



© Л. А. Варич, А. И. Федоров, Н. В. Немолочная, Н. Г. Блинова

DOI: [10.15293/2226-3365.1805.14](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1805.14)

УДК 612.453+159.91

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УРОВНЯ КОРТИЗОЛА ПОДРОСТКОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ЛИЦЕЯ-ИНТЕРНАТА*

Л. А. Варич, А. И. Федоров, Н. В. Немолочная, Н. Г. Блинова (Кемерово, Россия)

Проблема и цель. Авторами исследуется проблема функционирования организма в условиях воздействия стрессовых факторов. Целью работы стало выявление особенностей взаимосвязи психофизиологических характеристик подростков, обучающихся в лицее-интернате, с уровнем кортизола – гормона стресса.

Методология. В исследовании участвовали воспитанники лицея-интерната в возрасте 14–15 лет (54 человека), у которых проводилась оценка нейродинамических, психодинамических характеристик, показателей вариабельности сердечного ритма и уровня кортизола в слюне. На основании перцентильного анализа подростки были разделены на три группы с учетом уровня слюнного кортизола. Для выявления взаимосвязи проведен корреляционный анализ.

Результаты. Получены данные о взаимосвязи ряда психофизиологических параметров адаптации с уровнем слюнного кортизола у подростков, обучающихся в условиях лицея-интерната. Показано, что повышение уровня кортизола сопровождается увеличением подвижности нервных процессов, работоспособности головного мозга, преобладанием процессов возбуждения над торможением, снижением объема кратковременной памяти, преобладанием симпатических влияний в регуляции сердечной деятельности при оптимальном функциональном состоянии организма. Подростки с пониженной концентрацией исследуемого гормона отличаются от сверстников усилением централизации механизмов вегетативной регуляции на фоне преобладания вагусных влияний на сердечный ритм, уменьшением уровня функционального резерва организма, низким уровнем нейродинамических характеристик, более высокими значениями объема кратковременной памяти, неуравновешенностью нервных процессов с преобладанием торможения. Сбалансированная активность симпатического и парасимпатического отделов

*Исследование выполнено при поддержке Кемеровского государственного университета

Варич Лидия Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и психофизиологии, Кемеровский государственный университет.

E-mail: varich2002@mail.ru

Федоров Александр Иванович – доктор биологических наук, заведующий кафедрой физиологии человека и животных и психофизиологии, Кемеровский государственный университет.

E-mail: valeo@mail.ru

Немолочная Нина Владимировна – аспирант кафедры физиологии человека и животных и психофизиологии, Кемеровский государственный университет.

E-mail: valeo@mail.ru

Блинова Нина Геннадьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и психофизиологии, Кемеровский государственный университет.

E-mail: ngb_valeo@mail.ru

ВНС, высокий уровень объема внимания и уравновешенность нервных процессов наблюдаются при средних значениях саливарного кортизола.

***Заключение.** Полученные результаты указывают на взаимосвязь уровня кортизола и психофизиологических особенностей подростков, и позволяют говорить о его ведущей роли в формировании приспособительных реакций у учащихся в процессе обучения в образовательном учреждении интернатного типа.*

***Ключевые слова:** саливарный кортизол; нейродинамические показатели; психодинамические характеристики; показатели сердечного ритма; старший подростковый возраст; адаптация; лицей-интернат.*

Постановка проблемы

Общеизвестно, что одной из основных причин нарушения физиологической адаптации и здоровья детей и подростков часто является несоответствие воспитательно-образовательного процесса личностным, интеллектуальным и функциональным возможностям их организма [3; 20].

В условиях возросших требований к адаптационным возможностям организма учащихся, обучающихся в образовательных учреждениях повышенного уровня (гимназии, лицеи и т. п.), характеризующихся высокими информационными нагрузками, уменьшением времени досуга, гиподинамией, повышенными требованиями со стороны учителей, угрозой отчисления при снижении успеваемости и т. д., возникает необходимость в дифференцированной оценке условий и факторов, которые оказывают влияние на особенности формирования психовегетативных и эндокринных механизмов адаптации подростков и выявления их роли в изменении функционального состояния организма в процессе обучения [1; 10].

В последние годы появляется всё больше образовательных учреждений инновационного типа: лицеи, гимназии, школы-интернаты повышенного уровня образования. Каждое заведение имеет свою специфику и направленность, которую необходимо учитывать в совокупности с индивидуально-типологическими особенностями учащихся, поступающих в эти учреждения. Условия обучения в

образовательных учреждениях интернатного типа существенно отличаются от условий общеобразовательной школы [6].

Находясь на обучении в школе-интернате, подростки проживают в общежитии, в комнатах по несколько человек. Кроме того, учащиеся испытывают постоянное воздействие стрессовых факторов, таких как: нахождение вне семьи, новый коллектив преподавателей и одноклассников, отсутствие возможности побыть одному и пр. Все это отрицательно сказывается на психоэмоциональном статусе подростка [20]. Успешность обучения в таких условиях предполагает не только высокий уровень развития интеллектуальных способностей, но и хорошую стрессоустойчивость и достаточные функциональные резервные возможности организма [9].

Расходование функциональных резервов происходит в интересах поддержания необходимого уровня функционирования основных систем организма, которые играют ведущую роль в сохранении постоянства внутренней среды организма, в обеспечении гомеостаза. В неадекватных условиях организм вынужден адаптироваться, приспособливаться к окружающей среде путем изменения уровней функционирования отдельных систем [8].

Особого внимания в оценке деятельности регуляторных механизмов, приводящих к перестройке внутренней среды организма в соответствии с внешними условиями, заслуживает пубертатный период



онтогенеза. Для исследования особенностей психофизиологической адаптации подростков к новым условиям обучения необходим комплексный подход, включающий оценку нейродинамических, когнитивных, вегетативных и эндокринных особенностей их организма [6; 9]. Одним из важных показателей адаптационных возможностей организма человека является уровень глюкокортикоидных гормонов, в частности, кортизола, который является необходимым фактором защитной реакции организма. Повышение уровня кортизола обычно расценивают как индикатор наличия стресса [18]. Действие кортизола вызывает различные физиологические, когнитивные и поведенческие изменения, имеющие решающее значение для успешной адаптации к новым условиям среды, которые могут выступать в роли стрессора [16; 21; 23].

