

© Н. Ю. Валькова, Е. В. Комаровская

DOI: [10.15293/2658-6762.2006.03](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2006.03)

УДК 159.9+612+373

Особенности вегетативного обеспечения успешности обучения в зависимости от системы ее оценивания

Н. Ю. Валькова (Архангельск, Россия), Е. В. Комаровская (Северодвинск, Россия)

Проблема и цель. Успешность обучения является критерием адаптации к образовательной среде и зависит от индивидуально-типологических характеристик вегетативного обеспечения деятельности. Разные системы оценивания успешности характеризуют различные аспекты обучаемости.

Цель настоящего исследования – выявить особенности вегетативного обеспечения успешности обучения при использовании традиционной системы оценивания и метода парных сравнений у школьников.

Методология. Обследованы 30 учащихся 11-х классов общеобразовательной школы. Вегетативная регуляция изучена с применением анкетного вегетативного теста. Успешность обучения исследована ретроспективно двумя способами. Проведен анализ всех текущих отметок по 9 предметам за год. В конце учебного года педагог также оценил успешность учеников методом парных сравнений. Данные обработаны с применением кластеринга.

Результаты. Авторами выявлено, что успешность обучения, независимо от системы ее оценивания, более тесно связана с функциональным состоянием надсегментарных механизмов вегетативной регуляции, осуществляющих интегративные функции, необходимые для активной деятельности, чем сегментарных, обеспечивающих автоматизированную деятельность в состоянии относительного покоя. Успешность обучения, оцененная методом парных сравнений, в отличие от оцененной по традиционной системе, зависит от выраженности симпатикотонии (характеристики сегментарного уровня). Для школьников со средними значениями симпатикотонии характерна успешность обучения существенно ниже средней. Успешность обучения выше средней определяется при минимальной или при максимальной выраженности симпатикотонии в зависимости от дисциплины. Мы полагаем, что оценивание методом парных сравнений сопровождается включением в оценку не только успешности усвоения, но и физиологической цены этой успешности. Это выражается наличием взаимосвязей успешности обучения и выраженности симпатикотонии, имеющей наиболее явные внешние проявления напряжения или волнения.

Валькова Надежда Юрьевна – доктор биологических наук, профессор, кафедра биологии человека и биотехнических систем, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова.

E-mail: n.valkova@narfu.ru

Комаровская Елена Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, кафедра педагогики и психологии, Гуманитарный институт, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова.

E-mail: e.komarovskaya@narfu.ru

Заключение. Особенностью вегетативного обеспечения успешности обучения при использовании метода парных сравнений является зависимость успешности от функционального состояния сегментарных механизмов вегетативной регуляции, наибольшее влияние оказывает выраженность симпатикотонии.

Ключевые слова: школьники; успешность обучения; метод парных сравнений; вегетативная регуляция; симпатикотония; сегментарный уровень вегетативной регуляции; надсегментарный уровень вегетативной регуляции.

Постановка проблемы

Исследование факторов, обеспечивающих успешность обучения, остается актуальной проблемой. Успех учащихся не является исключительно результатом индивидуальных особенностей, а зависит от целого комплекса факторов, включая обеспечение благоприятной среды [14; 15]. Достижение более высоких академических оценок связывают с педагогической и социально-психологической комфортностью обучающихся в образовательной среде [3; 16], при этом препятствием для успешности обучения является не только сам стресс, но и субъективное восприятие низкой устойчивости к стрессу [19]. На успеваемость влияют социально-экономический статус, темперамент и мотивация учащихся, поддержка сверстников и родителей [24]. Продолжается изучение прогностической роли успешности обучения перинатальных факторов [29], образа жизни: влияния недостаточности, нерегулярности графика и плохого качества сна, дефицита физической активности и слишком большого количества времени, проводимого сидя [22; 23; 25], общей физической подготовки [32], избыточного веса и ожирения [9], общего состояния здоровья [8].

Для физиологической науки особый интерес представляет изучение внутренних факторов успешности: характера адаптации учащихся [1], потенциальных возможностей организма, определение физиологической цены, которую ученик платит за усвоение, приобретение знаний. Процесс адаптации к учебным

нагрузкам сопровождается напряжением регуляторных механизмов. Одной из возможных моделей изучения физиологической цены деятельности является сопоставление изменений характеристик вегетативной нервной системы (ВНС), в процессе активной работы (учебная деятельность) с достигаемыми результатами. Механизмы вегетативной регуляции – это аппарат приспособления организма к среде, обеспечивающий адаптацию жизненных функций – кровообращения, дыхания, пищеварения и т. д. к условиям, которые предъявляются со стороны окружающих факторов [17; 27; 28]. От состояния вегетативной нервной системы зависит мощность адаптационных резервов организма, эффективность и выбор стратегии адаптации, работоспособность и успешность деятельности. Ее реактивность во многом определяет адаптацию к психосоциальным стрессорам [21]. Показано, что избыточная активация приспособительных механизмов организма на ранних этапах развития может повлечь за собой снижение устойчивости к стрессам [12]. Известны исследования ВНС для определения физиологической цены адаптации к напряженной деятельности у дошкольников и детей младшего школьного возраста [7], подростков [5], при стрессе у молодых людей от 19 до 27 лет [30].

