

УДК 616-092

Сезонная вариабельность показателей сердечно-сосудистой системы у учащихся начальной школы с разным индексом массы тела

Панкова Н.Б.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии».

125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

Известно, что у детей существует значимая сезонная вариабельность как индекса массы тела (ИМТ), так и ряда показателей сердечно-сосудистой системы. **Целью** данного исследования стал анализ возможных различий в сезонной вариабельности показателей сердечно-сосудистой системы у детей 7-11 лет с разной величиной ИМТ.

Методы. В анализ взяты результаты 4-летнего мониторинга показателей функционального состояния организма учащихся одной параллели (4 класса), в динамике с 1-го по 4-й класс; всего 153 человека, из них 82 девочки и 71 мальчик. Измерения проводили дважды в год, в начале апреля (конец учебного года) и начале октября (начало учебного года). Каждое обследование включало оценку антропометрии и показателей сердечно-сосудистой системы (2-минутную регистрацию на приборе спиртоартериокардиоритмограф в положении сидя). Для оценки данных по антропометрии использованы Z-баллы и процентиль величины ИМТ. Из показателей сердечно-сосудистой системы изучены систолическое артериальное давление (АД), общая мощность (ТР) и отношение LF/HF в спектре вариабельности сердечного ритма. Для анализа сезонной вариабельности оценивали изменения (дельта) показателей между измерениями. Разделение детей на группы по величине ИМТ провели по результатам тестирования в конце 4-го класса: ниже 15-го перцентиля (недостаток массы тела), от 15-го до 84-го перцентиля (норма), от 85-го до 95-го перцентиля (избыточная масса тела), и выше 95 перцентиля (ожирение).

Результаты. Обнаружено, что доля детей с избыточной массой тела и ожирением была максимальной в конце 1-го класса (28-34%), и снижалась к 4-му классу до 11-15%. Доля детей с дефицитом массы тела, наоборот, к этому возрасту достигала 44,6% у девочек и 35,7% у мальчиков. Для сезонной вариабельности ИМТ было характерно возрастание Z-баллов за учебный год и снижение за летний период, в наибольшей степени – у детей с недостатком массы тела. Сезонная вариабельность показателей сердечно-сосудистой системы проявилась как повышение АД и ТР при снижении LF/HF за учебный год, и была наиболее выражена в группе нормы. Однако значимых различий в сезонной вариабельности показателей сердечно-сосудистой системы у детей из разных групп по величине ИМТ не обнаружено.

Заключение. Сезонная вариабельность показателей сердечно-сосудистой системы у детей 7-11 лет не зависит от величины ИМТ.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система; индекс массы тела; вариабельность сердечного ритма; артериальное давление; сезонная вариабельность; дети.

Для цитирования: Панкова Н.Б. Сезонная вариабельность показателей сердечно-сосудистой системы у учащихся начальной школы с разным индексом массы тела. *Патогенез.* 2021; 19(1): 60-70.

DOI: 10.25557/2310-0435.2021.01.60-70

Для корреспонденции: Панкова Наталия Борисовна, e-mail: nbpankova@gmail.com

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 04.02.2020

Seasonal variability of cardiovascular parameters in elementary schoolchildren with various body mass indexes

Pankova N.B.

Institute of General Pathology and Pathophysiology,
Baltiyskaya St. 8, Moscow 125315, Russian Federation

Children are known to have significant seasonal variability in both body mass index (BMI) and some parameters of the cardiovascular system. The **aim** of this study was to analyze possible differences in the seasonal variability of cardiovascular indexes in children aged 7-11 years with various BMI values.

Methods. The study included results of a 4-year dynamic monitoring of functional parameters in elementary schoolchildren (4 parallel classes) from the 1st to the 4th grade (a total of 153 students, including 82 girls and 71 boys). Measurements were performed twice a year, in early April (end of the school year) and in early October (beginning of the school year). Each examination included evaluation of anthropometry and cardiovascular indexes (2-min recording on a spiropartecardiograph in a sitting position). The anthropometric data were assessed with Z-scores and the BMI value percentile. The studied cardiovascular indexes included systolic blood pressure (BP), total power (TP), and the LF/HF ratio in the spectrum of heart rate variability. The seasonal variability was analyzed by changes (delta) in indexes between measurements. Children were divided into groups based on BMI values obtained in testing at the end of the 4th grade as follows: below the 15th percentile (underweight); from the 15th to 84th percentile (normal); from the 85th to 95th percentile (overweight); and above the 95th percentile (obesity).

Results. The proportion of overweight and obese children was maximal at the end of the 1st grade (28-34%) and decreased by the 4th grade to 11-15%. In contrast, by this age, the proportion of underweight children reached 44.6% for girls and 35.7% for boys. The seasonal variability of BMI was characterized by an increase in Z-scores over the school year and a decrease in Z-scores over the summer period. This was most pronounced in underweight children. The seasonal variability of cardiovascular parameters was evident as increases in BP and TP and a decrease in LF/HF over the academic year and was most pronounced in the normal group. However, no significant differences in the seasonal variability of cardiovascular indexes were observed in children from different BMI groups.

Conclusion. Seasonal variability of cardiovascular parameters in 7–11-year-old children does not depend on the BMI value.

Key words: cardiovascular system; body mass index; heart rate variability; blood pressure; seasonal variability; children.

For citation: Pankova N.B. [Seasonal variability of cardiovascular parameters in elementary schoolchildren with various body mass indexes]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2021; 19(1): 60-70. (in Russian)

DOI: 10.25557/2310-0435.2021.01.60-70

For correspondence: Pankova Nataliya Borisovna, e-mail: nbpankova@gmail.com

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: 04.02.2020

Введение

Видимые невооружённым глазом различия в параметрах тела у людей разных возрастов поддерживают постоянный интерес к нормированию антропометрических показателей. В ВОЗ разработаны нормативы длины и массы тела для каждого пола и возраста [1]. В отношении индекса массы тела (ИМТ) рекомендации ВОЗ основаны на результатах масштабного исследования американцев разных рас и возрастов [2]: величина 85-го перцентиля 19-летних белых американцев назначена границей между нормой и избыточной массой тела, величина 95-го перцентиля – границей ожирения.

Разделение всей популяции на группы по величине ИМТ имеет большое практическое значение. Так, показано, что ожирение является фактором риска для сердечно-сосудистых заболеваний и одним из проявлений кардио-метаболического синдрома, что особенно наглядно в детских выборках [3, 4]. Исследования последних лет выявили сложность и многогранность этиологии детского ожирения: наряду с нерациональной энергетикой, рассматриваются вопросы инфекционного ожирения, проблемы микробиома кишечника, и влияние циркадных ритмов [4]. Однако медиков волнует и наличие избыточной массы тела (диапазон ИМТ между 85-м и 95-м перцентилями, или от $Me + 1\sigma$ до $Me + 2\sigma$), в этиологии которой роль нарушений энергетического баланса более очевидна. Гиподинамия является общепризнанной школьно-обусловленной угрозой для здоровья подрастающего поколения: недостаток двигательной активности снижает функциональные возможности организма ребёнка [5]. Особенно ярко гиподинамия оказала своё влияние на антропометрические показатели школьников во время вынужденного дистанционного обучения на фоне пандемии COVID-19 [6]. Более того, резкое (до 3 раз и более) возрастание продолжительности занятий, в том числе перед компьютером, без уроков физкультуры, но с частыми перекусами, стало серьёзным фактором риска не только ожирения, но и гипертонии и инсулинорезистентности в детской популяции [7, 8].

Наши исследования, проводимые на больших выборках детей школьного возраста, показали, что ИМТ имеет сезонную вариабельность [9], как и ряд показателей сердечно-сосудистой системы [10]. Целью данного исследования стал анализ возможных различий в сезонной вариабельности показателей сердечно-сосудистой системы у детей 7-11 лет с разной величиной ИМТ.

