

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА, СОСТАВА ТЕЛА И ПАРАМЕТРОВ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ У ДЕВОЧЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО СОЗРЕВАНИЯ

© 2020 г. **О. В. Филатова, Т. А. Богданова, И. Н. Томилова**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул

Цель – изучить особенности variability ритма сердца, компонентного состава тела и параметров биоимпедансометрии у девочек 10-летнего возраста в зависимости от темпов биологического созревания. *Методы*: обследованы 72 девочки с использованием электрокардиографии, антропометрии, биоимпедансометрии. *Результаты*. Средние значения мощности очень низкочастотных волн (VLF) кардиоритма выше у ретардированных девочек ($2\,128,1 \pm 507,29$) ms^2 по сравнению с акселерированными ($1\,262,0 \pm 179,54$) ms^2 . У акселерированных девочек выявлено возрастание мощности колебаний высокочастотной составляющей (HF) кардиоритма ($2\,257,8 \pm 475,27$) ms^2 ; повышение доли высокочастотных волн (HF%) ($42,2 \pm 5,33$) %; понижение соотношения низкочастотных и высокочастотных волн (LF/HF) ($1,06 \pm 0,288$) по сравнению с ретардированными: HF – $1\,796,0 \pm 426,76$, HF% – $27,3 \pm 4,20$, LF/HF – $2,35 \pm 0,626$. Показано статистически значимое снижение нормированного основного обмена: ($46,9 \pm 0,86$) ккал/кг – ретардированные девочки, ($37,9 \pm 1,45$) – акселерированные и увеличение жировой массы тела: ($15,5 \pm 11,52$) % – ретардированные, ($25,0 \pm 1,695$) – акселерированные. *Выводы*: 1) отличия по спектральным параметрам между группами с различным биологическим возрастом выявлены у десятилетних школьниц по VLF и HF составляющим, что свидетельствует об увеличении активности сегментарного отдела вегетативной нервной системы в процессе полового созревания; 2) для группы девочек с низким уровнем антропометрических показателей и полового созревания характерны более высокие значения VLF, более низкие значения HF по сравнению с группой имеющих уровень физического и полового развития выше среднего; 3) группы девочек с разным уровнем физического и полового развития отличаются не только по основным антропометрическим показателям, параметрам компонентного состава тела, но и по уровню основного, удельного, нормированного обмена веществ; 4) в группе акселерированных девочек по сравнению с ретардированными обнаружено статистически значимое снижение показателя нормированного основного обмена.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, габаритный уровень варьирования, половая формула, балл полового развития, акселерация, биоимпедансометрия

FEATURES OF HEART RHYTHM VARIABILITY, BODY COMPOSITION AND PARAMETERS OF BIOIMPEDANESOMETRY IN GIRLS DEPENDING ON THE RATES OF BIOLOGICAL MATURATION

O. V. Filatova, T. A. Bogdanova, I. N. Tomilova

Altai State University, Barnaul, Russia

The aim is to study the features of heart rate variability, body composition and parameters of bioimpedancemetry in 10 year old girls depending on the rate of biological maturation. *Methods*: 72 girls were examined using electrocardiography, anthropometry, bioimpedansometry. *Results*. The average power values of very low-frequency waves (VLF) of the cardiac rhythm are higher in retarded girls ($2\,128.1 \pm 507.29$) ms^2 compared to accelerated ($1,262.0 \pm 179.54$) ms^2 . Accelerated girls demonstrated an increase in the power of oscillations of high-frequency component HF (ms^2) of the cardiac rhythm ($2\,257,8 \pm 475,27$), an increase in the percentage of high-frequency waves HF% ($42,2 \pm 5,33$), a decrease in the LF/HF correlation ($1,06 \pm 0,288$) in comparison with retarded ones (HF (ms^2) - $1\,796,0 \pm 426,76$, HF% - $27,3 \pm 4,20$, LF/HF - $2,35 \pm 0,626$). A statistically significant decrease in the normalized basal metabolism was shown: (46.9 ± 0.86) kcal / kg - retarded girls, (37.9 ± 1.45) - accelerated and increase in body fat mass: (15.5 ± 11.52) % - retarded, (25.0 ± 1.655) - accelerated. *Conclusions*: 1) differences in spectral parameters between groups with different biological ages were revealed in ten-year-old schoolgirls in terms of VLF and HF components, which indicates an increase in the activity of the segmental part of the autonomic nervous system during puberty; 2) the group of girls with a low level of anthropometric indicators and puberty is characterized by higher VLF values, lower HF values compared to the group with a level of physical and sexual development above average; 3) groups of girls with different levels of physical and sexual development differ not only in basic anthropometric indicators, parameters of the component composition of the body, but also in terms of the basic, specific, normalized metabolism; 4) a statistically significant decrease in the rate of normalized basal metabolism was found in the group of accelerated girls, compared to retarded ones.

Key words: heart rate variability, overall level of variation, sexual formula, sexual development score, acceleration, bioimpedansometry

Библиографическая ссылка:

Филатова О. В., Богданова Т. А., Томилова И. Н. Особенности variability ритма сердца, состава тела и параметров биоимпедансометрии у девочек в зависимости от темпов биологического созревания // Экология человека. 2020. № 2. С. 24–32.

For citing:

Filatova O. V., Bogdanova T. A., Tomilova I. N. Features of Heart Rhythm Variability, Body Composition and Parameters of Bioimpedansometry in Girls Depending on the Rates of Biological Maturation. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 2, pp. 24-32.

Среди современных методологических подходов к оценке состояния сердечно-сосудистой системы и организма в целом существенное место принадлежит анализу variability ритма сердца (ВРС). Сердечно-сосудистой системе кроме выполнения гидродинамических функций отводится роль согласующего звена во взаимоотношениях механизмов регуляции и информации с морфологическими структурами организма. В последнее время для оценки компонентного состава тела широко используется метод биоимпедансометрии [5, 18, 19, 21]. Новые показатели состава тела, измеряемые методом биоимпедансного анализа (жировая масса тела — ЖМТ, безжировая или тощая масса тела — ТМТ, скелетно-мышечная масса — СММ, общая вода организма — ОВО, внеклеточная жидкость — ВКЖ, активная клеточная масса — АКМ), можно использовать в качестве показателей для оценки энергетического обмена [8]. Следует отметить, что работы, посвященные изучению показателей ВРС [1, 2, 4] и компонентного состава тела [14, 15] детей различного возраста немногочисленны. Сведения об особенностях ВРС и компонентного состава тела школьников в зависимости от биологического возраста, который не всегда соответствует календарному, в литературе отсутствуют. Между тем именно биологический возраст в большой степени отражает онтогенетическую зрелость индивида, его работоспособность и характер адаптивных реакций [20].

