УДК 612.8+57.03

ОПТИМИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ – ПРЕДИКТОРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Байгужин П.А.

ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», Челябинск, Россия (454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 69), nonpredatory@gmail.ru

Анализ результатов тестирования зрительно-моторной реакции 520 студенток выявил распределение вклада изучаемых показателей центральной нервной системы в обеспечение текущего функционального состояния у студентов с различной подвижностью нервных процессов. Установлена высокая вероятность распределения психофизиологических ресурсов на этапе развития утомления (увеличение относительного показателя, характеризующего уровень функциональных резервов) и их перераспределения в пользу устойчивости реакции нервной системы на этапе выраженного утомления. Оптимизация оценки показателей сенсомоторной реакции как прогностических параметров функционального состояния центральной нервной системы заключается в необходимости учета функциональной подвижности нервных процессов, проявляемых у обследуемых в условиях их профессиональной деятельности.

Ключевые слова: оптимизация оценки психофизиологического состояния, центральная нервная система, простая зрительно-моторная реакция.

OPTIMIZATION OF THE ESTIMATION OF INDICATORS SENSORIMOTOR-REACTION – PROGNOSTIC PARAMETERS THE FUNCTIONAL CONDITION OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM

Bajguzhin P.A.

Chelyabinsk state pedagogical university, Chelyabinsk, Chelyabinsk, Russia (454080, Chelyabinsk, avenue of V.I. Lenin, 69), nonpredatory@gmail.ru

The analysis of results of testing of is visual-motor reaction of 520 students revealed distribution of the contribution of studied indicators of central nervous system in maintenance of a current functional condition at students with various mobility of nervous processes. The high probability of distribution of psychophysiological resources at a stage of development of exhaustion (increase in the relative indicator characterising level of the functional reserves) and their redistribution in favour of stability of reaction of nervous system at a stage of expressed exhaustion is established. Optimisation of an estimation of indicators sensorimotor reactions as prognostic parameters of the functional condition of central nervous system consists in necessity of the account of the functional mobility of the nervous processes shown at surveyed in the conditions of their professional work.

Keywords: optimisation of an estimation of a psychophysiological condition, central nervous system, simple is visual-motor reaction.

Актуальность. Деятельность человека в условиях стабильной интенсификации (технической, информационной, социальной) целесообразна при условии достижения ее эффективности. Причем последняя отражает не столько работоспособность функциональной системы организма (организма как целостной системы), характеризующей достижение

следствия, выраженного в конкретном результате, сколько свойство самой системы выполнять поставленную цель в заданных условиях с требуемым качеством.

Показатели эффективности характеризуют степень приспособленности системы к выполнению поставленных перед ней задач и являются обобщающими показателями оптимальности функционирования системы. Такими показателями в психофизиологическом исследовании прикладного характера считают функциональный уровень системы, устойчивость реакции и уровень ее функциональных возможностей как предикторов состояния центральной нервной системы (ЦНС).

Тестирование простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) организма с помощью современных аппаратно-программных комплексов (АПК) имеет ряд преимуществ, позиционирующих ее в форматэкспресс-диагностики умственной работоспособности и функционального состояния ЦНС.

Широко представленные в методическом обеспечении психофизиологических исследований автоматизированные варианты тестирования ПЗМР[1], основаны, преимущественно, на результатах работы Т.Д. Лоскутовой (1975) «Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции». В литературе обозначены методические подходы к совершенствованию методики [2], а также способы ее оптимизации [1].

Оптимизация условий трудовой деятельности человека обусловливает необходимость поиска и учета индивидуальных особенностей, свойственных каждому индивидууму и проявляемых опосредованно в учебно-трудовой деятельности, значительной изменчивости состояния психики как следствия воздействия факторов деятельности.

Цель. Опробировать способ оптимизации оценки предикторов функционального состояния центральной нервной системы организма студентов в условиях учебно-профессиональной деятельности.