Цель исследования заключалась в выявлении взаимосвязи нейро- и психодинамических, вегетативных характеристик и уровня слюварного кортизола подростков, обучающихся в условиях лицея-интерната.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были обследованы учащиеся МБНОУ «Губернаторский многопрофильный лицей-интернат» в возрасте 14–15 лет в количестве 54 человек. Исследование проводилось с октября по декабрь 2016 года.

С помощью автоматизированной кардиоритмологической программы проводилась оценка показателей variability сердечного ритма (BCP): частота пульса (ЧСС, уд./мин); мода (M_0 , сек) – наиболее часто встречающиеся значения кардиоинтервалов $R-R$; амплитуда моды (A_{M_0} , %) – выраженное в процентах число значений интервалов, соответствующих моде; вариационный размах (ΔX , сек) – разность между величиной

наибольшего и наименьшего кардиоинтервалов; среднее квадратическое отклонение (SDNN, мс) – характеризует вагусную регуляцию; среднеквадратичное различие между длительностью соседних $R-R$ интервалов (RMSSD, мс) – мера BCP с малой продолжительностью циклов; индекс напряжения регуляторных систем (ИН, усл. ед.) [2; 11].

Для исследования нейродинамических показателей подростков были использованы методики, позволяющие оценить скорость простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР, мс), функциональную подвижность нервных процессов (УФП НП, с), работоспособность головного мозга (РГМ, кол-во сигналов), уравновешенность нервных процессов по реакции на движущийся объект (РДО). Проводилось изучение объема внимания и кратковременной памяти на числа, слова и геометрические фигуры [5].

Определение свободного кортизола в слюне выполнялось с помощью иммуноферментного анализатора [22]. Сбор слюны проводился через 1,5 часа после пробуждения. Концентрация слюварного кортизола оценивалась в нг/мл [15]. Референсные пределы набора, используемого для определения кортизола в слюне, составляли 0,9–11,5 нг/мл.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета прикладных программ *Statistica*. Для каждого изучаемого параметра вычислялись среднее значение (M), ошибка репрезентативности средней (m). Достоверность различия признаков (P) в сравниваемых группах измерялась по критерию Стьюдента (t). Высчитывались коэффициенты корреляции, по критерию значимости Стьюдента, значимость множественного коэффициента корреляции – по критерию Фишера [19].

Результаты и их обсуждение

Пубертатный период онтогенеза характеризуется существенным повышением активности центрального звена эндокринной системы (гипоталамуса), что приводит к смене во взаимодействии эндокринной системы, подкорковых структур и коры больших полушарий. Наиболее интенсивные изменения выявляются в регуляторных механизмах и нейро-гуморальных взаимоотношениях. Одним из компонентов стрессовой реакции является гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система, которая инициирует выброс каскада гормонов, в том числе глюкокортикоидного гормона стероидной природы – кортизола [7; 13; 14].

Кортизол повышает чувствительность адренорецепторов к катехоламинам, участвуя тем самым в формировании стресс-реакции организма, при которых в связи с метаболическими эффектами они быстро обеспечивают организм энергетическим материалом. Другой аспект действия кортизола заключается в угнетении секреции кортиколиберина. Согласно современным представлениям, действуя по принципу обратной связи, кортизол снижает интенсивность стрессовой реакции и защищает всю систему от перегрузки [21].

Результаты оценки уровня слюварного кортизола подростков показали, что его концентрация находится в референсных пределах. Минимальное значение изучаемого показателя составило 1,2 нг/мл, максимальное – 8,6 нг/мл (рис. 2).

Учитывая то, что концентрация слюварного кортизола не выходит за пределы нормы и говорить о его ведущей роли на основании

средних значений достаточно сложно, был проведен факторный анализ, который определил концентрацию кортизола в слюне как достоверно значимый фактор, оказывающий на психофизиологические показатели подростков выраженное влияние. Для количественной оценки зависимости нейродинамических, психодинамических характеристик и показателей ВСП от уровня кортизола был проведен корреляционный анализ [19].

При анализе структуры взаимосвязей исследуемых показателей подростков установлены отрицательные корреляционные связи уровня кортизола с такими характеристиками, как: УФП НП, среднее время запаздывания, объем всех видов кратковременной памяти, тогда как показатели РГМ, общее среднее время реакции и среднее время опережения имели прямую зависимость от концентрации слюварного кортизола (рис. 1).

Соответственно, повышение уровня кортизола сопровождается увеличением подвижности нервных процессов, работоспособности головного мозга, преобладанием процессов возбуждения над торможением, снижением объема кратковременной памяти. Согласно современным представлениям, действуя по принципу обратной связи, кортизол снижает интенсивность стрессовой реакции, делая нервную систему более реактивной, защищая тем самым весь организм от перегрузки [21]. Снижение когнитивных функций при повышении уровня кортизола можно рассматривать как проявление алластатической нагрузки – расплаты за состояние готовности к реакции на стрессор [12; 24].