Цель исследования — изучить особенности variability ритма сердца, компонентного состава тела и параметров биоимпедансометрии у девочек 10-летнего возраста в зависимости от темпов биологического созревания.

Методы

Проведено поперечное обследование практически здоровых лиц периода второго детства в соответствии со «Схемой возрастной периодизации онтогенеза человека», принятой на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (Москва, 1965). Обследованы 72 девочки в возрасте 10 лет, европеоиды, проживающие в г. Барнауле Алтайского края. Критерии включения в группу: возраст 9 лет 6 месяцев — 10 лет 5 месяцев 29 дней, рождение и постоянное место проживания — г. Барнаул, информированное согласие родителей на участие детей в исследовании. Критерии исключения: возраст менее 9 лет 6 месяцев и более 10 лет 5 месяцев 29 дней, проживание до обследования за пределами г. Барнаула, отсутствие информированного согласия родителей.

Антропометрические исследования включали измерение длины тела (ДТ), массы тела (МТ) и окружности грудной клетки (ОГК). Соматотип по схеме Р. Н. Дорохова и И. И. Бахраха [16] оценивается суммой баллов центильных интервалов (зон), полученных для ДТ, МТ и ОГК. При сумме баллов до 10 ребенка относят к микросоматотипу, от 11 до 15 баллов — к мезосоматотипу, а от 16 баллов — к макросоматотипу.

Уровень полового созревания, или половое развитие, определяется по времени последовательности появления, а также степени развития вторичных половых признаков; эффективно используется в «околопубертантном» периоде, то есть от 7—8 до 16—17 лет, наиболее часто применяется в качестве критерия биологического возраста при массовых антропологических обследованиях [3]. Уровень полового развития школьниц оценивался по половой формуле (MaPAxMe) и возрасту менархе. При оценке степени полового созревания использовали методику Л. Г. Тумилович и соавт. [10], в основу которой положена цифровая (балльная) оценка степени развития каждого полового признака и их биологической значимости. По половой формуле рассчитывали балл полового развития (MaPAxMe).

Компонентный состав тела оценивали при помощи аппарата для биоимпедансометрии ABC-01 «Медасс», который позволяет определять ЖМТ, ТМТ, АКМ, СММ, ОВО, ВКЖ, основной обмен, удельный основной обмен. Классификацию ЖМТ проводили по центильным таблицам для соответствующего пола и возраста [6].

Изучалась ВРС с использованием электрокардиографа «Поли-спектр-8/EX» с применением программного обеспечения фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, Российская Федерация). В состоянии покоя регистрировали кардиоритмограмму на коротких 5-минутных промежутках в положении пациента лежа на спине, при спокойном дыхании и отсутствии воздействия внешних раздражителей. Регистрировалась частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин). Определяли временные показатели: SDNN — среднее квадратичное отклонение интервалов R-R, RMSSD — среднее квадратичное отклонение межинтервальных различий; pNN50 — долю смежных интервалов, отличающихся более чем на 50 мс. При спектральном анализе оценивали VLF — мощность волн в диапазоне очень низких частот, LF — мощность волн в диапазоне низких частот, HF — мощность волн в диапазоне высоких частот, TP — общую мощность спектра. Проводился анализ с вычислением спектра мощности колебаний в трех частотных диапазонах: 0,004—0,08 Гц (VLF); 0,09—0,16 Гц (LF); 0,17—0,5 Гц (HF).

Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием программного продукта SPSS 21.0. В таблицах количественные признаки, имеющие нормальное распределение, представлены в виде среднего арифметического (M), среднее квадратичное отклонения (SD), 95 % доверительного интервала (95 % ДИ); величины с отличным от нормального распределением — в виде медианы (Me) и перцентильного ранжирования (Q_{25-75} — 25 и 75 перцентили). В тексте результаты представлены в виде $M \pm m$ (стандартная ошибка). Выборки данных проверяли на нормальность распределения, для чего был использован критерий Колмогорова — Смирнова при уровне значимости $p < 0,05$. Для сравнения двух независимых групп с нормальным распределением использовали однофак-

торный дисперсионный анализ (ANOVA), для сравнения двух независимых групп с ненормальным распределением – двухвыборочный критерий Манна – Уитни. Различия значений исследуемых параметров считали статистически значимыми при 95 % пороге вероятности ($p < 0,05$). Для определения статистической значимости различий между долями использовался критерий хи-квадрат (χ^2) Пирсона.

Результаты

Были выделены три группы девочек с различным соматотипом по схеме Р. Н. Дорохова и И. И. Бахраха. Наиболее многочисленной оказалась группа девочек с мезосоматотипом (64 %, N = 46), представительницы макросоматотипа составили 24 % (N = 17) от изученной выборки, микросоматотип имеют только 12 % (N = 9) девочек. Показатели ДТ и ОГК девочек первой группы (табл. 1) соответствуют возрасту 9 лет, МТ – возрасту 8 лет [16]. Таким образом, девочки, имеющие микросоматотип, оказались ретардированными.

