АДАПТИВНЫЕ И КОМПЕНСАТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ФАКТОРЫ РИСКА ЗАБОЛЕВАНИЙ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ

Марзуг Башир Абдулла

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»

г. Саранск, Россия

Руководитель - профессор, доктор медицинских наук, кафедра нормальной и патологической физиологии с курсом гигиены Власова Татьяна Ивановна.

# **Аннотация**

Общие-сведения: В настоящее время отмечается прогрессивный рост сердечно-сосудистых-заболеваний (ССЗ) среди молодежи.

Цели: Оценить адаптивные и компенсаторные механизмы сердечно-сосудистой-системы (ССС) у лиц молодого возраста.

Методы: В исследовании приняли участие 29 добровольцев, разделенных на две группы по величине адаптационного потенциала (АП). Группа 1 (n = 16), значения АП были меньше 2,6, группа 2 (n = 13) значения АП были 2,6 и более. Возраст участников 18-25 лет (медиана 21,0). Всем участникам измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (САД/ДАД), рост, вес, объемы талии и бедер. Были рассчитаны АП (R.М. Baevsky et al., 1987), индекс Кердо, индекс массы тела и соотношение талии/бедер. Было проведено анкетирование респондентов обеих групп, направленное на сбор информации о факторах риска, связанных с образом жизни: курение табака, факторы, связанные с нездоровым питанием (низкая частота употребления фруктов/овощей/высокая частота жирной пищи), недостаток физической активности, уровень личностной и ситуативной тревожности посредством специально разработанных и стандартизированных личных интервью с помощью бумажных-анкет и Google-форм. Для математического анализа был выбран критерий χ2 Pearson («Statistica 7»).

Результаты: Нарушения АП у молодежи выявлены у 44,8%. Гемодинамический анализ и адаптационные способности ССС показали, что у участников 1-й группы с нормальным АП были более низкие уровни САД, ДАД и ЧСС, а также меньшие нарушения вегетативной регуляции ССС, чем у лиц 2-й группы. Выявлены наиболее значимые факторы риска развития ССЗ у лиц данной возрастной группы.

Заключение: Нарушения АП у молодых сопровождаются преобладанием симпатических влияний в регуляции функций ССС у 44,8%. В снижении адаптивно-компенсаторного потенциала ССС и развитии ССЗ у молодых людей наиболее значимыми являются факторы пола, избыточной массы тела, и тревожности.

Ключевые слова: Сердечно-Сосудистая Система; Приспособление; Фактор Риска; Патофизиология; Индекс Кердо; Ожирение; Стиль Жизни; Патогенез

# **Введение**

## Актуальность темы исследования

Сердечно-сосудистые заболевания резко увеличиваются среди молодых людей и являются основной причиной смерти в настоящее время.[1,2] По данным Американской кардиологической ассоциации, в 2019 году было зарегистрировано 18,6 миллиона смертей, связанных с сердечно-сосудистыми заболеваниями.[3] Поэтому актуальность проблемы сердечно-сосудистых заболеваний и их профилактики имеет большое значение.

## Обзор литературы по теме исследования

Наиболее распространенными сердечно-сосудистыми заболеваниями являются сердечная недостаточность, ишемическая болезнь сердца (ИБС), артериальная гипертензию и ишемическое повреждение головного мозга.[4] Обычно сердечно-сосудистые заболевания возникают внезапно, без предшествующих признаков и клинически бессимптомно с неясными рисками только с учетом семейного анамнеза такого заболевания.[5] Модифицированные факторы риска обычно зависят от страхового статуса человека, дохода семьи выше черты бедности, наличия обычного источника медицинской помощи и наличия сопутствующих заболеваний. [6] Повышение сосудистого тонуса и толерантность к глюкозе являются основными факторами риска, помимо ежедневного стресса, курения, низкой физической активности, ожирения и гиподинамии, все вместе они являются отправной точкой для развития сердечно-сосудистых заболеваний.[7,8] Статистические данные за 2019 год показали, что 8,7 миллиона случаев смерти во всем мире связаны с курением. [2] Было установлено, что отсутствие физической активности частично связано с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний.[9] Вероятно, отсутствие физической активности увеличивает возможность развития хронической тревожности, особенно общих тревожных расстройств, что, как следствие, увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний.[10] Кроме того, ожирение и дислипидемия напрямую связаны с сердечно-сосудистыми заболеваниями, обычно у мужчин, особенно с висцеральным ожирением и высокой фракцией холестерина липопротеинов низкой плотности.[11-13] Тревожность также имеет высокий потенциальный риск сердечно-сосудистых заболеваний, поскольку играет ключевую роль в формировании хронического стресса.[14]

