



¹ Российский университет медицины

² Московский клинический научный центр им. А.С. Логанова

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

⁴ Звенигородская центральная городская больница

Влияние роста молодых людей на артериальное давление

С.А. Муслов, д.б.н., проф.¹, А.М. Мкртумян, д.м.н., проф.^{1,2}, П.Ю. Сухочев³, Л.З. Гучукова⁴, А.А. Солодов, д.м.н., проф.¹, А.И. Завьялова, к.м.н.¹, Ю.А. Васюк, д.м.н., проф.¹

Адрес для переписки: Сергей Александрович Муслов, muslov@mail.ru

Для цитирования: Муслов С.А., Мкртумян А.М., Сухочев П.Ю. и др. Влияние роста молодых людей на артериальное давление. Эффективная фармакотерапия. 2025; 21 (27): 34–37.

DOI 10.33978/2307-3586-2025-21-27-34-37

Артериальная гипертензия представляет собой прямую угрозу здоровью и жизни пациентов. Она может быть самостоятельным заболеванием или же признаком патологии других органов и систем. В связи с этим особенно важно понимать влияние разных факторов на величину артериального давления. Нами исследованы параметры корреляционной связи роста с систолическим и диастолическим артериальным давлением у студентов Российского университета медицины, относящихся к одной возрастной группе. Артериальное давление измеряли электронным тонометром, рост – ростометром. Статистические расчеты и корреляционный анализ проводили с помощью программного обеспечения Excel Microsoft Office 2016 и SPSS IBM Statistics v. 26. Между рассматриваемыми признаками выявлена умеренная и слабая связь. Установлено, что с увеличением роста повышаются и показатели артериального давления. Уравнения линий тренда: САД = $56,384 \times h + 19,792$ мм рт. ст., ДАД = $7,328 \times h + 58,861$ мм рт. ст., где САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, h – рост. Однако сила связи, определяемая по абсолютному значению коэффициента корреляции, оказалась существенно ниже, чем таковая между артериальным давлением и индексом массы тела.

Ключевые слова: артериальное давление, рост, корреляция

Введение

Существуют веские причины полагать, что у людей и животных между ростом (h) и артериальным давлением (АД) имеет место такая же связь, как между высотой здания и необходимым давлением в насосе для подачи воды в него, при этом роль насоса, перекачивающего кровь, играет сердце. Так, у жирафов, высота которых может достигать 6 м, при этом 2 м приходится на шею, нормальное АД составляет 280/180 мм рт. ст., что примерно в два раза больше, чем у людей. При этом сердце жирафа весит около 11 кг, а толщина его мышечных стенок достигает 7,5 см. Так сердечно-сосудистая система борется с силой тяжести. Еще в 2017 г. J.M. Evans и соавт. отметили, что влияние размера тела на изменчивость артериального давления изучено недостаточно, и предположили, что отношения, связывающие ударный объем,

сердечный выброс и общее периферическое сопротивление с размером тела, могут объяснить существенную часть межсубъектной изменчивости АД [1]. У здоровых молодых людей была обнаружена значительная положительная корреляция между диастолическим артериальным давлением (ДАД) и параметрами, определяющими размер тела, в частности весом, ростом и площадью поверхности тела, в положении стоя, которая не наблюдалась в положении лежа. Ученые выдвинули гипотезу, что эта связь отражает большее увеличение сосудистой симпатической активности у крупных людей при ортостатической нагрузке. Кроме того, у испытуемых в положении лежа на спине в состоянии покоя отмечалась значительная положительная корреляция между систолическим артериальным давлением (САД) и размерами тела.



В предыдущих наших работах у лиц с ожирением была выявлена сильная связь между индексом массы тела (ИМТ) и САД, средняя – между ИМТ и ДАД ($r = 0,82$ и $r = -0,53$ соответственно). Во всем диапазоне ИМТ связь между коррелируемыми величинами оказалась слабой для ИМТ и САД ($r = 0,43$) и очень слабой для ИМТ и ДАД ($r = 0,06$) [2].

В работе Т.М. Сомовой и соавт. убедительно доказано, что при разработке нормативов и оценке АД у детей и подростков наряду с возрастом и полом необходимо учитывать рост [3]. При этом ученые теоретически обосновали прямую зависимость САД от роста – за счет гемодинамического удара, возникающего на время систолического притока.