Материалы и методы исследования

В анализ взяты результаты 4-летнего мониторинга показателей функционального состояния организма у участников Региональной инновационной площадки (приказ Министерства образования Московской области № 777 от 03.03.2016) «Создание системы физкультурно-оздоровительной работы в школе в рамках внедрения комплекса “Готов к труду и обороне” (ГТО)». Это были учащиеся одной параллели (4 класса), в динамике с 1-го по 4-й класс; всего 153 человека, из них 82 девочки и 71 мальчик. Измерения проводили дважды в год, в начале апреля (конец учебного года, точка «в») и начале октября (начало учебного года, точка «о»). На рисунках и в таблицах учебный год обозначен соответствующей цифрой. За время работы площадки списочный состав классов немного менялся, в среднем на каждой точке наблюдений было 120-125 человек.

Все учащиеся принимали участие в обследованиях на основе информированного согласия. Соблюдение международных и российских законодательных актов о юридических и этических принципах проведения научных работ с участием человека подтверждено решением Этического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский исследовательский институт общей патологии и патофизиологии» (протокол № 1 от 22.01.2019).

Каждое обследование включало оценку антропометрии и показателей сердечно-сосудистой системы: проводили измерения длины тела (с точностью до 0,5 см) и массы тела (с точностью до 0,1 кг), с последующим расчётом индекса массы тела (ИМТ) в $кг/м^2$, и регистрацию на приборе спиреокардиокардиоритмограф (САКР) 2 минуты в положении сидя.

Для сопоставимости наших данных по антропометрии с результатами зарубежных коллег мы использовали Z-баллы и процентиль величины ИМТ, которые рассчитывали на on-line калькуляторе [11]. Z-баллы определяют близость реальной величины ИМТ к нормативным величинам соответствующей половозрастной группы, и позволяют включать в одну выборку детей разного пола и разного возраста.

Из показателей сердечно-сосудистой системы основное внимание было уделено величине систолического артериального давления (АД) и отношению LF/HF в спектре вариабельности сердечного ритма (СР) как корреляту автономного баланса в регуляции сердечно-сосудистой системы [12, 13]. Эти показатели, по нашим наблюдениям, обладают статистически значимой сезонной вариабельностью [10]. Кроме того, в анализ включена величина общей мощности спектра вариабельности СР (Total Power – TP), отражающая общий уровень активности систем автономной регуляции [12, 13].

Для анализа сезонной вариабельности оценивали степень изменения показателей в %, и лишь в случае Z-баллов – в условных единицах.

Разделение детей на группы по величине ИМТ провели по результатам тестирования в конце 4-го класса (точка «в4»), на основании процентильной оценки величины их ИМТ: группа до 15-го процентиля («до 15», по интерпретации ВОЗ – недостаток массы тела), группа от 15-го до 84-го процентиля («15-84», норма), группа от 85-го до 95-го процентиля («85-95», избыточная масса тела), группа «95+» (ожирение).

По результатам оценки соответствия полученных массивов данных закону нормального распределения с использованием критерия Шапиро-Уилка последующий статистический анализ проводили по непараметрическим критериям. Межгрупповые сравнения проводили: для двух независимых выборок – по U-критерию Манна-Уитни, для двух связанных переменных – по парному критерию Вилкоксона, для трёх и более независимых выборок – по H-критерию Краскела-Уоллиса. Данные на рисунках и в таблицах представлены в виде медианы и межквартильного размаха.

Результаты исследования и обсуждение

Оценка антропометрии

Использование для оценки ИМТ Z-баллов не выявило различий между мальчиками и девочками ни на одной из точек наблюдения (табл. 1), что согласуется с методикой расчёта этого показателя.

Анализ выборок на представленность разных групп в зависимости от величины ИМТ показал (рис. 1), что доля детей с избыточной массой тела и ожирением (выше 85-го процентиля) в нашей выборке была максимальной в 1-м классе (27-34% в точке «в1»), и снижалась к 4-му классу, до 11-15% в точке «о4». В ряде точек наблюдения этот показатель превышал рекомендуемые ВОЗ величины (до 15%), но при этом был существенно ниже результатов зарубежных коллег (до 60% – [14]). Доля детей с дефицитом массы тела, наоборот, с возрастом увеличивалась от исходных величин в точке «в1» в 9-16%, достигая максимальных значений в точке «о4»: у девочек – 44,6%, у мальчиков – 35,7%, при нормативе в 15%. Важно, что состав группы «95+» (дети с ожирением) был постоянен, и изменение его численности происходило только при поступлении в школу новых учеников или, наоборот, при их уходе из школы, но не в результате перехода детей из группы в группу. Состав других групп был менее стабильным.

На рис. 1 видна тенденция к наличию сезонной вариабельности ИМТ у учащихся начальной школы. Однако переход границы процентильного диапазона может быть следствием изменения ИМТ всего на 0,1 кг/м². И наоборот, существенное изменение ИМТ внутри процентильного диапазона не приведёт к переходу границы. Поэтому более точным инструментом оценки динамики показателя является анализ его изменения (дельты) за период между точками наблюдения, в нашем случае – на интервалах «о-в» или «в-о». Мы обнаружили, что при использовании Z-баллов для оценки сезонной вариабельности ИМТ в целом по выборке наблюдается та же тенденция, что и при оценке дельты ИМТ в % [9]: возрастание за учебный год (интервалы «о-в») и снижение за летний период (интервалы «о-

Таблица 1

Медианные значения (с межквартильным размахом) Z-баллов у девочек и мальчиков на разных точках наблюдения (указаны класс и сезон)

Точка наблюдения	Девочки		Мальчики		p (M-W)
	n	Me (Q1; Q3)	n	Me (Q1; Q3)	
1_весна (в1)	56	0,21 (-0,60; 1,19)	42	0,44 (-0,38; 1,33)	0,442
2_осень (о2)	67	0,23 (-0,68; 1,19)	46	0,43 (-0,48; 1,30)	0,554
2_весна (в2)	63	0,47 (-0,01; 1,11)	48	0,63 (-0,22; 1,31)	0,881
3_осень (о3)	64	-0,30 (-1,21; 0,77)	56	-0,09 (-1,05; 0,90)	0,706
3_весна (в3)	62	-0,39 (-1,20; 0,59)	54	0,02 (-0,78; 0,80)	0,385
4_осень (о4)	65	-0,80 (-1,90; 0,52)	56	-1,12 (-1,19; 0,79)	0,400
4_весна (в4)	62	0,02 (-1,14; 0,61)	52	0,47 (-1,16; 1,18)	0,186

Примечание: указана статистическая значимость межгрупповых различий по критерию Манна-Уитни.

в»). При учёте конечной (в точке «в4») величины ИМТ и соответствующем разделении детей на группы было обнаружено, что выраженные изменения Z-баллов начинают проявляться не ранее 2-го учебного года (возраст детей от 8,5 лет), и продолжают не менее чем до конца 4-го класса (к 11,5 годам). Это период второго детства, характеризующийся интенсивным ростом как длины, так и массы тела, особенно в 9-11 лет, что в нашем случае в среднем соответствует интервалам от «о2» до «о4». При этом статистически значимая вариабельность в виде повышения ИМТ за зимний период оказалась в наибольшей степени была характерна для детей с недостатком массы тела (группа «до 15»), но прослеживалась и в других группах (рис. 2).

Исследования сезонной вариабельности показателей антропометрии у детей и подростков проводятся во многих странах, но дают противоречивые результаты. Большинство исследователей Западной Европы и Америки заявляют о росте массы тела и ИМТ у детей в летний каникулярный период [15]. При этом утверждается, что в наибольшей степени рост ИМТ за лето характерен для небелого населения, в котором доля детей с ожирением достигает 60% [14]. Научные группы из Японии приводят противоположные данные – о росте ИМТ за зимний период у большинства детей, и его противоположной годовой динамике у детей с ожирением [16].