Существует прямая связь между половым и физическим развитием, поэтому особенности полового развития, оценка выраженности вторичных половых признаков необходимы для комплексной оценки физического развития девочки. Обратила на себя внимание разнородность второй и третьей групп по уровню полового развития: у части девочек еще не

начали проявляться вторичные половые признаки (2 группа – 86 %, N = 38, 3 группа – 53 %, N = 9), у отдельных представительниц изученной нами выборки (2 группа – 14 %, N = 6, 3 группа – 47 %, N = 8) констатировано появление вторичных половых признаков. Известно, что вторичные половые признаки появляются в строгой последовательности: вначале начинают развиваться молочные железы (телархе), затем наблюдается скачок роста и появляется лобковое оволосение (пубархе), и только после этого возникает менархе [7]. Во второй и третьей группах нами выделены девочки со вторичными половыми признаками по всем показателям. Поскольку средний балл полового развития в этих подгруппах оказался одинаковым (2 группа – $2,98 \pm 0,72$, 3 группа – $2,98 \pm 0,49$), мы объединили девочек второй и третьей групп в четвертую группу – это акселерированные девочки, отличающиеся не только высокорослостью, высоким баллом габаритного уровня варьирования (ГУВ) (см. табл. 1), но и более высокими показателями полового развития. Показатели ДТ девочек четвертой группы (см. табл. 1) оказались ближе к возрасту 11 лет, МТ – соответствуют возрасту 11 лет, ОГК – ближе к возрасту 14 лет [16]. Половая формула девочек первой группы соответствует $Ma_{0,1}Ax_0P_0Me_0$, второй группы – $Ma_0P_0Ax_0Me_0$, третьей группы – $Ma_{0,2}P_{0,1}Ax_0Me_0$, четвертой группы – $Ma_{1,3}P_{1,3}Ax_{0,3}Me_{0,2}$.

Таблица 1

Антропометрические показатели девочек 10-летнего возраста с различными темпами биологического созревания

Показатель	Группа	N	M	SD	95 % ДИ		Min	Max	P
					Нижний предел	Верхний предел			
Длина тела	1	12	134,2	3,61	131,87	136,46	127,00	140,00	$P_{1-2} = 0,002$ $P_{1-3,4} < 0,001$ $P_{2-3} = 0,042$ $P_{2-4} = 0,004$
	2	38	139,6	4,23	138,16	140,94	130,00	151,00	
	3	9	143,4	6,33	138,58	148,31	134,00	151,00	
	4	13	144,2	7,03	140,16	148,27	133,00	158,00	
	Σ	72	140,0	5,94	138,66	141,43	127,00	158,00	
Масса тела	1	12	25,0	2,04	23,70	26,30	23,00	30,00	$P_{1-2,3,4} < 0,001$ $P_{2-3,4} < 0,001$ $P_{3-4} = 0,116$
	2	38	31,4	3,33	30,33	32,52	23,00	39,00	
	3	9	42,6	4,98	38,73	46,38	34,00	49,00	
	4	13	39,6	7,21	35,41	43,73	28,00	50,00	
	Σ	72	33,3	7,08	31,65	34,95	23,00	50,00	
Окружность грудной клетки	1	12	62,3	3,57	59,98	64,52	58,00	70,00	$P_{1-2} = 0,001$ $P_{1-3,4} < 0,001$ $P_{2-3,4} < 0,001$
	2	38	67,4	3,19	66,40	68,49	61,00	74,00	
	3	9	77,7	6,40	72,74	82,59	70,00	88,00	
	4	13	76,0	7,17	71,86	80,14	63,00	86,00	
	Σ	72	69,5	6,97	67,87	71,12	58,00	88,00	
Габаритный уровень варьирования	1	12	8,8	1,14	8,03	9,47	6,00	10,00	$P_{1-2,3,4} < 0,001$ $P_{2-3,4} < 0,001$ $P_{3-4} = 0,008$
	2	38	12,7	1,15	12,28	13,03	11,00	15,00	
	3	9	17,7	1,16	16,87	18,53	16,00	20,00	
	4	13	15,8	2,97	14,05	17,64	12,00	21,00	
	Σ	72	13,3	3,17	12,53	14,01	6,00	21,00	
Индекс массы тела	1	12	13,9	1,47	13,01	14,87	11,70	16,90	$P_{1-2} = 0,003$ $P_{1-3,4} < 0,001$ $P_{2-3,4} < 0,001$ $P_{3-4} = 0,096$
	2	38	16,2	1,72	15,63	16,77	12,80	21,10	
	3	9	20,7	2,55	18,74	22,66	17,30	24,50	
	4	13	19,1	3,56	17,03	21,13	14,70	26,00	
	Σ	72	16,9	3,05	16,22	17,65	11,70	26,00	

Примечание для табл. 1–5. Группы: 1 – девочки микросоматического соматотипа, 2 – девочки мезосоматического соматотипа, 3 – девочки макросоматического соматотипа, 4 – девочки мезосоматического и макросоматического соматотипов, имеющие повышенный балл полового развития.

Таблица 2

Особенности состава тела девочек 10-летнего возраста с различными темпами биологического созревания

Тканевый компонент	Группа	N	M	SD	95 % ДИ		Min	Max	P
					Нижний предел	Верхний предел			
Жировая масса тела, кг	1	12	3,9	1,69	2,81	4,96	0,70	6,20	P ₁₋₂ = 0,014 P _{1-3,4} < 0,001 P _{2-3,4} < 0,001 P ₁₋₂ = 0,152
	2	38	6,3	2,43	5,47	7,06	0,70	11,20	
	3	9	12,0	3,89	8,99	14,96	5,60	17,30	
	4	13	10,2	3,82	8,01	12,42	6,00	17,30	
	Σ	72	7,3	3,83	6,44	8,23	0,70	17,30	
Жировая масса тела %	1	12	15,5	6,28	11,52	19,50	3,20	23,00	P ₁₋₂ = 0,061 P _{1-3,4} < 0,001 P ₂₋₃ = 0,001 P ₁₋₄ = 0,008
	2	38	19,5	6,32	17,46	21,61	3,10	30,00	
	3	9	27,7	6,92	22,42	33,05	16,40	36,20	
	4	13	25,0	6,31	21,35	28,63	17,00	38,00	
	Σ	72	20,9	7,34	19,22	22,65	3,10	38,00	
Тощая масса тела, кг	1	12	21,1	1,80	19,97	22,26	18,90	25,10	P _{1-2,3,4} < 0,001 P _{2-3,4} < 0,001
	2	38	25,2	2,08	24,47	25,84	19,50	30,00	
	3	9	30,5	2,56	28,50	32,44	26,10	33,50	
	4	13	29,4	4,77	26,68	32,19	20,90	37,90	
	Σ	72	26,0	4,09	25,01	26,92	18,90	37,90	
Активная клеточная масса, кг	1	12	11,7	2,01	10,46	13,02	9,00	17,40	P ₁₋₂ = 0,008 P _{1-3,4} < 0,001 P ₂₋₄ = 0,011 P ₃₋₄ = 0,035
	2	38	13,9	2,23	13,15	14,62	11,00	20,60	
	3	9	18,0	3,07	15,61	20,32	14,10	23,60	
	4	13	15,8	2,44	14,40	17,21	10,60	20,40	
	Σ	72	14,4	2,93	13,72	15,09	9,00	23,60	
Активная клеточная масса %	1	12	55,5	7,23	50,90	60,09	47,60	75,30	P ₂₋₃ = 0,072 P ₃₋₄ = 0,077
			Me		Q ₂₅	Q ₇₅			
	2	38	53,0		51,30	56,75	47,20	75,50	
	3	9	58,9	8,23	52,54	65,19	51,00	74,40	
	4	13	53,9	3,83	51,72	56,14	48,40	60,10	
	Σ	72	53,9		51,30	56,90	47,20	75,50	
Скелетно-мышечная масса, кг	1	12	10,8	1,40	9,92	11,70	9,20	13,20	P ₁₋₂ < 0,001 P ₂₋₃ < 0,001 P ₂₋₃ = 0,107
			Me		Q ₂₅	Q ₇₅			
	2	38	13,0		12,10	13,72	9,50	24,40	
	3	9	16,5	4,93	12,69	20,26	11,30	28,10	
	4	13	14,5	2,56	13,05	16,01	10,40	19,30	
	Σ	72	13,0		11,80	14,25	9,20	28,10	
Скелетно-мышечная масса %	1	12	51,24	3,60	48,95	53,53	45,40	59,40	P ₂₋₃ = 0,043 P ₂₋₄ = 0,034
			Me		Q ₂₅	Q ₇₅			
	2	38	51,4		50,05	52,80	45,00	93,50	
	3	9	53,9	13,98	43,16	64,66	43,40	85,30	
	4	13	49,4	3,06	47,59	51,13	42,20	51,60	
	Σ	72	50,9		49,30	52,40	42,20	93,50	