Не менее актуальной является и проблема определения успешности обучения. Психология рассматривает успешность обучения как удовлетворение познавательных интересов учащихся, раскрытие их потенциальных

умственных возможностей и позитивное отношение к учебной деятельности. Педагогика рассматривает успешность обучения с точки зрения качества образования, результативности обучения¹. Отмечается отсутствие в настоящее время эталонной оценки качества освоения учебных программ [4]. Активно обсуждаются вопросы использования инновационных оценочных средств [2], поиск оптимальных моделей оценивания результатов обучения и проблема оценки компетенций в соответствии с комплексом навыков [13], разработка методологии оценивания способностей использовать усвоенные знания [20], необходимость получения учениками постоянной обратной связи от учителя для непрерывного улучшения способов овладения знаниями².

Проведено специальное исследование, посвященное изучению взаимосвязи системы оценивания успешности обучения и успеваемости: приведет ли использование системы оценок «сдал/не сдал», а не многоуровневой системы оценок в учебном плане к значительным изменениям в успеваемости. Результаты проведенной работы показали, что общая успеваемость была аналогичной. Потенциал для улучшения условий обучения, связанный с оценкой «сдал/не сдал» (возможность снизить уровень стресса и тревожности учащихся, а также создать менее конкурентную среду, что ведет к улучшению общего самочувствия), не создает существенного снижения академической успеваемости [10].

Проведенный анализ отечественной и зарубежной научной литературы показал, что проводится большое количество исследований, посвященных проблемам понятия успешности обучения и определяющих ее факторов, проблемам оценивания успешности обучения, физиологического обеспечения успешности обучения. Однако нами не обнаружены исследования, направленные на изучение взаимосвязи физиологического обеспечения успешности и системы оценивания успешности обучения.

В связи с этим цель настоящего исследования – выявить особенности вегетативного обеспечения успешности обучения при использовании традиционной системы оценивания и метода парных сравнений у школьников.

Методология исследования

Обследованы 30 учащихся 11-х классов общеобразовательной школы г. Архангельска (17 юношей и 13 девушек).

Вегетативная регуляция изучалась с применением разработанного нами анкетного вегетативного теста (АВТ). Валидность АВТ доказана в специально проведенных ранее исследованиях³. Критериями валидации выступили функциональные показатели, отражающие различные аспекты вегетативной регуляции и широко используемые в физиологических и клинических исследованиях: показатели электрического сопротивления кожи, по-

¹ Бирина О. В. Понятие успешности обучения в современных педагогических и психологических теориях // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8–2. – С. 438–443. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21736773>

² Wiliam D. What is assessment for learning? // *Studies in Educational Evaluation*. – 2011. – Vol. 37. – P. 3–14.

URL: <https://www.udir.no/globalassets/filer/vurdering/vfl/andre-dokumenter/felles/what-is-assessment-for-learning1.pdf>

³ Валькова Н. Ю. Количественная оценка вегетативной регуляции: методология, системное исследование влияния внешних и внутренних факторов: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Архангельск, 2007. – 40 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30308706>

стоянного поляризованного потенциала, чувствительности адрен- и холинреактивных структур (электрофорез медиаторов), температура тела в подмышечной впадине, температура кожи, асимметрия кожной температуры и центрально – периферический градиент, частота дыхания, частота сердечных сокращений, артериальное давление, вегетативный индекс Кердо, математический анализ сердечного ритма. Поэтому мы можем утверждать, что анкетный вегетативный тест позволяет получить интегральную оценку вегетативной регуляции, независимо оценить симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы на различных функциональных уровнях.

Успешность обучения исследована двумя способами. Применена традиционная система оценок: ретроспективно проведен анализ всех текущих отметок по 9 предметам за год. Использован также метод парных сравнений. Педагог оценивал попарно всех учеников класса, отвечая на вопрос «Кто из пары лучше в учебной деятельности по данному предмету». В ячейке диагональной матрицы отмечался тот сравниваемый, который по мнению педагога-эксперта превосходит другого. По заполнении всей диагональной матрицы подсчитывалось количество предпочтений для каждого учащегося. Данные о количестве предпочтений проранжированы и переведены в Т-баллы. Переход к количественной измерительной шкале дал возможность осуществить статистическую обработку. С применением этого метода проведено оценивание по пяти учебным предметам. Экспертиза проведена в конце учебного года, практически одномо-

ментно по всем предметам. Педагоги-эксперты работали независимо друг от друга. На заполнение одной матрицы парных сравнений (для одного класса и одного предмета) уходило от 20 до 50 минут.

Для изучения вегетативного обеспечения успешности обучения исследованы взаимосвязи характеристик вегетативной регуляции и успешности обучения. Полученные в проведенных исследованиях данные обработаны с применением кластеринга (методика определения окончательных нуклоидов)⁴. Исследованы зависимости результативных признаков от градаций факториальных.

Следует подчеркнуть, что деление на факториальные и результативные признаки чисто формальное, исходящее из технологии кластеринга, позволяющего количественно измерить «влияния» фактора, абстрагируясь от причинно-следственных связей. В контексте сказанного, здесь термин «влияние» отражает только направление оси «факториальный признак – результативный признак» и используется для описания и измерения объективно существующих (и, возможно, имеющих общие механизмы развития) соотношений.

