

К.А. Елецкая¹, Л.С. Намазова-Баранова^{2, 3}, Е.В. Кайтукова³,
С.Г. Макарова^{1, 2}, И.К. Филимонова¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей,
Москва, Российская Федерация

² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова,
Москва, Российская Федерация

³ Центральная клиническая больница, Москва, Российская Федерация

Связь массы тела и артериального давления у детей в возрасте 11 и 15 лет: ретроспективное одномоментное исследование

Контактная информация:

Елецкая Ксения Александровна, аспирант лаборатории оценки состояния здоровья детей и качества медицинской помощи ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, д. 2, стр. 2, тел.: +7 (495) 967-14-20, e-mail: eleckaya@nczd.ru

Статья поступила: 18.06.2019 г., принята к печати: 26.09.2019 г.

Обоснование. Масса тела детей является предиктором патологического повышения артериального давления (АД) во взрослом возрасте. **Цель исследования** — распределить значения массы тела и АД в подростковой популяции и установить связь между этими показателями. **Методы.** Проведено рандомизированное исследование школьников в возрасте 11 и 15 лет — учащихся общеобразовательных учреждений. Исследование длительностью 16 мес выполнено в 9 различных регионах страны (рандомно выбраны регионы — по одному из каждого федерального округа, в каждом из них определены по 5 школ, где учатся младшие и старшие подростки). Помимо определения АД (трехкратно по методу Короткова) и измерения массы тела (с помощью напольных весов), все дети были осмотрены бригадой педиатрических специалистов (в составе педиатра, гастроэнтеролога, аллерголога, ЛОР-врача, окулиста, невролога, психолога, специалиста по когнитивной педиатрии, травматолога-ортопеда, нефролога, специалиста ультразвуковой и лабораторной диагностики). **Результаты.** В исследование включили 1911 подростков. Обнаружена корреляция ($p < 0,010$ для всех групп) между систолическим/диастолическим АД и массой тела в группе мальчиков 11 ($r = 0,394/0,206$) и 15 лет ($r = 0,231/0,185$), а также в группе девочек того же возраста ($r = 0,330/0,227$ и $r = 0,228/0,148$ соответственно). **Заключение.** Выявлена значимая корреляция между массой тела и уровнями систолического и диастолического артериального давления у подростков 11 и 15 лет.

Ключевые слова: дети, подростки, индекс массы тела, избыточная масса тела, ожирение, систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление.

(Для цитирования: Елецкая К.А., Намазова-Баранова Л.С., Кайтукова Е.В., Макарова С.Г., Филимонова И.К. Связь массы тела и артериального давления у детей в возрасте 11 и 15 лет: ретроспективное одномоментное исследование. *Педиатрическая фармакология.* 2019; 16 (4): 211–215. doi: 10.15690/pf.v16i4.2050)

ОБОСНОВАНИЕ

Ранее было показано, что распространение избыточной массы тела и ожирения снижается по мере полового созревания [1]. Также было установлено, что существует положительная корреляция между значениями массы тела и показателями артериального давления (АД) [2, 3]. Тем не менее, эти выводы были получены при изучении ограниченной группы школьников или на когорте детей, проживающих за пределами Российской Федерации (РФ). Отсутствуют одномоментные исследования младших и старших подростков, проживающих в разных субъектах РФ. В связи с этим существует необходимость провести расширенное популяционное исследование указанной взаимосвязи среди российских подростков в разные периоды полового созревания в контексте региональных особенностей состояния здоровья детей школьного возраста.