Как показало наше исследование, в группах девочек от первой группы к третьей—четвертой статистически значимо увеличились такие показатели, как ИМТ (см. табл. 1), ЖМТ, ТМТ, СММ, АКМ в абсолютных и относительных величинах (табл. 2). Девочек, относящихся к мезо- и макросоматотипу, характеризует большая гидратация организма (см. табл. 2). Уровень основного обмена выше во второй, третьей и четвертой группах (табл. 3) на статистически значимом уровне. Однако же удельный основной обмен (отношение основного обмена к площади поверхности тела) снижается у девочек от первой группы к четвертой (см. табл. 3). Нормирование по параметрам состава тела позволяет даже в пределах одной половозрастной группы сравнивать энерготраты у лиц с различными антропометрическими характери-

ками. Величина нормированного основного обмена (на кг ТМТ) статистически значимо снижается от первой группы к четвертой (см. табл. 3).

Показатели ВРС частично носят нормальный характер (табл. 4). Спектральные показатели частично не подчиняются закону нормального распределения признака (p < 0,05) (табл. 5).

Известно, что спектральный анализ позволяет исследовать активность отдельных уровней управления ритмом сердца. По результатам спектрального анализа ВРС выявлены изменения частотных составляющих колебаний ритма сердца. Мощность очень низкочастотных волн спектра отражает состояние сердечно-сосудистого подкоркового центра и психоэмоциональное напряжение, а также является чувствительным инди-

Таблица 3

Особенности параметров биоимпедансометрии девочек 10-летнего возраста с различными темпами биологического созревания

Параметр биоимпеданса	Группа	N	M	SD	95 % ДИ		Min	Max	P
					Нижний предел	Верхний предел			
Основной обмен, ккал/сут	1	12	986,8	63,84	946,27	1027,40	900,00	1166,00	P ₁₋₂ = 0,007 P _{1-3,4} < 0,001 P ₂₋₃ < 0,001 P ₂₋₄ = 0,011 P ₃₋₄ = 0,037
	2	38	1054,7	70,49	1031,52	1077,85	964,00	1266,00	
	3	9	1183,0	96,68	1108,68	1257,32	1061,00	1360,00	
	4	13	1115,6	76,55	1071,37	1159,77	952,00	1260,00	
	Σ	72	1071,0	92,46	1049,46	1092,60	900,00	1360,00	
Удельный основной обмен, ккал/суи/м ²	1	12	996,5	76,25	948,02	1044,91	900,30	1214,10	P ₁₋₂ = 0,090 P ₁₋₃ = 0,107 P ₁₋₄ = 0,002 P ₂₋₄ = 0,030 P ₃₋₄ = 0,2
	2	38	954,6	76,80	929,33	979,82	806,00	1151,30	
	3	9	943,5	88,80	875,22	1011,73	860,60	1126,10	
	4	13	903,6	46,94	876,50	930,70	838,90	992,30	
	Σ	72	950,3	77,38	932,26	968,37	806,00	1214,10	
Отношение основного обмена на кг ТМТ, ккал/кг	1	12	46,9	2,97	44,98	48,75	39,60	50,90	P _{1-2,3,4} < 0,001 P ₂₋₃ = 0,017 P ₂₋₄ < 0,001
	2	38	42,0	2,71	41,16	42,94	36,80	49,59	
	3	9	38,9	2,93	36,68	41,18	35,97	45,20	
	4	13	37,9	5,42	34,74	41,01	25,00	45,55	
	Σ	72	41,7	4,44	40,62	42,69	25,00	50,90	
Общая жидкость, кг	1	12	15,5	1,29	14,67	16,31	13,90	18,40	P _{1-2,3,4} < 0,001 P ₂₋₃ < 0,001 P ₂₋₄ = 0,007 P ₃₋₄ = 0,187
	2	38	18,5	1,51	17,97	18,97	14,40	22,10	
	3	9	22,4	1,85	20,95	23,79	19,30	24,50	
	4	13	21,6	3,48	19,56	23,58	15,40	27,80	
	Σ	72	19,1	2,98	18,36	19,75	13,90	27,80	
Внеклеточная жидкость, кг	1	12	7,8	,51	7,49	8,14	7,30	9,00	P _{1-2,3,4} < 0,001 P _{2-3,4} < 0,001
	2	38	9,2	1,02	8,83	9,50	7,40	12,40	
	3	9	10,7	1,27	9,71	11,67	9,20	13,70	
	4	13	10,1	1,33	9,32	10,85	7,80	12,40	
	Σ	72	9,3	1,35	8,99	9,62	7,30	13,70	
Внутриклеточная жидкость, кг	1	12	7,7	,83	7,16	8,21	6,60	9,30	P ₁₋₂ = 0,001 P _{1-3,4} < 0,001 P _{2-3,4} < 0,001
	2	38	9,3	1,12	8,93	9,67	6,70	11,80	
	3	9	11,7	1,24	10,71	12,60	10,10	13,40	
	4	13	11,5	2,14	10,26	12,73	7,60	15,40	
	Σ	72	9,7	1,90	9,30	10,19	6,60	15,40	
Фазовый угол	1	12	6,56	1,952	5,323	7,804	4,89	12,30	P ₂₋₃ = 0,076 P ₃₋₄ = 0,096
			Me		Q ₂₅	Q ₇₅			
	2	38	5,84		5,50	6,62	4,82	12,40	
	3	9	7,37	2,306	5,596	9,141	5,51	11,90	
	4	13	6,14	0,771	5,699	6,589	5,03	7,42	
	Σ	72	6,09		5,545	6,640	4,82	12,40	