Полученные в нашем исследовании результаты объясняют отличия в сезонной вариабельности ИМТ детей московского региона от данных Западной Европы и Америки: в нашей выборке высок вклад детей с дефицитом массы тела, тогда как у коллег, наоборот, велика доля детей с ожирением. А сезонная вариабельность ИМТ в этих группах диаметрально противоположна.

Второй возможной причиной отличий наших данных от результатов аналогичных исследований Западной Европы и Америки, при сходстве с результатами японских коллег, мы считаем климатические условия: в более суровом климате, с ярко выраженными различиями между сезонами и реально холодной зимой, сдвиг метаболизма в холодное время года в сторону анаболизма выглядит логичным [17, 18]. Косвенным подтверждением этому служат также данные, полученные в исследованиях в штате Висконсин (США), с климатическими условиями, близкими к таковым в Московском регионе РФ [19, 20], и свидетельствующие о наличии двух подъёмов Z-баллов в течение года – в октябре и в апреле. К сожалению, в цитируемых работах оценивали не динамику, а результаты измерений в разные месяцы года, что является существенным методическим отличием и в ряде случаев не позволяет выявить истинную сезонную вариабельность. Однако сам факт наличия зимнего возрастания ИМТ, хотя бы у части обследо-

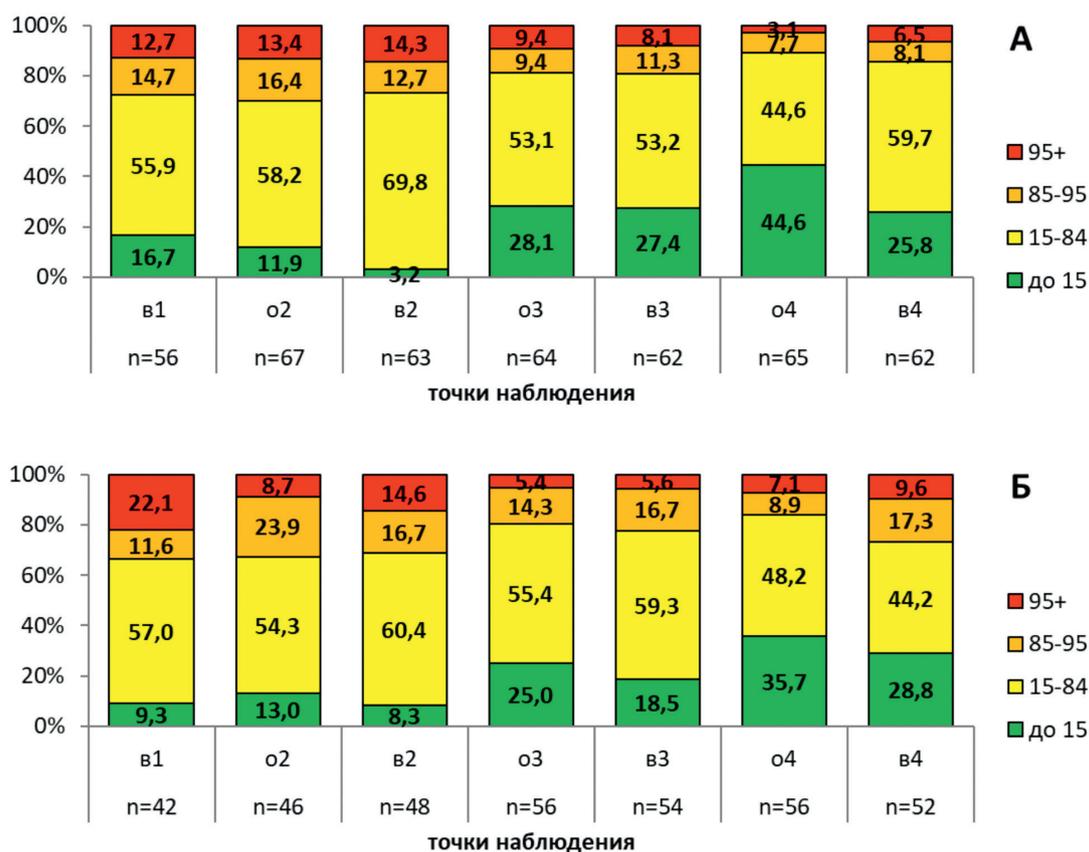


Рис. 1. Доля в % девочек (А) и мальчиков (Б) с разной процентильной оценкой ИМТ на разных точках наблюдения («в» – весна, «о» – осень, цифрой обозначен класс).

дованной популяции, мы рассматриваем как дополнительное подтверждение правомерности наших данных.

Оценка показателей сердечно-сосудистой системы (САКР)

При разделении детей на группы в зависимости от достигнутой величины ИМТ в точке «в4» было обнаружено, что по возрасту различий между девочками и мальчиками из разных групп не было (табл. 2). Однако по показателям сердечно-сосудистой системы мы обнаружили межполовые различия по всем взятым в анализ параметрам: по величине ТР – во всех группах ИМТ, на точках наблюдения «в1», «о3», «в3» и «в4» (рис. 3, А, Б); по величине систолического АД – в группах «85-95» и «95+», на точках «в1», «в3» (рис. 4, А, Б); по величине отношения LF/HF – в группе «до 15», на точках «в1» и «о3» (рис. 5, А, Б). Поэтому вариабельность показателей сердечно-сосудистой системы мы оценивали у девочек и мальчиков отдельно.

Обнаружено, что у девочек общая мощность спектра вариабельности СР ТР иногда была выше, чем у мальчиков той же группы ИМТ. В наиболее многочисленной группе «15-84» (норма) данная закономерность выявлена только на одной точке наблюдения «о3», как и в группе с недостатком массы тела «до 15» – на точке «в1», и в группе детей с ожирением («95+») – на точке «в3», тогда как в группе с избыточной массой тела «85-95» – на точках «в1», «о3», «в3», «о4» (рис. 3, А, Б). Можно предположить, что девочки с избыточной массой тела (но не с ожирением) обладают и более высоким уровнем активности регуляторных систем. Различия между группами ИМТ по величине ТР были единичными: у девочек это более высокие величины ТР в группе «до15» на точке наблюдения «о2» и в группе «85-95» – на точке «в3» (рис. 3, А); у мальчиков – более высокие величины ТР в группе «до15» на точке «в4» (рис. 3, Б).

При этом сезонную вариабельность данного показателя в виде обратимого возрастания его величины за учебный год мы обнаружили только в группе «15-84»: у девочек – на интервале наблюдения «в1-о2-в2», у мальчиков – «в1-о2-в2-о3-в3-о4» (рис. 3, В, Г, красные значки # и \$). В группе «85-95» сезонная вариабельность была у детей обоего пола только на интервале «о3-в3-о4» (рис. 3, В, Г, зелёные значки # и \$).

По величине систолического АД различия между девочками и мальчиками были единичными, в группах «85-95» (точка наблюдения «в1») и «95+» (точка «в3») (рис. 4, А, Б). Можно предположить, что избыточная масса тела у мальчиков может сопровождаться повышением систолического АД весной, и чем выше ИМТ, тем в более раннем возрасте это проявляется. Различия между группами с разным ИМТ по величине систолического АД и у девочек, и у мальчиков отсутствовали.

Описанная нами ранее сезонная вариабельность данного показателя в виде возрастания за учебный год (на интервалах «о-в», [10]) воспроизвелась у девочек в группе с ожирением («95+») на интервале «в1-о2-в2-о3», и в группе нормы («15-84») в более старшем возрасте на интервале «в3-о4-в4» (рис. 4, В). У мальчиков данный паттерн сезонной изменчивости оказался характерен для групп с избыточной массой тела («85-95») и с ожирением («95+») на интервале наблюдения «в3-о4-в4» (рис. 4, Г).