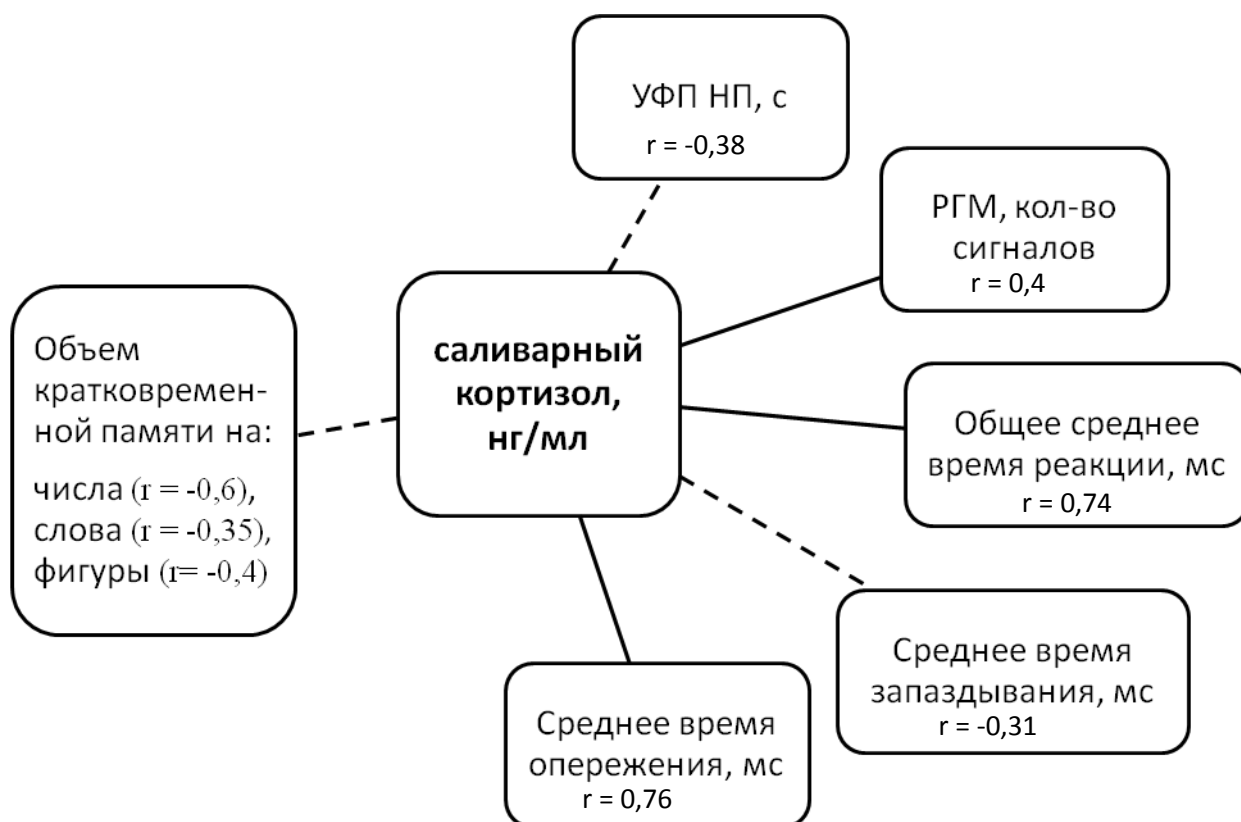


Рис. 1. Диаграмма корреляционных связей психофизиологических показателей и уровня саливарного кортизола подростков

Fig. 1. The correlations diagram between psychophysiological indices and a salivary cortisol level of adolescents

Оценка корреляционной зависимости изучаемых показателей и уровня саливарного кортизола с учетом пола показала, что общая структура корреляционных связей не имеет гендерных особенностей, за исключением наличия достоверных положительных связей между уровнем саливарного кортизола и показателями ЧСС в покое ($r = 0,45$), АМо в покое и ортостазе ($r = 0,38$) и ИН в покое ($r = 0,4$) у девочек-подростков. Тогда как у мальчиков такая зависимость не обнаружена, что свидетельствует о более выраженной автономии в регуляции сердечной деятельности девочек при увеличении уровня кортизола [26].

Для выявления различий психофизиологических показателей подростков с разным уровнем саливарного кортизола был проведен

перцентильный анализ [19], на основании которого учащиеся были разделены на три группы (рис. 2): 1 группа – уровень кортизола ниже 3,4 нг/мл (пониженный уровень); 2 группа – уровень кортизола от 3,4 до 4,7 нг/мл (средние значения изучаемого показателя); 3 группа – уровень кортизола от 4,7 нг/мл (повышенный уровень).

Сравнительный анализ показателей variability сердечного ритма подростков с учетом концентрации саливарного кортизола показал, что учащиеся двух крайних групп (1 и 3 группа) отличаются от сверстников более высокими значениями показателей ЧСС, АМо, характеризующими симпато-адреналовую активность в регуляции сердечной деятельности и низкими – Мо, ΔX , SDNN, отражающими вагусные влияния на сердечный ритм (табл. 1).

