

терные для гипоксии нарушения ЧСС, ССС, ЧССхССС, особенно сильно в сердцах ВУ (табл.6). Усиление Вдых, характерное для действия мексидола либо нифедипина в условиях гипоксии, сменялось его подавлением при сочетании этих лекарств перед моделированием Г<sub>50</sub> (табл.6). Содержание макроэргов в изолированных сердцах также падало, сравнительно с таковым при гипоксии, хотя это снижение и было меньше, чем при моделировании гипоксии в присутствии одного нифедипина (табл.7).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нифедипин в исследованной дозе усугублял гипоксические нарушения. Это проявлялось в изолированных миокардах всех типов животных. По-видимому, кальций, поступающий по медленным каналам извне, необходим для поддержания деятельности клеток изолированного миокарда при моделировании гипоксии средней тяжести.

Мексидол в исследованной дозе оказывал четкий антигипоксический эффект. Причем это действие было более выражено в изолированных сердцах НУ крыс. Это связано, по-видимому, с активацией более устойчивого к действию гипоксии сукцинатоксидазного пути энергообразования. В миокардах же ВУ этот путь изначально превалирует [6], что и объясняет более слабое действие мексидола у этого пула животных.

Сочетание мексидола и нифедипина привело к резкому уменьшению антигипоксического действия мексидола, особенно выраженному в миокардах ВУ крыс. Следует отметить, что при этом снизилось прогипоксическое влияние нифедипина, особенно выражено в миокардах ВУ животных. На основании вышеизложенного, следует сделать вывод о нецелесообразности комбинации мексидола и нифедипина при патологических процессах, сопровождающихся гипоксией средней степени тяжести. По-видимому, кальций, поступающий по медленным каналам в клетки миокарда, необходим для реализации антигипоксического действия мексидола.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блаттнер Р., Классен Х., Денерт Х. Эксперименты на гладких мышцах. -М.: Мир, 1984. -С. 32-47.
2. Гендвилене В.М., Нарушквичус Э.В. Влияние гипоксии и фенигилина на длительность потенциала действия и силу сокращений миокарда лягушки // Бюлл. эксп. биол. и мед. - 1981. - N 4. - С. 403.
3. Дудченко А.М., Сеилханов С.К. Об одновременном измерении в одной кювете спектрофотометрическим методом АДФ, АМФ и пирувата в кислых экстрактах тканей // Рац. предл. - 1990.-N 94.- НИИ фармакологии РАМН.
4. Корнеев А.А. Исследование некоторых кислородзависимых процессов на изолированном сокращающемся сердце при гипоксии: Автореф. дис.... канд. биол. наук.- М., 1985.- 17 с.
5. Сеилханов С.К. Адренергическая регуляция энергетического обмена и устойчивости к гипоксическому воздействию изолированного сокращающегося сердца крысы: Автореф. дис.... канд. мед. наук.- М., 1991. - 24 с.
6. Лукьянова Л.Д. Антигипоксанты - новый класс фармакологических веществ // Итоги науки и техники. - М., 1991.- Т. 27.- С. 5-26.
7. Лукьянова Л.Д., Атабаева Р.Е., Шепелева С.Ю. Биоэнергетические механизмы антигипоксического действия сукцинатпроизводного 3-оксипиридина мексидола // Бюлл. эксп. биол. и мед.- 1993.- Т. 65.- N 3.- С. 259-260.
8. Лукьянова Л.Д., Атабаева Р.Е., Шепелева С.Ю. Антигипоксические эффекты некоторых производных 3-оксипиридина на изолированный миокард крыс // Бюлл. эксп. биол. и мед.- 1993.- Т. 65.- N 4.- С.366-368.
9. Чернобаева Г.Н., Лукьянова Л.Д. Роль индивидуальной резистентности к гипоксическому фактору при поиске антигипоксантов и оценке эффективности их действия

// Фармакологическая коррекция гипоксических состояний.- М., 1989. - С. 160-164.