Отношение LF/HF часто используют как коррелят автономного баланса. В нашем исследовании мы обнаружили более высокие величины данного показателя у мальчиков группы «до 15» на точках наблюдения «в1» и «о3» (рис. 5, А, Б). Можно предположить, что это связано с более высоким уровнем симпатической активности у мальчиков с дефицитом массы тела по сравнению с девочками той же группы. Различия же между группами с разным ИМТ по величине LF/HF и у девочек, и у мальчиков отсутствовали.

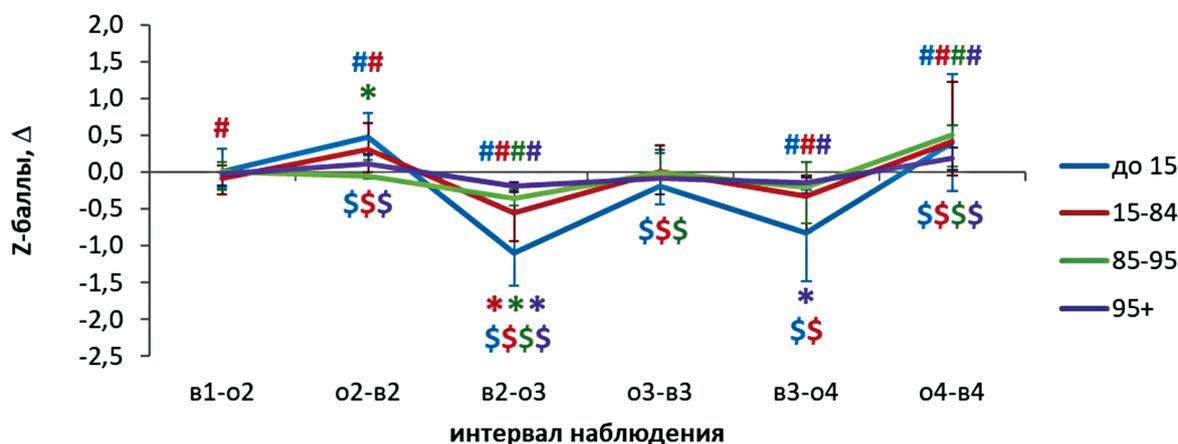


Рис. 2. Степень изменения (в у.е.) Z-баллов за полугодовые интервалы (указаны по оси абсцисс, «в» – весна, «о» – осень, цифрой обозначен класс). Группы учащихся (объединённые выборки девочек и мальчиков) сформированы по величине процентильной оценки ИМТ в точке «в4» (указаны в легенде). Статистическая значимость: межгрупповые различия ($p < 0,05$ по критерию Краскела-Уоллиса) на каждом интервале наблюдений обозначены * соответствующего цвета; наличие значимой динамики ($p < 0,05$ по парному критерию Вилкоксона) за оцениваемый период времени обозначено # соответствующего цвета; отличие от показателя своей группы на предыдущем интервале наблюдения ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни) обозначены \$ соответствующего цвета.

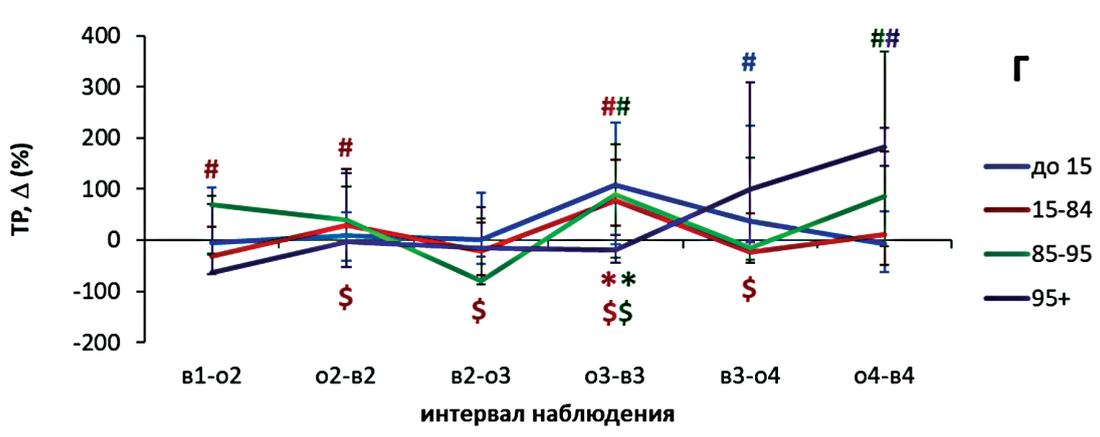
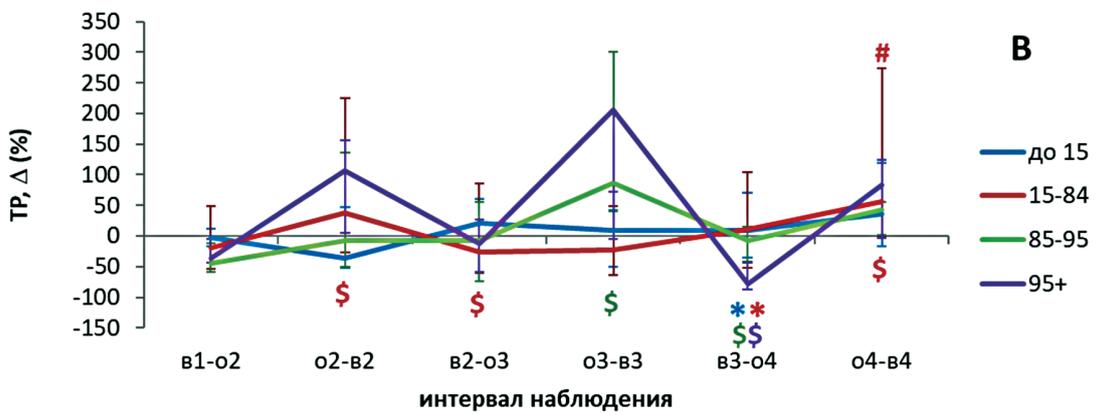
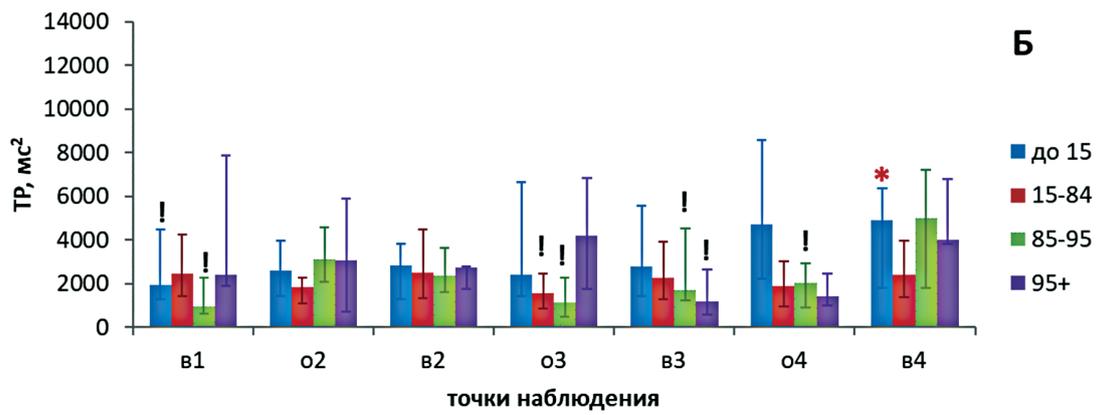
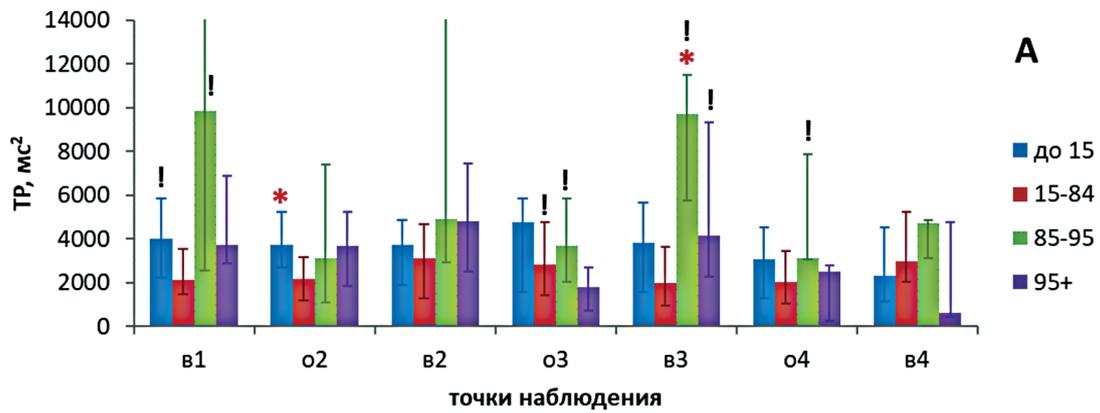


