

## **Особенности адаптационных реакций и обмен коллагена под влиянием нервно-мышечной релаксации**

**Д.Г. Иванов, В.Г. Подковкин**

### ***Adaptation response features and collagen metabolism under the influence of neuromuscular relaxation***

**D.G. Ivanov, V.G. Podkovkin**

Самарский государственный университет (заведующий кафедрой биохимии – профессор, к.б.н. Ю.П. Фролов)

Рассматривается влияние отдельного сеанса нервно-мышечной релаксации на изменение показателей систем, обеспечивающих адаптацию, и обмена коллагена в ротовой жидкости студентов. Обнаружено положительное влияние релаксационной техники на субъективную оценку самочувствия и настроения, снижение ситуативной тревожности после сеанса. В результате выполнения техники нервно-мышечной релаксации у студентов снижалась функциональная активность симпатoadренальной и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем. Кроме того, нервно-мышечная релаксация влияла на метаболизм коллагена, снижая уровень свободного оксипролина в ротовой жидкости. Обсуждаются возможные механизмы влияния релаксационной техники на метаболизм коллагена.

**Ключевые слова:** нервно-мышечная релаксация, метаболизм коллагена, ротовая жидкость.

The work deals with the effect of a single session of neuromuscular relaxation on the change in the values of the systems, responsible for adaptation, as well as on that in collagen metabolism in students' oral fluid. A positive effect of relaxation technique has been revealed on the subjective assessment of general condition and mood, on the decrease of situational anxiety after relaxation procedure. The functional activity of both sympathoadrenal and hypothalamo-hypophyseal-adrenal systems decreased due to the application of neuromuscular relaxation. Moreover, neuromuscular relaxation influenced collagen metabolism, decreasing the level of free oxyproline in oral fluid. Possible mechanisms of the relaxation technique effect on collagen metabolism are discussed.

**Keywords:** neuromuscular relaxation, collagen metabolism, oral fluid.

#### ВВЕДЕНИЕ

По распространенности заболевания опорно-двигательного аппарата занимают четвертое место в мире после патологий сердечно-сосудистой системы, онкологических болезней и сахарного диабета [14]. При этом некоторые заболеваний скелета, такие как остеопороз, остеомаляция, артриты обусловлены развитием патологических процессов на клеточном и молекулярном уровне и развиваются в связи со сдвигами гормонального гомеостаза вследствие патологии эндокринных желез или старения.

Кроме того, причиной системных заболеваний опорно-двигательного аппарата может быть стресс. В ранних работах была показана резорбция губчатой костной ткани у крыс, подвергавшихся действию стрессорирующего фактора [6]. Исследования, проведенные в нашей лаборатории, обнаружили усиление костной резорбции и сдвиги метаболизма коллагена у крыс, подвергавшихся действию повышенной температуры среды [12] или помещавшихся в пластиковые пеналы [5]. При этом сдвиги метаболизма коллагена при стрессе зависели от эмоционального статуса животных [10] и не наблюдались, если крысам вводили феназепам [4]. У студентов в условиях экзаменационного стресса наблюдались сдвиги маркеров ме-

таболизма коллагена, при этом реакция на стресс зависела от личностной тревожности [11].

На основании этих данных можно предполагать, что применение седативных препаратов или релаксационных техник способно предотвратить стресс-индуцированные изменения в соединительной и костной тканях. При этом применение психологических приемов саморегуляции таких как аутогенная тренировка, идеомоторная или нервно-мышечная релаксация, на наш взгляд, является более предпочтительным по сравнению с приемом фармакологических препаратов в связи с дешевизной, доступностью и отсутствием побочных эффектов на организм. Поэтому исследование влияния релаксационных техник на обмен соединительной ткани представляется достаточно перспективным направлением.