Критериями влияния факториального признака (в настоящей работе это характеристики вегетативной регуляции) служили существенные отклонения среднегрупповых значений результативного признака (успешность обучения) при данной градации факториального от общей средней (в Z-оценках). Критической величиной существенности различий принято отклонение выборочной средней от общей средней, превышающее $0,3\sigma$. Избранные нами критерии существенности

⁴ Класс-Мастер. Исследовательский анализ многомерных данных: классификация, типологизация, распознавание, исследование связей. – М.: Стат-диалог, 1996. – 90 с.

отклонений и различий опираются на классические методологические подходы: на оценку различий в количестве информации Кульбака, на метод последовательного анализа Вальда для распознавания состояний и процессов, а также на методологию распознавания состояний, разработанную на основе перечисленных подходов Е. В. Гублером⁵. Проведенные ранее исследования показали, что выявленная с помощью кластеринга существенность различий является статистически достоверной как правило с очень высоким уровнем значимости ($p < 0,01$ и $p < 0,001$) при применении часто используемых статистических методов: Вилкоксона, Ван дер Вардена, Колмогорова-Смирнова, Фишера, Стьюдента, Ансари-Бредли, Клотца.

Результаты исследования

В рамках настоящего исследования отмечено отсутствие половых различий вегетативной регуляции, поэтому разделение респондентов по признаку пола не проводилось.

Применение кластеринга позволило выявить взаимосвязи показателей успешности обучения и параметров вегетативной регуляции на сегментарном и надсегментарном функциональных уровнях вегетативной нервной системы.

В качестве системного параметра, характеризующего внутреннюю целостность и функциональную активность системы, ис-

пользовался индекс актуализации – относительное количество существенных зависимостей. Индексы актуализации межсистемных отношений (успешность обучения – вегетативная регуляция) для сегментарного и надсегментарного уровней составляют при традиционной системе оценивания 0,22 и 0,83; при оценивании методом парных сравнений 0,30 и 0,55. Обращает на себя внимание тот факт, что оценка успешности обучения методом парных сравнений более тесно связана с характеристиками сегментарного уровня вегетативной нервной системы, чем традиционная. При этом из всех параметров сегментарного уровня наибольшее «влияние» на оценку успешности обучения оказывает выраженность симпатикотонии.

В таблицах 1 и 2 представлены особенности успешности обучения по 4 дисциплинам, соответствующие значениям одного из параметров сегментарного уровня вегетативной регуляции – симпатикотонии. В данном случае факториальным признаком выступила выраженность симпатикотонии. Рассмотрены три градации этой характеристики вегетативной регуляции: максимальные, средние и минимальные ее значения. Результативными признаками были средние арифметические всех полученных в течение учебного года школьных отметок (таблица 1) и итоги экспертного оценивания с использованием метода парных сравнений каждого учащегося в его классе в Т-баллах (таблица 2).

⁵ Гублер Е. В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. – Л.: Медицина, 1978. – 294 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30097673>

Таблица 1

Особенности успешности обучения (традиционный метод), соответствующие выраженности симпатикотонии

Table 1

Features of learning success (traditional method) corresponding to the severity of sympathicotonia

Симпатико-тония / Sympathicotonia	Значения результативного признака / Values of the performance indicator	Учебная дисциплина / Educational Discipline			
		русский яз. / Russian language	физика / Physics	биология / Biology	химия / Chemistry
Градация 1 / Grade 1	Абс. знач. / absolute value	3.88	3.74	4.24	3.95
min	Z-оценка / Z-score	0.16	-0.07	0.12	0.20
Градация 2 / Grade 2	Абс. знач. / absolute value	3.67	3.74	4.15	3.75
media	Z-оценка / Z-score	-0.27	-0.07	-0.06	-0.23
Градация 3 / Grade 3	Абс. знач. / absolute value	3.86	3.82	4.15	3.87
max	Z-оценка / Z-score	0.12	0.13	-0.06	0.02

Как видно из таблицы 1, традиционная оценка обучения не обнаруживает зависимости от градаций физиологического параметра – уровня симпатикотонии. Ни в одном случае нет существенного отличия в $0,3\sigma$ средних отметок, рассчитанных для каждой группы

(группы школьников с минимальным, средним и максимальным уровнем симпатикотонии) от общих средних (всех обследованных школьников) для данных четырех дисциплин.

Таблица 2

Особенности успешности обучения (метод парных сравнений), соответствующие выраженности симпатикотонии

Table 2

Features of learning success (method of paired comparisons) corresponding to the severity of sympathicotonia

Симпатико-тония / Sympathicotonia	Значения результативного признака / Values of the performance indicator	Учебная дисциплина / Educational Discipline			
		русский яз. / Russian language	физика / Physics	биология / Biology	химия / Chemistry
Градация 1 / Grade 1	Абс. знач. / absolute value	58.50	62.30	58.60	63.70
min	Z-оценка / Z-score	0.25	0.35	0.20	0.34
Градация 2 / Grade 2	Абс. знач. / absolute value	44.50	52.10	49.80	51.00
media	Z-оценка / Z-score	-0.58	-0.27	-0.32	-0.43
Градация 3 / Grade 3	Абс. знач. / absolute value	59.80	55.10	57.30	59.40
max	Z-оценка / Z-score	0.33	-0.09	0.12	0.08

Оценка успешности обучения по этим же дисциплинам, проведенная методом парных сравнений, обнаруживает связь с выраженностью симпатикотонии. Все выявленные зависимости носят нелинейный характер. Для школьников со средними значениями симпатикотонии характерна успешность обучения существенно ниже средней. Успешность обучения выше средней определяется как при минимальной выраженности симпатикотонии (физика $+0,35\sigma$, химия $+0,34\sigma$), так и при максимальной (русский язык $+0,33\sigma$).