катором управления метаболическими процессами. Средние значения VLF выше у девочек первой группы (см. табл. 5). Доля очень низкочастотных волн ниже у представителей первой группы на уровне тенденции (см. табл. 5). Показатель состояния системы регуляции сосудистого тонуса LF не отличается в изученных группах, что согласуется с данными А. Р. Галеева с соавт. [1], не обнаружившими изменения его с возрастом; LF% оказалась ниже у представителей четвертой группы на уровне тенденции (см. табл. 5).

При сравнении спектральных показателей ВРС в четвертой группе выявлено (см. табл. 5) возрастание мощности колебаний HF кардиоритма на уровне тенденции по сравнению с первой и третьей группами, также повышена HF% на статистически значимом уровне, понижено LF/HF (см. табл. 5), что свидетельствует об увеличении парасимпатического компонента variability сердечного ритма [13].

Величина коэффициента симпатовагального баланса LF/HF (см. табл. 5) во второй, третьей и четвертой группах свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний (<1,5) на деятельность сердца, в первой – на усиление симпатических влияний (>2,0) [13]. Комплексная оценка показателей (согласно протоколу исследования) ВРС показала, что в первой группе наблюдается максимальная доля (44 %, N = 4) лиц с преобладанием симпатических влияний на ритм сердца, во второй (18 %, N = 7) и четвертой (21 %, N = 3) группах он минимальный, в третьей группе эта доля занимает промежуточное положение (33 %, N = 3). Выявленные различия между первой и второй группами на уровне выраженной тенденции ($\chi^2 = 2,648$, df = 1, p = 0,104), между первой и третьей группами – на уровне тенденции ($\chi^2 = 2,900$, df = 1, p = 0,2). Доля лиц, в регуляции ритма сердца которых наблюдается баланс симпатических

Таблица 4

Временные показатели вариабельности ритма сердца у девочек 10-летнего возраста с различными темпами биологического созревания

Показатель	Группа	N	M	SD	95% ДИ		Min	Max	P
					Нижний предел	Верхний предел			
ЧСС	1	12	92,4	11,07	85,38	99,45	68,70	110,10	P ₁₋₄ = 0,046 P ₂₋₄ = 0,083
	2	38	89,5	12,08	85,57	93,51	59,00	112,50	
	3	9	87,0	11,69	77,97	95,94	75,30	111,30	
	4	13	83,0	10,17	76,85	89,15	68,00	98,50	
	Σ	72	88,5	11,70	85,77	91,27	59,00	112,50	
SDNN	1	12	66,6	22,71	52,15	81,01	32,00	107,00	
	2	38	61,4	20,29	54,70	68,04	31,00	100,00	
	3	9	64,3	17,87	50,60	78,07	40,00	103,00	
	4	13	67,5	16,66	57,40	77,53	31,00	93,00	
	Σ	72	63,7	19,60	59,10	68,31	31,00	107,00	
RMSS	1	12	58,6	28,92	40,21	76,96	21,00	114,00	
	2	38	58,3	29,29	48,64	67,89	19,00	135,00	
	3	9	65,3	40,19	34,44	96,23	35,00	168,00	
	4	13	66,2	23,21	52,13	80,18	25,00	104,00	
	Σ	72	60,6	29,36	53,73	67,52	19,00	168,00	
pNN50, %	1	12	20,1	20,46	7,10	33,10	2,90	60,30	P ₁₋₄ = 0,108 P ₂₋₄ = 0,132
	2	38	23,6	21,29	16,59	30,58	0,40	76,60	
	3	9	25,7	25,00	6,53	44,96	0,90	75,80	
	4	13	34,2	21,26	21,34	47,04	3,20	65,60	
	Σ	72	21,7		Me	Q ₂₅	Q ₇₅	0,40	
CV, %	1	12	10,0	2,73	8,30	11,76	5,34	14,81	P _{1,2} = 0,2
	2	38	9,0	2,52	8,15	9,80	4,55	14,02	
	3	9	9,3	2,75	7,15	11,37	6,57	15,31	
	4	13	9,2	2,09	7,95	10,47	4,90	12,35	
	Σ	72	9,2	2,49	8,64	9,81	4,55	15,31	

и парасимпатических влияний, незначительна во всех группах (1 группа – 22 %, N = 2; 2 группа – 16 %, N = 6, 3 группа – 11 %, N = 1, 4 группа – 14 %, N = 2). Во второй (66 %, N = 25), третьей (56 %, N = 5) и четвертой (64 %, N = 9) группах максимальное количество обследованных лиц имеют преобладание парасимпатических влияний на ВРС по сравнению с первой (33 %, N = 3) группой. Выявленные различия между первой и второй группами на уровне тенденции ($\chi^2 = 2,167$, $df = 1$, $p = 0,141$). Преобладание парасимпатических влияний на ритм сердца в четвертой группе проявилось уменьшением ЧСС на уровне выраженной тенденции (см. табл. 4).