Организация и методы. С помощью модифицированной методики хронорефлексометрии [7] на добровольной основе исследовали параметры функционального состояния центральной нервной системы у 521 студента – девушек, средний возраст которых составил 18,92±1,38 лет. Обследование проводили стационарно в условиях учебно-профессиональной деятельности. Оценивали статистические показатели сенсомоторной реакции: *латентный период*; *функциональный уровень системы* (величина этого показателя

---

[1]АПК ПсихоТест (ООО «Нейрософт», г. Иваново, http://www.neurosoft.ru/rus/product/group_psyh.aspx); Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека (методика М.П. Мороз, компания ИМАТОН, http://imaton.com/metodiki/met/64/); АПК ПАКПФ-02 (http://www.medsport.spb.ru/pakpf.html) и т.п.

тем больше, чем выше функциональный уровень ЦНС); *устойчивость реакции*, характеризующей устойчивость ЦНС и отражающей степень концентрации внимания; *показатель уровня функциональных возможностей*, отражающий способность организма формировать адекватную заданию функциональную систему. Математико-статистическая обработка, графический анализ полученных данных проведены с помощью приложения MicrosoftOffice – Excel 2010 с использованием общепринятых методов вычисления показателей вариационной статистики. Уровень достоверности различий относительных величин изучаемых показателей определяли с помощью метода неусредняемых относительных величин [3].

Результаты и их обсуждение. Простая сенсомоторная реакция реализуется через формирование функциональной системы, работа которой зависит от согласованности, синхронности временных и пространственных параметров этой системы и совпадения ритмов возбуждения в нервных клетках. Время реакции рассматривают как интегральный показатель функционального состояния ЦНС, отражающий такие основные свойства нервной системы, как возбудимость, лабильность и реактивность [5].

Описательная статистика латентного времени сенсомоторной реакции обследуемых выражена следующими значениями: средняя арифметическая (M) – 292,85 мс; стандартная ошибка (m) – 1,88; стандартное отклонение (s) – 42,77 мс;медиана (Me) – 284,5 мс; мода (Mo) – 281 мс; коэффициент вариации (CV) – 14,6 %. Представленные данные в целом сопоставимы с ранее полученными результатами оценки ПЗМРспособом вариационной хронорефлексометрии [1, 6].

Относительно высокие значения латентного периода ПЗМР обследуемых студентов обусловлены действием двух объективных факторов: первый характеризуется совокупным влиянием условий образовательной (учебно-профессиональной) среды; второй особенностями методики вариационной пульсометрии – модуляцией значимого сигнала [1].

С целью дифференциации выборки значений латентного периода ПЗМР применен метод центильной оценки, результатом которой явилось распределение изучаемого показателя по уровням, характеризующим функциональную подвижность нервных процессов: 25-я центиль – 267 мс, 75-я центиль – 315 мс. Таким образом, значения латентного периода ПЗМР меньше 267 мс свидетельствуют о наличии высокого уровня подвижности нервных процессов (25 % обследуемых), больше 315 мс – об их инертности (24,2 % обследуемых).

Оптимизация оценки показателей сенсомоторной реакции – предикторов функционального состояния центральной нервной системы – основана на постулате хронорефлексометрии: одному и тому же значению функционального уровня ЦНС может

соответствовать некоторый набор значений двух других параметров: устойчивости реакции и уровня функциональных возможностей.

Полученные данные, характеризующие функциональный уровень ЦНС, согласно используемой нами классификации функциональных состояний, в более чем 98 % случаев указывает на его снижение. Можно предположить, что причиной относительно низкого уровня функционирования ЦНС является воздействие совокупности факторов учебно-профессиональной деятельности – характеризующие, вероятно, нормальный, должный рабочий фон. Следует отметить, что показатель функционального уровня системы наименее чувствительный к вариациям функционального состояния (CV=9,4%) по сравнению с показателями устойчивости реакции (CV=45,5%) и уровнем функциональных возможностей (CV=27,8%), что согласуется с литературными данными [5].

На рисунке 1 представлено соотношение показателей устойчивости реакции и уровня функциональных возможностей на правах попытки подкрепления теоретического положения ресурсной теории к оценке стресса [10] о перераспределении психофизиологических ресурсов в зависимости от функционального состояния.