## Основные гипотезы, цели и задачи исследования

В отношении молодых людей большинство научных работ указывало на возможную связь между дислипидемией, ожирением, полом, тревогой, физической активностью и генетической предрасположенностью. Для расширении представлений о влиянии данных факторов на работу ССС, резервы ее адаптации у лиц молодого возраста, интересным представляется оценить адаптивные и компенсаторные механизмы сердечно-сосудистой системы и охарактеризовать наиболее значимые факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у молодых людей, чему и посвящено данное исследование.

# **Методы и методологии**

В исследовании приняли участие 29 молодых здоровых добровольцев, разделенных на две группы по величине адаптационного потенциала (АП). В первой группе (n = 16) значения АП были меньше 2,6 (удовлетворительная адаптация), во второй группе (n = 13) значения АП составили 2,6 и выше (напряжение механизмов адаптации, неудовлетворительная адаптация). Возраст (A) участников колебался от 18 до 25 лет (медиана 21,0). У всех участников измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД; САД / ДАД), рост (H), вес (W), талию и бедра. Всем участникам измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (САД / ДАД), рост, вес, объемы талии и бедер. Были рассчитаны АП (R.М. Baevsky et al., 1987), индекс Кердо, индекс массы тела и соотношение талии / бедер. Было проведено анкетирование респондентов обеих групп, направленное на сбор информации о факторах риска, связанных с образом жизни: курение табака, факторы, связанные с нездоровым питанием (низкая частота употребления фруктов, овощей и высокая частота жирной пищи), недостаток физической активности, уровень личностной и ситуативной тревожности посредством специально разработанных и стандартизированных личных интервью с помощью бумажных анкет и Google форм. Показатели тревожности были определены количественно по шкале тревожности Spielberger State-Trait (STAI).[15,16] Для оценки влияния вегетативной нервной системы мы использовали индекс Кердо
 ($KI= 1-((диастолическое АД)/ЧСС)\* 100\%$), нормальный KI – от - 10 до + 10%; Положительные значения KI – преобладание симпатической нервной системы, отрицательные значения KI – преобладание парасимпатической нервной системы. Значения АП рассчитывались по формуле ($АP = 0.011(ЧСС)+ +0.014(сАД)+ 0.008(дАД)+ 0.009(вес)– 0.009(рост)++0.014(возраст) – 0.27$), где; АП <2,6 = удовлетворительная адаптация; 2,6 - 3,09 = напряжение механизмов адаптации; 3.10 - 3.49 = неудовлетворительная адаптация; ≥ 3,5 = сбой адаптации. Для математического анализа был выбран критерий χ2 Pearson («Statistica 7»).

# **Результаты**

Исследование показывает, что среди всех вариантов патологические отклонения адаптации у молодых людей выявлены в 44,8% (13), что свидетельствует об актуальности наиболее значимых факторов риска ССЗ. Увеличение адаптивного потенциала сопровождается незначительным сдвигом показателей гемодинамического гомеостаза миокарда в пределах их так называемых нормальных значений, возрастает напряжение регуляторных систем, увеличивается «плата за адаптацию». Нарушение адаптации в результате перенапряжения и истощения регуляторных механизмов у пожилых людей характеризуется резким падением резервных возможностей сердца. В то время как в молодом возрасте наблюдается даже повышение уровня кровеносной системы. Это было показано и в нашем исследовании. Анализ гемодинамических характеристик и адаптивных возможностей ССС у молодых людей показал, что уровни САД, ДАД и ЧСС у лиц 1-й группы с нормальным адаптивным потенциалом ССС ниже, чем у лиц 2-й группы.

