практического навыка специалиста в совокупности с несовершенством используемых формул приводят к погрешностям измерений до 11 % при исследовании количества жировой массы [5]. Некоторые методики, такие как двойное рентген-адсорбциометрическое сканирование, вообще запрещены во время беременности.

На данный момент отсутствуют исследования с указанием нормативных параметров состава тела во время беременности для представительниц Российской Федерации. Ни одно исследование не оценивало динамических изменений, происходящих в составе тела матери во время беременности в такой большой популяции и с таким большим количеством оценок по каждому субъекту. Более того, на территории РФ нет ни одного исследования, в котором были бы представлены такие детальные диапазоны характеристик состава материнского тела, биоэлектрически определяемые на протяжении всей беременности.

Биоимпедансный анализ состава тела (БИА) позволяет проводить исследования состава тела у беременных в амбулаторных условиях с использованием простой и воспроизводимой методики для оценки компонентов тела. При помощи программного обеспечения анализатора необходимые для анализа данные доступны сразу же после измерения. При систематическом измерении существует возможность посмотреть в динамике на изменение количественных показателей состава тела для опре-

деления дальнейшей тактики ведения беременности. Различные методы измерения, такие как калиперометрия, антропометрия, МРТ и метод разведения индикаторов, имеют различную чувствительность и специфичность и, как правило, направлены на изучение какого-либо одного компонента состава тела, в отличие от БИА.

Преыдушие исследования продемонстрировали надежность и безопасность биоимпедансной оценки состава тела у взрослых, детей и во время беременности в отечественных и зарубежных исследованиях [6-9].

Цель исследования — определение диапазонов значений основных параметров состава тела на протяжении физиологически протекающей беременности у женщин без ожирения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2017-2019 гг. на базе ГБУЗ ЯО «Областной перинатальный центр» г. Ярославль проведено комплексное обследование 195 женщин в сроки гестации 7-40 недель включительно.

Гестационный срок был рассчитан по первому дню менструального цикла и подтверждался ультразвуковым исследованием в первом триместре. При отклонении срока гестации по первому дню менструального цикла от срока по ультразвуковому исследованию на пять дней и более, срок устанавливался на основании ультразвукового исследования первого триместра [1].

Оценка характеристик состава материнского организма проводилась в динамике с 7 по 40 недели включительно у женщин при отсутствии соматической патологии.

Для выявления особенностей состава тела на протяжении физиологически протекающей беременности данные, собранные в результате настоящего исследования, были разделены на следующие группы по периодам гестации:

- с 7 до 15 неделю гестации (1 период),
- с 16 по 21 неделю гестации (2 период),
- с 22 по 27 неделю гестации (3 период),
- с 28 по 34 неделю гестации (4 период),
- с 35 по 40 неделю гестации (5 период).

Методы обследования:

- стандартное обследование беременных женщин согласно Приказу Минздрава РФ от 1 ноября 2012 г. № 572н (запись имеющихся результатов в индивидуальную карту исследуемой);

- антропометрия (вес, рост, окружность талии и бедер);

- биоимпедансный анализ состава тела при помощи анализатора оценки баланса водных секторов организма с программным обеспечением АВС-01 «МЕДАСС» (ЗАО НТЦ «МЕДАСС», г. Москва) по стандартной методике установки биоадгезивных электродов на стопе и кисти [5].

Критерии исключения из исследования: наличие острой или хронической экстрагенитальной патологии, манифестный и гестационный сахарный диабет,

использование вспомогательных репродуктивных технологий, многоплодная беременность, признаки ожирения ($ИМТ \geq 30 \text{ кг/м}^2$) при постановке на учёт по беременности и на момент исследования, наличие перинатальных осложнений (многоводие, маловодие, СЗРП, макросомия плода), наличие встроеного кардиостимулятора.

Перед проведением исследования состава тела фиксировались возраст, рост, вес (при постановке на учёт по беременности и непосредственно перед исследованием), окружность живота и бёдер согласно методике проведения анализа состава тела [5]. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по формуле Кетле: масса тела (кг)/рост² (м²).

Окружность живота (тали) (см), измеренная лентой, определялась как горизонтальное расстояние вокруг живота посередине расстояния между 10 ребром и верхней границей подвздошной кости. Окружность бёдер измеряли на уровне самой широкой части ягодич (лента удерживалась параллельно полу).

Исследование состава тела проводилось на кушетке в положении лёжа на спине. Применялась тетраполярная (четырёхэлектродная) схема измерений: одна пара электродов устанавливалась на кисть испытуемого, вторая – на стопу. В каждой паре один из электродов являлся проводником зондирующего тока (токовый электрод), а другой служил для измерения разности потенциалов на исследуемом участке тела (потенциальный электрод). Потенциальные электроды располагались таким образом, чтобы линии разделения кисти и предплечья, стопы и голени пролегали под осью симметрии электродов. Токовые электроды устанавливались дистальнее измерительных на расстоянии 2-3 см [5]. Использовались одноразовые биоадгезивные электроды.