Цель исследования

Целью настоящей работы стала оценка влияния роста на артериальное давление у лиц в возрасте от 18 до 20 лет.

Материал и методы

Для оценки гемодинамических закономерностей были выбраны студенты первого и второго курса лечебного и стоматологического факультетов Российского университета медицины.

В исследование были включены 264 студента и студентки, подписавшие информированное согласие на участие в нем.

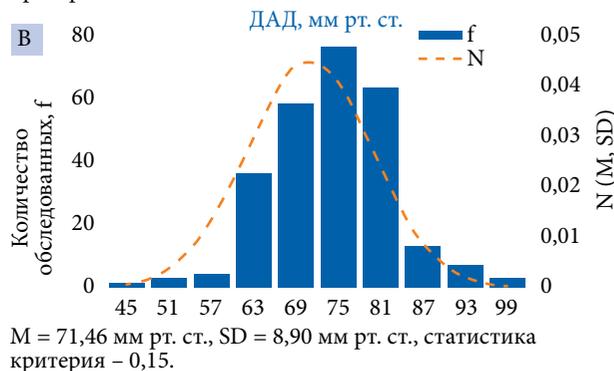
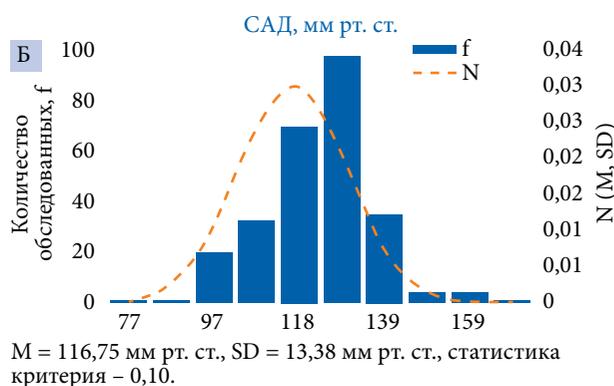
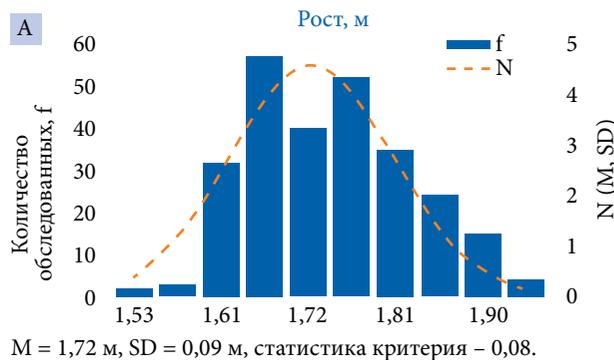
Для измерения артериального давления использовали электронный тонометр AND UA-777. Давление измерялось в положении сидя. Манжету располагали на 2–3 см выше локтевого сгиба. Рост определяли ростометром.

Статистические расчеты и корреляционный анализ проводили с помощью редактора таблиц Excel Microsoft Office 2016. Мерой корреляции (степени связи) между случайными величинами служил коэффициент, определяемый с помощью функционала КОРРЕЛ. При проверке на нормальность распределения переменных САД, ДАД и h применяли критерий Колмогорова – Смирнова и пакет программ SPSS IBM Statistics v. 26.

Результаты и их обсуждение

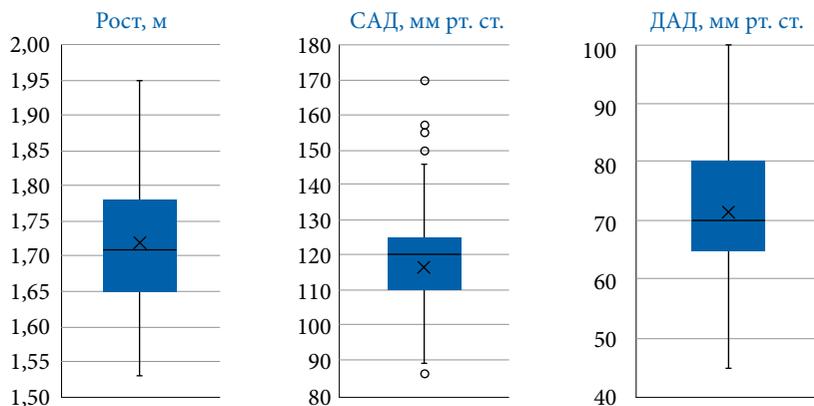
Среднее значение (M) и стандартное отклонение (SD) роста студентов составили $1,72 \pm 0,09$ м, САД – $116,75 \pm 13,38$ мм рт. ст., ДАД – $71,46 \pm 8,90$ мм рт. ст. (рис. 1). Коэффициент вариации переменных – 5,03, 11,46 и 12,45% соответственно, что свидетельствовало о значительной изменчивости роста и артериального давления в пределах одного возрастного периода. Минимальное значение роста составило 1,53 м, САД – 77 мм рт. ст., ДАД – 45 мм рт. ст., максимальное значение роста – 1,95 м, САД – 170 мм рт. ст., ДАД – 100 мм рт. ст. соответственно (рис. 2).