ЧСС в 1-й группе была меньше на 12,5%, чем во 2-й. Изучение степени влияния вегетативной нервной системы на ССС с расчетным индексом, который в 1-й группе показал преобладание парасимпатической системы в регуляции работы сердца и тонуса сосудов, во 2-й группе - зафиксировано увеличение роли симпатических влияний. Гиперактивация СНС / ПНС была выявлена ​​в обеих группах, но во 2-й группе была выше на 80%. (Рисунок 1)

Figure 1. Kerdo index of young persons with different adaptational abilities of CVS.

Рисунок 1. Индекс Кердо молодых людей с разными адаптационными способностями ССС.

Оценка немодифицируемых факторов риска у молодых людей показала роль пола. В 1-й группе гендерное распределение составило 50,0% женщин, 50,0% мужчин, во 2-й группе женщины составили 7,7%, мужчины - 92,3%. Эта разница статистически значима (р <0,015). Изучение значимости генетической предрасположенности к развитию ССЗ показало, что 38% участников 1-й группы и 31% участников 2-й группы имеют близких родственников с соответствующей патологией.

Изучение антропометрических данных участников выявило корреляцию между увеличением ИМТ и нарушениями адаптивных способностей ССС. Во 2-й группе нормальные значения ИМТ были у 42,2%, избыточная масса тела - у 42,2%, ожирение - у 7,6%. В группе 1 все участники имели нормальный ИМТ. Различия между группами были достоверными (р <0,01). (Рисунок 2)

Figure 2: BMI of young persons with different adaptational abilities of CVS.

Рисунок 2: ИМТ молодых людей с различными адаптационными способностями ССС.

Оценка факторов риска, связанных с образом жизни, представлена ​​в (Таблица 1).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фактор | Индекс | Г1 (n=16) | Г2 (n=13) | χ2 test | P |
| Пол | М  | 50% (8) | 92,3% (12) | 5.998 | <0.015 |
| Ж  | 50% (8) | 7,7% (1) |  |  |
| фастфуд | >1раза в неделю | 68,8% (11) | 53,8% (7) | NS |  |
| <1 раза в неделю | 31,3% (5) | 46,2% (6) |  |  |
| Овощи | >1раза в неделю | 100% (16) | 100% (13) | NS |  |
| <1 раза в неделю | 0% (0) | 0% (0) |  |  |
| Курение | Да | 25,0% (4) | 53,8% (7) | NS |  |
| Нет | 75,0% (12) | 46,2% (6) |  |  |
| Физическая активность | ≥ 50 минута/д | 88% (14) | 77% (10) | NS |  |
| ≤50 минута/д | 13% (2) | 23% (3) |  |  |
| Генетическая предрасположенность | АГ | Нет | 63% (10) | 69% (9) | NS |  |
| Да | 38% (6) | 31% (4) |  |  |
| ДМ | Нет | 44% (7) | 62% (8) | NS |  |
| Да  | 56% (9) | 38% (5) |  |  |
| ИМТ | Медиана (Мин;Макс) | 21,76(18,46; 24,50) | 25,15(19,52; 33,42) |  |  |
| Норм | 100 % (16) | 42,2 %(6) | 11.357 | <0.01 |
| Преобладание ожирения | 0% | 42,2 %(6) |  |  |
| Ожирение | 0% | 7,6 %(1) |  |  |
| Т/Б соотношение | Медиана (Мин;Макс) | 0,79 (0,68; 0,83) | 0,81 (0,73; 0,92) |  |  |
| Норм | 100 % (16) | 92,4 % (12) | NS |  |
| Увеличение | 0% | 7,6% (1) |  |  |
| Шкала личной тревожности | Медиана (Мин;Макс) | 47(26;63) | 37,5(21; 71) |  |  |
| Низкий | 6,3% (1) | 38,4% (5) | 6,192 | <0.05 |
| Середина | 31,3% (5) | 38,4% (5) |  |  |
| Высокая | 62,5 % (10) | 23,2% (3) |  |  |
| Шкала ситуативной тревожности | Медиана (Мин;Макс) | 43(24; 68) | 34,5(23; 60) |  |  |
| Низкий | 6,3% (1) | 23,1% (3) | NS |  |
| Середина | 37,5% (6) | 46,2% (6) |  |  |
| Высокая | 56.3% (9) | 30,7 % (4) |  |  |