В рамках исследования формировался графический протокол, содержащий значения антропометрических индексов, оценок параметров состава тела и метаболических коррелятов.

Для статистической обработки полученных данных использовали статистическое программирование на языке R в среде RStudio. Для сравнения групп по количественным признакам в динамике применяли непараметрический тест Вилкоксона. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05. Описательные статистики представлены в виде медианы, квартилей и максимальных и минимальных значений. Для построения центильной картины использовали LMS-метод [10], реализованный в пакете GAMLSS языка R.

Протокол заседания этического комитета ФГБОУ ВО ЯГМУ от 26.10.2017 г. № 19. Протокол заседания проблемной комиссии ФГБОУ ВО ЯГМУ от 15.11.2017 г. № 1/17-18.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для достижения вышеуказанной цели исследования нами проведено проспективное когортное исследование

пациентов с анализом индивидуальных обменных карт беременных и историй родов. Полученные результаты биоимпедансного исследования состава тела представлены в таблице 1.

Сравнительный анализ динамического изменения параметров пациенток в соседних периодах наблюдений показал статистически значимое снижение и отличие по всем периодам исследования активного и реактивного сопротивления с разной изменчивостью в зависимости от срока гестации и частоты измерения (табл. 2).

Снижение активного и реактивного сопротивления на протяжении всего периода беременности связано в основном с повышением гидратации тканей. По измеренным значениям активного и реактивного сопротивления организма анализатор оценки баланса водных секторов организма АВС-01 «МЕДАСС» рассчитывал значения параметров состава тела. Полученные данные представлены в таблице 3.

По мнению отечественных и зарубежных авторов [2, 4, 11], перинатальные исходы напрямую связаны с составом тела беременной женщины и исходными антропометрическими данными. Изменение массы тела, а также их пропорций и геометрических размеров, существенно влияет на адаптивные возможности организма и его функционирование во время беременности [12]. Важный фактор оценки физиологического течения беременности – нормативное увеличение массы тела. Общая прибавка массы тела в нашем исследовании составила 16,5 [11; 21,12] кг. Еженедельная средняя прибавка массы тела в неделю – 0,5 [0,33; 0,64] кг.

Адаптационные изменения в сердечно-сосудистой системе являются одними из самых важных механизмов приспособления к совместному существованию и развитию организмов матери и плода. Увеличивающийся на 30-40 % сердечный выброс, связанный с увеличением объёма циркулирующей крови уже с четвёртой недели гестации, достигает своего максимума к началу третьего триместра [13].

Увеличивающееся количество жидкости при физиологически протекающей беременности происходит в основном за счёт увеличения ёмкости сосудистого русла [14], что приводит к увеличению объёма крови и повышению сердечного выброса по мере прогрессирования беременности. Периферическая плацентарная вазодилатация приводит к системному снижению сопротивления, что в последующем снижает артериальное давление. В нашем исследовании мы наблюдаем увеличение количества общей, внеклеточной и внутриклеточной жидкости на протяжении всей беременности.

Занько С.Н. и др. в своей работе [15] указывают на физиологическую задержку жидкости от 8 до 10 кг и связывают её с задержкой натрия, перестройкой осморегуляции, снижением порога ощущения жажды и снижением онкотического давления в плазме крови. В исследовании автора не указывается способ исследования и метод подсчёта данных. В нашем исследовании прибавка общей жидкости за

период наблюдения составила 4.5 [1,6; 7,3] кг. Еженедельная прибавка общей жидкости составила 0.14 [0,05; 0,22] кг.

Чабанова Н.Б. и др. в своём исследовании [12], где основной акцент автор делает на динамику изменений жирового компонента состава тела у беремен-

ных в зависимости от исходных антропометрических данных, описывает увеличение жировой массы к концу третьего триместра беременности у женщин без избыточной массы тела на 4,8 [3,6; 4,9] кг. В нашем исследовании выявлено увеличение жировой массы тела у пациентов без ожирения на 10,7 [4,4;

Таблица 1
Результаты измерений биоимпеданса в различные периоды беременности у женщин без ожирения
Table 1
Results of measurements of bioimpedance at different periods of pregnancy in women without obesity