Артериальное давление — вариабельная характеристика, изменяющаяся с возрастом, при физической нагрузке и некоторых заболеваниях [4]. На всем про-

тяжении человеческой жизни выделяют четыре периода увеличения систолического АД: быстрое — в период полового созревания, плавное — в молодом возрасте, ускоренное — в четвертом десятилетии и замедленное, которое начинается с пятого десятилетия жизни [5]. Изменение АД у подростков происходит на фоне быстрого увеличения размеров тела и перестройки гормональной системы [2]. Так, W. Вао и соавт. показали, что избыточная масса тела, как и исходно высокое АД у детей в возрасте от 5 до 15 лет, являются независимыми предикторами будущей (в возрасте от 20 до 31 лет) гипертензии [6]. Впоследствии проводились многочисленные исследования, в ходе которых изучалось воздействие детского ожирения на различные биохимические и функциональные критерии, определяющие состояние здоровья детей и подростков [7–8]. В этих работах была выявлена связь между избыточной массой тела у детей и кардиометаболическим риском, включая гипертонию.

Наибольший интерес для изучения указанной связи представляет собой подростковый период, характеризу-

ющийся наиболее интенсивными изменениями в указанных параметрах. Ранее была отмечена положительная корреляция между избыточной массой тела и скоростью полового созревания, частотой возникновения вегетативных дисфункций и регистрацией повышенного АД [9]. Тем не менее эти данные были получены для популяции Тюменских школьников. В настоящем исследовании участвовали две группы школьников (младшие — 11 лет и старшие — 15 лет, что соответствовало начальному и заключительному этапу пубертата) из разных регионов России, проживающих в различных климатических условиях.

Целью настоящего исследования явилось определение связи между массой тела и АД на большой когорте школьников, проживающих в 9 федеральных округах РФ.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проспективное рандомизированное.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- очное школьное обучение;
- возраст 11 лет (возможный диапазон: полные 10 лет 6 мес – 11 лет 6 мес) и 15 лет (полные 14 лет 6 мес – 15 лет 6 мес);
- наличие сведений по массе тела и артериальному давлению ребенка;
- информированное добровольное согласие родителей на участие детей в исследовании.

Условия проведения

В исследовании включали данные скринингового обследования школьников из 9 муниципальных образований, представляющих один из федеральных округов (ФО) РФ: Дальневосточный ФО (Якутия), Сибирский ФО

(Томск), Уральский ФО (Челябинск), Приволжский ФО (Казань), Центральный ФО (Смоленск), Северо-Западный ФО (Вологда), Северо-Кавказский ФО (Грозный), Южный ФО (Ростов) и Республика Крым (Гурзуф, Никита, Краснокаменка, Артек). Для повышения репрезентативности выборки были выбраны все федеральные округа, так как они расположены в различных климатических и географических условиях, имеют разный уровень социально-экономического развития и представлены разными этническими популяциями. Обследование проводилось в период с декабря 2016 г. по апрель 2018 г. включительно.

Для рандомизированного отбора использовали метод последовательных номеров с применением таблицы случайных чисел.

Исход исследования

Основным исходом исследования был анализ корреляции массы тела и АД в группах российских школьников 11 и 15 лет, проживающих в разных ФО РФ.

Методы регистрации исходов

Массу тела и другие параметры измеряли после 15-минутного отдыха при комфортной температуре окружающей среды. Каждое измерение осуществляли по 3 раза, после чего регистрировалось среднее значение, округленное до целых чисел. Если одно из измерений отклонялось от двух других более чем на 20%, то проводили дополнительное измерение.

Категорию массы тела определяли по величине отклонения наблюдаемого значения показателя от среднего значения в единицах SDS (standard deviation score). Нормальной считали массу тела в пределах ± 1 SDS, недостаточное питание отмечали при значениях < -1 SDS, избыточную массу тела — при значениях от $+1$ до -2 SDS, ожирение — при значениях $> +2$ SDS [10]. Оценку вели-

Ksenia A. Eletskaia¹, Leyla S. Namazova-Baranova^{2, 3}, Elena V. Kaytukova³, Svetlana G. Makarova^{1, 2}, Irina K. Filimonova¹

¹ National Medical Research Center of Children's Health, Moscow, Russian Federation

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

³ Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

The Correlation Between Body Weight and Arterial Blood Pressure in 11 and 15 Years Old Children: Retrospective Cross-Sectional Study