Обсуждение результатов

Признавая сложную многоуровневую организацию вегетативной нервной системы, мы считаем возможным в прикладных физиологических исследованиях придерживаться предложенного А. М. Вейном⁶ схематического выделения двух уровней вегетативной регуляции: сегментарного и надсегментарного. Компетенция сегментарного уровня – регуляция и координация деятельности органов и тканей, автоматизированная деятельность функциональных систем и организма в целом в состоянии относительного покоя. Надсегментарный уровень вегетативной регуляции осуществляет интегративные функции, необходимые для активной деятельности и приспособления организма к меняющимся условиям, т. е. его компетенция – вегетативное обеспечение свободного поведения.

Сопоставление индексов актуализации межсистемных отношений (успешность обучения – вегетативная регуляция) для сегментарного и надсегментарного уровней показывает, что успеваемость в большей степени свя-

зана с функциональным состоянием надсегментарных аппаратов вегетативной регуляции, чем сегментарных. Это объяснимо, ведь именно на надсегментарном уровне вегетативной регуляции осуществляется взаимодействие моторных, сенсорных, вегетативных аппаратов при организации целесообразной адаптивной деятельности.

Неожиданным результатом оказалось выявление большего влияния функционального состояния сегментарного уровня вегетативной нервной системы на оценку успешности обучения методом парных сравнений по сравнению с традиционной оценкой.

В качестве экспертов выступили педагоги, которые «вели» данный учебный предмет в течение двух лет (следовательно, они же выставляли и школьные отметки в журнале). Все учителя имеют большой педагогический стаж и обладают высоким уровнем профессиональных и коммуникативных компетенций. Для повышения объективности оценивания методом парных сравнений применена последующая математическая обработка.

Мы считаем, что выявленные различия соотношений успешности учебной деятельности и характеристик вегетативной регуляции при использовании двух систем оценивания свидетельствуют о различиях в подходе педагога к оценке успешности обучения при использовании разных систем.

В рамках традиционной системы (в нашем исследовании это анализ всех текущих отметок по 9 предметам за год из школьного журнала) педагог оценивает выполнение конкретного задания, успешность усвоения знаний, умений, игнорируя при этом затраченные школьником усилия.

⁶ Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика / под ред. В. Л. Голубева. – М.: Медицинское информационное агентство, 2010. – 637 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19551809>

Оценка методом парных сравнений зависит от выраженности симпатикотонии. Если учесть, что именно активация симпатического отдела сопровождается видимыми проявлениями напряжения или волнения [11; 27; 32], можно предположить: когда педагог оценивает не выполнение конкретного задания, а степень успешности в освоении дисциплины одним учащимся по сравнению с другим, он интуитивно включает в оценку не только успешность усвоения знаний, но и физиологическую цену этой успешности. Об этом свидетельствует взаимосвязь определенной этим способом успешности обучения с характеристиками сегментарного уровня. В таблице 2 приведен пример взаимосвязи с конкретным параметром сегментарного уровня – симпатикотонией, отражающим функциональные состояния напряжения или волнения с явными внешними проявлениями.

Мы рассмотрели различия физиологического обеспечения учебной деятельности с точки зрения эффективности. Как отмечал Э. М. Казин, эффективность (соотношение полезного результата и затраченных адаптивных ресурсов) учебной деятельности определяется взаимодействием двух основных компонентов: специфических механизмов, реализующих эту деятельность (специфической функциональной системы) и неспецифических механизмов, обеспечивающих управление адаптивными ресурсами (функциональная система обеспечения деятельности) [6; 18]. В случае, если специфическая функциональная система не справляется со своей задачей, функциональная система обеспечения деятельности активируется, при этом возрастают затраты функциональных резервов, а эффективность учебной деятельности снижается.

В нашем исследовании более высокая оценка успешности обучения отмечается в

двух случаях: во-первых, у школьников с максимальной симпатикотонией, т. е. максимальной выраженностью активации неспецифической функциональной системы. Полагаем, в этом случае опытный педагог включает в оценку успешности и физиологическую цену деятельности. Можно предположить также большое вовлечение регулирующей системы, обусловленное высокой мотивацией достижения результата [26; 30]. Во-вторых, успешность обучения существенно выше средней отмечена у школьников с минимальной симпатикотонией. По-видимому, в данном случае имеется очень эффективная специфическая функциональная система когнитивной деятельности, не требующая дополнительной активации неспецифических физиологических механизмов.

Заключение

Исследование взаимосвязей показателей успешности обучения и параметров вегетативной регуляции позволило выявить особенности вегетативного обеспечения успешности обучения при использовании двух систем оценивания: традиционной системы отметок и метода парных сравнений.