Из перечисленных выше психологических методов саморегуляции наиболее простым и не требующим специальных навыков является метод нервно-мышечной релаксации. Поэтому целью данной работы было исследовать эффект отдельного сеанса нервно-мышечной релаксации на изменение показателей систем, обеспечивающих адаптацию, и обмена коллагена у студентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы была выполнена с участием 12 практически здоровых студентов Самарского государственного университета, 2 юноши и 10 девушек в возрасте 19-20 лет. Исследование проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской декларации. До включения в исследование все участники были проинформированы и дали письменное согласие.

Методика нервно-мышечной релаксации проводилась поочередно в двух группах по шесть человек в специальном помещении. В ходе проведения релаксации была использована техника, предложенная А.Б. Леоновой и А.С. Кузнецовой [9]. Расслабляющие упражнения студенты выполняли вслед за куратором, поочередно напрягая и расслабляя мышцы груди, ног, рук и лица. Занятие начиналось с медитации на дыхании и заканчивалось активизирующим выдохом.

Обследование студентов проводили дважды до и после сеанса нервно-мышечной релаксации. При каждом обследовании у студентов измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС) и диастолическое артериальное давление (ДАД), собирали ротовую жидкость для биохимического анализа, проводили тестирование на субъективную оценку самочувствия, активности, настроения по карте САН [13], определяли уровень ситуативной тревожности по Спилбергеру [9]. По окончании сеанса студентов просили написать отзывы.

На основании полученных показателей сердечно-сосудистой системы вычисляли вегетатив-

ный индекс Кердо (ВИК), который рассчитывали по формуле:

$$ВИК = (1 - \frac{ДАД}{ЧСС}) \times 100.$$

Отрицательные значения индекса указывают на преобладание ваготонии, а положительные – симпатикотонии. При скомпенсированном влиянии обоих отделов вегетативной нервной системы значения ВИК равны 0 [16]. Содержание общего белка в ротовой жидкости как показателя симпатических влияний на слюнные железы определяли биуретовым методом [8]. Уровень 11-оксикортикостероидов (11-ОКС) в ротовой жидкости – показателя функциональной активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС) – определяли по методу, предложенному В.Г. Подковкиным с соавт. [17]. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов определяли по концентрации в ротовой жидкости диеновых конъюгатов и кетонов [7]. Уровень обмена коллагена оценивали по содержанию свободного и белковосвязанного окси-пролина в ротовой жидкости [18].

Результаты исследования представляли в виде среднего арифметического плюс-минус ошибка среднего. Нормальность распределения значений оценивали методом Колмогорова-Смирнова. Сравнение средних проводили с помощью критерия Стьюдента для повторных измерений [3]. Отличия считали достоверными при статистической значимости  $p < 0,05$ .

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного исследования было выявлено положительное влияние занятия нервно-мышечной релаксации на субъективную оценку собственного состояния студентами. Это обнаруживалось в повышении баллов оценки самочувствия и настроения, снижении показателя ситуативной тревожности (табл. 1). Необходимо отметить, что нервно-мышечная релаксация не изменяла средний показатель активности студентов.

Таблица 1

Результаты субъективной оценки студентами собственного состояния до и после сеанса нервно-мышечной релаксации

Показатель	Результат оценки, балл	
	до сеанса	после сеанса
Самочувствие	4,20±0,24	5,15±0,31*
Активность	3,93±0,35	4,50±0,34
Настроение	3,96±0,41	5,01±0,29*
Ситуативная тревожность	50,67±2,79	40,08±2,29**

Примечание. Изменение показателя статистически значимо: \* –  $p < 0,005$ ; \*\* –  $p < 0,001$ .

Результаты тестирования согласовывались с письменными отзывами студентов. Ниже при-

ведены отзывы двух студенток, наиболее полно, на наш взгляд, отражающие состояние студентов после сеанса релаксации.

*Эта методика помогла мне расслабиться. Расслабление наступало после расслабления группы мышц плеча. До релаксации я не испытывала волнения... После расслабления я стала ощущать себя лучше, даже появилась бодрость, немного поднялось настроение.*

П.И.