		R50 (Ом)	Xc50 (Ом)	R5 (Ом)	Xc5 (Ом)
I период	min	496.75	54.19	573.12	20.68
	1Q	571.13	62.46	642.67	27.9
	Me	601.76	68.31	687	31.75
	3Q	662.86	75.03	749.51	34.71
7-15 недель (n = 118)	max	782.78	93.32	871.71	88.76
	min	485.6	42.25	527.61	16.57
	1Q	552.3	59.92	623.48	27.11
	Me	598.46	63.25	677.02	28.17
16-21 недель (n = 46)	3Q	638.5	67.07	714.14	30.68
	max	741.05	84.1	825.35	42.19
	min	480.29	48.86	542.13	19.21
	1Q	518.24	55.14	580.69	24.12
III период	Me	576.23	61.15	646.98	26.56
	3Q	604.21	66.14	679.84	29.37
	max	648.57	83.41	742.92	42.65
	min	472.51	46.74	527.78	20.05
IV период	1Q	529.51	56.72	598.07	24.35
	Me	561.8	63.08	638.45	28.94
	3Q	597.99	68.57	679.92	31.57
	max	699.66	87.34	782.69	46.32
28-34 недель (n = 56)	min	445.52	44.27	502.41	16.98
	1Q	504.57	54.61	568.15	22.98
	Me	552.21	61.03	626.33	27.83
	3Q	595.1	69.76	684.4	31.69
V период	max	746.32	104.6	828.23	38.79

Примечание: min – минимальное значение; 1Q – нижний квартиль; Me – медиана; 3Q – верхний квартиль; max – максимальное значение; R50 – активное сопротивление на частоте 50 Гц; R5 – активное сопротивление на частоте 5 Гц; Xc5 – реактивное сопротивление на частоте 5 Гц; Xc50 – реактивное сопротивление на частоте 50 Гц.

Note: min – the minimum value; 1Q – lower quartile; Me – the median; 3Q – upper quartile; max – maximum value; R50 – active resistance at a frequency of 50 Hz; R5 – active resistance at a frequency of 5 Hz; Xc5 – reactance at 5 Hz; Xc50 – the reactance at 50 Hz.

Таблица 2
Сравнение повторных значений активного и реактивного сопротивления на частоте 50 и 5 Гц соседних периодов исследования (критерий Вилкоксона)
Table 2
Comparison of repeated values of active and reactance at a frequency of 50 and 5 Hz of adjacent study periods (Wilcoxon test)

Периоды сравнения, недели	n	R50	Xc50	R5	Xc5
7-15 и 16-21	38	0.0002	< 0,0001	< 0,0001	0.0076
16-21 и 22-27	32	0.00098	0.2462	0.0012	0.224
22-27 и 28-34	31	0.0260	0.3176	0.0527	0.5948
28-34 и 35-40	27	0.0112	0.0731	0.0174	0.1225

Примечание: R50 – активное сопротивление на частоте 50 Гц; R5 – активное сопротивление на частоте 5 Гц; Xc5 – реактивное сопротивление на частоте 5 Гц; Xc50 – реактивное сопротивление на частоте 50 Гц.

Note: R50 – active resistance at a frequency of 50 Hz; R5 – active resistance at a frequency of 5 Hz; Xc5 – reactance at 5 Hz; Xc50 – reactance at 50 Hz.

Таблица 3
Результаты обследования беременных женщин без ожирения в различные периоды гестации
Table 3
Results of examination of pregnant women without obesity at different periods of gestation

Срок гестации	Параметр	Рост, см	Масса тела, кг	ИМТ, кг/м ²	ОТ, см	ОЖ, л	ВКЖ, л	БЖМ, кг	ЖМТ, кг
I период 7-15 недель (n = 118)	min	150	44	16.9	62	24.8	10	33.9	6.8
	1Q	161	55	20.4	73	30.13	12.6	41.2	13.33
	Me	164	60	22.05	76.5	31.7	13.5	43.25	16.3
	3Q	167.7	67	24.28	83	33.38	14.3	45.58	21.68
II период 16-21 недель (n = 46)	max	180	86	29.8	99	41.4	18.4	56.6	34.6
	min	151	44	17.8	71	25.3	10.3	34.6	9.1
	1Q	160	58.5	21.92	79.2	30.85	13.1	42.1	15.3
	Me	164.5	62	22.9	84.5	32.25	13.65	44.05	17.9
III период 22-27 недели (n = 40)	3Q	167	66.7	24.2	88.7	33.45	14.38	45.72	20.88
	max	177	71	27.3	97	36.9	15.8	50.4	25.9
	min	149	52	20.1	81	28.4	12	38.8	10.8
	1Q	160	59.75	23.35	86	31.78	13.78	43.38	16.8
IV период 28-34 недель (n = 56)	Me	164	66.5	24.6	92	33.5	14.15	45.8	19.95
	3Q	166	70	25.77	94.2	34.75	15.1	47.47	23.52
	max	174	76	27.9	102	38.4	16.7	52.5	29.6
	min	154	48	20	79	27.9	11.5	38.1	9.9
V период 35-40 недель (n = 51)	1Q	160	62	23.65	92	32.3	13.8	44.08	18.45
	Me	164	68	26	96.5	33.9	14.65	46.3	21.8
	3Q	166.2	72	27.22	99.2	35.23	15.2	48.12	25.5
	max	173	94	32.5	113	38.2	17	52.2	41.8
	min	153	49	20.4	80	25.8	10.6	35.2	12
	1Q	159.5	64	24.1	94.5	32.25	13.8	44.05	19.3
	Me	164	71	26.4	99	34.5	15.1	47.2	22.9
	3Q	167.5	75	27.8	102	36.75	15.9	50.2	26.15
	max	177	89	29.7	110	39.4	17.1	53.8	38.5