10. Bergmeyer H.U. Methods of Enzymatic Analysis.- New York: Academ. Press.- 1965.- 894 с.
11. Fleskenstein A. Specific pharmacology of calcium in myocardium, cardiac pacemakers and vascular smooth muscle // Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol. -1977.- Vol. 17.- N 2.- P. 149-166.
12. Neely J.R., Rovetto M.J. Techigues for perfused isolated rat heart // Methods of Enzymology (Ed.-J.G/Hardman).- New York, -1975.- Vol. 39.- P. 43-60.
13. Roy F., Pruneau D. Comparison of effects of nifedipine, diltiazem and verapamil on the mechanical activity of rabbit papillary muscles inoluced by barium chloride // Pharmacol.- 1986.- N 2.- P. 69-75.
14. Watts J.A. Protection of ischemic hearts by Ca antagonists // J. Mol. and Cell. Cardiol.-1986.- Vol. 18.- Suppl. N 4. - P. 71-75.

**С.В. Соловьёв, Е.Ю. Шаламова, Е.В. Хорошилова**  
Ханты-Мансийский государственный медицинский институт,  
Л.В. Прояева  
Курганский государственный университет

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОК 2-ГО КУРСА ХМГМИ В УСЛОВИЯХ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА

**Аннотация:** Исследовали функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студенток 2-го курса ХМГМИ в условиях относительной эмоциональной стабильности (межсессионный период); накануне сдачи экзамена; в день сдачи экзамена перед взятием экзаменационного билета и после ответа на билет. Определяли ЧСС, систолическое и диастолическое артериальное давление, среднее, пульсовое АД, коэффициент выносливости, показатель двойного произведения, вегетативный индекс Кердо. В ходе исследования выявили существенные сдвиги ряда исследованных показателей функционирования сердечно-сосудистой системы студенток, говорящие о негативных изменениях, вызванных экзаменационным стрессом.

**Ключевые слова:** экзамен, стресс, студентки, эмоциональное напряжение, сердечно-сосудистая система.

## ВВЕДЕНИЕ

Главным индикатором онтогенеза является здоровье. Состояние здоровья учащейся молодежи формируется в конкретных социально-экономических условиях жизни, в том числе на состояние здоровья студентов оказывает влияние само обучение в вузе, так как это период, насыщенный стрессами.

Состояние психического напряжения учащихся высшей школы может быть вызвано рядом причин, среди которых одно из первых мест занимает экзаменационный стресс.

Экзамен как психотравмирующий фактор учитывается даже в клинической психиатрии при определении характера психогении и классификации неврозов. Многочисленные исследования последних лет доказывают, что экзаменационный стресс оказывает негативное влияние на нервную, сердечно-сосудистую и иммунную системы студентов и может даже вызывать нарушения генетического аппарата, повышая вероятность возникновения онкологических заболеваний [14,15].

Было показано, что экзаменационный стресс, особенно в сочетании с употреблением кофеина, может приводить в последующем к стойкому повышению артериального давления у студентов. Так называемый академический стресс влиял на такие гематологические показатели, как число эритроцитов, процентное содержание в них гемоглобина, показатель гематокрита и другие важные параметры крови [14, 15].

По данным российских авторов, в период экзаменационной сессии у студентов регистрируются выраженные нарушения вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы [7, 11, 12, 13, 15]. Длительное и весьма значительное эмоциональное напряжение может приводить к активации симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, а также к развитию переходных процессов, сопровождающихся нарушением вегетативного гомеостаза и повышением лабильности реакций сердечно-сосудистой системы на эмоциональный стресс [12, 15]. Во время экзамена значительно повышается частота сердечных сокращений, возрастает артериальное давление, уровень мышечного и психоэмоционального напряжения [11, 12, 13, 15].

Период подготовки к экзаменам также характеризуется рядом неблагоприятных факторов: это интенсивная умственная деятельность, увеличение статической нагрузки при значительном ограничении двигательной активности, нарушение режима сна и отдыха, эмоциональные переживания, связанные с возможным изменением социального статуса студентов. В совокупности это приводит к перенапряжению вегетативной нервной системы, осуществляющей регуляцию функций организма.