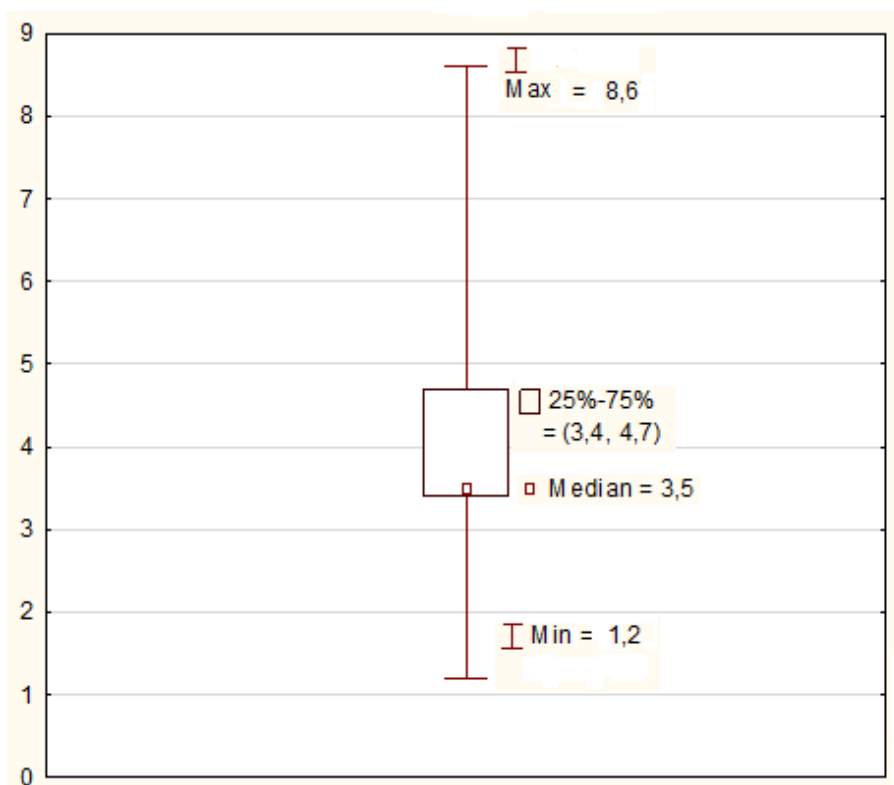


Рис. 2. Перцентильное распределение по уровню слюварного кортизола

Fig. 2. Percentile distribution according to a salivary cortisol level

Таблица 1

Показатели вариабельности сердечного ритма подростков с учетом уровня слюварного кортизола

Table 1

Adolescents heart rate variability parameters with considering a salivary cortisol level

Показатели	1 группа (n = 16)	2 группа (n = 26)	3 группа (n = 12)	p < 0,05
ЧСС в покое, уд/мин	78,1 ± 2,4	71,8 ± 2,1	82,5 ± 2,9	1-2,2-3
ЧСС в орто, уд/мин	101,4 ± 3,1	92,4 ± 2,8	101,1 ± 2,5	1-2, 2-3
М в покое, сек	0,783 ± 0,02	0,847 ± 0,03	0,737 ± 0,01	1-2, 2-3
М в орто, сек	0,602 ± 0,02	0,660 ± 0,02	0,597 ± 0,01	1-2, 2-3
Мо в покое, сек	0,765 ± 0,02	0,842 ± 0,03	0,737 ± 0,03	1-2
Мо в орто, сек	0,593 ± 0,01	0,659 ± 0,02	0,571 ± 0,01	1-2, 2-3
SDNN в покое, мс	0,059 ± 0,01	0,068 ± 0,01	0,051 ± 0,01	2-3
SDNN в орто, мс	0,070 ± 0,01	0,083 ± 0,01	0,044 ± 0,01	1-3, 2-3
АМо в покое, %	39,4 ± 3,7	32,4 ± 2,6	44,9 ± 4,5	2-3
АМо в орто, %	43,1 ± 4,1	38,2 ± 3,6	48,6 ± 4,4	2-3
ΔX в покое, сек	0,281 ± 0,02	0,343 ± 0,03	0,251 ± 0,03	2-3
ΔX в орто, сек	0,316 ± 0,03	0,373 ± 0,06	0,214 ± 0,02	1-3, 2-3
ИН в покое, усл.ед	241,1 ± 10,7	63,5 ± 9,3	179,7 ± 12,1	2-3
ИН в орто, усл.ед	253,3 ± 54,7	135,8 ± 26,2	247,1 ± 47	2-3
RMSSD в покое, мс	0,051 ± 0,01	0,060 ± 0,01	0,043 ± 0,01	2-3
RMSSD в орто, мс	0,064 ± 0,01	0,080 ± 0,02	0,025 ± 0,01	1-3, 2-3

Расчетный показатель – ИН, являющийся интегральной характеристикой суммарной эффективности центрального контура регуляции [4], имеет большие значения как в покое, так и в ортостазе у подростков 1 группы по сравнению с двумя другими (табл. 1).

Среди учащихся с пониженным уровнем кортизола отмечается высокий процент подростков с ваготонией (76,5 %, $p < 0,01$, рис. 3), при условии того, что именно в этой группе

больше всего детей со значительным напряжением механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности и неудовлетворительной адаптацией (рис. 4).

Наибольшее количество учащихся с преобладанием симпатической активности в регуляции сердечного ритма отмечается среди подростков с повышенным уровнем кортизола (50 %, $p < 0,001$), а с эйтонией – в группе со средними его значениями (38,5 %, $p < 0,01$, рис. 3).

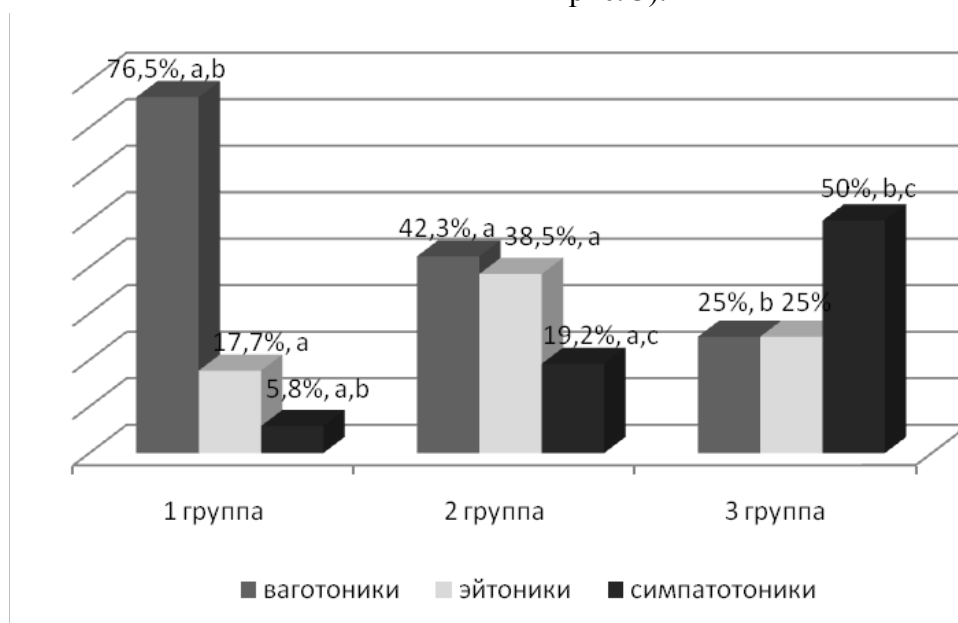


Рис. 3. Процентное распределение подростков по вегетативному тону с учетом уровня слюварного кортизола

Примечание. $a - p < 0,05$ – достоверность различий между 1 и 2 группами; $b - p < 0,05$ – достоверность различий между 1 и 3 группами; $c - p < 0,05$ – достоверность различий между 2 и 3 группами.