*На мой взгляд, получилось расслабиться. Я спокойна. Тело расслабилось, но еще появилось ощущение, что хочется спать.*

Д.А.

Как видно из представленных отзывов, после нервно-мышечной релаксации студенты ощущали расслабление, но при этом у части студентов активность после сеанса повышалась, в то время как у других снижалась, и развивалось сонливое состояние.

Вместе с изменением субъективных показателей занятие нервно-мышечной релаксацией приводило к сдвигам биохимических показателей ротовой жидкости и изменению деятельно-

сти сердечно-сосудистой системы. Как видно из данных, представленных в таблице 2, нервно-мышечная релаксация снижала индекс Кердо, что свидетельствует об уменьшении симпатических влияний на деятельность сердца.

Кроме того, снижалась функциональная активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, это обнаруживалось по уровню 11-ОКС в ротовой жидкости. После тренинга в ротовой жидкости снижалось содержание диеновых конъюгатов, субстратом которых являются фосфолипиды, однако происходило повышение уровня диеновых кетонов – продуктов перекисного окисления фосфолипидов. Изменение уровня диеновых конъюгатов и кетонов, субстратом

которых являются холестерол и триацилглицеролы (ТАГ), в ротовой жидкости студентов происходило неоднаправленно, поэтому сдвиги данных показателей не могли быть проанализированы.

В то же время сеанс нервно-мышечной релаксации приводил к снижению уровня свободного оксипролина в ротовой жидкости. Это позволяет полагать, что в результате релаксации снижался уровень катаболизма коллагена. При этом тренинговое занятие не приводило к изменению активности процессов анаболизма коллагена. Содержание белковосвязанного оксипролина в ротовой жидкости студентов после занятия не изменялось.

Таблица 2  
Изменение биохимических показателей ротовой жидкости и деятельности сердечно-сосудистой системы у студентов после сеанса нервно-мышечной релаксации

Показатель	До сеанса	После сеанса
Содержание белка, мг/мл	1,55±0,23	1,44±0,16
Индекс Кердо	11,26±4,60	3,38±4,28*
Содержание 11-ОКС, мкг/мл	1,31±0,16	1,01±0,11*
Уровень диеновых конъюгатов (субстрат холестерин и ТАГ), нмоль/л	0,82±0,13	0,66±0,12#
Уровень диеновых конъюгатов (субстрат фосфолипиды), нмоль/л	2,09±0,20	1,90±0,18*
Уровень диеновых кетонов (субстрат холестерин и ТАГ), нмоль/л	4,69±0,31	6,02±0,61#
Уровень диеновых кетонов (субстрат фосфолипиды), нмоль/л	7,72±0,62	8,69±0,72*
Содержание свободного оксипролина, мкг/мл	0,17±0,02	0,14±0,01*
Содержание белковосвязанного оксипролина, мкг/мл	0,66±0,06	0,60±0,06

Примечание: \* – изменение показателя статистически значимо,  $p < 0,05$ ; # – коэффициент корреляции значений до и после занятия нервно-мышечной релаксацией статистически незначим. 11-ОКС – 11-оксикортикостероиды; ТАГ – триацилглицеролы.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

В основе техники нервно-мышечной релаксации лежит прямое воздействие на определенные участки тела, результатом которого является снятие напряжения в задействованной группе мышц, сопровождающееся усиленным кровенаполнением данной области [8]. Субъективное расслабление отдельных групп мышц сопровождается появлением чувства тепла и тяжести, чувством покоя и отдыха. В проведенном исследовании нервно-мышечная релаксация оказывала положительный эффект на эмоциональную сферу, снижала тревожность, улучшала настроение и самочувствие. Активность у различных студентов после сеанса НМР изменялась по-разному, это могло быть обусловлено как личностными особенностями студентов, так и жизненной ситуацией испытуемых на момент проведения тренинга. В литературе состояние релаксации рассматривается как противоположное стрессу, при этом отмечают, что наиболее быстро достигается эффект успокоения (устранение эмоциональных доминант) и только затем восстановления (ослабление признаков утомления) [8]. На основании этого можно считать, что у части студентов в результате отсутствия навыков выполнения НМР происходило только успокоение и развивалось сонливое состояние.