После сдачи экзамена физиологические показатели не сразу возвращаются к норме. Обычно требуется несколько дней для того, чтобы параметры артериального давления вернулись к исходным величинам [14, 15].

Таким образом, по данным большинства исследователей, экзаменационный стресс представляет собой серьезную угрозу здоровью студентов, причем особую актуальность проблеме придает массовый характер данного явления, ежегодно охватывающего сотни тысяч учащихся в масштабах нашей страны.

Объективным показателем степени эмоционального напряжения служат изменения деятельности сердца. Согласно теории Лэси [8], в динамике эмоциональных реакций изменения пульса и артериального давления оказываются не только периферическими проявлениями эмоций, но и одновременно - существенным звеном механизма регуляции уровня возбуждения структур головного мозга, ответственных за психическую деятельность. Состояние сердечно-сосудистой системы отражает деятельность всех систем организма в целом.

Исходя из этого, целью данного исследования являлось изучение влияния экзаменационного стресса на показатели функционирования сердечно-сосудистой системы студенток лечебного факультета ХМГМИ. Для реализации цели исследования поставили следующие задачи:

исследовать показатели функционирования сердечно-сосудистой системы девушек-студенток лечебного факультета в условиях относительной эмоциональной стабильности (межсессионный период);

изучить особенности функционирования сердечно-сосудистой системы девушек-студенток лечебного факультета при стрессе, вызванном сдачей экзамена.

## 1. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие студентки 2-го курса лечебного факультета ХМГМИ, 28 девушек. Средний возраст испытуемых составил  $18,8 \pm 0,8$  г.

Исследование проходило в 4 этапа. На первом этапе были получены данные в условиях относительной эмоциональной стабильности, в межсессионный период. На втором этапе измерения проводили накануне сдачи экзамена. Третий и четвертый этапы исследования проходили в день сдачи экзамена: непосредственно перед взятием экзаменационного билета и после сдачи экзамена.

Все измерения проводились в первой половине дня, в учебной аудитории. Исследования выполнялись по общепринятым методикам [5, 6]. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студенток определяли по таким показателям, как ЧСС, систолическое и диастолическое артериальное давление (АД), среднее, пульсовое АД, коэффициент выносливости, показатель двойного произведения.

Частоту сердечных сокращений (ЧСС) определяли пальпаторно на левой лучевой артерии, за 10 секунд, затем приводили к 1 минуте.

Артериальное давление регистрировали по методу Короткова.

Пульсовое давление рассчитывали по формуле:

$$ПД = САД - ДАД,$$

где ПД - пульсовое давление, САД - систолическое артериальное давление, ДАД - диастолическое артериальное давление.

Среднее артериальное давление рассчитывали по формуле:

$$АД_{\text{сред}} = \frac{САД + 2 \cdot ДАД}{3},$$

где АД сред. - среднее артериальное давление, САД - систолическое артериальное давление, ДАД - диастолическое артериальное давление.

Коэффициент выносливости характеризует функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Коэффициент выносливости рассчитывали по формуле:

$$КВ = \frac{ЧСС \times 10}{ПД},$$

где КВ - коэффициент выносливости, ЧСС - частота сердечных сокращений, ПД - пульсовое давление.

В норме коэффициент выносливости равен 16. Уменьшение этого показателя свидетельствует об усилении работы сердца, а увеличение - наоборот, об ослаблении деятельности сердечно-сосудистой системы и нарушении кровообращения.

Важное место в обеспечении гемодинамических функций занимает механическая деятельность сердца. Для ее оценки используется индекс Робинсона, или показатель двойного произведения, который отражает потребление кислорода миокардом. Показатель двойного произведения рассчитывали по формуле:

$$ПДП = \frac{ЧСС \times САД}{100},$$

где ПДП - показатель двойного произведения, ЧСС - частота сердечных сокращений, САД - систолическое артериальное давление.

