



В. А. Суровцев

Учащийся 10А класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения городского округа «Город Архангельск»
Эколого-биологический лицей имени академика Н.П. Лавёрова,
г. Архангельск, Россия

Н. А. Воробьёва – научный руководитель, заведующий кафедрой клинической фармакологии и фармакотерапии Северного государственного медицинского университета, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ

Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы школьников по корреляционным особенностям параметров гемодинамики и индекса массы тела

В представленной работе автор определил функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у школьников по показателям корреляционного анализа параметров центральной гемодинамики и индекса массы тела. По данной теме Суровцев В.А. выступил на VIII Архангельской городской молодёжной открытой научно-практической конференции «Малые Лавёровские чтения» 28 февраля 2025 года, получив I место в секции «Медицина». А 29 марта 2025 года В.А. Суровцев выступил на межрегиональной научно-практической конференции учащихся «XVI Малые Ломоносовские чтения» в Северном государственном медицинском университете, заняв I место в секции № 2 «Теоретические науки в естествознании».

Ключевые слова: индекс массы тела, измерение параметров периферической гемодинамики, корреляционные связи между уровнем ИМТ и показателями периферической гемодинамики.

Введение

Актуальной проблемой современной медицины остаётся вопрос изучения метаболических процессов в организме человека, так как их особенности могут быть причиной либо следствием различных патологических изменений в организме. Особенно частой проблемой здоровья человечества является избыточная масса тела, существенно снижающая качество жизни. Борьба с данной проблемой привела учёных и врачей к очевидному факту её тесной связи с другими патологиями организма, прежде всего с болезнями сердечно-сосудистой системы. Нередко развитие отклонений в работе сердца и сосудов, проявляющихся в повышенном артериальном давлении, связанных с учащённым сердцебиением или различными нарушениями сердечного ритма, а также нарушение кровоснабжения миокарда сопряжено с нарушением метаболических процессов в организме,

приводящих к патологическим изменениям массы тела [2,3]. Однако стоит отметить, что нормальное значение номинальной массы тела у разных людей может сильно отличаться ввиду различий в росте, степени развития костной и мышечной тканей. Поэтому в медицине используется специальный показатель – индекс массы тела, учитывающий также рост человека. Кроме того, ввиду особенностей физиологии люди различного возраста имеют различные физиологические нормы этого показателя [1].

Индекс массы тела (ИМТ) – важный физиологический показатель, отражающий соотношение между массой тела человека и его ростом. Расчётная формула этого индекса позволяет выявить недостаточность массы тела, либо наоборот – её избыток и соответственно позволяет определить оптимальные для организма пищевые диеты, нормы физической активности, необходимые для под-

держания этого индекса в пределах нормы. Отклонение массы тела от нормальных значений может иметь различные причины, часто они ведут не только к изменениям массы тела, но и к расстройствам работы сердечно-сосудистой системы, что отражается на параметрах гемодинамики – центральной и периферической. Отклонение ИМТ от нормы и отклонения в параметрах работы сердца человека могут развиваться параллельно. Учитывая факт высокой распространённости болезней сердца и сосудов среди людей различных возрастов, уместно и актуально найти связи между показателями работы сердца и сосудов с уровнем ИМТ [4,5].

Цель: целью представленной работы является определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников по показателям корреляционного анализа параметров центральной гемодинамики и индекса массы тела.

Задачи исследования: определение ИМТ у школьников-подростков, выявление групп с различными уровнями ИМТ; измерение параметров периферической гемодинамики; определение корреляционных связей между уровнем ИМТ и различными показателями периферической гемодинамики.

1. Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы у школьников

2. Методика проведения исследования

В обследовании приняли участие учащиеся 10 – 11-х классов эколого-биологического лицея г. Архангельска. Исследование проводилось в феврале 2022 года, нижеперечисленные показатели регистрировались в середине учебного дня. В общую выборку были включены 30 человек, из которых 15 юношей и 15 девушек. Возраст учащихся – 16-17 лет. При определении групп обследуемых были исключены лица, имеющие заболевания сердечно-сосудистой системы. Все обследования были проведены в дневное время в период активного бодрствования. Все нижеперечисленные показатели были измерены дважды в связи с использованием стандартного теста на физическую нагрузку – проба Мартине – Кушелевского, при которой обследованные лица совершали 20 приседаний за 30 секунд. Таким образом, особенности функционального состояния бы-

ли оценены до и после стандартной физической нагрузки.

В ходе обследования были определены следующие показатели:

1) Индекс массы тела (ИМТ) – рассчитан на основании параметров длины и массы тела:

$$\text{ИМТ} = m/h^2,$$
 где: m – масса тела, кг; h – рост, м

Кроме того, определены показатели периферической гемодинамики. На основании измеренного автоматическим тонометром артериального давления – систолического (САД) и диастолического (ДАД), а также частоты сердечных сокращений (ЧСС) определены расчётные показатели:

2) Пульсовое давление (ПД, мм рт. ст.):

$$\text{ПД} = \text{САД} - \text{ДАД}$$

САД – систолическое артериальное давление, мм рт. ст.

ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.

3) Систолический объём (СО) – количество крови, поступающее в аорту при каждом сокращении сердца. В норме: 70 – 80 мл.

Формула расчёта систолического объёма (формула Старра):

$$\text{СО} = (101 + 0,5 \cdot \text{ПД}) - (0,6 \cdot \text{ДАД}) + 0,6 \cdot \text{А},$$
 где

СО – систолический объём, мл;

ПД – пульсовое давление, мм. рт. ст.

ДАД – диастолическое артериальное давление, мм. рт. ст.

А – возраст, полных лет;

4) Минутный объём крови (МОК) – количество крови, выбрасываемое желудочками сердца в минуту.

$$\text{МОК} = \text{СО} \cdot \text{ЧСС}$$

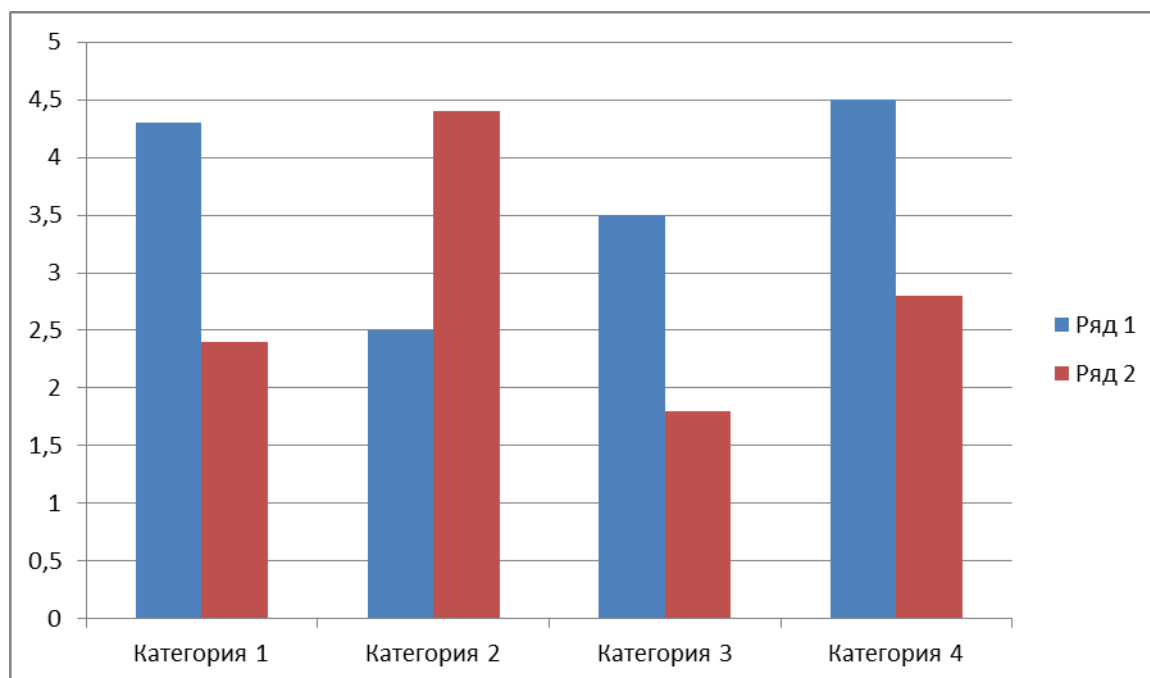
После измерения и вычисления всех перечисленных показателей был произведён корреляционный анализ, цель которого состояла в установлении связей и зависимостей между разными параметрами. Для выявления корреляций все количественные данные были проанализированы на нормальность распределения по критериям статистического анализа (критерий Шапиро-Уилка). Наличие или отсутствие корреляций определялось по критерию Пирсона. Достоверными корреляциями считались те, у которых уровень значимости соответствовал $p < 0,05$. Вся статистическая обработка произведена в программе SPSS 21.0.