Fig. 3. Percentage distribution of adolescents about vegetative tonus with considering a salivary cortisol level
Note. $a - p < 0.05$ – differences between 1 and 2 groups; $b - p < 0.05$ – differences between groups 1 and 3; $c - p < 0.05$ – differences between 2 and 3 groups.

Исходя из общего заключения о функциональном состоянии организма, основанного на результатах диагностики состояния вегетативной нервной системы, степени напряжения регуляторных систем сердечного ритма, характера переходного процесса [25], установлено, что в группе учащихся с повышенным

уровнем кортизола наблюдается высокий процент лиц с оптимальным функциональным состоянием организма (50 %, $p < 0,01$), тогда как подростков со значительным снижением функциональных возможностей организма больше в 1 группе (30,8 %, $p < 0,05$), где уровень кортизола ниже, чем в двух других (рис. 4).

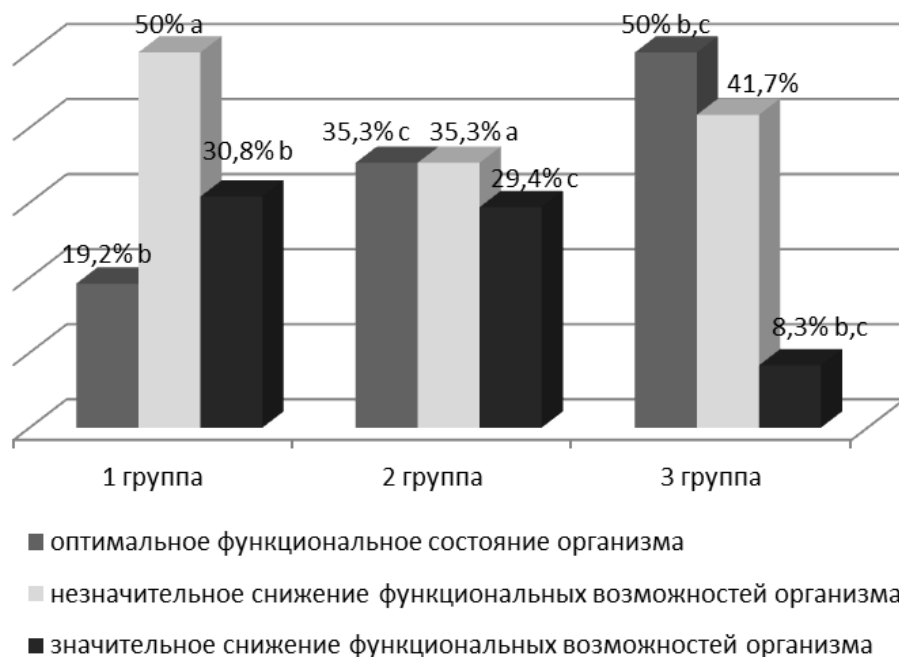


Рис. 4. Процентное распределение подростков по общему заключению о функциональном состоянии организма с учетом уровня слювенного кортизола

Примечание. a – $p < 0,05$ – достоверность различий между 1 и 2 группами; b – $p < 0,05$ – достоверность различий между 1 и 3 группами; c – $p < 0,05$ – достоверность различий между 2 и 3 группами.

Fig. 4. Percentage distribution of adolescents about a functional organism's state with considering a salivary cortisol level

Note. a – $p < 0.05$ – differences between 1 and 2 groups; b – $p < 0.05$ – differences between groups 1 and 3; c – $p < 0.05$ – differences between 2 and 3 groups.

Анализ литературных данных указывает на тенденцию к снижению уровня кортизола при синдроме хронического напряжения и общего психологического истощения [14; 18; 21].

Оценка нейродинамических характеристик, показателей памяти и внимания подростков позволила выявить ряд особенностей, проявляющихся в зависимости от уровня слювенного кортизола (табл. 2).

Уровень ПЗМР, УФП НП и РГМ достоверно выше у учащихся с повышенным уровнем слювенного кортизола. Более низкий уровень нейродинамических характеристик отмечается у подростков с пониженным уровнем кортизола, при условии достоверно высоких

значений показателей всех видов кратковременной памяти по сравнению со сверстниками 2 и 3 групп (табл. 2).

Заключение

Проведенное исследование позволило получить ценные прогностические данные о взаимосвязи ряда психофизиологических параметров адаптации с уровнем кортизола подростков, обучающихся в условиях лицея-интерната. Установленные взаимосвязи между уровнем кортизола и нейродинамическими функциями, когнитивными характеристиками, показателями вариабельности сердечного ритма подростков указывают на его ведущую роль в формировании приспособительных реакций у учащихся в процессе обучения.