Рис. 3. Общая мощность спектра вариабельности CP (TP, в мс²) у девочек (А) и у мальчиков (Б) на разных точках наблюдения (обозначения точек – как на рис. 1). Статистическая значимость: ! – различия между девочками и мальчиками ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни); отличия от других групп на той же точке наблюдения ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни) обозначены * соответствующего цвета. В – степень изменения (в %) величины TP за интервалы наблюдения (обозначения интервалов и статистической значимости – как на рис. 2) у девочек. Г – то же для мальчиков.

Сезонная вариабельность по всей выборке в целом проявляется как снижение величины LF/HF за учебный год (на интервалах «о-в») [10]. При разделении детей на группы в зависимости от ИМТ данная закономерность воспроизвелась у девочек из группы нормы («15-84») на всех интервалах наблюдений (рис. 5, В, красные значки # и \$), и в группе с избыточной массой тела («85-95») на интервалах «в3-о4-в4» (рис. 5, В, зелёные значки # и \$), у мальчиков – во всех группах кроме «95+», но только на интервалах «о3-в3-о4-в4» (рис. 5, Г).

Разделяя детей на группы по величине ИМТ, мы предполагали, что существуют некоторые особенности функционирования регуляторных систем при отклонении массы тела от нормативных величин, особенно в группах с преимущественно функциональными нарушениями метаболизма. В первую очередь это относится в группе «85-95» детей с избыточной массой тела (процентили 85-95, или диапазон значений ИМТ от $Me + 1\sigma$ до $Me + 2\sigma$). Ранее мы показали, что ИМТ в таких группах может быть снижен при адекватной физической нагрузке в рамках школьных уроков физкультуры [9]. В принципе, наше предположение подтвердилось, но лишь на уровне межполовых различий: мы увидели, что девочки с избыточной массой тела (но не с ожирением) на ряде точек наблюдения имеют более высокие величины TP, что интерпретируется как более высокий уровень активности регуляторных систем. У мальчиков же мы обнаружили особенности только в группе с недостаточной массой тела – более высокие

величины отношения LF/HF на 2-х точках наблюдения, что может быть связано с более высоким уровнем симпатической активности. Такие результаты могут быть обусловлены хорошо изученными особенностями параметров сердечно-сосудистой системы и её автономной регуляции у разных полов [21], а также разными сроками начала полового созревания у девочек и мальчиков. Выявить же значимые и не единичные различия между группами ИМТ ни по одному из взятых в анализ показателей сердечно-сосудистой системы нам не удалось.

Сезонная вариабельность показателей сердечно-сосудистой системы, описанная нами ранее по выборке в целом как повышением систолического АД и снижения отношения LF/HF за учебный год [10], в целом воспроизвелась, хотя лучше всего это прослеживается в группе «15-84» (норма). Различий в сезонной вариабельности изученных показателей у детей из разных групп по величине ИМТ мы не увидели ни среди девочек, ни среди мальчиков.

Особо отмечаем, что мы не увидели особенностей у детей с ожирением – ни по величине оцениваемых показателей на разных точках наблюдения, ни по их сезонной вариабельности. Из особенностей групп детей с ожирением можно отметить лишь более высокие значения систолического АД весной 1-го класса у мальчиков по сравнению с девочками. Хотя возможно, что мы не смогли выявить значимые отклонения в состоянии сердечно-сосудистой системы у детей данной группы из-за малочисленности выборки ($n = 8-9$, табл. 2).

Таблица 2

Общая характеристика выборок девочек и мальчиков из разных групп (в соответствии с процентилем ИМТ в точке «в4») на разных точках наблюдения (указаны класс и сезон).

Точка наблюдения	Группы в соответствии с процентилем ИМТ в точке «в4»							
	до 15		15-84		85-95		95+	
	<i>n</i>	возраст, лет	<i>n</i>	возраст, лет	<i>n</i>	возраст, лет	<i>n</i>	возраст, лет
Девочки								
1_весна (в1)	14	7,7 ± 0,1	34	7,7 ± 0,1	4	7,8 ± 0,2	4	7,6 ± 0,2
2_осень (о2)	18	8,2 ± 0,1	39	8,2 ± 0,1	6	8,2 ± 0,1	4	8,0 ± 0,2
2_весна (в2)	14	8,7 ± 0,1	41	8,8 ± 0,1	4	8,6 ± 0,1	4	8,6 ± 0,2
3_осень (о3)	18	9,1 ± 0,1	38	9,3 ± 0,1	4	9,1 ± 0,2	4	9,0 ± 0,2
3_весна (в3)	17	9,6 ± 0,1	37	9,7 ± 0,1	4	9,5 ± 0,1	4	9,5 ± 0,2
4_осень (о4)	17	10,1 ± 0,1	39	10,2 ± 0,1	5	10,1 ± 0,1	4	10,1 ± 0,3
4_весна (в4)	16	10,6 ± 0,1	37	10,7 ± 0,1	5	10,6 ± 0,1	4	10,6 ± 0,3
Мальчики								
1_весна (в1)	15	7,8 ± 0,1	17	7,8 ± 0,1	6	7,8 ± 0,1	4	7,7 ± 0,2
2_осень (о2)	17	8,2 ± 0,1	19	8,2 ± 0,1	6	8,2 ± 0,1	4	8,1 ± 0,2
2_весна (в2)	17	8,8 ± 0,1	22	8,8 ± 0,1	5	8,7 ± 0,1	4	8,7 ± 0,2
3_осень (о3)	20	9,3 ± 0,1	26	9,3 ± 0,1	6	9,1 ± 0,1	4	9,1 ± 0,2
3_весна (в3)	18	9,8 ± 0,1	26	9,7 ± 0,1	6	9,5 ± 0,1	4	9,6 ± 0,2
4_осень (о4)	18	10,3 ± 0,1	26	10,2 ± 0,1	8	10,2 ± 0,1	4	10,1 ± 0,2
4_весна (в4)	15	10,8 ± 0,1	24	10,7 ± 0,1	8	10,6 ± 4,1	5	10,6 ± 0,2