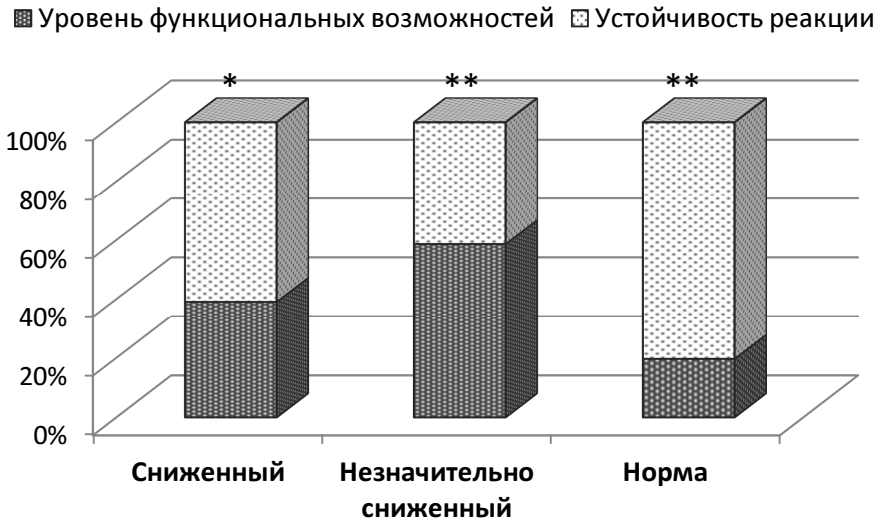

Рис. 1. Соотношение показателей устойчивости реакции и уровня функциональных возможностей у студентов с различным уровнем умственной работоспособности

(* - степень достоверности различий при $p<0,005$; ** - при $p<0,001$)

Нормальная или оптимальная работоспособность ЦНС обследуемых обеспечена сформированной устойчивостью функциональной системы в ответ на действие условий деятельности ($t=6,45$ при $p<0,001$ по отношению к относительному показателю, отражающему уровень функциональных возможностей). Такого рода устойчивость, стабильность функций указывает на проявление целостного психофизиологического

качества организма – готовности. Можно предположить, что выявленному состоянию готовности предшествовала мобилизация ресурсов организма, в том числе психофизиологических.

Качественно другим соотношением изучаемых показателей характеризуется незначительно сниженный уровень работоспособности (рис. 1). Снижение работоспособности вследствие развития первых признаков утомления ЦНС актуализирует использование ресурсов в целях формирования адаптивного ответа, что проявляется в значимом вкладе показателя, характеризующего уровень функциональных возможностей нервной системы ($t=4,76$ при $p<0,001$ по отношению к относительному показателю, отражающему устойчивость реакции).

Теоретическую значимость имеет, на наш взгляд, качественная характеристика отношения показателя устойчивости реакции функциональной системы и показателя, отражающего функциональные возможности при сниженном уровне умственной работоспособности. Следствием утомления ЦНС является снижение работоспособности, о чем свидетельствует увеличение латентного периода времени ПЗМР, что, в свою очередь, указывает на преобладание процессов инертности и торможения в регуляции деятельности организма. Обеспечение известного уровня эффективности деятельности в условиях утомления происходит за счет попытки организма стабилизировать прогрессирующее психофизиологическое состояние, что выражается в росте вклада показателя устойчивости реакции ($t=3,26$ при $p<0,005$ по отношению к относительному показателю, отражающему уровень функциональных возможностей).

Полученные результаты могут рассматриваться как закономерность в психофизиологическом обеспечении результативной учебно-профессиональной деятельности студентов высшей школы.

Независимо от величины показателя латентного периода зрительно-моторной реакции выявлены все уровни функционального состояния ЦНС, предусмотренные хронорефлексометрической методикой. Практическую значимость имеет соотношение показателей хронорефлексометрии внутри каждого дифференцированного (критериального) уровня (рис. 2).