Результаты исследования

Обработка полученных результатов показала различия в средних значениях индекса массы тела и показателями периферической гемодинамики во всех группах обследованных. Однако проверка достоверности различий по критерию U Манна-Уитни выявила достаточный уровень значимости различий по показателям САД между мальчиками и юношами, а также по уровню ИМТ между девочками и девушками (различия достоверны с уровнем значимости $p < 0,05$ между возраст-

ными группами). Различия по другим показателям можно считать статистической тенденцией.

В результате проведения всех измерений были получены данные, свидетельствующие о существовании отличий в функциональном состоянии организма между группами юношей и девушек, а также между состоянием покоя и после физической нагрузки. Основные результаты в виде средних значений отражены в диаграмме:



Показатели/ группы	ИМТ	САД	ДАД	ЧСС	СО	МОК	ПД
Девочки							
Мальчики							
Девушки							
Юноши							

* – различия достоверны между группами, $p < 0,05$

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа показателей периферической гемодинамики и индексом массы тела у школьников 16 – 17 лет

		САД1	САД2	ДАД1	ДАД2	ЧСС1	ЧСС 2	ИМТ	ΔСАД	ΔДАД	ΔЧСС
САД1	г	1	0,719**	0,147	0,178	,067	-,214	,493*	-,205	,056	-,335

	P		0,000	0,536	0,453	,780	,366	,027	,386	,816	,149
САД2	r	0,719**	1	-0,096	-0,017	,087	-,362	,498*	,533*	,112	-,547*
	P	0,000		,688	0,943	,716	,116	,025	,016	,639	,013
ДАД1	r	0,147	-0,096	1	0,768**	,022	,166	-,234	-,314	-,284	,203
	P	0,536	0,688		0,000	,928	,484	,320	,177	,224	,391
ДАД2	r	0,178	-0,017	0,768**	1	,102	,194	-,347	-,241	,396	,177
	P	0,453	,943	,000		,668	,412	,134	,306	,084	,456
ЧСС 1	r	0,067	,087	,022	,102	1	,658**	-,127	,041	,122	,086
	P	0,780	0,716	,928	,668		,002	,593	,864	,609	,717
ЧСС 2	r	-0,214	-0,362	,166	,194	,658**	1	-,226	-,250	,052	,807**
	P	0,366	0,116	,484	,412	,002		,338	,287	,827	,000
ИМТ	r	0,493*	0,498*	-,234	-,347	-,127	-,226	1	,102	-,183	-,199
	P	0,027	0,025	,320	,134	,593	,338		,669	,439	,400
ΔСАД	r	-0,205	0,533*	-,314	-,241	,041	-,250	,102	1	,090	-,363
	P	0,386	0,016	0,177	0,306	,864	,287	,669		,707	,116
ΔДАД	r	0,056	0,112	-0,284	,396	,122	,052	-,183	,090	1	-,026
	P	0,816	0,639	0,224	,084	,609	,827	,439	,707		,913
ΔЧСС	r	-0,335	-0,547*	0,203	,177	,086	,807**	-,199	-,363	-,026	1
	P	0,149	0,013	0,391	,456	,717	,000	,400	,116	,913	
**. Корреляция значима на уровне 0.01 (2-сторон.).											
*. Корреляция значима на уровне 0.05 (2-сторон.).											