NS - Несущественная разница между группами

У молодых людей недостаток физической активности (реже чем по 50 минут в день) отмечался у 13% участников в группе 1, у 23% - в группе 2. В исследуемых группах курили 25,0% и 53,8% участников групп 1 и 2, и все участники ели овощи не реже одного раза в неделю. Жирную пищу чаще одного раза в неделю употребляют 68,8% участников 1-й группы и 53,8% участников 2-й группы (p> 0,05). Оценка эмоционального напряжения по уровню ситуативной и личностной тревожности показала, что этот фактор был наиболее значимым у лиц 1-й группы (медиана 47 (минимум 26; максимум 63) - высокий уровень тревожности, во 2-й группе этот показатель 37,5 (21; 71)) - умеренный уровень тревожности.

Сравнение результатов обеих групп указывает на нарушение настройки сердечно-сосудистой системы даже в состоянии покоя во второй группе, вероятно, из-за избыточного веса и курения, а также риска низкой физической активности и стресса. У шести из семи курильщиков второй группы были активизированы механизмы адаптации к стрессу, а у 14% - недостатоность механизмов адаптации. Однако только каждый седьмой курильщик не имеет 50 минут физической активности в день. У пяти из шести участников есть родственники с артериальной гипертензией и / или диабетом, у которых развилось напряжение в механизмах адаптации, и только 17% имеют отказ в механизмах адаптации. Интересно, что на момент сбора данных и опроса участников в первой группе 10 (62,5%) респондентов имели тяжелую степень тревожности, 5 (31,3%) - умеренные значения и только у одного была шкала низкой тревожности, в то время как у 0% возникли проблемы с адаптивным потенциалом CVS. Тогда как во второй группе у 3 (23,2%) из 13 участников была шкала тяжелой тревоги, а у 5 (38,4%) - шкала умеренной тревоги; при этом 5 (38,4%) с удовлетворительными значениями АП, при этом 92% из них имели напряжение адаптации и 8% - неудовлетворительные значения адаптации. Однако такой разброс между участниками первой и второй группы не исключает отрицательной роли тревоги в развитии сердечно-сосудистых заболеваний, что, вероятно, является возрастной особенностью. При этом следует учитывать, что тревожность является частью факторов риска и соотношением факторов риска, которые, вероятно, корректируются организмом. Например, высокое потребление овощей или физическая активность компенсируют беспокойство, корректируя метаболизм сердечно-сосудистой системы, особенно молекулы, выделяемые эндотелий во время физических нагрузок или употребления овощей (оксид азота, эндотелин и т. д.).[17,18]

Статистический анализ показателей факторов риска ССЗ, таких как курение, недостаточная физическая активность, наследственность, диетические привычки у молодых людей, и оценка процентного распределения участников по этим характеристикам не выявили статистических различий между группами. Существенные различия между группами были зарегистрированы по полу, ИМТ и эмоциональному напряжению, что указывает на их особую важность у молодых людей в снижении адаптивного и компенсаторного потенциала ССС и развитии ССЗ.