Таблица 2

Нейродинамические и психодинамические показатели подростков с учетом уровня саливарного кортизола

Table 2

Neurodynamic and psychodynamic indices of adolescents with considering a salivary cortisol level

Показатели	1 группа (n = 16)	2 группа (n = 26)	3 группа (n = 12)	p < 0,05
ПЗМР, мс	297,2 ± 9,5	283,8 ± 6,5	274,5 ± 13,1	1-3
УФП нервных процессов, с	69,8 ± 3,6	69,9 ± 1,7	65,6 ± 2,2	
РГМ, кол-во сигналов	535,7 ± 8,2	547,1 ± 7,9	588,1 ± 10,8	1-3, 2-3
Общее среднее время реакции, мс	25,73 ± 1,9	25,71 ± 1,3	34,08 ± 3,4	1-3, 2-3
Среднее время запаздывания, мс	92,53 ± 29,1	36,47 ± 1,5	27,75 ± 1,1	2-3
Среднее время опережения, мс	32,69 ± 1,45	39,52 ± 1,5	52,1 ± 4,9	1-2, 1-3, 2-3
Объем внимания, балл	6,31 ± 0,3	8,13 ± 0,7	6,22 ± 0,4	1-2, 2-3
Объем кратковременной памяти на числа, балл	6,83 ± 0,6	5,3 ± 0,3	5,11 ± 0,5	1-2, 1-3
Объем смысловой кратковременной памяти, балл	7,96 ± 0,6	6,4 ± 0,3	7,22 ± 0,4	1-2
Объем кратковременной образной памяти, балл	9,96 ± 0,14	9,56 ± 0,13	9,89 ± 0,1	1-2

Так, подростки с пониженной концентрацией исследуемого гормона отличаются от сверстников усилением централизации механизмов вегетативной регуляции на фоне преобладания вагусных влияний на сердечный ритм, уменьшением уровня функционального резерва организма, низким уровнем ПЗМР, УФП НП и РГМ, более высокими значениями объема всех видов кратковременной памяти, неуровненностью нервных процессов с преобладанием торможения.

Учащиеся со средним уровнем саливарного кортизола характеризуются сбалансированной активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС, низкой физиологической «ценой» адаптации, средними значениями нейродинамических показателей и

объема кратковременной памяти, высоким уровнем объема внимания, уравновешенностью нервных процессов. У подростков с повышенной концентрацией кортизола отмечается преобладание симпатических влияний на сердечный ритм при оптимальном функциональном состоянии организма, высокий уровень показателей нейродинамики, неуровненность нервных процессов с преобладанием возбуждения.

Полученные материалы могут быть использованы для рациональной организации учебной, профессиональной и досуговой деятельности учащихся образовательного учреждения интернатного типа с учётом их индивидуально-типологических особенностей и нейроэндокринного статуса.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айзман Р. И., Лебедев А. В., Айзман Н. И., Рубанович В. Б.** Методология и практика мониторинга здоровья учащейся молодежи // Журнал научных статей здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19, № 5. – С. 73–78. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28278749>
2. **Баевский Р. М., Иванов Г. Г.** Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108–127. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25990135>
3. **Блинова Н. Г., Казин Э. М., Васина Е. В., Витязь С. В.** Особенности психофизиологического развития и формирования приспособительных реакций к обучению у подростков в условиях гимназии // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 68–75. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12989140>
4. **Галеев А. Р., Игишева Л. Н., Казин Э. М.** Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 4. – С. 54–58. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29841320>
5. **Иванов В. И., Литвинова Н. А., Березина М. Г.** Автоматизированный комплекс для оценки индивидуально-типологических свойств и функционального состояния организма человека «Статус ПФ» // Валеология. – 2004. – № 4. – С. 70–73. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29803376>
6. **Казин Э. М., Свиридова И. А., Березина М. Г., Прохорова А. М., Комарова О. А., Саваль Л. А., Федоров А. И., Шорин Ю. П.** Влияние социально-биологических факторов на особенности формирования приспособительных реакций учащихся в пубертатном периоде онтогенеза // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 47–56. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11032416>
7. **Козлов А. И., Козлова М. А.** Кортизол как маркер стресса // Физиология человека. – 2014. – Т. 40, № 2. – С. 123–136. DOI: <https://doi.org/10.7868/S013116461402009X>
8. **Фёдоров А. И., Тарасова О. Л., Казин Э. М., Игишева Л. Н., Четверик О. Н.** Комплексная оценка нейродинамических и вегетативных показателей у подростков: возрастные, гендерные и типологические особенности // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, № 1. – С. 45–54. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0131164616060199>
9. **Федоров А. И., Казин Э. М., Селятицкая В. Г., Овчинникова О. В.** Использование модели физиологического мониторинга для комплексной оценки адаптивных возможностей учащихся в процессе образовательной деятельности. Сообщение II. Особенности гормонального психовегетативного статуса у подростков, проживающих в разных социально-экологических условиях // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 6. – С. 64–68. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21236243>
10. **Чурекова Т. М., Блинова Н. Г., Сапего А. В., Варич Л. А.** Содержание здоровьесберегающего сопровождения в системе непрерывного образования // Валеология. – 2004. – № 4. – С. 67–70. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29803411>
11. **Шлык Н. И.** Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Удмуртский университет, 2009. – 254 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19551410>
12. **Arminjon M.** Birth of the allostatic model: from cannon's biocracy to critical physiology// Journal of the History of Biology. – 2016. – Vol. 49, Issue 2. – P. 397–423. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10739-015-9420-9>