Все величины установлены с помощью критерия Колмогорова – Смирнова из библиотеки SPSS и расценены как нормально распределенные (статистика критерия – 0,08, 0,10 и 0,15 соответственно). Более детальный анализ показал, что их можно считать также распре-



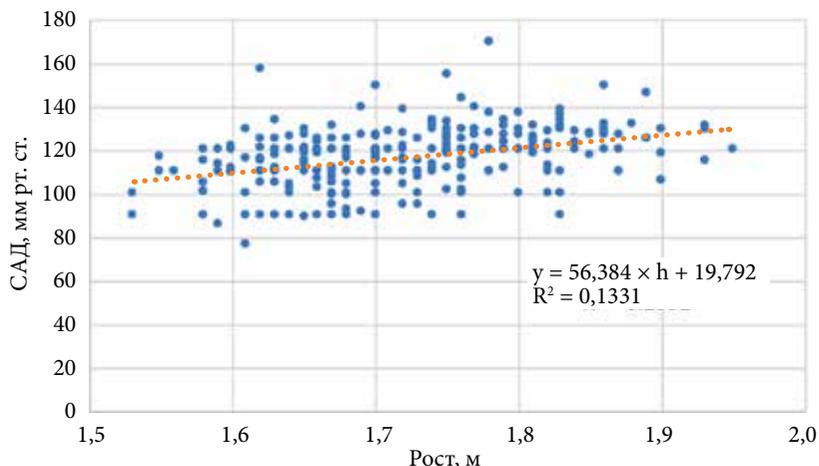
Примечание. f – эмпирическое распределение, N – теоретическое.

Рис. 1. Распределение обследованных по росту (А), САД (Б), ДАД (В)



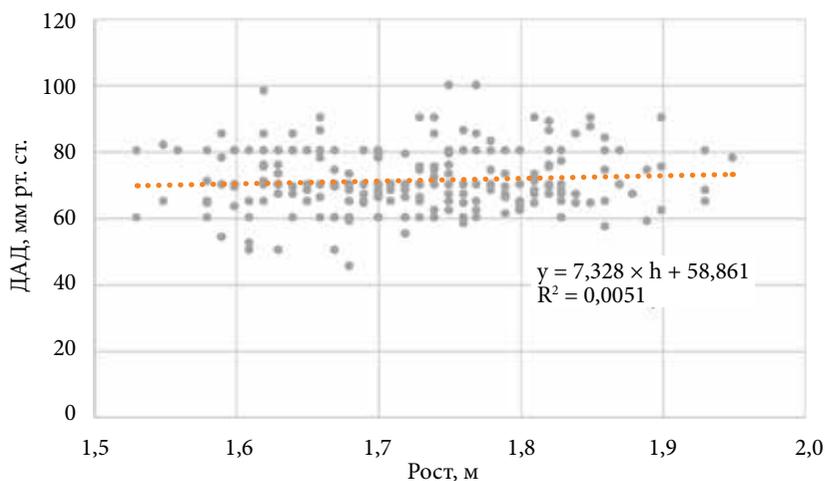
Примечание. Точки выброса определялись как данные, выходящие за границы полуторного межквартильного интервала.

Рис. 2. Диаграммы box-wiskers plot для роста, САД и ДАД



Примечание. Наклонная линия – линия тренда.

Рис. 3. Зависимость САД от роста



Примечание. Наклонная линия – линия тренда.

Рис. 4. Зависимость ДАД от роста

деленными логнормально (несимметричная колоколообразная кривая с наклоном вправо). Как известно, скошенные распределения имеют место, когда случайные величины не могут быть отрицательными или есть другая естественная граница (величина не может быть меньше определенного значения).