Примечание (Note): min – минимальное значение (the minimum value); 1Q – нижний квартиль (lower quartile); Me – медиана (the median); 3Q – верхний квартиль (upper quartile); max – максимальное значение (maximum value); ИМТ – индекс массы тела (body mass index); ОТ – окружность талии (waist circumference); ОЖ – общая жидкость организма (total body fluid); ВКЖ – объем внеклеточной жидкости (the volume of extracellular fluid); БЖМ – безжировая (тощая) масса тела (lean body mass); ЖМТ – жировая масса тела (body fat mass).

14,8] кг за беременность со средней еженедельной прибавкой в 0,32 [0,13; 0,45] кг.

Мы принимаем во внимание факт влияния на полученные результаты содержимого брюшной полости (плод, продукты зачатия, содержимое ЖКТ), которое находится в зоне низкой чувствительности метода, тем самым всё увеличение его массы и окружающих тканей практически полностью будет отнесено прибором к прибавке жировой массы организма. На наш взгляд, для минимизации подобного влияния можно использовать полисегментный вариант БИА [5].

Увеличение активной клеточной массы тела за 33 неделе гестации составило 3,0 [0,8;4,95] кг, при среднем увеличении на 0,092 [0,025; 0,150] кг в неделю.

При сравнении повторных измерений в группе исследования выявлены достоверные отличия во всех соседних периодах по всем изучаемым параметрам. Данные представлены в таблице 4.

Статистически значимое изменение основных характеристик (табл. 4) по мере прогрессирования беременности говорит о направленных изменениях биоимпедансных оценок состава тела.

На рисунке 1 представлены значения общей жидкости организма в зависимости от срока гестации. Построенная центильная картина показывает нарастание общей и внеклеточной жидкости в соответствии с увеличением срока гестации.

На рисунке 2 показан еженедельный медианный прирост общей и внеклеточной жидкости на разных сроках гестации. Средняя скорость прибавки общей жидкости составила 115 ± 14 мл в неделю. Внеклеточная жидкость увеличивалась на 60 ± 7 мл в неделю.

На рисунке 2 можно выделить три пиковых прироста общей и внеклеточной жидкости. Первый пик, на наш взгляд, связан с формированием плаценты (низкое сосудистое сопротивление плаценты способствует созданию высокого кровотока в матке), увеличением ударного объема и объема левого желудочка, которые к 8-й неделе гестации увеличиваются более чем наполовину по сравнению с показателями до зачатия [14]. Также с восьмой недели гестации снижается общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС) до 70 % от исходного уровня, что связывают с активацией ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и умеренным сни-

Таблица 4

Сравнение повторных измерений состава тела соседних периодов исследования (критерий Вилкоксона)

Table 4

Comparison of repeated measurements of body composition of adjacent study periods (Wilcoxon test)

Периоды сравнения, недели	n	Масса тела, кг	ИМТ, кг/м ²	ОТ, см	ОЖ, л	ВКЖ, л	БЖМ, кг	ЖМТ, кг
7-15 и 16-21	38	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0111
16-21 и 22-27	32	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0005	0,0003	0,0006	< 0,0001
22-27 и 28-34	31	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0010	0,0004	0,0008	< 0,0001
28-34 и 35-40	27	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0004	0,0003	0,0004	0,0005

Примечание (Note): ИМТ – индекс массы тела (body mass index); ОТ – окружность талии (waist circumference); ОЖ – общая жидкость организма (total body fluid); ВКЖ – объем внеклеточной жидкости (the volume of extracellular fluid); БЖМ – безжировая (тощая) масса тела (lean body mass); ЖМТ – жировая масса тела (body fat mass).

Рисунок 1

Распределение значений общей (1) и внеклеточной (2) жидкости на разных сроках гестации

Figure 1

Distribution of values of total (1) and extracellular (2) fluids at different stages of gestation