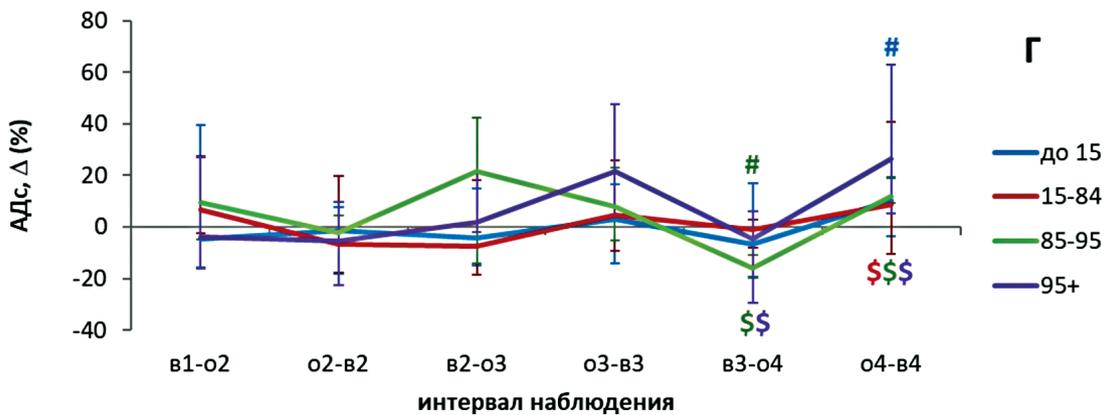
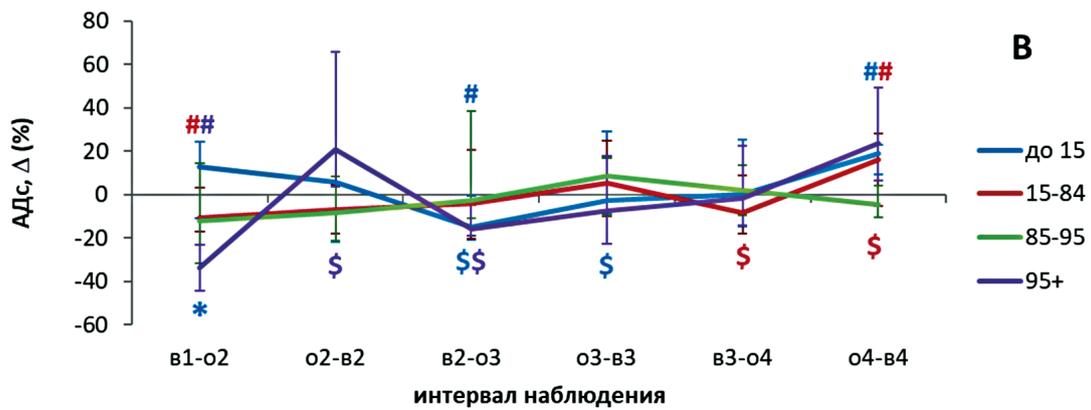
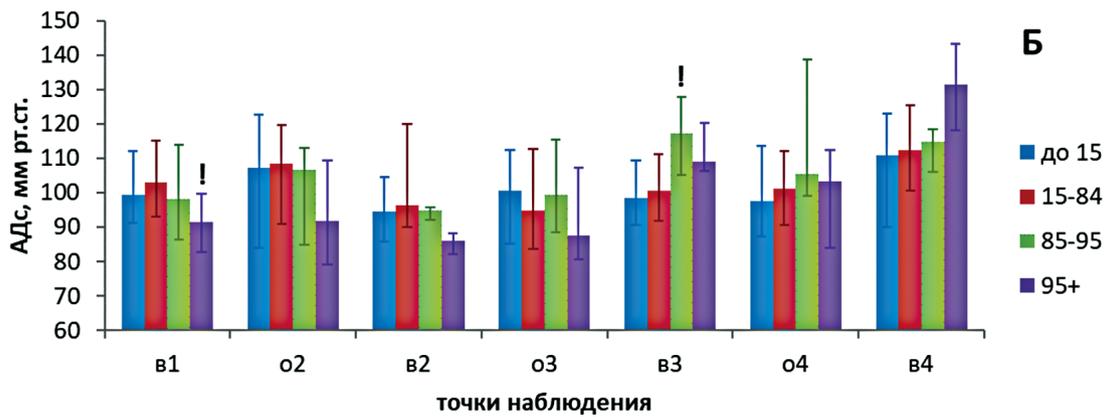
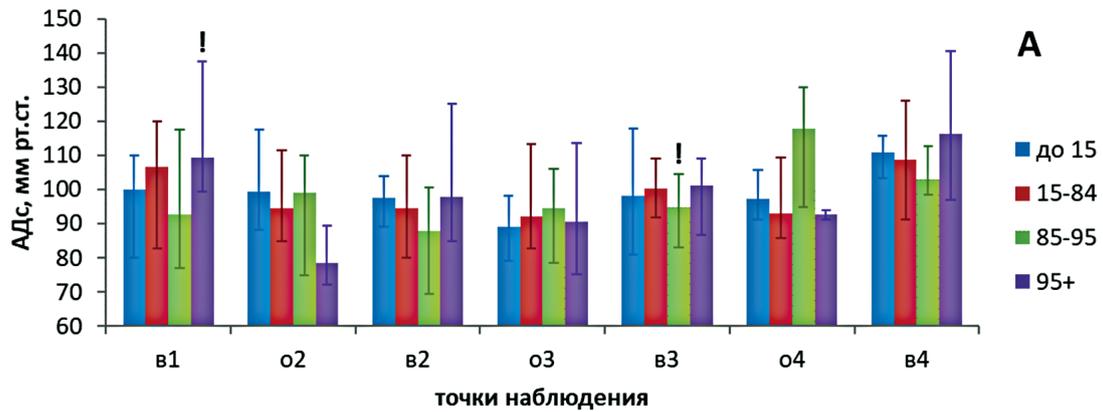


Рис. 4. Величина пальцевого систолического АД (в мм рт.ст.) у девочек (А) и мальчиков (Б) на разных точках наблюдения, и степень его изменения (в %) за интервалы наблюдения у девочек (В) и у мальчиков (Г). Обозначения – как на рис. 3.