Применение других критериев нормальности распределения [4–9] свидетельствовало о том, что выводы по рассматриваемым переменным не так очевидны и требуют дополнительных исследований. Например, для h результаты тестов оказались следующими: тест Шапиро – Франса – p -value = 0 ($W' = 0,1066$), тест Д'Агостино – Пирсона – p -value = 0,01021303 ($K2 = 9,1682$), тест Харке – Бера – p -value = 0,03609554 ($JB = 6,6432$), критерий Крамера – Мизеса – p -value = 0,00295316 ($W = 0,2204$), тест Андерсона – Дарлинга – p -value = 0,00206703 ($W = 1,3113$). Необходимо отметить, что неопределенность в статистических выводах может быть обусловлена различиями в чув-

ствительности тестов к разным типам и размерам отклонений, а также размерами выборки данных.

Эмпирическое и теоретическое нормальное распределение роста и АД студентов представлено на рис. 1. Установлено, что с увеличением роста студентов их АД увеличивается следующим образом: САД = $56,384 \times h + 19,792$ мм рт. ст., ДАД = $7,328 \times h + 58,861$ мм рт. ст., то есть со скоростью 56,34 и 7,32 мм рт. ст./м соответственно (рис. 3 и 4). Темпы повышения САД оказались в 7,7 раза больше, чем таковые ДАД. Таким образом, зависимость САД от роста студентов оказалась значительно сильнее, чем зависимость ДАД от роста, что не противоречит нормальной гемодинамике и может быть физиологически обосновано. Увеличению АД по мере увеличения роста испытуемых соответствует положительный наклон линии тренда, причем у САД он заметно больше. Линия тренда (график аппроксимирующей функции) позволяет установить тенденцию в изменении АД в зависимости от роста. У студентов степень корреляции между ростом и САД, оцениваемая по шкале Чеддока, характеризовалась как умеренная ($r = 0,36$, $p < 0,05$), между ростом и ДАД – как слабая ($r = 0,07$, $p > 0,05$, p -value = 0,12) [10]. Для лиц с дефицитом массы связь между ростом и САД оказалась слабее, чем для лиц с нормальной или избыточной массой тела либо с ожирением. Несколько выше степень корреляции САД с массой тела студентов (0,49). Кроме того, установленные коэффициенты корреляции (r) были значительно ниже выявленных у 90 здоровых детей и подростков в возрасте от 7 до 17 лет (для мальчиков – 0,88, для девочек – 0,76) [3]. Этот факт весьма интересен и требует дополнительного исследования.

Отметим, что для того, чтобы поднять кровь на 1 м, необходимо дополнительное АД из расчета $1000 \times 1,05 : 13,6$ (1,05 – плотность крови, 13,6 – плотность ртути), то есть 77,21 мм рт. ст., что по порядку величины соответствует полученному угловому коэффициенту САД – 56,384 мм рт. ст. (см. рис. 3).

В связи с установленной слабой корреляционной связью роста с АД можно предположить, что сердцу не приходится преодолевать действие силы тяжести, как бы высоко и вертикально ни находилась над ним голова. В этом случае восходящие и нисходящие сосуды головы и шеи образуют сифон (устройство, которое заставляет жидкость подниматься вверх без насоса), благодаря которому кровь поднимается к голове самотоком, а насосная задача сердца сводится к преодолению сопротивления сосудов и наполнению сифона [11].

Косвенно объяснить полученные данные также может теория кровотока, предложенная R. Marinelli и соавт. [12]. Ученые декларируют, что сердце не насос. Артерии выполняют вспомогательную функцию, имитируя функцию сердца и обеспечивая импульсы циркулирующей крови. При этом артерии расширяются, чтобы принять поступающую кровь, и сокращаются, чтобы обеспечить увеличение импульса крови за счет присущей ей как жидкости несжимаемости. Данная теория, опровергающая идею



о движении крови в организме благодаря АД, была предложена после того, как J.L. Bremer (1932 г.) заснял кровь очень раннего эмбриона, спонтанно циркулирующую токами еще до того, как начало функционировать сердце. Однако эта теория весьма экзотична и требует дополнительного анализа и проверки.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что данная работа рассматривает лишь один из аспектов проблемы и исследования в этом направлении должны быть продолжены.