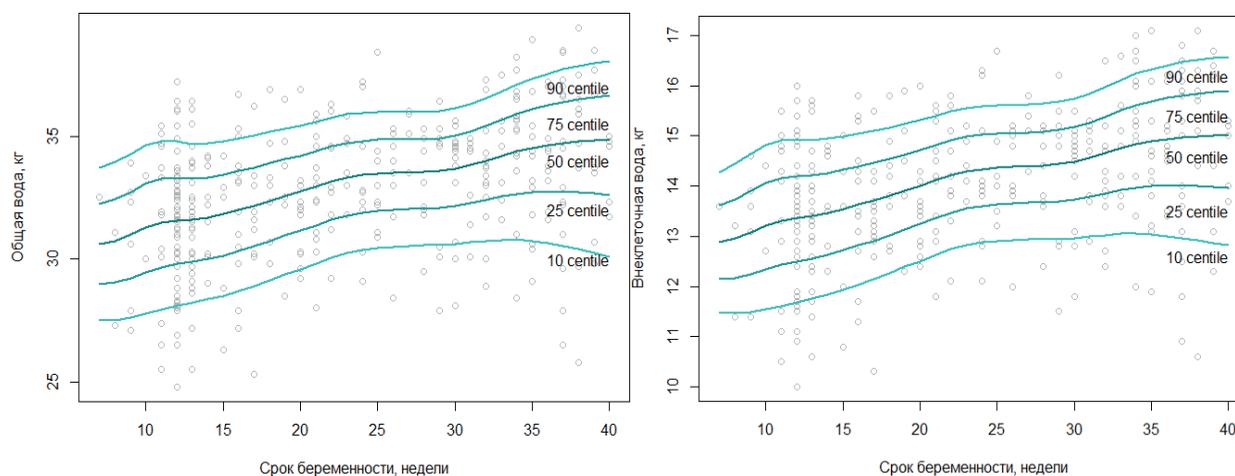
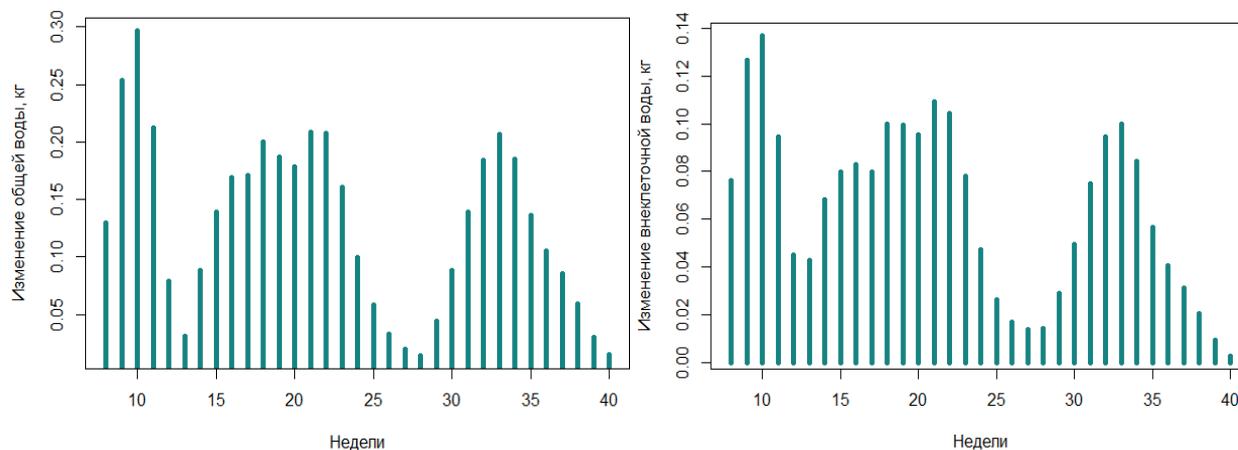


Рисунок 2

Прирост значений общей (1) и внеклеточной (2) жидкости на разных сроках гестации (рассчитано по сглаженной медианной кривой с рис. 1)

Figure 2

The increase in the values of total (1) and extracellular (2) fluid at different periods of gestation (calculated according to the smoothed median curve from figure 1)



жением концентрации предсердного натрийуретического пептида [14].

Второй пик прироста значений общей и внеклеточной жидкости приходится на 22-23 недели гестации и совпадает с увеличивающимся на 80 % (по сравнению с параметрами до беременности) минутным объемом сердца к этому моменту. Третий прирост общей и внеклеточной жидкости происходит на фоне возрастания объема циркулирующей крови на 30-50 % за счёт объема циркулирующей плазмы и увеличивающегося объема внеклеточной жидкости за счёт недостаточной канальцевой реабсорбции при увеличении фильтрационной нагрузки на почки (что может клинически проявляться пастозностью тканей) [13].

На рисунке 4 представлены изменения жировой массы и её процентного содержания в составе тела. Неравномерность прироста и даже отрицательные значения жировой массы на разных сроках гестации

не релевантны реальным показателям жировой массы состава тела в связи с особенностью измерений параметров состава тела биоимпедансным методом. На основании методики расчёта безжировой и жировой массы жировая масса является разностью общей массы тела и безжировой массы тела и включает в себя такие компоненты, как содержимое кишечника, мочевого пузыря, продуктов зачатия (плод, плацента, мембраны и околоплодные воды), увеличенной массы миометрия и молочных желез. При этом методология позволяет оценить нормативные значения на разных сроках гестации.