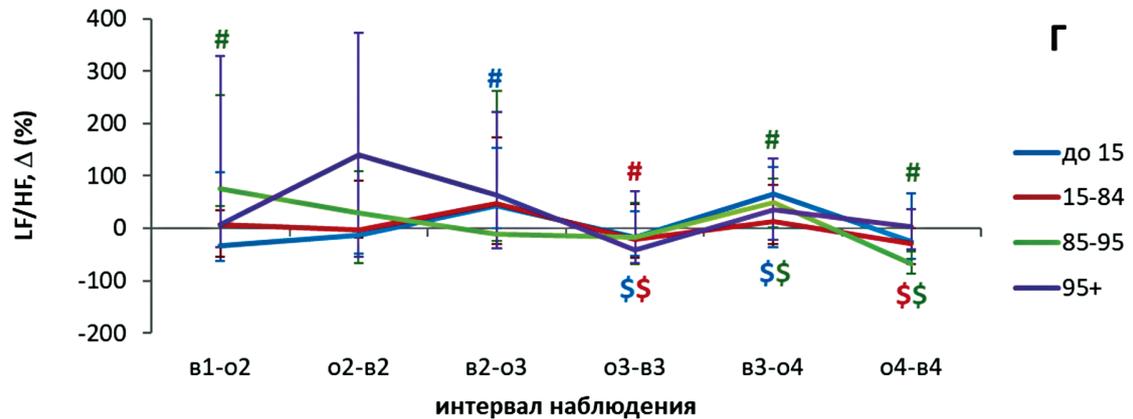
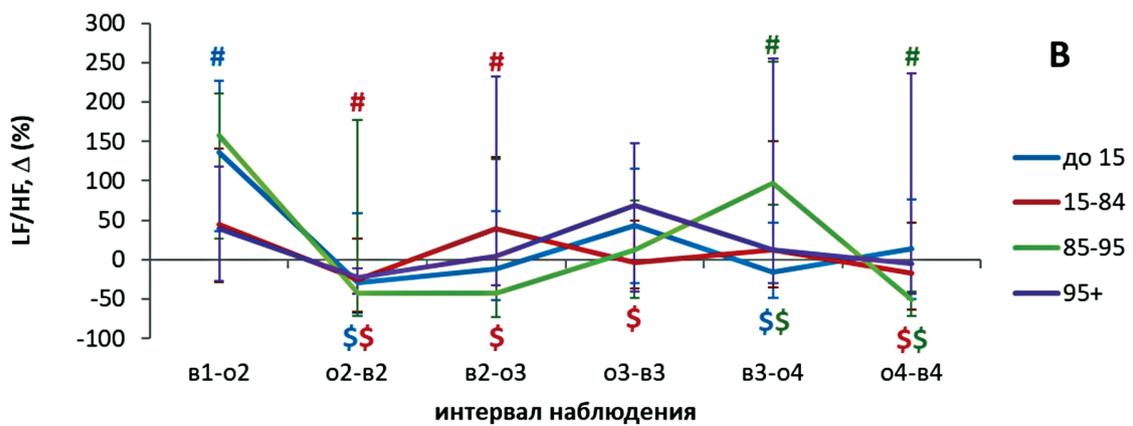
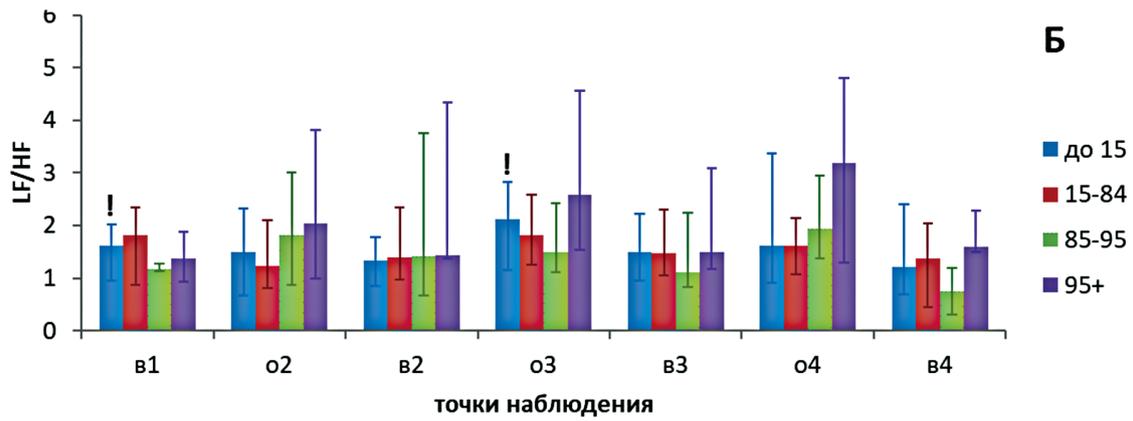
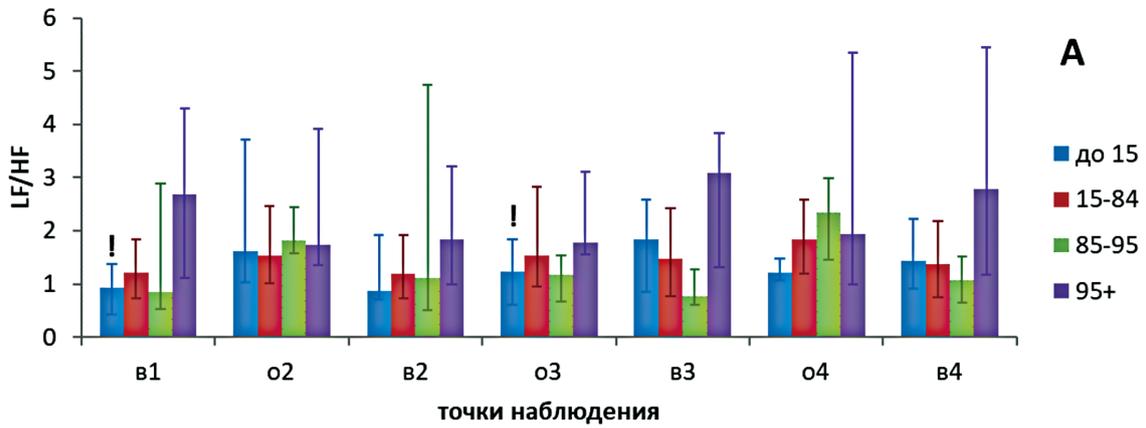


Рис. 5. Величина отношения LF/HF у девочек (А) и мальчиков (Б) на разных точках наблюдения, и степень его изменения (в %) за интервалы наблюдения у девочек (В) и у мальчиков (Г). Обозначения – как на рис. 3.

Заклучение

Сезонная вариабельность показателей сердечно-сосудистой системы у детей 7-11 лет не зависит от величины ИМТ.

Список литературы

1. *BMI-for-age (5-19 years)* Режим доступа: https://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/ Дата обращения: 07.08.2020
2. Must A., Dallal G.E., Dietz W.H. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht) and triceps skinfold thickness. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991; 53(4): 839-846. DOI: 10.1093/ajcn/53.4.839
3. Колосов Ю.А., Колесников С.И., Анищенко А.П., Бурдюкова Е.В., Гуревич К.Г. Избыточная масса тела и ожирение у детей, подростков и взрослых: причины развития и факторы риска. *Патогенез.* 2016; 14(4): 9-14.
4. Baranowski T., Motil K.J., Moreno J.P. Multi-etiological Perspective on Child Obesity Prevention. *Curr. Nutr. Rep.* 2019; 8: 1-10. DOI: 10.1007/s13668-019-0256-3
5. Armstrong B., Beets M.W., Starrett A., Brazendale K., Turner-McGrievy G., Saelens B.E., Pate R.R., Youngstedt S.D., Maydeu-Olivares A., Weaver R.G. Dynamics of sleep, sedentary behavior, and moderate-to-vigorous physical activity on school versus nonschool days. *Sleep.* 2021; 44(2): zsaal74. DOI: 10.1093/sleep/zsaal74
6. Clemmensen C., Petersen M.B., Sørensen T.I.A. Will the COVID-19 pandemic worsen the obesity epidemic? *Nat. Rev. Endocrinol.* 2020; 16(9): 469-470. DOI: 10.1038/s41574-020-0387-z
7. Кучма В.Р., Седова А.С., Степанова М.И., Рапопорт И.К., Поленова М.А., Соколова С.Б., Александрова И.Э., Чубаровский В.В. Особенности жизнедеятельности и самочувствия детей и подростков, дистанционно обучающихся во время эпидемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья.* 2020; 2: 4-23.
8. Nagata J.M., Abdel Magid H.S., Gabriel K.P. Screen Time for Children and Adolescents During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *Obesity (Silver Spring).* 2020; 28(9): 1582-1583. DOI: 10.1002/oby.22917
9. Панкова Н.Б., Карганов М.Ю. Сезонная вариабельность возрастных антропометрических показателей у младших школьников московского региона. *Science for Education Today.* 2019; 9(5): 143-162. DOI: 10.15293/2658-6762.1905.09
10. Панкова Н.Б., Карганов М.Ю. Сезонная и секулярная вариабельность индикаторов сердечно-сосудистой системы у детей 7-11 лет. *Экология человека.* 2020; 12: 37-44. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-12-37-44
11. *Age-based Pediatric Growth Reference Charts.* Режим доступа: <https://www.bcm.edu/bodycomplab/BMIapp/BMI-calculator-kids.html> Дата обращения: 07.08.2020
12. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry.* 2017; 10: 66-76. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.10.6676
13. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front. Public Health.* 2017; 5: 258. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00258
14. Franckle R., Adler R., Davison K. Accelerated weight gain among children during summer versus school year and related racial/ethnic disparities: a systematic review. *Prev. Chronic Dis.* 2014; 11: P. E101. DOI: 10.5888/pcd11.130355
15. Baranowski T., O'Connor T., Johnston C., Hughes S., Moreno J., Chen T.A., Meltzer L., Baranowski J. School year versus summer differences in child weight gain: a narrative review. *Child. Obes.* 2014; 10(1): 18-24. DOI: 10.1089/chi.2013.0116
16. Isojima T., Kato N., Yokoya S., Ono A., Tanaka T., Yokomichi H., Yamagata Z., Tanaka S., Matsubara H., Ishikuro M., Kikuya M., Chida S., Hosoya M., Kuriyama S., Kure S. Early Excessive Growth

with Distinct Seasonality in Preschool Obesity. *Arch. Dis. Child.* 2019; 104(1): 53-57. DOI: 10.1136/archdischild-2018-314862