Успешность обучения, независимо от системы ее оценивания, более тесно связана с функциональным состоянием надсегментарных механизмов вегетативной регуляции, осуществляющих интеграцию вегетативной, психической, двигательной сфер, необходимую для деятельности мобилизацию организма, чем сегментарных, обеспечивающих автоматизированную деятельность функциональных систем в состоянии относительного покоя.

Успешность обучения, оцененная методом парных сравнений, в отличие от оцененной по традиционной системе (анализ всех текущих отметок за год), зависит от выраженности

сти симпатикотонии (характеристики сегментарного уровня). Зависимости носят нелинейный характер. Успешность обучения существенно ниже средней характерна для школьников со средними значениями симпатикотонии. Успешность обучения выше средней определяется как при минимальной, так и при максимальной выраженности симпатикотонии в зависимости от дисциплины.

Мы полагаем, что оценивание методом парных сравнений, предполагающим сравнение учащихся, создание «общего образа успешности обучения» данной дисциплине для каждого школьника сопровождается включением в оценку не только успешности усвоения, но и физиологической цены этой

успешности. Это выражается наличием взаимосвязей успешности обучения и выраженности симпатикотонии, имеющей наиболее явные внешние проявления напряжения или волнения. В то время как, выставив традиционную отметку, педагог оценивает выполнение конкретного задания, успешность усвоения знаний, умений, игнорируя при этом затраченные школьником усилия.

Результаты исследования могут быть использованы при выборе педагогической технологии оценивания результатов учебной деятельности с целью снижения тревожности и уровня стресса учащихся, улучшения их общего самочувствия, нивелирования процессов дезадаптации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алюшин М. В., Колобашкина Л. В. Мониторинг текущего состояния обучающихся как средство повышения эффективности образовательного процесса // Образование и наука. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 176–197. DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2019-2-176-197> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37057224>
2. Апатова Н. В., Гапонов А. И. Ранжирование студентов в соответствии с уровнем творческого потенциала на основе метода анализа иерархий и теории нечетких множеств // Перспективы науки и образования. – 2019. – № 4. – С. 484–496. DOI: <http://dx.doi.org/10.32744/pse.2019.4.37> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39544384>
3. Дурягина Е. Г. Исследование субъективной комфортности студентов в период экзаменационной сессии // Перспективы науки и образования. – 2019. – № 1. – С. 290–300. DOI: <http://dx.doi.org/10.32744/pse.2019.1.21> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36996163>
4. Емельянова И. Н., Теплякова О. А., Ефимова Г. З. Практика использования современных методов оценки на разных ступенях образования // Образование и наука. – 2019. – Т. 21, № 6. – С. 9–28. DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2019-6-9-28> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38468177>
5. Ермакова И. В., Догадкина С. Б., Рублева Л. В., Кмить Г. В., Безобразова В. Н., Шарапов А. Н. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы, автономной нервной регуляции сердечного ритма и эндокринной системы к нагрузкам разного характера у школьников 10–15 лет // Science for Education Today. – 2019. – Т. 9, № 5. – С. 176–204. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.1905.11> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41271748>
6. Казин Э. М., Иванов В. И., Литвинова Н. А., Березина М. Г., Гольдшмидт Е. С., Прохорова А. М. Влияние психофизиологического потенциала на адаптацию к учебной деятельности // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 3. – С. 23–29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29843234>
7. Криволапчук И. А., Чернова М. Б., Савушкина Е. В. Особенности психофизиологической реактивности детей 5–6 и 6–8 лет при умственной, сенсомоторной и физической нагрузках //