Значения индекса Робинсона от 76 до 89 соответствуют средним значениям этого показателя, 75 и меньше - выше среднего, 90 и больше - ниже среднего. Согласно литературным данным, увеличение показателя двойного произведения свидетельствует о повышенной энергетике сердца и нарушении кровообращения во всех системах организма.

Деятельность ВНС направлена на оптимальную адаптацию организма к изменяющимся условиям существования. При развитии стрессорной реакции, наряду с эндокринными изменениями, имеют место вегетативные

Таблица 1

Некоторые показатели функционирования ССС студенток 2-го курса лечебного факультета ХМГМИ (n=28)

Показатели	1 исследование		2 исследование		3 исследование		4 исследование	
	M <sub>1</sub>	±m <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	±m <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	±m <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	±m <sub>4</sub>
ЧСС уд./мин	74,3	2,0	88,3*	2,9	104,2*	4,8	113,9*	3,4
САД мм рт. ст.	109,1	2,0	105,4	2,0	114,6*	1,7	117,9*	2,3
ДАД мм рт. ст.	73,2	2,1	66,8*	1,4	73,9	1,4	80,0*	1,9
ПД мм рт. ст.	35,9	1,6	38,6	1,7	40,7*	1,4	37,9	1,7
АД среднее мм рт. ст.	91,2	1,9	86,1*	1,5	94,3	1,4	98,9*	1,9
КВ	22,1	1,4	24,0	1,2	26,5*	1,5	31,3*	1,4
ПДП	81,0	3,0	93,3*	3,8	119,6*	5,8	134,8*	5,3

Примечание:

1 исследование - межсессионный период;

2 исследование - накануне экзамена;

3 исследование - перед взятием билета;

4 исследование - после ответа на вопросы экзаменационного билета;

ЧСС - частота сердечных сокращений, САД - систолическое артериальное давление, ДАД - диастолическое артериальное давление, ПД - пульсовое давление, АД среднее - среднее артериальное давление, КВ - коэффициент выносливости, ПДП - показатель двойного произведения;

\* - различия достоверны по отношению к показателям, полученным в состоянии относительной эмоциональной стабильности (межсессионный период),  $P < 0,05$

реакции. Значительную роль в формировании проявлений стресса играет взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов ВНС и временное преобладание одного из них, что можно определить при помощи индекса Кердо.

Вегетативный индекс Кердо рассчитывали по формуле:

$$\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД}/\text{ЧСС}) \times 100,$$

где ВИК - вегетативный индекс Кердо, ДАД - диастолическое артериальное давление, ЧСС - частота сердечных сокращений.

Полученные данные были обработаны методом вариационной и корреляционной статистики. При статистической обработке был использован метод Стьюдента-Фишера. Различия между сравниваемыми величинами считали достоверными при вероятности не менее 95% ( $P < 0,05$ ) [9].

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ. ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования изучали динамику показателей функционирования сердечно-сосудистой системы девушек - студенток лечебного факультета ХМГМИ (табл. 1).

Выбор в качестве критерия эмоционального напряжения показателей функционирования сердечно-сосудистой системы был обусловлен тем, что сердечная деятельность отличается высокой реактивностью, играет первостепенную роль в адаптационных перестройках организма. Изменения деятельности сердца также служат объективным показателем степени эмоционального напряжения, не сопровождающегося физической нагрузкой. Уже в 1967 г. В.В. Париным с соавторами была выдвинута концепция о системе кровообращения как индикаторе адаптационных реакций целостного организма, что впоследствии позволило разработать методы прогнозирования функционального состояния космонавтов в длительных космических полетах [1, 2]. Позже этот

подход был реализован в профилактической медицине для оценки состояния здоровья при массовых обследованиях населения [3].

В ходе исследования были выявлены определенные изменения исследуемых показателей функционирования ССС, говорящие о негативных изменениях, вызванных экзаменационным стрессом.