17. Радыш И.В., Скальный В.В., Кислый Н.Д., Торшин В.И., Радыш Б.Б., Ермакова Н.В. Сезонные колебания гормонального обмена и гликированного гемоглобина у здоровых мужчин. *Технологии живых систем.* 2016; 13(2): 19-23.
18. Радыш И.В., Скальный В.В., Коротева Т.В., Торшин В.И., Умнова Т.Н., Ходорович А.М., Старшинов Ю.П. Сезонные изменения гормонального обмена и гликированного гемоглобина у здоровых женщин *Технологии живых систем.* 2016; 13(4): 35-40.
19. Bhutani S., Hanrahan L.P., Vanwormer J., Schoeller D.A. Circannual variation in relative weight of children 5 to 16 years of age. *Pediatr. Obes.* 2018; 13(7): 399-405. DOI: 10.1111/jipo.12270
20. Vanwormer J.J., Kieke BA, Hanrahan LP, Pomeroy JJ, Mundy A, Schoeller DA. Circannual growth in Wisconsin children and adolescents: Identifying optimal periods of obesity prevention. *Pediatr. Obesity.* 2020; 15: e12572. DOI: 10.1111/jipo.12572
21. Evans J.M., Ziegler M.G., Patwardhan A.R., Ott J.B., Kim C.S., Leonelli F.M., Knapp C.F. Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal, and hemodynamic indexes. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2001; 91(6): 2611-2618. DOI: 10.1152/jappl.2001.91.6.2611

References

1. *BMI-for-age (5-19 years)* Режим доступа: https://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/ Дата обращения: 07.08.2020
2. Must A., Dallal G.E., Dietz W.H. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht) and triceps skinfold thickness. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991; 53(4): 839-846. DOI: 10.1093/ajcn/53.4.839
3. Kolosov Yu.A., Kolesnikov S.I., Anishchenko A.P., Burdyukova E.V., Gurevich K.G. (2017, December 12). [Overweight and obesity in children, adolescents and adults: causes of development and risk factors]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2017; 14(4): 9-14. (in Russian)
4. Baranowski T., Motil K.J., Moreno J.P. Multi-etiological Perspective on Child Obesity Prevention. *Curr. Nutr. Rep.* 2019; 8: 1-10. DOI: 10.1007/s13668-019-0256-3
5. Armstrong B., Beets M.W., Starrett A., Brazendale K., Turner-McGrievy G., Saelens B.E., Pate R.R., Youngstedt S.D., Maydeu-Olivares A., Weaver R.G. Dynamics of sleep, sedentary behavior, and moderate-to-vigorous physical activity on school versus nonschool days. *Sleep.* 2021; 44(2): zsaal74. DOI: 10.1093/sleep/zsaal74
6. Clemmensen C., Petersen M.B., Sørensen T.I.A. Will the COVID-19 pandemic worsen the obesity epidemic? *Nat. Rev. Endocrinol.* 2020; 16(9): 469-470. DOI: 10.1038/s41574-020-0387-z
7. Kuchma V.R., Sedova A.S., Stepanova M.I., Rapoport I.K., Polenova M.A., Sokolova S.B., Aleksandrova I.E., Chubarovsky V.V. [Life and wellbeing of children and adolescents studying remotely during the epidemic of a new Coronavirus infection (COVID-19)]. *Voprosy shkol'noi i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya [School and University Medicine and Health Issues]*. 2020; 2: 4-23. (in Russian)
8. Nagata J.M., Abdel Magid H.S., Gabriel K.P. Screen Time for Children and Adolescents During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *Obesity (Silver Spring).* 2020; 28(9): 1582-1583. DOI: 10.1002/oby.22917
9. Pankova N.B., Karganov M.Yu. [Seasonal variability primary school-children's anthropometric indicators (the Moscow region)]. *Science for Education Today.* 2019; 9(5): 143-162. DOI: 10.15293/2658-6762.1905.09 (in Russian)
10. Pankova N.B., Karganov M.Yu. [Seasonal and Secular Variations in Selected Indicators of the Cardiovascular System among 7-11 Years Old Children]. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2020; 12: 37-44. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-12-37-44 (in Russian)
11. *Age-based Pediatric Growth Reference Charts.* Режим доступа: <https://www.bcm.edu/bodycomplab/BMIapp/BMI-calculator-kids.html> Дата обращения: 07.08.2020
12. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry.* 2017; 10: 66-76. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.10.6676

-
13. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front. Public Health*. 2017; 5: 258. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00258
 14. Franckle R., Adler R., Davison K. Accelerated weight gain among children during summer versus school year and related racial/ethnic disparities: a systematic review. *Prev. Chronic Dis*. 2014; 11. P. E101. DOI: 10.5888/pcd11.130355
 15. Baranowski T., O'Connor T., Johnston C., Hughes S., Moreno J., Chen T.A., Meltzer L., Baranowski J. School year versus summer differences in child weight gain: a narrative review. *Child. Obes*. 2014; 10(1): 18-24. DOI: 10.1089/chi.2013.0116
 16. Isojima T., Kato N., Yokoya S., Ono A., Tanaka T., Yokomichi H., Yamagata Z., Tanaka S., Matsubara H., Ishikuro M., Kikuya M., Chida S., Hosoya M., Kuriyama S., Kure S. Early Excessive Growth with Distinct Seasonality in Preschool Obesity. *Arch. Dis. Child*. 2019; 104(1): 53-57. DOI: 10.1136/archdischild-2018-314862
 17. Radysh I.V., Skal'ny V.V., Kislyi N.D., Torshin V.I., Radysh B.B., Ermakova N.V. [Seasonal variation in protein metabolism and haemoglobin a1c in healthy men]. *Tekhnologii zhivyykh sistem [Living Systems Technologies]*. 2016; 13(2): 19-23. (in Russian)
 18. Radysh I.V., Skal'ny V.V., Koroteyeva T.V., Torshin V.I., Umnova T.N., Khodorovich A.M., Starshinov Yu.P. [Seasonal changes in hormone metabolism and glycated hemoglobin in healthy women]. *Tekhnologii zhivyykh sistem [Living Systems Technologies]*. 2016; 13(4): 35-40. (in Russian)
 19. Bhutani S., Hanrahan L.P., Vanwormer J., Schoeller D.A. Circannual variation in relative weight of children 5 to 16 years of age. *Pediatr. Obes*. 2018; 13(7): 399-405. DOI: 10.1111/ijpo.12270
 20. VanWormer JJ, Kieke BA, Hanrahan LP, Pomeroy JJ, Mundy A, Schoeller DA. Circannual growth in Wisconsin children and adolescents: Identifying optimal periods of obesity prevention. *Pediatr. Obesity*. 2020;15: e12572. DOI: 10.1111/ijpo.12572
 21. Evans J.M., Ziegler M.G., Patwardhan A.R., Ott J.B., Kim C.S., Leonelli F.M., Knapp C.F. Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal, and hemodynamic indexes. *J. Appl. Physiol. (1985)*. 2001; 91(6): 2611-2618. DOI: 10.1152/jap-2001.91.6.2611

Сведения об авторе:

Панкова Наталья Борисовна — доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <http://orcid.org/0000-0002-3582-817X>