Отрицательные значения прироста жировой массы и её доли в общей массе тела в конце первого триместра объясняются постепенным восстановлением моторной функции кишечника, связанной с адаптацией образа жизни и пищевого поведения беременной женщины. Отрицательный прирост в конце третьего триместра, вероятно, обусловлен

Рисунок 3
Распределение значений жировой массы (1) и доли жировой массы (2) на разных сроках гестации
Figure 3
Distribution of values of fat mass (1) and the proportion of fat mass (2) at different periods of gestation

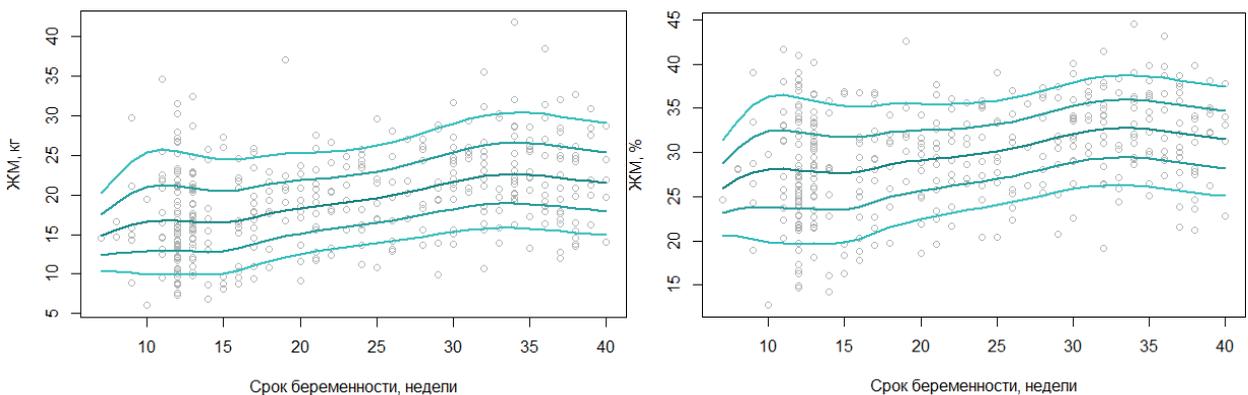
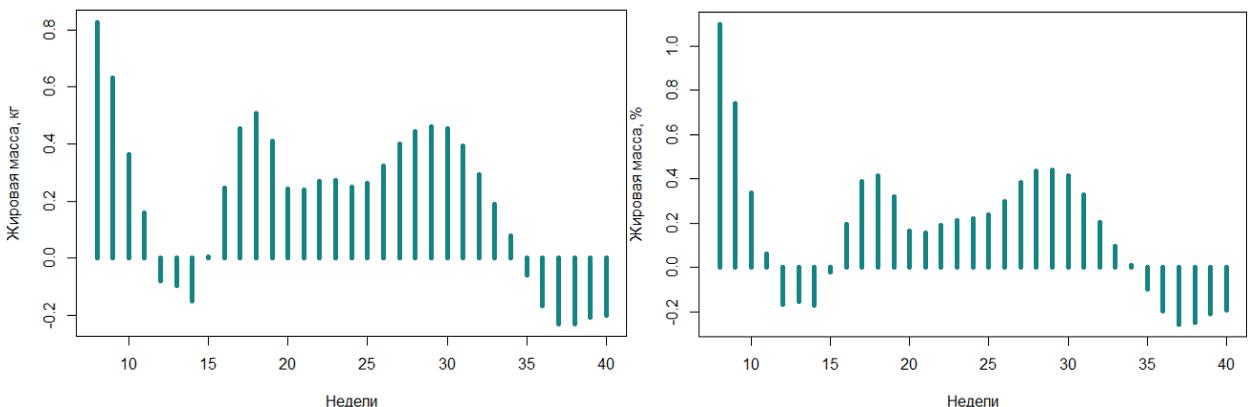


Рисунок 4
Прирост значений жировой массы (1) и доли жировой массы (2) на разных сроках гестации (рассчитано по сглаженной медианной кривой с рис. 3)

Figure 4
The increase in the values of fat mass (1) and the proportion of fat mass (2) at different periods of gestation (calculated according to the smoothed median curve from figure 3)



наиболее активным использованием ресурсов организма и подготовкой к процессу родов. По данному вопросу требуются дополнительные исследования с расширенным набором инструментальных и анамнестических методов.

Использование полисегментной схемы измерения сведёт к минимуму влияние плода и продуктов зачатия на полученные данные и в перспективе позволит получить более точные сведения по изменению состава тела во время беременности.