Изменения в эмоциональной сфере студентов, обусловленные сеансом нервно-мышечной релак-

сации, возможно, влияли на эфферентную импульсацию миндалины и лобных долей больших полушарий к гипоталамусу, снижая активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Это, в свою очередь, приводило к снижению уровня 11-ОКС в крови и ротовой жидкости. В литературе есть сведения о высокой корреляции содержания уровня глюкокортикоидов в крови и ротовой жидкости [21], похожие результаты были обнаружены и в нашей лаборатории [1].

Нервно-мышечная релаксация снижала активность симпато-адреналовой системы, это обнаруживалось по снижению вегетативного индекса Кердо. Хотя тренинговое занятие не оказывало влияние на содержание белка в ротовой жидкости – показателя влияния симпатической нервной системы на слюнные железы.

Снижение интенсивности процессов катаболизма коллагена под действием релаксации, вероятно, было обусловлено снижением уровня секреции 11-ОКС корой надпочечников, так как активирующее действие глюкокортикоидов на остеокласты и макрофаги соединительной ткани в настоящее время считается доказанным [20, 15]. С другой стороны, нельзя исключать и действие симпатоадреналовой системы на скелет, которое, согласно современным представлениям, реализуется через  $\beta$ -адренорецепторы на клетках костной ткани [19].

Необходимо заметить, что, по данным литературы, содержание метаболитов коллагена в виде свободного и белковосвязанного оксипролина отражает, в первую очередь, метаболизм коллагена костной ткани [2], поэтому изменение данных показателей после сеанса нервно-мышечной релаксации в большей степени отражает активность процессов ремоделирования в кости. Это позволяет рассматривать возможные

области применения нервно-мышечной релаксации. С одной стороны, данная техника саморегуляции может быть применена для коррекции обусловленных стрессом изменений в костной ткани у практически здоровых людей. С другой – возможно рассматривать применение нервно-мышечной релаксации для преодоления тревоги и депрессии у больных остеопорозом.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нервно-мышечная релаксация оказывала положительное психологическое действие, улучшала самочувствие и настроение студентов, снижала показатель ситуативной тревожности. Вместе с этим, после сеанса нервно-мышечной релаксации наблюдалось снижение напряжения симпатoadренальной системы в виде уменьшения значений индекса Кердо и изменение функциональной активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, обнаруживающееся по снижению базального уровня 11-ОКС в ротовой жидкости. Занятие нервно-мышечной релаксацией