Обсуждение результатов

Целью настоящей работы было изучение особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у девочек 10-летнего возраста с различными темпами роста и биологического созревания. С помощью габаритного уровня варьирования был определен конституциональный тип в координате микросомии-макросомии у девочек – жительниц г. Барнаула. Соматотипирование по схеме Р. Н. Дорохова и И. И. Бахраха применительно к ребенку означает не столько тип телосложения, сколько темповую характеристику роста или габаритный уровень варьирования: микросоматотип – замедленный, макросоматотип – ускоренный, мезосоматотип – средний темп роста

[16]. По мнению Е. П. Титовой с соавт. [9], соматотипирование в координате микросомии-макросомии отражает градиент биологического возраста.

Нами обнаружено, что акселерированные девочки (имеющие более высокие антропометрические показатели и уровень полового созревания) демонстрируют более высокие параметры безжировой и жировой массы тела, при этом у них снижается величина нормированного основного обмена. В последнее время в литературе большая роль уделяется массе тела у девочек подросткового периода. Менструации начинаются, когда жировой слой составляет 22 % массы тела [11], что и подтвердилось в нашем исследовании – менструации появились у пяти девочек, менархе (Me₁) наблюдалось у девочек, имеющих ЖМТ% 18–21 %, нерегулярные менструации (Me₂) – у девочек, имеющих ЖМТ% 21 %.

Полученные нами данные хорошо объяснимы возрастными изменениями влияния отделов вегетативной нервной системы на ВРС. В ряде работ показано усиление влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы с возрастом в промежутке от 7 до 17 лет [1, 12, 17]. В возрасте 15–16 лет выявлена стабилизация регуляции сердечного ритма, что позволило авторам сделать заключение о завершении адаптационных перестроек и формировании оптимальной регуляции к этому этапу онтогенеза [1]. Чем младше ребенок, тем сильнее влияние симпати-

Таблица 5

Спектральные показатели variability ритма сердца у девочек 10-летнего возраста с различными темпами биологического созревания

Показатель	Группа	N	M	SD	95 % ДИ		Min	Max	P
					Нижний предел	Верхний предел			
VLF	1	12	2128,1	1757,32	1011,54	3244,63	176,00	5624,00	P ₁₋₂ = 0,152 P ₁₋₃ = 0,146 P ₁₋₄ = 0,101 P ₂₋₄ = 0,080
			Me		Q ₂₅	Q ₇₅			
	2	38	839,5		579,25	1135,25	239,00	6078,00	
	3	9	1282,4	1167,71	384,86	2180,02	395,00	4147,00	
	4	13	1262,0	647,33	870,82	1653,18	361,00	2888,00	
	Σ	72	914,0		625,50	1555,00	176,00	6078,00	
VLF%	1	12	34,4	11,89	26,85	41,95	18,40	57,90	P ₁₋₂ = 0,066 P ₁₋₃ = 0,141 P ₁₋₄ = 0,189
	2	38	27,2	11,63	23,35	31,00	7,00	56,80	
	3	9	26,7	12,88	16,83	36,63	10,70	50,20	
	4	13	28,2	10,64	21,77	34,63	12,80	48,20	
	Σ	72	28,5	11,72	25,75	31,26	7,00	57,90	
LF	1	12	1796,0	1478,34	856,71	2735,29	463,00	4560,00	
	2	38	1649,4	1444,12	1174,70	2124,04	144,00	7023,00	
	3	9	1950,9	1299,33	952,13	2949,65	296,00	4498,00	
	4	13	1466,8	1050,20	832,22	2101,48	170,00	3804,00	
	Σ	72	1678,5	1349,97	1361,31	1995,77	144,00	7023,00	
LF%	1	12	38,3	11,98	30,69	45,91	25,10	70,30	P ₁₋₄ = 0,085 P ₃₋₄ = 0,104
	2	38	33,7	11,81	29,85	37,62	13,50	62,30	
	3	9	38,5	11,43	29,69	47,26	17,90	55,40	
	4	13	29,6	14,95	20,58	38,65	8,60	57,70	
	Σ	72	34,3	12,51	31,40	37,28	8,60	70,30	
HF	1	12	1498,2	1317,27	661,21	2335,12	107,00	3965,00	P ₁₋₄ = 0,2 P ₃₋₄ = 0,2
			Me		Q ₂₅	Q ₇₅			
	2	38	1151,0		596,25	3279,25	16,30	5734,00	
	3	9	1431,9	540,75	1016,23	1847,54	526,00	2272,00	
	4	13	2257,8	1713,61	1222,32	3293,37	322,00	5594,00	
	Σ	72	1270,5		701,25	2950,25	16,30	5734,00	
HF%	1	12	27,3	14,56	18,05	36,55	7,90	47,40	P ₁₋₂ = 0,041 P ₂₋₄ = 0,033
	2	38	39,1	17,62	33,30	44,88	8,60	69,90	
	3	9	34,8	14,11	23,92	45,61	14,60	61,50	
	4	13	42,2	19,20	30,58	53,79	14,80	74,90	
	Σ	72	37,1	17,41	33,05	41,24	7,90	74,90	
TP	1	12	5769,3	4111,46	3157,04	8381,63	952,00	12439,00	
	2	38	4834,0	3425,60	3708,06	5959,99	745,00	14731,00	
	3	9	4666,7	2495,82	2748,21	6585,12	1651,00	10128,00	
	4	13	4986,8	2326,10	3581,12	6392,42	872,00	8080,00	
	Σ	72	4996,6	3237,20	4235,86	5757,27	745,00	14731,00	
LF/HF	1	12	2,35	2,170	0,971	3,728	0,60	6,23	P ₁₋₂ = 0,047 P ₁₋₃ = 0,129 P ₁₋₄ = 0,028
			Me		Q ₂₅	Q ₇₅			
	2	38	0,80		0,565	1,74	0,19	5,18	
	3	9	1,38	0,894	0,692	2,066	0,44	3,03	
	4	13	1,06	1,037	0,433	1,687	0,12	3,67	
	Σ	72	0,83		0,600	1,930	0,12	6,23	

ческой нервной системы на сердечный ритм [1, 12]. Большая доля лиц с преобладанием симпатических влияний на ВРС в первой группе, преобладание парасимпатических влияний на ритм сердца в четвертой группе, отличие антропометрических показателей в этих группах от среднестатистических для данного возраста [16] позволяют нам сделать вывод о несоответствии календарного и биологического возраста в зависимости от темповых характеристик роста и

биологического созревания — девочки, относящиеся к микросоматотипу, имеют меньший биологический возраст по сравнению со сверстницами, у которых определен мезо- и макросоматотип.