# **Обсуждение**

В свете наших результатов присутствует связь между появлением сердечно-сосудистых заболеваний и стрессом, гипертонией, низкой ежедневной физической активностью, курением и генетической предрасположенностью. Адаптационный потенциал ССС зависит от ИМТ> тревожности> курения> генетической предрасположенности> гипертонии> быстрого питания. Повышение сосудистого тонуса является прямым фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.[19] Значительное нарушение адаптационных механизмов ССС у молодых людей, вероятно, связано с вредными привычками: с курением, нездоровым образом жизни.[20,21] Повышение ДАД наблюдалось у трех молодых людей, что является скрытым признаком начальной гипертонии , вероятно, из-за нарушения эластичности сосудов после дисфункции эндотелиальных клеток, которая, по данным литературы чаще всего вызвана гиперлипидемией и гипергликемией.[22–24] В проанализированных данных наблюдалась недостаточность адаптивного потенциала, связанная с полом, что свидетельствует о более высоком риске развития сердечно-сосудистых заболеваний у молодых мужчин.[28] Молодым людям, особенно мужчинам, рекомендуется профилактический скрининг на гипертензию, гипергликемию и гиперлипидемию.[29] Снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний требует отказа от вредных привычек и ведения здорового образа жизни, а также физической активности.[30]

# **Заключение**

Патологические отклонения адаптационного потенциала у молодых людей выявляются у 44,8%, что свидетельствует об актуальности выявления наиболее значимых факторов риска ССЗ для их профилактики. Нарушение адаптивного потенциала ССС у молодых людей сопровождается преобладанием симпатических влияний в регуляции функций ССС. В снижении адаптивно-компенсаторного потенциала ССС и развитии ССЗ у молодых людей наибольшее значение имеют факторы пола, лишнего веса и эмоционального напряжения.

# Литература

1. Cardiovascular diseases (CVDs) [Electronic resource]. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds) (accessed: 16.04.2021).

2. Benjamin E.J. et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2019 Update: A Report From the American Heart Association // Circulation. 2019. Vol. 139, № 10. P. e56–e528.

3. Virani S.S. et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2021 Update // Circulation. 2021. Vol. 143, № 8.

4. Wang Z., Yu B. Metabolomics, Proteomics, and Genomics // Biomarkers in Cardiovascular Disease. Elsevier, 209. P. 159–170.

5. Stein R., Ferrari F., Scolari F. Genetics, Dyslipidemia, and Cardiovascular Disease: New Insights // Curr. Cardiol. Rep. 2019. Vol. 21, № 8. P. 68.

6. Singh V., Watson R.R. Lifestyle Features and Heart Disease // Lifestyle in Heart Health and Disease. Elsevier, 2018. P. 223–226.

7. Srour B. et al. Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé). // BMJ. 2019. Vol. 365. P. l1451.

8. Choi S. et al. Association of Obesity or Weight Change With Coronary Heart Disease Among Young Adults in South Korea // JAMA Intern. Med. 2018. Vol. 178, № 8. P. 1060.

9. Chomistek A.K. et al. Physical Activity and Incident Cardiovascular Disease in Women: Is the Relation Modified by Level of Global Cardiovascular Risk? // J. Am. Heart Assoc. 2018. Vol. 7, № 12.

10. Reiner I.C. et al. The association of chronic anxiousness with cardiovascular disease and mortality in the community: results from the Gutenberg Health Study // Sci. Rep. 2020. Vol. 10, № 1. P. 12436.

11. Libby P. et al. Atherosclerosis // Nat. Rev. Dis. Prim. 2019. Vol. 5, № 1. P. 56.

12. Pol T. et al. Dyslipidemia and Risk of Cardiovascular Events in Patients With Atrial Fibrillation Treated With Oral Anticoagulation Therapy: Insights From the ARISTOTLE (Apixaban for Reduction in Stroke and Other Thromboembolic Events in Atrial Fibrillation) Trial // J. Am. Heart Assoc. 2018. Vol. 7, № 3.

13. Hedayatnia M. et al. Dyslipidemia and cardiovascular disease risk among the MASHAD study population // Lipids Health Dis. 2020. Vol. 19, № 1. P. 42.