Background. Children's body weight is the predictor of pathologic elevation of arterial blood pressure (ABP) in adult life. The aim of the study is to divide the data on body weight and ABP in adolescents and to find correlations between them. **Methods.** The randomised study of 11 and 15 years old pupils from general education institutions was carried out. The 16 months research was executed in 9 different regions of the country (one region from every federal district and 5 schools (with juniors and seniors) in each were randomly selected). In addition to measurement of ABP (three times by Korotkov's method) and body weight (using general bathroom scales) all children were examined by the group of pediatric specialists (pediatrician, gastroenterologist, allergologist, otolaryngologist, ophthalmologist, neurologist, psychologist, cognitive specialist, orthopedic traumatologists, nephrologist, ultrasound and laboratory diagnostic specialist). **Results.** The study included 1911 teenagers. The correlation ($p < 0,010$ for all groups) between systolic/diastolic blood pressure and body weight was revealed in group of boys at the age of 11 ($r = 0,394/0,206$) and 15 ($r = 0,231/0,185$) years old and in group of girls of the same age age ($r = 0,330/0,227$ and $r = 0,228/0,148$ respectively). **Conclusion.** The significant correlation between body weight and levels of systolic and diastolic blood pressure in 11 and 15 years old children has been revealed.

Key words: children, adolescents, body mass index, overweight, obesity, systolic blood pressure, diastolic blood pressure.

(**For citation:** Eletskaia Ksenia A., Namazova-Baranova Leyla S., Kaytukova Elena V., Makarova Svetlana G., Filimonova Irina K. The Correlation Between Body Weight and Arterial Blood Pressure in 11 and 15 Years Old Children: Retrospective Cross-Sectional Study. *Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology*. 2019; 16 (4): 211–215. doi: 26.09.2019)

Таблица 1. Распределение показателей массы тела среди девочек в возрасте 11 и 15 лет, %

Table 1. The distribution of body weight among 11 and 15 years old girls, %

Масса тела	Девочки 11 лет (n = 518)	Девочки 15 лет (n = 478)
Дефицит массы тела	9,765	9,562
Нормальная масса тела	61,483	71,315
Избыточная масса тела	13,743	10,757
Ожирение	8,680	3,586
t-критерий	$p < 0,050$	

Таблица 2. Распределение показателей массы тела среди мальчиков в возрасте 11 и 15 лет, %

Table 2. The distribution of body weight among 11 and 15 years old boys, %

Масса тела	Мальчики 11 лет (n = 481)	Мальчики 15 лет (n = 434)
Дефицит массы тела	4,960	9,052
Нормальная масса тела	58,333	64,871
Избыточная масса тела	14,087	10,776
Ожирение	18,056	8,836
t-критерий	$p < 0,050$	

чины систолического АД интерпретировали следующим образом: гипотония — < 105 мм рт.ст.; нормотония — 106–130 мм рт.ст., пограничное значение (погр.) АД — 131–134 мм рт.ст., гипертония > 135 мм рт.ст. [11].

Статистические процедуры

Размер выборки предварительно не рассчитывался.

Анализ данных выполнен с использованием пакета статистических программ STATISTICA, версия 10.0 (StatSoft Inc., США). Анализ корреляции целевых количественных показателей (масса тела, АД) выполнен путем вычисления коэффициента корреляции Пирсона.

Таблица 3. Корреляция значений артериального давления и массы тела у детей в возрасте 11 и 15 лет

Table 3. The correlation between the levels of arterial blood pressure and body weight in 11 and 15 years old children

Параметры	Мальчики, 11 лет	Мальчики, 15 лет	Девочки, 11 лет	Девочки, 15 лет
<i>Систолическое артериальное давление и масса тела</i>				
r	0,394	0,231	0,330	0,228
p	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
n	481	434	518	478
<i>Диастолическое артериальное давление и масса тела</i>				
R	0,206	0,185	0,227	0,148
p	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
n	481	434	518	478

РЕЗУЛЬТАТЫ

Формирование выборки исследования

В образовательных учреждениях 9 ФО РФ были случайно отобраны 2023 ребенка в возрасте 11 и 15 лет. В анализируемую выборку временно не включены данные 112 человек по причине отсутствия на момент подготовки публикации полного объема необходимых сведений.