Так, частота сердечных сокращений (ЧСС) у девушек в период сессии во всех трех измерениях превышала данные, полученные в условиях относительной эмоциональной стабильности (межсессионный период) (табл. 1). Если на консультации перед экзаменом ЧСС повышалась по сравнению с исходными значениями (с  $74,3 \pm 2,0$  до  $88,3 \pm 2,9$  уд./мин), но еще находилась в пределах средней возрастной нормы [4], то в день экзамена оба измерения превышали таковую и составили соответственно перед заходом на экзамен и после ответа на экзамене  $104,2 \pm 4,8$  и  $113,9 \pm 3,4$  уд./мин. Таким образом, наибольших значений ЧСС достигала в день сдачи экзамена после ответа на экзаменационный билет, несмотря на то, что сама стрессовая ситуация к этому моменту так или иначе разрешилась.

Как известно, "ценой адаптации" являются напряжение регуляторных систем и мобилизация функциональных резервов, благодаря чему основные показатели жизнедеятельности длительно сохраняются в пределах нормы. В нашем исследовании показатели артериального давления претерпевали определенные изменения, но, тем не менее, существенно не отличались от возрастной нормы. Так, оба измерения, проведенные в день экзамена, показали некоторое увеличение систолического артериального давления девушек-студенток (табл. 1). Более тревожащим признаком было некоторое увеличение диастолического артериального давления, так как это говорит об увеличении периферического сопротивления току крови, а следовательно, об ухудшении кровоснабжения органов и тканей.

Одним из важных признаков нормального функционирования сердечно-сосудистой системы является способность удерживать среднее артериальное давление. В нашем исследовании у студенток выявили снижение этого показателя накануне экзамена по сравнению с исходным значением (межсессионный период) ( $91,2 \pm 1,9$  до  $86,1 \pm 1,5$  мм рт. ст.;  $P < 0,05$ ). Наибольших значений АД среднее достигало после ответа на экзамене -  $98,9 \pm 1,9$  мм рт. ст.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы характеризует также коэффициент выносливости: снижение значения показателя выносливости говорит об усилении работы сердца, а увеличение - об ослаблении деятельности сердечно-сосудистой системы и нарушении кровообращения [8]. Следует отметить, что этот показатель был выше нормы (16) уже в межсессионный период, что может свидетельствовать об известной степени напряжения адаптационных механизмов, и составлял  $22,1 \pm 1,4$ . В период экзаменационной сессии этот показатель возрастал еще в большей степени и в день сдачи экзамена составил  $26,5 \pm 1,5$  и  $31,3 \pm 1,4$  соответственно перед заходом на экзамен и после ответа на экзамене.

Существенные изменения претерпевал также индекс Робинсона, или показатель двойного произведения, который отражает потребление кислорода миокардом. Увеличение этого показателя по сравнению со средними значениями (76-89) говорит о повышении энергетики сердца и нарушении кровообращения во всех системах организма.

Величина индекса Робинсона студенток в межсессионный период соответствовала средним значениям ( $81,0 \pm 3,0$ ). В период сессии этот показатель достоверно превышал исходную величину. Наибольшего значения он достигал после ответа на экзамене -  $134,8 \pm 5,3$ .

Адаптационный потенциал определяется не столько уровнем функционирования системы кровообращения, сколько ее функциональными резервами и степенью напряжения регуляторных систем. Степень напряжения характеризуется показателями вегетативного гомеостаза. В нашем исследовании определяли вегетативный индекс Кердо (ВИК), который показывает соотношение симпатических и парасимпатических влияний. Индекс Кердо у испытуемых претерпевал разнонаправленные изменения, для интерпретации которых, вероятно, нужна более обширная выборка.

В условиях относительной эмоциональной стабильности выявили несущественную корреляционную связь между ВИК и ЧСС, систолическим, диастолическим и средним артериальным давлением.

В исследовании, проведенном на консультации, связь между ВИК и ЧСС усиливалась и становилась достоверной отрицательной ( $r = -0,874$ ;  $P < 0,05$ ). Проявлялась также корреляционная связь между ВИК и индексом Робинсона ( $r = -0,644$ ;  $P < 0,05$ ). Сохранялась также скрытая корреляционная связь между ВИК и диастолическим артериальным давлением.