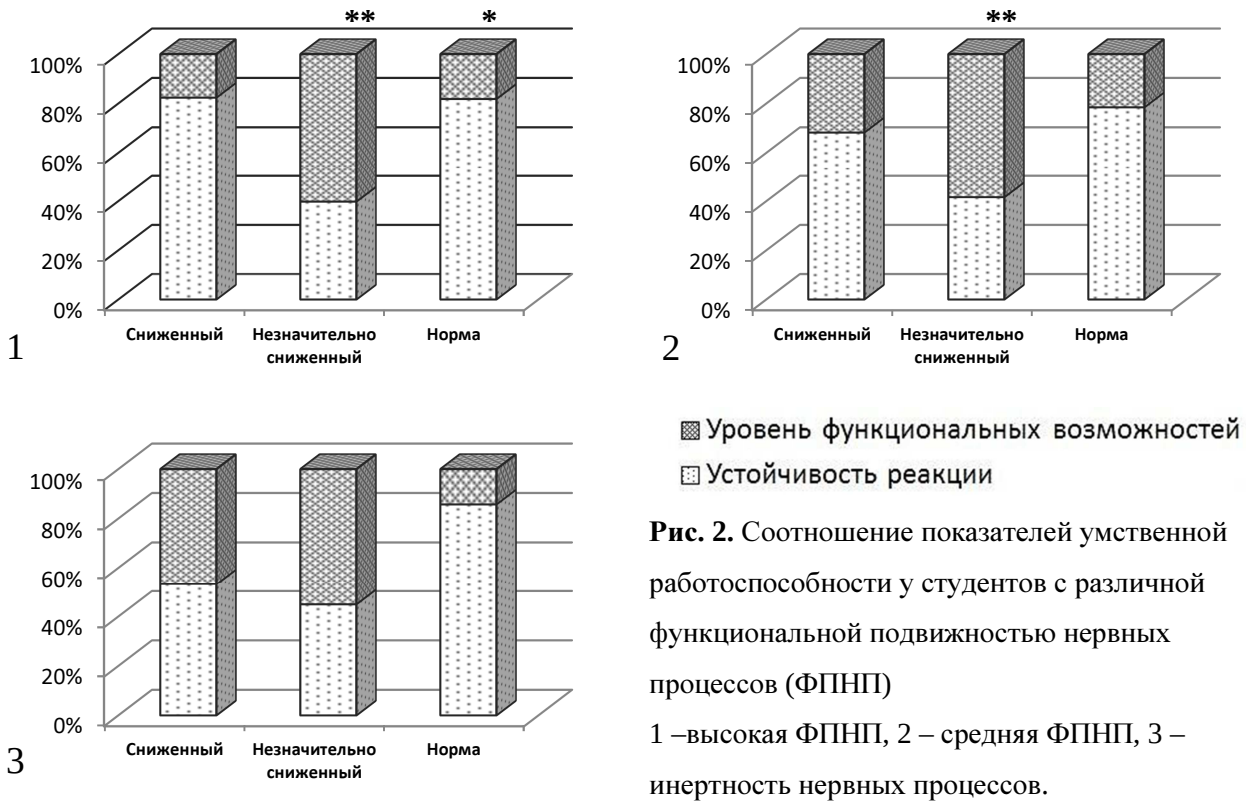

Рис. 2. Соотношение показателей умственной работоспособности у студентов с различной функциональной подвижностью нервных процессов (ФПНП)

1 –высокая ФПНП, 2 – средняя ФПНП, 3 – инертность нервных процессов.

(* - степень достоверности различий при $p<0,005$; ** - при $p<0,001$)

Установленное соотношение характеризует определенный вклад показателей функционального состояния нервной системы в обеспечение результативности учебно-профессиональной деятельности обследуемых.

Согласно полученным данным, подвижность нервных процессов в норме реализуется преимущественно за счет сформированной устойчивости реакции нервной системы ($t=2,26$; при $p<0,05$) по отношению к относительному значению показателя, характеризующего уровень ее функциональных возможностей. При незначительно сниженной работоспособности, согласно классификации М.П. Мороз (2007), деятельность лиц с высокой и средней подвижностью нервных процессов обеспечивается за счет включения механизмов функциональных возможностей ($t=5,24$ при $p<0,001$ и $t=5,19$ при $p<0,001$, соответственно).

Полученные данные согласуются с результатами, указанными в работе М.К. Ржепецкой (1995), которые характеризуют первую фазу снижения работоспособности как мобилизационную, отличающуюся высокой концентрацией внимания на фоне сохранения качества деятельности. Автор указывает на маркирующую функцию адаптационных механизмов центральной нервной системы, что проявляется в перестройке структуры деятельности за счет первоочередного снижения качества выполнения простых психофизиологических тестов, легких элементов профессионального труда [9].