У акселерированных девочек в 10-летнем возрасте нами зафиксирована тенденция к переходу регуляции ВРС с гуморально-метаболического на рефлекторно-вегетативный уровень с умеренной активацией парасимпатического звена регуляции, что находит

подтверждение в увеличении показателей HF и HF% (см. табл. 5). Увеличение дыхательной составляющей спектра привело к уменьшению вагосимпатического индекса LF/HF (см. табл. 5). Снижение на уровне тенденции абсолютного и процентного долевого показателя VLF (см. табл. 5) по сравнению с ретардированными сверстниками также свидетельствует в пользу перехода регуляции на рефлекторно-вегетативный уровень. Выявленное преобладание парасимпатической регуляции ВНС связано с процессом полового созревания, способствует сохранению и накоплению энергии в организме за счет активации анаболических и ограничения катаболических процессов с уменьшением энергозатрат, что нашло свое подтверждение в статистически значимом снижении показателя нормированного основного обмена (на кг ТМТ) (см. табл. 3) в четвертой группе на 19 % по сравнению с миросоматиками (1 группа), на 10 % по сравнению с мезосоматиками (2 группа) и увеличении ЖМТ % (см. табл. 2).

В целом анализ особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у девочек с различными темповыми характеристиками роста продемонстрировал, что у ретардированных девочек в регуляции ВРС преобладает симпатический компонент и гуморально-метаболический уровень регулирования. У акселерированных девочек 10-летнего возраста наблюдается тенденция к переходу регуляции с гуморально-метаболического на рефлекторно-вегетативный уровень с умеренной активацией парасимпатического звена регуляции, уменьшением нормированного основного обмена и увеличением ЖМТ %.

Выводы

1. Отличия по спектральным параметрам между группами с различным биологическим возрастом выявлены у десятилетних школьниц по VLF и HF составляющим, что свидетельствует об увеличении активности сегментарного отдела вегетативной нервной системы в процессе полового созревания.

2. Для группы девочек с низким уровнем антропометрических показателей и полового созревания характерны более высокие значения VLF, более низкие значения HF по сравнению с группой имеющих уровень физического и полового развития выше среднего.

3. Группы девочек 10 лет с разным уровнем физического и полового развития отличаются не только по основным антропометрическим (ДТ, МТ, ОГК, ИМТ) показателям, параметрам компонентного состава тела (ТМТ, ЖМТ, АКМ, СММ), но и уровню основного, удельного, нормированного обмена веществ.

4. Обнаружено статистически значимое снижение (на 19 %) показателя нормированного основного обмена (на кг ТМТ) в группе акселерированных девочек по сравнению с ретардированными.

Авторство

Филатова О. В. — концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, переработка первого варианта статьи на предмет важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение рукописи; Богданова Т. А. — концепция и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных, подготовка первого

варианта статьи; Томилова И. Н. — концепция и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных, подготовка первого варианта статьи.

Филатова Ольга Викторовна — ORCID 0000-0002-4581-5866; SPIN 1979-2220

Богданова Татьяна Александровна — ORCID 0000-0002-4173-8090

Томилова Ирина Николаевна — ORCID 0000-0003-2222-568; SPIN 3749-5124

Список литературы

1. Галеев А. Р., Игешева Л. Н., Казин Э. М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. Серия: Медицина. 2002. № 3. С. 35–40.
2. Догадкина С. Б. Характер автономной нервной регуляции сердечного ритма и адаптационные резервы организма детей 7–10 лет // Новые исследования, 2007. Т. 1, № 1. С. 134–144.
3. Древин В. Е., Новикова Е. И., Надежкина Е. Ю., Савин Г. А., Филимонова О. С., Савина Е. Г. Биологический возраст и методы его определения. Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. 144 с.
4. Кушнир С. М., Антонова Л. К., Кулакова Н. И. Вариабельность ритма сердца у здоровых детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии (Вопросы охраны материнства и детства), 2010. № 5. С. 37–39.
5. Мартиросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006. 248 с.
6. Руднев С. Г., Соболева Н. П., Стерликов С. А., Николаев Д. В., Старунова О. А., Черных С. П., Ерюкова Т. А., Колесников В. А., Мельниченко О. А., Пономарёва Е. Г. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. 493 с.
7. Руководство по эндокринной гинекологии / под ред. Е. М. Вихляевой. М.: Медицинское информационное агентство, 2006. 784 с.
8. Соколов А. Н., Сото-Селада Х., Тарасова И. Б. Состав тела и энергообмен в покое // Вопросы питания. 2011. № 3. С. 62–66.
9. Титова Е. П., Савостьянова Е. Б., Сарычева Н. Н. Анализ эндокринной формулы в пределах координаты микро-макросомии (фактор величины тела) в связи с биологическим возрастом // Международный научный журнал «Инновационная наука», 2016. № 2. С. 31–37.
10. Тумилович Л. Г., Сальникова Г. П., Дзюба Г. И. Оценка степени полового развития девочек // Акушерство и гинекология. 1975. № 3. С. 54–56.
11. Уварова Е. В., Трифонова Е. В. Гипогонадотропный гипогонадизм (обзор литературы) // Педиатрическая фармакология, 2008. Т. 5, № 4. С. 45–53.
12. Чернова Г. В., Алешина Т. Е., Тарамакин Р. Б., Романова А. Н., Самойлова И. Р., Дыкова Е. В., Ширяева Л. В. К оценке возрастной динамики параметров сердечно-сосудистой системы и ее сопряженности с изменениями показателей эритроидного ряда периферической крови у детей от 7 до 17 лет // Scientific and Practical Journal of Health and Life Sciences, 2014. № 1. С. 67–76.
13. Чуян Е. Н., Бирюкова Е. А., Раваева М. Ю. Физиологические механизмы вариабельности сердечного ритма // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, Химия, 2008. № 3. С. 168–189.

14. Эдлеева А. Г., Хомич М. М., Леонова И. А., Богданов В. А. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела у детей старше 5 лет // *Детская медицина Северо-Запада*, 2011. № 3. С. 30–35.