Характеристика выборки исследования

В исследование были включены 1911 детей: 996 девочек, из них в возрасте 11 лет — 518, 15 лет — 478, и 915 мальчиков, из них в возрасте 11 и 15 лет — 481 и 434, соответственно.

Основные результаты исследования

Избыточная масса тела и ожирение значительно чаще встречались среди школьников 11 лет, чем 15 лет ($p < 0,050$) (табл. 1, 2). Такое распределение было характерно для обоих полов. Несмотря на большую распространенность избыточной массы тела среди мальчиков, возможно, по мере их взросления происходит более интенсивная, чем у девочек, нормализация массы. С другой стороны, не исключено, что каждое следующее поколение российских школьников имеет большую массу тела, чем предыдущее. Количество девочек с недостаточной массой тела почти не отличается по возрастным группам, а у мальчиков отмечается двукратное преобладание подростков с недостаточной массой в группе 15-летних по сравнению с 11-летними.

Была проанализирована корреляция систолического и диастолического АД и массы тела во всех половозрастных подгруппах общей выборки. Корреляционный анализ показал, что существует связь между показателями систолического/диастолического АД и массой тела детей (табл. 3). Самое большое значение коэффициента корреляции определялось у 11-летних (см. табл. 3). В группе 15-летних эти значения были заметно ниже. Принадлежность к полу практически не сказывалась на достоверности и прочности выявленной ассоциации. Аналогичная закономерность проявилась и для диастолического артериального давления ($p < 0,010$), чья связь с показателем массы тела была значимо выражена у 11-летних по сравнению с группой 15-летних подростков.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Представленные результаты демонстрируют, что у детей в конце пубертатного периода частота диа-

гностики ожирения и избыточной массы тела значительно снижается по сравнению с детьми, находящимися в начальном периоде полового созревания. Возможно, эти отличия обусловлены фактом увеличения числа детей с избыточной массой тела среди представителей следующего поколения. Обнаружена положительная корреляция между значениями индекса массы тела и уровнем артериального давления. Не отмечено достоверных различий этих показателей и их корреляций в зависимости от региона проживания ребенка.

Ограничения исследования

Все статистические исследования были проведены после отбраковки данных 112 человек по причине отсутствия записей АД, либо некорректной регистрации, либо отсутствия иной информации и результатов обследования. Всякие иные критерии отбора, включая значения исследуемых параметров, не применялись. Это дает основание полагать, что удаленные данные детей не оказали существенного влияния на репрезентативность выборки.

Обсуждение основного результата исследования

Распространение ожирения связывают с процессом урбанизации, малоподвижным образом жизни, высококалорийным питанием [1]. Процесс этот затрагивает не только взрослых, но и детей. Замечено, что у школьников с ожирением имеются повышенные риски заболеть гипертонией, сахарным диабетом 2-го типа, атеросклерозом сонных артерий, дислипидемиями [4]. Большинство подобных метааналитических исследований проводилось за рубежом.

Настоящая работа включает в себя анализ данных, содержащих значения АД и массы тела 1923 подростков в возрасте 11 и 15 лет из девяти федеральных округов. Установлено распространение отклонений от нормального веса в указанной группе; показано, что к концу полового созревания масса тела у большинства школьников стремится к нормализации. Так, избыточная масса тела и ожирение в группе 11-летних девочек составили соответственно 13,743 и 8,680%, а у 15-летних — 10,757 и 3,586%. Среди мальчиков эти показатели также продемонстрировали заметные различия: 14,087 и 18,056% — в 11-летнем возрасте и 10,776 и 8,836% — в группе 15-летних. Кроме того, показано, что частота дефицита массы тела у мальчиков в 15 лет в два раза превышает таковую в группе 11-летних, составляя 9,052 и 4,960% соответственно. Такая динамика, очевидно, связана с перестройкой и ростом организма в ходе полового созревания. Иным объяснением может быть межпоколенческое различие в частоте избыточной массы тела среди российских детей более младших возрастов (что опосредованно может свидетельствовать о начале эпидемии ожирения в российской детской популяции).