* Цветом выделена значимая корреляция, * – уровень значимости $p < 0,05$.

В результате корреляционного анализа (Таблица 2) показателей двух групп – старших и младших школьников установлено, что в младшей группе (подростки 11–12 лет) индекс массы тела не имеет значимых корреляций с каким-либо из вышеупомянутых показателей периферической гемодинамики. Разброс индекса в пределах значений 15,4–29,6 со средним значением 19,7 не коррелирует с

измеренными и рассчитанными показателями гемодинамики.

Однако в группе старших школьников (16–17 лет) отмечается слабая прямая корреляция ИМТ с показателем систолического артериального давления (корреляция Пирсона на уровне 0,364, $p < 0,05$), что означает повышение систолического артериального давления при повышенном индексе массы тела.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что в младшем школьном возрасте ввиду несформированных метаболических процессов неуместно анализировать и прогнозировать состояние сердечно-сосудистой системы по индексу массы тела. Даже отклонение этого индекса от нормы в этом возрасте ещё не означает появления отклонений в работе сердца.

Однако в старшем школьном возрасте, когда организм во многом окончательно физиологически сформирован связь между нормальной массой тела и нормальной работой сердца уже прослеживается, а значит поддержание нормальной массы тела является залогом правильной и нормальной работы сердца. Возможно также, что именно этот возраст – 16–17 лет является для человека тем критическим периодом жизни, когда общий метаболизм начинает непосредственно влиять на здоровье сердечно-сосудистой системы.

Заключение

В результате проведённого обследования установлены средние значения показателей индекса массы тела и периферической гемодинамики у разных возрастных групп школьников. В целом, можно сказать, что указанные значения находятся в пределах возрастных норм и имеют небольшой разброс внутри одной возрастной группы. Статистически значимые отличия некоторых из них между возрастными группами объясняются прежде всего количественными изменениями организма в процессе роста и развития организма – перехода из подросткового состояния в юношеский возраст. Распространённое в современной литературе мнение о тесной связи массы тела (индекса массы тела) с отклонениями показателей работы сердца подтверждено в данном исследовании не полу-

чило – корреляционный анализ не показал сильных связей. Стоит отметить только лишь слабую корреляцию между систолическим давлением и индексом массы тела у старших школьников, но говорить о влиянии индекса массы тела на работу сердца преждевременно, так как значения индекса и давления у обследованных лиц отмечены в пределах физиологической нормы.

Библиографический список:

1. Булатова, Е.М. Учебно-методическое пособие по оценке физического развития детей. Учебно-методическое пособие для студентов 3 курса педиатрического факультета. / Под редакцией зав. кафедрой пропедевтики детских болезней с курсом общего ухода за детьми Е.М. Булатовой. – СПб.: СПбГПМУ, 2019. – 52 с.
2. Большакова, Е.Д., Бадяутдиновна, Г.Д. Исследование индекса массы тела и корреляции между ним и величиной артериального давления // Международный студенческий научный вестник. 2019. № 5-2. С. 48.
3. Габдракипова, А.А., Черватюк, М.И., Мищенко, А.Н. Зависимость развития артериальной гипертензии от индекса массы тела // Авиценна. 2017. № 14. С. 34-36.
4. Кузнецов, В.И. Нормальная физиология : курс лекций / В. И. Кузнецов [и др.] ; под ред. В. И. Кузнецова. – 4-е изд. – Витебск : ВГМУ, 2017. – 611 с.
5. Кубарко, А. И. Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения в вопросах и ответах : учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. – Минск : БГМУ, 2012. – 26 с.

©Суровцев В.А., 2025