- Science for Education Today. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 179–195. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2003.10> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43091316>
8. Рябова И. В., Соболевская Т. А., Степанов С. Ю., Семенова Е. Н. Здоровье школьника как фактор успешности или неуспешности в обучении // Санитарный врач. – 2018. – № 12. – С. 21–26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36511451>
 9. Aimé A., Villatte A., Cyr C., Marcotte D. Can weight predict academic performance in college students? An analysis of college women's self-efficacy, absenteeism, and depressive symptoms as mediators // Journal of American College Health. – 2017. – Vol. 65 (3). – P. 168–176. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07448481.2016.1266639>
 10. Ange B., Wood E. A., Thomas A., Wallach P. M. Differences in Medical Students' Academic Performance between a Pass/Fail and Tiered Grading System // Southern Medical Journal. – 2018. – Vol. 111 (11). – P. 683–687. DOI: <http://dx.doi.org/10.14423/SMJ.0000000000000884> URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30392003/>
 11. Beltrán-Velasco A. I., Ruisoto-Palomera P., Bellido-Esteban A., García-Mateos M., Clemente-Suárez Analysis of Psychophysiological Stress Response in Higher Education Students Undergoing Clinical Practice Evaluation // Journal of Medical Systems. – 2019. – Vol. 43. – P. 68. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1187-7>
 12. Bush N. R., Caron Z. K., Blackburn K. S., Alkon A. Measuring Cardiac Autonomic Nervous System (ANS) Activity in Toddlers – Resting and Developmental Challenges // Journal of Visualized Experiments. – 2016. – Vol. 108. – P. 53652. DOI: <https://doi.org/10.3791/53652>
 13. Calenda M., Tammaro R. The assessment of learning: from competence to new evaluation // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 174. – P. 3885–3892. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1129>
 14. Castilla N., Llinares C., Bravo J.M., Blanca V. Subjective assessment of university classroom environment // Building and Environment. – 2017. – Vol. 122. – P. 72-81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.004>
 15. Cleland J., Cilliers F., van Schalkwyk S. The learning environment in remediation: a review // Clinical Teacher. – 2018. – Vol. 15 (1). – P. 13–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/tct.12739>
 16. Cvejic E., Huang S., Vollmer-Conna U. Can you snooze your way to an 'A'? Exploring the complex relationship between sleep, autonomic activity, wellbeing and performance in medical students // Australian and New Zealand Journal of Psychiatry. – 2018. – Vol. 52 (1). – P. 39–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0004867417716543>
 17. Deuchars S. A, Lall V. K, Clancy J., Mahadi M., Murray A., Peers L., Deuchars J. Mechanisms underpinning sympathetic nervous activity and its modulation using transcutaneous vagus nerve stimulation // Experimental Physiology. – 2018. – Vol. 103 (3). – P. 326–331. DOI: <http://dx.doi.org/10.1113/EP086433> URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29205954/>
 18. Fernandez-Duque D., Baird J. A., Posner M. I. Executive attention and metacognitive regulation // Consciousness and Cognition. – 2000. – Vol. 9 (2). – P. 288–307. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/ccog.2000.0447>
 19. Frazier P., Gabriel A., Merians A., Lust K. Understanding stress as an impediment to academic performance // Journal of American College Health. – 2019. – Vol. 67 (6). – P. 562–570. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07448481.2018.1499649>
 20. Guerrero-Roldán A., Noguera I. A model for aligning assessment with competences and learning activities in online courses // The Internet and Higher Education. – 2018. – Vol. 38. – P. 36–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/J.IHEDUC.2018.04.005>



21. Hamilton J. L., Alloy L. B. A typical reactivity of heart rate variability to stress and depression across development: Systematic review of the literature and directions for future research // *Clinical Psychology Review*. – 2016. – Vol. 50. – P. 67–79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.09.003>
22. Howie E. K., Joosten J., Harris C. J., Straker L. M. Associations between meeting sleep, physical activity or screen time behaviour guidelines and academic performance in Australian school children // *BMC Public Health*. – 2020. – Vol. 20 (1). – P. 520. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-020-08620-w>
23. Huang X., Zeng N., Ye S. Associations of Sedentary Behavior with Physical Fitness and Academic Performance among Chinese Students Aged 8-19 Years // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2019. – Vol. 16 (22). – P. 4494. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16224494>
24. Masud S., Mufarrih S. H., Qureshi N. Q., Khan F., Khan S., Khan M. N. Academic Performance in Adolescent Students: The Role of Parenting Styles and Socio-Demographic Factors – A Cross Sectional Study From Peshawar, Pakistan // *Frontiers in Physiology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 2497. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02497>
25. Prichard J. R. Sleep Predicts Collegiate Academic Performance: Implications for Equity in Student Retention and Success // *Sleep Medicine Clinics*. – 2020. – Vol. 15 (1). – P. 59–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.10.003>
26. Ramírez-Adrados A., Beltrán-Velasco A. I., Gonzalez-de-Ramos C., Fernández-Martínez S., Martínez-Pascual B., Fernández-Elías V. E., Clemente-Suárez V. J. The effect of final dissertation defense language, native vs. non-native, in the psychophysiological stress response of university students // *Physiology and Behavior*. – 2020. – Vol. 224. – P. 113043. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113043>
27. Roy H. A., Green A. L. The Central Autonomic Network and Regulation of Bladder Function // *Frontiers in Neuroscience*. – 2019. – Vol. 13. – P. 535. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00535>
28. Rudd K. L., Yates T. M. The implications of sympathetic and parasympathetic regulatory coordination for understanding child adjustment // *Developmental Psychobiology*. – 2018. – Vol. 60 (8). – P. 1023–1036. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/dev.21784> URL: <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/30370630/>
29. Twilhaar E. S., de Kieviet J. F., Aarnoudse-Moens C. Sh., van Elburg R. M., Oosterlaan J. Academic performance of children born preterm: a meta-analysis and meta-regression // *Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition*. – 2017. – Vol. 103 (4). – P. 322–330. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2017-312916>
30. Wang X., Liu B., Xie L., Yu X., Li M., Zhang J. Cerebral and neural regulation of cardiovascular activity during mental stress // *BioMedical Engineering Online*. – 2016. – Vol. 15 (S2). – P. 160. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0255-1>
31. Zhai X., Ye M., Gu Q., Huang T., Wang K., Chen Z., Fan X. The relationship between physical fitness and academic performance among Chinese college students // *Journal of American College Health*. – 2020. – P. 1–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07448481.2020.1751643>
32. Ziemssen T., Siepmann T. The Investigation of the Cardiovascular and Sudomotor Autonomic Nervous System // *Frontiers in Neurology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 53. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00053>



Nadezhda Yurevna Val'kova

Doctor of Biological Sciences, Professor,
Department of Human Biology and Biotechnical Systems,
Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7327-5721>
E-mail: n.valkova@narfu.ru (Corresponding Author)

Elena Vladimirovna Komarovskaya

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Humanitarian Institute,
Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russian Federation.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1591-7439>
E-mail: e.komarovskaya@narfu.ru

Peculiarities of the influence of autonomic state on academic performance depending on the evaluation system

Abstract

Introduction. Academic performance is a criterion of adaptation to the learning environment and depends on individual and typological characteristics of the effects of the autonomous system on the activity. Different evaluation systems characterize different facets of learning capacity.