снижало уровень свободного оксипролина в ротовой жидкости – маркера катаболизма коллагена, и не оказывало влияние на процессы анаболизма коллагена, определяющиеся по уровню белковосвязанного оксипролина в ротовой жидкости. Полученные данные позволяют рекомендовать использование нервно-мышечной релаксации в клинической практике в качестве метода коррекции стрессовых состояний и последствий их воздействия на метаболизм коллагена, а также для коррекции психических состояний, обусловленных болезнями опорно-двигательного аппарата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Т. И., Подковкин В. Г., Чикина Е. Л. Биохимическая оценка функционального состояния коры надпочечников // Вестн. Самар. гос. ун-та. 2002. № 4. С. 137-144.
2. Герасимов А. М., Фурцева Л. Н. Биохимическая диагностика в травматологии и ортопедии. М.: Медицина, 1986. 240 с.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. / под ред. Н. Е. Бузикашвили, Д. В. Самойлова. М.: Практика, 1998. 459 с.
4. Иванов Д. Г., Подковкин В. Г. Влияние феназепема на метаболизм коллагена у крыс при тепловой нагрузке // Вестн. Урал. мед. академ. науки. 2009. № 2. С. 282-283.
5. Иванов Д. Г., Подковкин В. Г. Изменение показателей метаболизма коллагена и фосфорно-кальциевого обмена у крыс при остром стрессе // Вестн. Урал. мед. академ. науки. 2009. № 2. С. 229-230.
6. Иванов И. Ф., Ковальский П. А. Гистология с основами эмбриологии домашних животных. М.: Сельхозиздат, 1962. 679 с.
7. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. Минск: Беларусь, 2000. Т. 2. 463 с.
8. Колб В. Г., Камышников В. С. Клиническая биохимия: пособие для врачей-лаборантов. Минск: Беларусь, 1976. 311 с.
9. Леонова А. Б., Кузнецова А. С. Психологические технологии управления состоянием человека. М.: Смысл, 2007. 311 с.
10. Подковкин В. Г., Иванов Д. Г. Изменение показателей метаболизма коллагена у крыс с различным эмоциональным статусом при остром стрессе // Успехи современного естествознания. 2008. № 11. С. 5-9.
11. Подковкин В. Г., Иванов Д. Г. Обмен коллагена у людей с различным уровнем личностной тревожности в условиях эмоционального стресса // Фундамент. исслед. 2009. № 6. С. 35-40.
12. Подковкин В. Г., Иванов Д. Г. Состояние коры надпочечников и динамика содержания оксипролина у крыс при термическом воздействии // Вестн. Самар. гос. ун-та. 2006. № 9. С. 237-242.
13. Практическая диагностика: методики и тесты / под ред. Д. Я. Райгородского. Самара: Бахрат-М, 2007. 672 с.
14. Руководство по остеопорозу / под ред. Л. И. Беневоленской. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 524 с.
15. Серов В. В., Шехтер А. Б. Соединительная ткань (функциональная морфология и общая патология). М.: Медицина, 1981. 312 с.
16. Хвостова С. А., Свешников К. А. Взаимосвязь между состоянием адаптивных механизмов и минеральной плотностью костей скелета у больных остеопорозом и с переломами // Современные проблемы науки и образования. 2008. № 3. С. 40-44.
17. Способ оценки функции коры надпочечников: пат. 2190852 Рос. Федерация / В. Г. Подковкин, Л. М. Бондаренко, М. И. Панина. – заявл. 27.11.2000; опубл. 10.10.2002. – 4 с.
18. Способ оценки метаболизма коллагена: пат. 2214596 Рос. Федерация / В. Г. Подковкин, Л. М. Бондаренко, М. Ю. Власов, Н. П. Авакумова, О. В. Грибкова. – заявл. 21.05.2002; – опубл. 20.10.2003. – 4 с.
19. Beta2-adrenoreceptor ligands regulate osteoclast differentiation in vitro by direct and indirect mechanisms / S. J. Aitken [et al.] // Arch. Biochem. Biophys. 2009. No 482. P. 96-103.
20. Hirayama T., Sabokbar A., Athanasou N. A. Effect of corticosteroids on human osteoclast formation and activity // J. Endocrinol. 2002. Vol. 175, No 1. P. 155-163.
21. Vinning R. F., McGinley R. A. The measurement hormones in saliva: possibilities and pitfalls // J. Steroid Biochem. 1987. Vol. 27, No 1-3. P. 81-94.

Рукопись поступила 14.12.09.

#### Сведения об авторах:

1. Иванов Дмитрий Геннадьевич – Самарский государственный университет, кафедра биохимии, кандидат биологических наук, научный сотрудник; e-mail: dg1983@rambler.ru Тел. 8-927-702-19-17;
2. Подковкин Владимир Георгиевич – Самарский государственный университет, биологический факультет, кафедра биохимии, доктор биологических наук, профессор; e-mail: podkovkin@rambler.ru.