14. Karlsen H.R. et al. Anxiety as a risk factor for cardiovascular disease independent of depression: a prospective examination of community-dwelling men (the MrOS study) // Psychol. Health. 2021. Vol. 36, № 2. P. 148–163.

15. Alves D.G.L. et al. The positive impact of physical activity on the reduction of anxiety scores: a pilot study // Rev. Assoc. Med. Bras. 2019. Vol. 65, № 3. P. 434–440.

16. Spielberger anxiety test [Electronic resource]. URL: https://psycho-tests.com/test/spielberger-anxiety-test.

17. Ross M.D. Endothelial Regenerative Capacity and Aging: Influence of Diet, Exercise and Obesity // Curr. Cardiol. Rev. 2018. Vol. 14, № 4. P. 233–244.

18. Obeid J., Nguyen T., Timmons B. Circulating Endothelial Progenitor Cells in Youth: Fitness, Physical Activity and Adiposity // Int. J. Sports Med. 2016. Vol. 37, № 05. P. 388–394.

19. Fuchs F.D., Whelton P.K. High Blood Pressure and Cardiovascular Disease // Hypertension. 2020. Vol. 75, № 2. P. 285–292.

20. Roy A. et al. Tobacco and Cardiovascular Disease: A Summary of Evidence // Disease Control Priorities, Third Edition (Volume 5): Cardiovascular, Respiratory, and Related Disorders. The World Bank, 2017. P. 57–77.

21. Banks E. et al. Tobacco smoking and risk of 36 cardiovascular disease subtypes: fatal and non-fatal outcomes in a large prospective Australian study // BMC Med. 2019. Vol. 17, № 1. P. 128.

22. Gijsen F. et al. Expert recommendations on the assessment of wall shear stress in human coronary arteries: existing methodologies, technical considerations, and clinical applications // Eur. Heart J. 2019. Vol. 40, № 41. P. 3421–3433.

23. Wengrofsky P., Lee J., N. Makaryus A. Dyslipidemia and Its Role in the Pathogenesis of Atherosclerotic Cardiovascular Disease: Implications for Evaluation and Targets for Treatment of Dyslipidemia Based on Recent Guidelines // Dyslipidemia. IntechOpen, 2019.

24. Li J. et al. Dietary Inflammatory Potential and Risk of Cardiovascular Disease Among Men and Women in the U.S. // J. Am. Coll. Cardiol. 2020.

25. Bucholz E.M., Gooding H.C., de Ferranti S.D. Awareness of Cardiovascular Risk Factors in U.S. Young Adults Aged 18–39 Years // Am. J. Prev. Med. 2018. Vol. 54, № 4. P. e67–e77.

26. Bertoluci M.C., Rocha V.Z. Cardiovascular risk assessment in patients with diabetes // Diabetol. Metab. Syndr. 2017. Vol. 9, № 1. P. 25.

27. Jeong S. et al. Effect of Change in Total Cholesterol Levels on Cardiovascular Disease Among Young Adults // J. Am. Heart Assoc. 2018. Vol. 7, № 12.

28. Stanhewicz A.E., Wenner M.M., Stachenfeld N.S. Sex differences in endothelial function important to vascular health and overall cardiovascular disease risk across the lifespan // American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology. 2018.

29. Ciffone N.A., Copple T. Managing dyslipidemia for CVD prevention // Nurse Pract. 2019. Vol. 44, № 1. P. 8–16.

30. Zhang X. et al. Physical activity and risk of cardiovascular disease by weight status among U.S adults // PLoS One / ed. Brown J.C. 2020. Vol. 15, № 5. P. e0232893.

Список сокращений:

АП – адаптационный потенциал, АД – артериальное давление, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания, ССС – сердечно-сосудистая система, H – рост, ЧСС – частота сердечных сокращений, SAS – шкала ситуативной тревожности, PAS – шкала личной тревожности, W – масса.