The purpose of this research is to identify the properties of the effects of the autonomous system on schoolchildren's academic performance using traditional evaluation system and paired-comparison method.

Materials and Methods. The sample consisted of 30 eleventh year students of a comprehensive secondary school. Autonomic regulation was assessed using a questionnaire. Academic performance was measured retrospectively using two methods. The results of continuous academic assessment during the Year 9 were analyzed. At the end of the school year the teacher evaluated academic performance using a paired-comparison method. Data were processed using cluster analysis.

Results. The findings suggest that regardless of the evaluation system, academic performance is more determined by the functional condition of the sympathetic divisions which are responsible for actions requiring quick responses than by parasympathetic divisions which are associated with automatic activity in 'rest' conditions.

Evaluation conducted by means of paired-comparison method has shown correlations between academic performance and intensity of sympathicotonia. Students with average sympathicotonia demonstrated below average level of academic achievements. Above average level of performance was shown in students with maximal or minimal sympathicotonia intensity depending on the discipline.

The authors believe that paired-comparison method of evaluation is accompanied by including not only the performance but its physiological cost as well. It is expressed in the correlation between the academic performance and intensity of sympathicotonia which is demonstrated in tension or anxiety.

Conclusions. The study concludes that the peculiarities of the effects of the autonomous system on schoolchildren's academic performance when using paired-comparison method include the correlation between the academic performance and functional status of autonomous regulation segmental mechanisms with greatest impact being made by intensity of sympathicotonia.

**Keywords**

High school students; Academic performance; Paired-comparison method; Autonomic regulation; Sympathicotonia; Sympathetic division; Parasympathetic division.

REFERENCES

1. Alyushin M. V., Kolobashkina L. V. Monitoring of the current status of students as a means of increasing the effectiveness of educational process. *The Education and Science Journal*, 2019, vol. 21 (2), pp. 176–197. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2019-2-176-197> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37057224>
2. Apatova N. V., Gaponov A. I. Ranking of students in accordance with the level of creative potential based on the method of the hierarchy analysis method and the fuzzy sets theory. *Perspectives of Science & Education*, 2019, no. 4, pp. 484–496. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.32744/pse.2019.4.37> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39544384>
3. Duryagina E. G. Study of subjective comfort of students within the examination period. *Perspectives of Science & Education*, 2019, no. (1), pp. 290–300. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.32744/pse.2019.1.21> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36996163>
4. Emelyanova I. N., Teplyakova O. A., Efimova G. Z. Modern evaluation methods at various levels of education. *The Education and Science Journal*, 2019, vol. 21 (6), pp. 9–28. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2019-6-9-28> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38468177>
5. Ermakova I. V., Dogadkina S. B., Rubleva L. V., Kmit G. V., Bezobrazova V. N., Sharapov A. N. Adaptation of cardiovascular system, autonomous nervous regulation of heart rate and endocrine system to different types of loads in 10–15-year-old schoolchildren: Characteristic features. *Science for Education Today*, 2019, vol. 9 (5), pp. 176–204. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.1905.11> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41271748>
6. Kazin E. M., Ivanov V. I., Litvinova N. A., Berezina M. G., Goldschmidt E. S., Prokhorova A. M. Influence of psychophysiological potential on adaptation to educational activity. *Human Physiology*, 2002, vol. 28 (3), pp. 23–29. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29843234>
7. Krivolapchuck I. A., Chernova M. B., Savushkina E. V. Characteristics of psychophysiological reactivity of children aged 5–6 and 6–8 years during intellectual, sensomotor and physical challenges. *Science for Education Today*, 2020, vol. 10 (3), pp. 179–195. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2003.10> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43091316>
8. Ryabova I. V., Sobolevskaya T. A., Stepanov S. Y., Semenova E. N. Health of a schoolchild as a factor for success or underachievement in learning. *Sanitary Doctor*, 2018, no. 12, pp. 21–26. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36511451>
9. Aimé A., Villatte A., Cyr C., Marcotte D. Can weight predict academic performance in college students? An analysis of college women's self-efficacy, absenteeism, and depressive symptoms as mediators. *Journal of American College Health*, 2017, vol. 65 (3), pp. 168–176. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07448481.2016.1266639>
10. Ange B., Wood E. A., Thomas A., Wallach P. M. Differences in medical students' academic performance between a pass/fail and tiered grading system. *Southern Medical Journal*, 2018, vol. 111 (11), pp. 683–687. DOI: <http://dx.doi.org/10.14423/SMJ.0000000000000884>
11. Beltrán-Velasco A. I., Ruisoto-Palomera P., Bellido-Esteban A., García-Mateos M., Clemente-suárez analysis of psychophysiological stress response in higher education students undergoing