Представляет интерес то обстоятельство, что в день экзамена в обоих измерениях корреляционная связь между ВИК и ЧСС сохранялась, но становилась положительной.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У участвовавших в исследовании студенток значения частоты сердечных сокращений достоверно возрастали от первого к четвертому измерению, и, начиная с измерения, проведенного накануне экзамена, превышали значения этого показателя в норме.

Значения систолического и диастолического арте-

риального давления также возрастали в день сдачи экзамена. Пульсовое давление во время сессии было выше, чем в состоянии относительной эмоциональной стабильности; его максимальные значения отметили перед взятием экзаменационного билета. Среднее артериальное давление девушек студенток накануне экзамена было достоверно ниже показателей, полученных в межсессионный период, и нарастало в день сдачи экзамена.

Коэффициент выносливости, рассчитанный для девушек, увеличивался от первого к четвертому измерению, и достоверно возрастал в день экзамена. Значения показателя двойного произведения увеличивались от первого к четвертому измерению. Эти изменения свидетельствовали о нарушении кровообращения в условиях экзаменационного стресса.

Ряд исследованных показателей, несмотря на произошедшие изменения, оставались в границах нормы. Однако нужно учитывать, что систолическое и диастолическое артериальное давление при переходе от одного функционального состояния к другому возрастают, но только при срыве адаптации значения этих показателей достигают общепринятых границ патологии [10].

Таким образом, в ходе исследования были выявлены существенные сдвиги ряда исследованных показателей функционирования сердечно-сосудистой системы студенток, говорящие о негативных изменениях, вызванных экзаменационным стрессом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М. К проблеме прогнозирования состояния человека в условиях длительного космического полета // Физиол. журн. СССР. 1972.- №6.- С. 819.
2. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии.- М.: Медицина, 1979.
3. Баевский Р.М., Казначеев В.П. Диагноз донозологический // БЭМ.-Изд. 3-е.-М., 1978.-Т.7.- С. 252.
4. Вейн А.М., Вознесенская Т.Г., Голубев В.Л. и др. Заболевания вегетативной нервной системы. - М.: Медицина, 1991.- 624 с.
5. Григорович О.А. Конституциональные исследования в изучении физиологических систем организма человека: Учебное пособие для студентов вузов.- Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 1997.- 69 с.
6. Гуминский А.А., Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии.- М.: Просвещение, 1990.- 239 с.
7. Доскин А.В. Профилактика экзаменационного стресса // Школа и психическое здоровье учащихся/ Под ред. С.М. Громбаха.- М.: Медицина, 1988.- С. 147-160.
8. Ковязина О.Л., Наймушина А.Г., Панин С.В. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы при эмоциональном напряжении. - Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2000. - 16 с.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия.- М.: Высшая школа, 1980.- 293 с.
10. Превентивная кардиология: Руководство/ А.В. Виноградов, А.Н. Климов, А.И. Клиорин и др.; Под ред. Г.И. Косицкого.- М.: Медицина, 1987.- 512 с.
11. Плотников В.В. Оценка психовегетативных показателей у студентов в условиях экзаменационного стресса // Гигиена труда.-1999.- №5.- С. 48-50.
12. Умрюхин Е.А., Быкова Е.В., Климина Н.В. Вегетативный тонус и энергозатраты у студентов в процессе результативной учебной деятельности // Вестник Российской АМН.-1999.- №6.- С. 47-51.
13. Фаустов А.С., Щербатых Ю.В. Обучение и здоровье: Методические рекомендации для студентов и преподавателей.- Воронеж, 2000.- 32 с.
14. Щербатых Ю.В. Экзамен и здоровье // Высшее образование в России.- 2000.- №3.- С. 53-56.
15. Щербатых Ю.В. Экзаменационный стресс.- Воронеж, 2000.- 120 с.