С учетом данных таблиц 3 и 4, а также дополнительных вычислений общей и средних еженедельных изменений в составе тела, следует обращать внимание на патологическую прибавку массы тела более 0,5 кг в неделю, жировой массы более чем на 0,32 кг, общей жидкости на 0,14 кг, внеклеточной жидкости на 0,07 кг. Снижение прибавки безжировой (тощей) массы тела менее 0,092 кг также требует внимания специалиста. При этом следует учитывать, что погрешность измерения массы тела в зависимости от наполнения желудочно-кишечного тракта и мочевого пузыря может достигать килограмма и более, поэтому оценивать прибавку веса как патологическую следует при измерениях с интервалом в несколько недель.

Например, прибавка массы тела более 0,5 кг за неделю является показанием к дополнительному анализу состава тела и требует повышенного внимания в интерпретации количественных изменений. Так, при повышении показателей жировой массы необходима коррекция питания беременной женщины. Избыточное повышение количества общей и внеклеточной жидкости в составе тела требует повышенного внимания к уровню артериального давления пациентки и исключению клинически значимой протеинурии. При снижении прибавки безжировой (тощей) массы тела следует исключить белковую недостаточность и резкую гиподинамию.

В нашем исследовании представлены значения динамических изменений, происходящих в составе тела матери при физиологически протекающей беременности на разных сроках гестации у женщин без ожирения. Полученные в результате исследования нормативные данные позволяют выявить нарушение адаптационных процессов во время беременности и провести последующий контроль за составом тела беременной в динамике. На основании рисунков 2 и 4, а также отсутствия прямолинейности изменений

показателей в зависимости от срока гестации, рекомендуем проводить измерения состава тела при прегравидарной подготовке и на ранних сроках гестации для уточнения исходных параметров.

В одном из наших исследований [6] мы также выявили снижение активного и реактивного сопротивления, а также достоверное увеличение количества общей и внеклеточной жидкости, при беременности, осложненной артериальной гипертензией в 28-34 недели гестации.

Приведенные нормативные данные могут помочь в выявлении патологических изменений состава тела на самых ранних сроках беременности и получить дополнительную информацию о динамике развития процесса.

ВЫВОДЫ

При физиологической беременности у женщин без ожирения изменения в составе тела происходят на протяжении всего периода гестации и приводят к снижению показателей активного и реактивного сопротивления.

Полученные данные по составу тела при физиологически протекающей беременности могут быть использованы в качестве нормативных данных.

Построенные центильные таблицы и графики расширяют понимание адаптационных возможностей организма беременной женщины. Изменение средней скорости прироста показателей состава тела потенциально позволит выявлять пациентов с патологической адаптацией организма к беременности уже на ранних сроках гестации.

Для повышения точности тетраполярной схемы измерения во время беременности в отношении жировой массы тела следует использовать полисегментную схему измерения биоимпеданса.

Метод биоимпедансного анализа состава тела может применяться для улучшения качества диагностики и ведения беременных женщин в совокупности с традиционными методами диагностики.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Savel'eva GM, Suhij GT, Serov VN. Obstetrics. National leadership. 2nd ed. GEOTAR-Media; 2019. 1088 p. Russian (Савельева Г.М., Сухих Г.Т., Серов В.Н. Акушерство. Нац. руков. 2-е изд. ГЭОТАР-Медиа, 2019. 1088 с.)
2. Tomaeva KG. The course of pregnancy and its outcome in women with different types of physique: abstract dis. ... cand. med. sciences. SPb., 2012. 20 p. Russian (Томаева К.Г. Течение беременности и её исход у женщин с различными типами телосложения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2012. 20 с.)
3. Pigatti SF, Souza RT, Cecatti JG, Passini R, Tedesco RP, Lajos GJ, et al. Role of Body Mass Index and gestational weight gain on preterm birth and adverse perinatal outcomes. *Sci Rep.* 2019; 9(1): 13093. DOI: 10.1038 / s41598-019-49704-x.
4. Viecceli C, Remonti LR, Hirakata VN, Mastella LS, Gnielka V, Oppermann MLR, et al. Weight gain adequacy and pregnancy outcomes in gestational diabetes: a meta-analysis. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2017; 18(5): 567-580. DOI: 10.1111/obr.12521.