- clinical practice evaluation. *Journal of Medical Systems*, 2019, vol. 43, pp. 68. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1187-7>
12. Bush N. R., Caron Z. K., Blackburn K. S., Alkon A. measuring cardiac autonomic nervous system (ANS) activity in toddlers – resting and developmental challenges. *Journal of Visualized Experiments*, 2016, vol. 108, pp. 53652. DOI: <https://doi.org/10.3791/53652>
 13. Calenda M., Tammaro R. The assessment of learning: From competence to new evaluation. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 174, pp. 3885–3892. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1129>
 14. Castilla N., Llinares C., Bravo J. M., Blanca V. Subjective assessment of university classroom environment. *Building and Environment*, 2017, vol. 122, pp. 72–81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.004>
 15. Cleland J., Cilliers F., van Schalkwyk S. The learning environment in remediation: A review. *Clinical Teacher*, 2018, vol. 15 (1), pp. 13–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/tct.12739>
 16. Cvejic E., Huang S., Vollmer-Conna U. Can you snooze your way to an 'A'? Exploring the complex relationship between sleep, autonomic activity, wellbeing and performance in medical students. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 2018, vol. 52 (1), pp. 39–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0004867417716543>
 17. Deuchars S. A, Lall V. K, Clancy J., Mahadi M., Murray A., Peers L., Deuchars J. Mechanisms underpinning sympathetic nervous activity and its modulation using transcutaneous vagus nerve stimulation. *Experimental Physiology*, 2018, vol. 103 (3), pp. 326–331. DOI: <http://dx.doi.org/10.1113/EP086433> URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29205954/>
 18. Fernandez-Duque D., Baird J. A., Posner M. I. Executive attention and metacognitive regulation. *Consciousness and Cognition*, 2000, vol. 9 (2), pp. 288–307. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/ccog.2000.0447>
 19. Frazier P., Gabriel A., Merians A., Lust K. Understanding stress as an impediment to academic performance. *Journal of American College Health*, 2019, vol. 67 (6), pp. 562–570. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07448481.2018.1499649>
 20. Guerrero-Roldán A., Noguera I. A model for aligning assessment with competences and learning activities in online courses. *The Internet and Higher Education*, 2018, vol. 38, pp. 36–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/J.IHEDUC.2018.04.005>
 21. Hamilton J. L., Alloy L. B. A typical reactivity of heart rate variability to stress and depression across development: Systematic review of the literature and directions for future research. *Clinical Psychology Review*, 2016, vol. 50, pp. 67–79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.09.003>
 22. Howie E. K., Joosten J., Harris C. J., Straker L. M. Associations between meeting sleep, physical activity or screen time behaviour guidelines and academic performance in Australian school children. *BMC Public Health*, 2020, vol. 20 (1), pp. 520. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-020-08620-w>
 23. Huang X., Zeng N., Ye S. Associations of sedentary behavior with physical fitness and academic performance among Chinese students aged 8-19 years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, vol. 16 (22), pp. 4494. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16224494>
 24. Masud S., Mufarrih S. H., Qureshi N. Q., Khan F., Khan S., Khan M. N. Academic performance in adolescent students: The role of parenting styles and socio-demographic factors - a cross sectional study from Peshawar, Pakistan. *Frontiers in Physiology*, 2019, vol. 10, pp. 2497 DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02497>



25. Prichard J. R. Sleep predicts collegiate academic performance: implications for equity in student retention and success. *Sleep Medicine Clinics*, 2020, vol. 15 (1), pp. 59–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.10.003>
26. Ramírez-Adrados A., Beltrán-Velasco A. I., Gonzalez-de-Ramos C., Fernández-Martínez S., Martínez-Pascual B., Fernández-Elías V. E., Clemente-Suárez V. J. The effect of final dissertation defense language, native vs. non-native, in the psychophysiological stress response of university students. *Physiology and Behavior*, 2020, vol. 224, pp. 113043. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113043>
27. Roy H. A., Green A. L. The Central autonomic network and regulation of bladder function. *Frontiers in Neuroscience*, 2019, vol. 13, pp. 535. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00535>
28. Rudd K. L., Yates T. M. The implications of sympathetic and parasympathetic regulatory coordination for understanding child adjustment. *Developmental Psychobiology*, 2018, vol. 60 (8), pp. 1023–1036. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/dev.21784> URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30370630/>
29. Twilhaar E. S., de Kieviet J. F., Aarnoudse-Moens C. Sh., van Elburg R. M., Oosterlaan J. Academic performance of children born preterm: A meta-analysis and meta-regression. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*, 2017, vol. 103 (4), pp. 322–330. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2017-312916>
30. Wang X., Liu B., Xie L., Yu X., Li M., Zhang J. Cerebral and neural regulation of cardiovascular activity during mental stress. *BioMedical Engineering OnLine*, 2016, vol. 15 (S2), pp. 160. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0255-1>
31. Zhai X., Ye M., Gu Q., Huang T., Wang K., Chen Z., Fan X. The relationship between physical fitness and academic performance among Chinese college students. *Journal of American College Health*, 2020, pp. 1–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07448481.2020.1751643>
32. Ziemssen T., Siepmann T. The Investigation of the cardiovascular and sudomotor autonomic nervous system. *Frontiers in Neurology*, 2019, vol. 10, pp. 53. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00053>

Submitted: 04 September 2020 Accepted: 10 November 2020 Published: 31 December 2020



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).