Выводы

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

1. С увеличением роста на каждые 10 см значения САД повышаются на 5,63 мм рт. ст., ДАД – на 0,73 мм рт. ст. Установленные корреляционные связи между ростом и давлением являются умеренными и слабыми – $r = 0,36$ для САД и $r = 0,07$ для ДАД, а изучаемые случайные величины характеризуются выраженной дисперсией.

2. Сила корреляции между АД и ростом несколько меньше, чем между АД и ИМТ, что снижает значимость роста по сравнению со значимостью ИМТ при оценке АД у лиц молодого возраста.

3. Установленные коэффициенты корреляции существенно ниже, чем у лиц в возрасте от 7 до 17 лет, что требует дополнительного изучения. 🌐

Литература

1. Evans J.M., Wang S., Greb C., et al. Body size predicts cardiac and vascular resistance effects on men's and women's blood pressure. *Front. Physiol.* 2017; 8: 561.
2. Муслов С.А., Мкртумян А.М., Арутюнов С.Д. Индекс массы тела студентов МГМСУ им. А.И. Евдокимова и его связь с показателями здоровья. *Эффективная фармакотерапия*, 2020; 16 (17): 8–16.
3. Сомова Т.М., Мещеряков В.В. Роль фактора роста в нормировании и оценке артериального давления у детей и подростков. *Вестник СурГУ. Медицина.* 2013; 16: 43–46.
4. Mbah A.K., Paothong A. Shapiro – Francia test compared to other normality test using expected p-value. *J. Stat. Comput. Simul.* 2014; 85: 3002–3016.
5. Shapiro S.S., Wilk M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika.* 1965; 52: 591–611.
6. Shapiro S.S., Francia R.S. An approximate analysis of variance test for normality. *JASA.* 1972; 67 (337): 215–216.
7. Royston P. A pocket-calculator algorithm for the Shapiro-Francia test for non-normality: an application to medicine. *Stat. Med.* 1993; 12 (2): 181–184.
8. Anderson T.W., Darling D.A. A test of goodness of fit. *JASA.* 1954; 49 (268): 765–769.
9. D'Agostino R., Pearson E.S. Tests for departure from normality. Empirical results for the distributions of b_2 and $\sqrt{b_1}$. *Biometrika.* 1973; 60 (3): 613–622.
10. Орлов А.А., Орлов А.И. Коэффициенты корреляции: шкала Чеддока и значимость. *Контроллинг.* 2024; 94 (4): 28–37.
11. Резник Н.Л. Когда голова далеко от сердца. *Химия и жизнь.* 2010; 9: 40–43.
12. Marinelli R., Fuerst B., van der Zee H., et al. Srdce není čerpadlo (The heart is not a pump). *Vlnovagenetika.cz*, 2023.

Influence of Young People's Height on Blood Pressure

S.A. Muslov, PhD, Prof.¹, A.M. Mkrtyumyan, MD, PhD, Prof.^{1,2}, P.Yu. Sukhochev³, L.Z. Guchukova⁴, A.A. Solodov, MD, PhD, Prof.¹, A.I. Zavyalova, PhD¹, Yu.A. Vasyuk, MD, PhD, Prof.¹

¹ Russian University of Medicine

² A.S. Loginov Moscow Clinical Scientific Center

³ Lomonosov Moscow State University

⁴ Zvenigorod Central City Hospital

Contact person: Sergey A. Muslov, muslov@mail.ru

Arterial hypertension is a direct threat to the health and life of patients. It can be an independent disease or a symptom of diseases of other organs and systems. In this regard, understanding the influence of various factors on human blood pressure is of particular importance.

We have investigated the parameters of the correlation between human height and systolic and diastolic blood pressure are studied using the example of students of the Russian University of Medicine of the same age group. Blood pressure was measured with an electronic tonometer, height – with a stadiometer. Statistical calculations and correlation analysis were performed using Excel Microsoft Office 2016 and SPSS IBM Statistics v. 26 software. A moderate and weak relationship between the signs was revealed, and it was established that with an increase in the height of students, their blood pressure increases. Trend line equations: $SBP = 56.384 \times h + 19.792$ mmHg, $DBP = 7.328 \times h + 58.861$ mmHg, where SBP is systolic blood pressure, DBP is diastolic blood pressure, and h is the respondent's height. However, the strength of the correlation, determined by the absolute value of the correlation coefficient, is significantly lower than that between blood pressure and the human body mass index.

Keywords: blood pressure, growth, correlation