15. Эдлеева А. Г., Хомич М. М., Гуркина Е. Ю. Определение количества жирового компонента в оценке нутриционного статуса детей // *Бюллетень федерального центра сердца, крови и эндокринологии им. В. А. Алмазова*, 2012. № 2. С. 10–13.

16. Юрьев В. В., Симаходский А. С., Воронович Н. Н. Рост и развитие ребенка. СПб.: ВЛADOS, 2007. 260 с.

17. Attias D., Stheneur C., Roy C., Collod-Beroud G. et al. Comparison of clinical presentations and outcomes between patients with TGFBR2 and FBN1 mutations in Marfan syndrome and related disorders // *Circulation*. 2009. Vol. 120, N 25. P. 2541–2549.

18. Bosy-Westphal A., Danielzik S., Dorhofer R.-P., Later W., Wiese S., Muller M. J. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index // *J. Parenter. Enteral Nutr.* 2006. Vol. 30, N 4. P. 309.

19. 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. Vol. 159, N 4. P. 413.

20. Rattan S. I. S. Theories of biological aging: genes, proteins, and free radicals // *Free Radical Res.* 2006. Vol. 40. P. 1230–1238.

21. 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. Vol. 82, N 1. P. 53.

References

1. Galejev A. R., Igisheva L. N., Kazin E. M. Heart rate variability in healthy children aged 6-16 years. *Vestnik Har'kovskogo natsional'nogo universiteta im. V. N. Karazina. Seriya: Meditsina* [Bulletin of Kharkov National University, Series: Medical science]. 2002, 3, pp. 35-40. [In Russian]

2. Dogadkina S. B. The nature of the autonomic nervous regulation of heart rhythm and the adaptive reserves of the body of children 7-10 years old. *Novye issledovaniya* [New Studies]. 2007, 1 (1), pp. 134-144. [In Russian]

3. Drevin V. E., Novikova E. I., Nadezhkina E. Yu., Savin G. A., Filimonova O. S., Savina E. G. *Biologicheskii vozrast i metody ego opredeleniya* [Biological age and methods for its determination]. Volgograd, 2015, 144 p.

4. Kushnir S. M., Antonova L. K., Kulakova N. I. Heart rate variability in healthy children. *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii (Voprosy okhrany materinstva i detstva)* [Russian Journal of Perinatology and Pediatrics (Issues of maternal and child health)]. 2010, 5, pp. 37-39. [In Russian]

5. 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.

6. Rudnev S. G., Soboleva N. P., Sterlikov S. A., Nikolaev D. V., Starunova O. A., Chernykh S. P., Eryukova T. A., Kolesnikov V. A., Mel'nichenko O. A., Ponomaryova E. G. *Bioimpedansnoe issledovanie sostava tela naseleniia Rossii* [Bioimpedance study of the body composition of the population of Russia]. Moscow, 2014, 493 p.

7. *Guide to endocrine gynecology*. Ed. E. M. Vikhlyayeva. Moscow, 2006, 784 p. [In Russian]

8. Sokolov A. N., Soto-Selada X., Tarasova I. B. Body composition and energy exchange at rest. *Voprosy pitaniya* [Nutrition issues]. 2011, 3, pp. 62-66. [In Russian]

9. Titova E. P., Savost'yanova E. B., Sarycheva N. N. Analysis of the endocrine formula within the coordinates of micro-macrosomia (the factor of body size) in connection with the biological age. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal "Innovatsionnaya nauka"* [International scientific journal "Innovation Science"]. 2016, 2, pp. 31-37. [In Russian]

10. Tumilovich L. G., Salmnikova G. P., Dzyuba G. I. Evaluation of the girls sexual development degree. *Akusherstvo i Ginekologiya*. 1975, 3, pp. 54-56. [In Russian]

11. Uvarova E. V., Trifonova E. V. Hypogonadotropic hypogonadism (review). *Pediatricheskaya farmakologiya* [Pediatric pharmacology]. 2008, 5 (4), pp. 45-53. [In Russian]

12. Chernova G. V., Aleshina T. E., Taramakin R. B., Romanova A. N., Samoilova I. R., Dykova E. V., Shirjaeva L. V. Estimating the age dynamics parameters of the cardiovascular system and its conjugation with change indicators erythroid peripheral blood of children from 7 to 17 years. *Valeologiya* [Journal of Health and Life Sciences]. 2014, 1, pp. 67-76. [In Russian]

13. Chuyan E. N., Biryukova E. A., Ravaeva M. Yu. Physiological mechanisms of heart rate variability. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya: Biologiya, Khimiya* [Scientific Notes of V. I. Vernadsky Tauric National University. Series: Biology, Chemistry]. 2008, 3, pp. 168-189. [In Russian]

14. Edleyeva A. G., Khomich M. M., Leonova I. A., Bogdanov V. A. Bioimpedancemetry as a method for assessing body composition in children over 5 years old. *Detskaya meditsina Severo-Zapada* [Pediatric Medicine of the North-West]. 2011, 3, pp. 30-35. [In Russian]

15. Edleyeva A. G., Khomich M. M., Gurkina E. Yu. Determining the amount of the fat component in the assessment of the nutritional status of children. *Byulleten' federal'nogo tsentra serdtsa, krovi i endokrinologii im. V. A. Almazova* [Bulletin of the V. A. Almazov Federal Center for Heart, Blood and Endocrinology]. 2012, 2, pp. 10-13. [In Russian]

16. Yur'ev V. V., Simakhodsky A. S., Voronovich N. N. *Rost i razvitiye rebenka* [Growth and development of child]. Saint Petersburg, VLADOS Publ., 2007, 260 p.

17. Attias D., Stheneur C., Roy C., Collod-Beroud G. et al. Comparison of clinical presentations and outcomes between patients with TGFBR2 and FBN1 mutations in Marfan syndrome and related disorders. *Circulation*. 2009, 120 (25), pp. 2541-2549.

18. Bosy-Westphal A., Danielzik S., Dorhofer R.-P., Later W., Wiese S., Muller 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), p. 309.

19. 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), p. 413.

20. Rattan S. I. S. Theories of biological aging: genes, proteins, and free radicals. *Free Radical Res.* 2006, 40, pp. 1230-1238.

21. 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), p. 53.

Контактная информация:

Филатова Ольга Викторовна – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»

Адрес: 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 61

E-mail: ol-fil@mail.ru