Анализ показателей АД 1923 подростков в различных весовых подгруппах обнаружил, что с увеличением массы тела уровень АД имеет тенденцию к росту. Статистическая обработка накопленных данных обнаружила достоверную положительную корреляцию ($p < 0,010$) между значениями массы тела, с одной стороны, и уровнями систолического и диастолического АД — с другой. Указанная связь сильнее проявляется в 11-летнем возрасте, когда частота избыточной массы

тела и ожирения среди мальчиков и девочек заметно выше, чем у 15-летних подростков. Таким образом, на российской популяции подростков подтверждается сделанное ранее наблюдение о связи между избытком массы тела и повышенными уровнями АД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе настоящей работы нами было изучено распределение значений массы тела в большой когорте подростков в возрасте 11 и 15 лет. Выявлено, что к концу пубертатного периода отмечается тенденция к нормализации массы тела, а у мальчиков повышается частота выявления недостаточности массы тела. Также была установлена корреляция между уровнями массы тела и показателями систолического и диастолического артериального давления. Обнаруженная корреляция дает основание полагать, что существует связь между метаболическими нарушениями и артериальной гипертонией. Анализ был проведен на большой когорте детей из регионов с разными климатогеографическими и социально-экономическими характеристиками, что с высокой вероятностью исключает влияние этих факторов на полученные результаты и заключение.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Не указан.

FINANCING SOURCE

Not specified.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Л.С. Намазова-Баранова — получение исследовательских грантов и гонораров за научное консультирование и чтение лекций от фармацевтической компании ООО «МСД Фармасьютикалс»; ООО «Пфайзер Инновации», АО «Санофи-авентис групп», АО «Санофи-Пастер», «Глаксо», ООО «ЭббВи», АО «ПРОГРЕСС», АО «Бионорика», ООО «Такеда», ООО «Пьер Фабр», ООО «Майлан Фарма».

С.Г. Макарова — научный консультант по вопросам питания компании «Нутриция».

Остальные авторы статьи подтвердили конфликт интересов, о котором необходимо сообщить.

CONFLICT OF INTERESTS

Leyla S. Namazova-Baranova — receiving research grants and fees for scientific counseling and lecturing from pharmaceutical companies MSD Pharmaceuticals LLC, Pfizer Innovations LLC, Sanofi Aventis Group JSC, Sanofi Pasteur JSC, Glaxo, AbbVie LLC, PROGRESS JSC, Bionorica JSC, Takeda LLC, Pierre Fabre LLC, Mylan Pharma LLC.

Svetlana G. Makarova — scientific nutrition advisor at «Nutricia».

The other contributors confirmed the absence of a reportable conflict of interests.