13. **Belda X., Fuentes S., Daviu N., Nadal R., Armario A.** Stress-induced sensitization: the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and beyond // *Stress*. – 2015. – Vol. 18, Issue 3. – P. 269–279. DOI: <https://doi.org/10.3109/10253890.2015.1067678>
14. **Demitrack M.** Neuroendocrine correlates of chronic fatigue syndrome: a brief review // *Journal of Psychiatric Research*. – 1997. – Vol. 31, Issue 1. – P. 69–82. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3956\(96\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3956(96)00059-3)
15. **Elbuken G., Tanriverdi F., Karaca Z., Kula M., Gokahmetoglu S., Unluhizarci K., Kelestimur F.** Comparison of salivary and calculated free cortisol levels during low and standard dose of ACTH stimulation tests in healthy volunteers // *Endocrine*. – 2015. – Vol. 48, Issue 2. – P. 439–443. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12020-014-0378-8>
16. **Elenkov I. J., Chrousos G. P.** Stress system – organization, physiology and immunoregulation // *Neuroimmunomodulation*. – 2006. – Vol. 13, № 5. – P. 257–267. DOI: <https://doi.org/10.1159/000104853>
17. **Erickson K., Drevets W., Schulkin J.** Glucocorticoid regulation of diverse cognitive functions in normal and pathological emotional states // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2003. – Vol. 27, Issue 3. – P. 233–246. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(03\)00033-2](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(03)00033-2)
18. **Evans P., Bristow M., Hucklebridge F., Clow A.** Stress, arousal, cortisol and immunoglobulin A in students undergoing assessment // *British Journal of Clinical Psychology*. – 1994. – Vol. 33, Part 4. – P. 575–576. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7874049>
19. **Kashdan E., Duncan D., Parnell A., Schattler H.** Mathematical methods in systems biology // *Mathematical Biosciences and Engineering*. – 2016. – Vol. 13 (6). – P. i–ii DOI: <http://dx.doi.org/10.3934/mbe.201606i>
20. **Lim H. J., Chung S. S., Joung K. H.** Factors of depressive symptoms among elementary, middle and high school students // *Archives of Psychiatric Nursing*. – 2016. – Vol. 30 (3). – P. 302–308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2015.11.010>
21. **Nicolson N., Van Diest R.** Salivary cortisol patterns in vital exhaustion // *Journal of Psychosomatic Research*. – 2000. – Vol. 49 (5). – P. 335–342. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11164057>
22. **Ozgoer T., Yildiz S., Ucar C.** Development and validation an enzyme-linked immunosorbent assay for detection of cortisol in human saliva // *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*. – 2017. – Vol. 38 (2). – P. 147–164. DOI: <https://doi.org/10.1080/15321819.2016.1230130>
23. **Sapolsky R. M., Romero L. M., Munck A. U.** How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions // *Endocrine Reviews*. – 2000. – Vol. 21, Issue 1. – P. 55–89. DOI: <https://doi.org/10.1210/edrv.21.1.0389>
24. **Schulkin J.** Social allostasis: anticipatory regulation of the internal milieu // *Frontiers in Evolutionary Neuroscience*. – 2011. – Vol. 2. – P. 111. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnevo.2010.00111>
25. **Shahrestani S., Stewart E. M., Quintana D. S., Hickie I. B., Guastella A. J.** Heart rate variability during adolescent and adult social interactions: a meta-analysis// *Biological Psychology*. – 2015. – Vol. 105. – P. 43–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.12.012>
26. **Van der Knaap L. J., Oldehinkel A. J., Verhulst F. C., van Oort F. V., Riese H.** Glucocorticoid receptor gene methylation and HPA-axis regulation in adolescents. The TRAILS study// *Psychoneuroendocrinology*. – 2015. – Vol. 58. – P. 46–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2015.04.012>



DOI: [10.15293/2226-3365.1805.14](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1805.14)

Lidiya Aleksandrovna Varich,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Human and Animals Physiology and Psychophysiology Department,
Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0855-6671>

E-mail: varich2002@mail.ru

Alexander Ivanovich Fedorov,

Doctor of Biological Sciences, Head,
Human and Animals Physiology and Psychophysiology Department,
Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2237-5298>

E-mail: valeo@mail.ru

Nina Vladimirovna Nemolochnaya,

Graduate Student,
Human and Animals Physiology and Psychophysiology Department,
Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2843-4233>

E-mail: valeo@mail.ru

Nina Gennadyevna Blinova,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Human and Animals Physiology and Psychophysiology Department,
Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-0202>

E-mail: ngb_valeo@mail.ru

Correlation between psychophysiological characteristics and a cortizole level in boarding school adolescents

Abstract

Introduction. *The authors investigate the problem of body functioning under the influence of stress factors. The main goal of the research is to identify the relationship between psychophysiological characteristics of adolescents studying at a boarding school, with a cortisol level (a stress hormone).*

Materials and Methods. *The sample consisted of 54 healthy boarding school students aged between 14 and 15. For this study, neurodynamic and psychodynamic characteristics, a heart rate variability and a level of salivary cortisol were evaluated. Adolescents were divided into three groups, taking into account the level of salivary cortisol. Correlation analysis was performed to determine the correlation.*

Results. *The study reveals interdependence between some psychophysiological parameters of adaptation and a salivary cortisol level in boarding school adolescents. It is shown that an increase of the cortisol level is accompanied by an increase in mobility of nervous processes, brain working capacity, dominance of excitation processes above inhibition, decrease in short-term memory volume, and dominance of sympathetic influences in regulation of cardiac activity with optimal body functioning. Adolescents with a lower hormone concentration differ from peers by increase in centralization of vegetative regulation mechanisms in conditions of predominating vagus influences on the heart rhythm,*



decrease in a level of organism functional reserve, a lower level of neurodynamic characteristics, larger volume of short-term memory, and imbalance of nervous processes with dominance of inhibition. Balanced activity of sympathetic and para sympathetic divisions of the vegetative nervous system (VNS), high attention level and balance of nervous processes are observed at mean values of salivary cortisol.

Conclusions. The results indicate a correlation between a cortisol level and psychophysiological characteristics of adolescents and allow to conclude about its leading role in adaptive reactions of boarding school students.

Keywords

Salivary cortisol; Neurodynamic indices; Psychodynamic characteristics; Heart rate indices; Late adolescence; Adaptation; Boarding school.

Acknowledgments

This research was supported by the Kemerovo State University.