5. Nikolaev DV, Shhelykalina SP. Lectures on bioimpedance analysis of the composition of the human body. RIO CNIIOIZ MZ RF. M., 2016. 152 p. Russian (Николаев Д.В., Щелькалина С.П. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека. РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ. М., 2016. 152 с.)
6. Matveev IM, Trohanova OV, Grechkanov GO, Gur'ev DL, Shhelykalina SP. Changes in water sectors in women without impaired fat metabolism during pregnancy complicated by arterial hypertension. *Vyatka Medical Bulletin*. 2019; 1(61): 8-12. Russian (Матвеев И.М., Троханова О.В., Гречканов Г.О., Гурьев Д.Л., Щелькалина С.П. Изменения водных секторов у женщин без нарушения жирового обмена при беременности, осложненной артериальной гипертензией //Вятский Медицинский Вестник. 2019. № 1(61). С. 8-12.)
7. Rudnev SG, Soboleva NP, Sterlikov SA, Nikolaev DV, Starunova OA, Chernyh SP, et al. Bioimpedance study of the body composition of the Russian population. M., 2014. 493 p. Russian (Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., Николаев Д.В., Старунова О.А., Черных С.П., и др. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М., 2014. 493 с.)
8. EG da Silva EG, Carvalhaes MA de BL, Hirakawa HS, da Silva EG, Peraçoli JC. Bioimpedance in pregnant women with pre-eclampsia. *Hypertens Pregnancy*. 2010; 29(4): 357-365. DOI: 10.1016 / j.ejogrb.2016.07.502.
9. Ellegård L, Bertz F, Winkvist A, Bosaeus I, Brekke HK. Body composition in overweight and obese women postpartum: bioimpedance methods validated by dual energy X-ray absorptiometry and doubly labeled water. *Eur J Clin Nutr*. 2016; 70(10): 1181-1188. DOI: 10.1038 / ejcn.2016.50.
10. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med*. 1992; 11(10): 1305-1319. DOI: 10.1002/sim.4780111005.
11. Tomaeva KG, Gajdukov SN. Martinotti of the Constitution in obstetrics. *RUDN Journal of Medicine*. 2009; (4): 282-283. Russian (Томаева К.Г., Гайдуков С.Н. Морфофенотипы конституции в акушерстве //Вестник РУДН. Серия Медицина. 2009. № 4. С. 282-283.)
12. Chabanova NB, Vasil'kova TN, Poljakova VA, Mataev SI, Shevljukova TP. Dynamics of changes in the fat component of the body composition in pregnant women, depending on the initial anthropometric data. *Human. Sports. Medicine*. 2018; 18(2): 15-23. Russian (Чабанова Н.Б., Василькова Т.Н., Полякова В.А., Матаев С.И., Шевлюкова Т.П. Динамика изменений жирового компонента состава тела у беременных в зависимости от исходных антропометрических данных //Человек Спорт Медицина. 2018. Т. 18, № 2. С. 15-23.)
13. Bijl RC, Valensise H, Novelli GP, Vasapollo B, Wilkinson I, Thilaganathan B, et al. Methods and considerations concerning cardiac output measurement in pregnant women: recommendations of the International Working Group on Maternal Hemodynamics. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2019; 54(1): 35-50. DOI: 10.1002/uog.20231.
14. Mravjan SR, Petruhin VA, Fedorova SI, Pronina VP. Heart diseases in pregnant women. M.: GEOTAR-Media, 2014. 392 p. Russian (Мравян С.Р., Петрухин В.А., Федорова С.И., Пронина В.П. Заболевания сердца у беременных. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 392 с.)
15. Zan'ko SN, Radeckaja LE, Zhukova NP, Arestova IM, Kiseleva NI, Semenov DM, et al. Obstetrics: textbook. Vitebsk: VSMU, 2017. 383 p. Russian (Занько С.Н., Радецкая Л.Е., Жукова Н.П., Арестова И.М., Киселева Н.И., Семенов Д.М. и др. Акушерство: уч. пособие. Витебск: ВГМУ, 2017. 383 с.)

КОРРЕСПОНДЕНЦИЮ АДРЕСОВАТЬ:

МАТВЕЕВ Игорь Михайлович,

150000, г. Ярославль, ул. Революционная, д.5, ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, E-mail: immatveev@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**INFORMATION ABOUT AUTHORS**

МАТВЕЕВ Игорь Михайлович, аспирант, кафедра акушерства и гинекологии, ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, г. Ярославль, Россия. E-mail: immatveev@mail.ru	MATVEEV Igor Mikhailovich, graduate student, Department of Obstetrics and Gynecology, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia. E-mail: immatveev@mail.ru
ТРОХАНОВА Ольга Валентиновна, доктор мед. наук, профессор, кафедра акушерства и гинекологии, ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, г. Ярославль, Россия. E-mail: trokhanova@yandex.ru	TROHANOVA Olga Valentinovna, doctor of medical sciences, professor, department of obstetrics and gynecology, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia. E-mail: trokhanova@yandex.ru
ЩЕЛЫКАЛИНА Светлана Павловна, канд. мед. наук, доцент, кафедра медицинской кибернетики и информатики МБФ, ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, Россия. E-mail: svetlanath@gmail.com	SHCHELYKALINA Svetlana Pavlovna, candidate of medical sciences, docent, department of medical cybernetics and computer science of MBF, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. E-mail: svetlanath@gmail.com
РОМАНОВА Вера Сергеевна, студент, отделение медицинской кибернетики МБФ, ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, Россия. E-mail: vera-romashka-11@mail.ru	ROMANOVA Vera Sergeevna, student, department of medical cybernetics of MBF, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. E-mail: vera-romashka-11@mail.ru