ORCID

К.А. Елецкая

<http://orcid.org/0000-0001-8664-1797>

Л.С. Намазова-Баранова

<http://orcid.org/0000-0002-2209-7531>

Е.В. Кайтукова

<http://orcid.org/0000-0002-8936-3590>

С.Г. Макарова

<http://orcid.org/0000-0002-3056-403X>

И.К. Филимонова

<http://orcid.org/0000-0002-5418-0137>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Razina AO, Runenko SD, Achkasov EE. [Obesity: current global and russian trends. (In Russ)]. *Vestn Ross Akad Med Nauk*. 2016;(2):154–159. doi: 10.15690/vramn655.
2. Zhao Y, Wang L, Xue B, Wang Y. Associations between general and central obesity and hypertension among children: The Childhood Obesity Study in China Mega-Cities. *Sci Rep*. 2017;7(1):16895. doi: 10.1038/s41598-017-16819-y.
3. Письмо Министерства образования и науки РФ от 30 мая 2012 № МД-583/19 «О методических рекомендациях «Медико-педагогический контроль за организацией занятий физической культурой обучающихся с отклонениями в состоянии здоровья» [Letter from the Ministry of education and science of Russian Federation No. MD-583/19 “O metodicheskikh rekomendatsiyakh ”Mediko-pedagogicheskiy kontrol’ za organizatsiyey zanyatiy fizicheskoy kul’turoy obuchayushchikhsya s otkloneniyami v sostoyanii zdorov’ya”, dated 2012 May 30. (In Russ).] Доступно по: <https://legalacts.ru/doc/pismo-minobrnauki-rossii-ot-30052012-n-md-58319/>. Ссылка активна на 12.03.2019.
4. Литовский И.А. *Гипертоническая болезнь и атеросклероз: вопросы патогенеза, диагностики, лечения: учебное пособие*. — СПб.: ВМА, 2012. — 110 с. [Litovskiy IA. *Gipertonicheskaya bolezni i ateroskleroz: voprosy patogeneza, diagnostiki, lecheniya: uchebnoye posobiye*. Saint Petersburg: Military medical Academy. S.M. Kirov; 2012. 110 p. (In Russ).]
5. Oh JH, Hong YM. Blood pressure trajectories from childhood to adolescence in pediatric hypertension. *Korean Circ J*. 2019;49(3):223–237. doi: 10.4070/kcj.2018.0448.
6. Bao W, Threefoot SA, Srinivasan SR, Berenson GS. Essential hypertension predicted by tracking of elevated blood pressure from childhood to adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Am J Hypertens*. 1995;8(7):657–665. doi: 10.1016/0895-7061(95)00116-7.
7. Xu Y, Yan W, Cheung YB. Body shape indices and cardiometabolic risk in adolescents. *Ann Hum Biol*. 2015;42(1):70–75. doi: 10.3109/03014460.2014.903998.
8. McCourt HJ, Hunter SJ, Cardwell CR, et al. Adiponectin multi-mers, body weight and markers of cardiovascular risk in adolescence: Northern Ireland Young Hearts Project. *Int J Obes (Lond)*. 2013;37(9):1247–1253. doi: 10.1038/ijo.2012.214.
9. Reich A, Müller G, Gelbrich G, et al. Obesity and blood pressure — results from the examination of 2365 schoolchildren in Germany. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003;27(12):1459–1464. doi: 10.1038/sj.ijo.0802462.
10. Гакова Е.А., Акимова Е.В., Кузнецов В.А. Оценка избыточной массы тела — одного из факторов риска артериальной гипертензии у школьников города Тюмени // *Артериальная гипертензия*. — 2015. — Т.21. — №1. — С. 75–82. [Gakova EA, Akimova EV, Kuznetsov VA. Overweight as one of the risk factors for hypertension in schoolchildren of Tyumen. *Arterial'naya gipertenziya*. 2015;21(1):75–82. (In Russ).] doi: 10.18705/1607-419X-2015-21-1-75-82.
11. WHO. Growth reference 5–19 years. BMI-forage (5–19 years) [Internet]. 2007 [cited 2018 Jul 9]. Available from: http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/.
12. Васюкова О.В., Александров А.А., Петеркова В.А., и др.; Российская ассоц. эндокринологов, Российское о-во по профилактике неинфекционных заболеваний, Ассоц. детских кардиологов России. *Рекомендации по диагностике, лечению и профилактике ожирения у детей и подростков*. — М.: Практика, 2015. — 135 с. [Vasyukova OV, Aleksandrov AA, Peterkova VA, et al.; Rossiyskaya assots. endokrinologov, Rossiyskoye o-vo po profilaktike neinfektsionnykh zabolevaniy, Assots. detskikh kardiologov Rossii. *Rekomendatsii po diagnostike, lecheniyu i profilaktike ozhireniya u detey i podrostkov*. Moscow: Praktika; 2015. 135 p. (In Russ).]