REFERENCES

1. Aizman R. I., Lebedev A. V., Aizman N. I., Rubanovich V. B. Methodology and practice of health monitoring of the studying youth. *Health and Education Millemmum*, 2017, vol. 19, no. 5, pp. 73–78. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28278749>
2. Baevsky R. M., Ivanov G. G. Cardiac rhythm variability: The theoretical aspects and the opportunities of clinical application (lecture). *Ultrasonic and Functional Diagnostics*, 2001, no. 3, pp. 108–127. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25990135>
3. Blinova N. G., Kazin E. M., Vasina E. V., Vityaz' S. V. Characteristics of the psychophysiological development of adolescents and adaptation to education at the gymnasium. *Human Physiology*, 2009, vol. 39, no. 6, pp. 714–721. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15296124>
4. Galeev A. R., Igisheva L. N., Kazin E. M. Heart rate variability in healthy children aged 6–16 years. *Human Physiology*, 2002, vol. 28, no. 4, pp. 54–58. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29841320>
5. Ivanov V. I., Litvinova N. A., Berezina M. G. Automated complex for yvaluation of individual-typological properties and functional state of the human body «PF Status». *Valeology*, 2004, no. 4, pp. 70–73. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29803376>
6. Kazin E. M., Sviridova I. A., Berezina M. G., Prokhorova A. M., Komarova O. A., Saval' L. A., Fedorov A. I., Shorin Yu. P. Effect of sociobiological factors on the formation of adaptive responses in school students during puberty. *Human Physiology*, 2008, vol. 34, no. 4, pp. 431–439. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11032416>
7. Kozlov A. I., Kozlova M. A. Cortisol as a marker of stress. *Human Physiology*, 2014, vol. 40, no. 2, pp. 123–136. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.1134/S0362119714020091>
8. Tarasova O. L., Fedorov A. I., Kazin E. M., Igisheva L. N., Chetverik O. N. Integrated assessment of neurodynamic and autonomic indicators in adolescents: Age-specific, gender-specific, and typological characteristics. *Human Physiology*, 2017, vol. 43, no. 1, pp. 45–54. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.1134/S0362119716060190>
9. Fedorov A. I., Kazin E. M., Selyatitskaya V. G., Ovchinnikova O. V. The use a physiological monitoring model for a comprehensive assessment adaptive abilities of students in educational process. Message II. Features of hormonal psychovegetative status in adolescents living in



- different socio-environmental conditions. *Human Physiology*, 2002, vol. 28, no. 6, pp. 64–68. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21236243>
10. Churekova T. M., Blinova N. G., Sapego A. V., Varich L. A. The content of health saving support in the system of continuous education. *Valeology*, 2004, no. 4, pp. 67–70. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29803411>
 11. Shlyk N. I. *The heart rate and regulation type of children, teenagers and sportsmen*. Monography. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2009, 254 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19551410>
 12. Arminjon M. Birth of the allostatic model: from cannon's biocracy to critical physiology. *Journal of the History of Biology*, 2016, vol. 49, issue 2, pp. 397–423. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10739-015-9420-9>
 13. Belda X., Fuentes S., Daviu N., Nadal R., Armario A. Stress-induced sensitization: The hypothalamic-pituitary-adrenal axis and beyond. *Stress*, 2015, vol. 18, issue 3, pp. 269–279. DOI: <https://doi.org/10.3109/10253890.2015.1067678>
 14. Demitrack M. Neuroendocrine correlates of chronic fatigue syndrome: A brief review. *Journal of Psychiatric Research*, 1997, vol. 31, issue 1, pp. 69–82. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3956\(96\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3956(96)00059-3)
 15. Elbuken G., Tanriverdi F., Karaca Z., Kula M., Gokahmetoglu S., Unluhizarci K., Kelestimur F. Comparison of salivary and calculated free cortisol levels during low and standard dose of ACTH stimulation tests in healthy volunteers. *Endocrine*, 2015, vol. 48, issue 2, pp. 439–443. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12020-014-0378-8>
 16. Elenkov I. J., Chrousos G. P. Stress system – organization, physiology and immunoregulation. *Neuroimmunomodulation*, 2006, vol. 13, no. 5, pp. 257–267. DOI: <https://doi.org/10.1159/000104853>
 17. Erickson K., Drevets W., Schulkin J. Glucocorticoid regulation of diverse cognitive functions in normal and pathological emotional states. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2003, vol. 27, issue 3, pp. 233–246. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(03\)00033-2](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(03)00033-2)
 18. Evans P., Bristow M., Hucklebridge F., Clow A. Stress, arousal, cortisol and immunoglobulin a in students undergoing assessment. *British Journal of Clinical Psychology*, 1994, vol. 33, part 4, pp. 575–576. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7874049>
 19. Kashdan E., Duncan D., Parnell A., Schattler H. Mathematical methods in systems biology. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 2016, vol. 13 (6), pp. i–ii DOI: <http://dx.doi.org/10.3934/mbe.201606i>
 20. Lim H. J., Chung S. S., Joung K. H. Factors of depressive symptoms among elementary, middle and high school students. *Archives of Psychiatric Nursing*, 2016, vol. 30 (3), pp. 302–308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2015.11.010>
 21. Nicolson N., Van Diest R. Salivary cortisol patterns in vital exhaustion. *Journal of Psychosomatic Research*, 2000, vol. 49 (5), pp. 335–342. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11164057>
 22. Ozgocer T., Yildiz S., Ucar C. Development and validation an enzyme-linked immunosorbent assay for detection of cortisol in human saliva. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*, 2017, vol. 38 (2), pp. 147–164. DOI: <https://doi.org/10.1080/15321819.2016.1230130>
 23. Sapolsky R. M., Romero L. M., Munck A. U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, 2000, vol. 21, issue 1, pp. 55–89. DOI: <https://doi.org/10.1210/edrv.21.1.0389>
 24. Schulkin J. Social allostasis: Anticipatory regulation of the internal milieu. *Frontiers in Evolutionary Neuroscience*, 2011, vol. 2, pp. 111. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnevo.2010.00111>



25. Shahrestani S., Stewart E. M., Quintana D. S., Hickie I. B., Guastella A. J. Heart rate variability during adolescent and adult social interactions: A meta-analysis. *Biological Psychology*, 2015, vol. 105, pp. 43–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.12.012>
26. Van der Knaap L. J., Oldehinkel A. J., Verhulst F. C., van Oort F. V., Riese H. Glucocorticoid receptor gene methylation and HPA-axis regulation in adolescents. The TRAILS study. *Psychoneuroendocrinology*, 2015, vol. 58, pp. 46–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2015.04.012>

Submitted: 22 May 2018 Accepted: 10 September 2018 Published: 31 October 2018



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).