Таким образом, изменение времени выполнения простой зрительно-моторной условно-рефлекторной реакции, на наш взгляд, является показательным с учетом психофизиологического типа, в основе которого проявление функциональной подвижности и структуры обеспечения работоспособности (соотношение вклада показателей устойчивости реакции и уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы).

Выявленные особенности психофизиологического обеспечения работоспособности не характерны для лиц с высокими значениями латентного периода, отражающих инертность нервных процессов (рис. 2).

Сниженная работоспособность, характеризующаяся ухудшением качества выполнения тестового задания (ПЗМР) на 25 % от исходных значений латентного периода, независимо от уровня проявления функциональной подвижности ЦНС, напротив, обеспечивается вновь сформированным «поддерживающим» уровнем устойчивости реакции нервной системы (при $p>0,05$).

Установленные варианты изменения вклада психофизиологических процессов в обеспечение незначительно сниженного и сниженного уровней умственной работоспособности согласуются с постулатом ресурсного подхода в регуляции информационного стресса. Функциональная система обработки информации в каждый момент времени располагает изменяющимися, с возможностями гибкого распределения и перераспределения ограниченными ресурсами (например, активирующая функция ретикулярной формации, изменение кровотока или процессы метаболизма гликопротеина в мозгу).

Отмеченные выше варианты соотношения психофизиологических качеств системы, обеспечивающей ее эффективность, находят свое объяснение с позиций ресурсного подхода к оценке стресса через категорию распределения или перераспределения ресурсов [10]. Формирование высших адаптационных реакций организма в ситуациях учебно-профессиональной деятельности обследуемых студентов также является следствием или результатом «эмоционального поиска удачного решения» [8], своего рода адекватного ответа в сложившемся континууме условий деятельности.

Незначительно сниженный уровень работоспособности, согласно классификации [7], как функциональное состояние является фазой, этапом указанного выше эмоционального поиска практического результата, выраженного в мобилизации психофизиологических, когнитивных, вегетативных ресурсов организма. Достигнутый результат сигнализирует о себе через механизмы обратной биологической связи, и эта санкционирующая афферентация становится принципиальным фактором *стабилизации*, ограничения сформированной

функциональной системы, которая и характеризует степень и характер приспособления организма к конкретным условиям деятельности [8] и характеризуется, согласно полученным нами данным, сниженной работоспособностью организма обследуемых. По мнению В.П. Загрядского и З.К. Сулимо-Самуйлло (1988), реализация физиологических резервов осуществляется путем не только усиления, но и ограничения деятельности сформированных функциональных систем [4].

Заключение. Оптимизация оценки показателей сенсомоторной реакции – предикторов функционального состояния центральной нервной системы – заключается в необходимости учета функциональной подвижности нервных процессов, проявляемых у обследуемых в условиях их профессиональной деятельности. Важна не столько оценка умственной работоспособности обследуемых по показателям функционального состояния ЦНС, сколько выявление их соотношения – вклада в формирование основных этапов работоспособности: оптимума, плато (стабильности) и развития утомления.

Выявленные особенности распределения вклада изучаемых показателей ЦНС в обеспечение текущего функционального состояния у студентов с различной подвижностью нервных процессов, позволили сделать вывод о высокой вероятности распределения психофизиологических ресурсов на этапе развития утомления (увеличение относительного показателя, характеризующего уровень функциональных резервов) и их перераспределения в пользу устойчивости реакции нервной системы на этапе выраженного утомления.

Учет уровня функциональной подвижности нервных процессов находит свое практическое применение в управлении качеством образования учащейся молодежи, в частности, прогнозирования эффективности деятельности и организации форм контроля за результативностью обучения, а также формирования индивидуального вектора развития универсальных учебных действий учащейся молодежи.

Литература

1. Байгужин П.А. Факторы результативности психофизиологического исследования функционального состояния центральной нервной системы у студентов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2011. – № 26(243). – Выпуск 28. – С. 131-136.

2. Баландин М.Ю., Генералов В.С.Оценка функциональных резервов центральной нервной системы по тесту простой зрительной реакции [Электронный ресурс] // Breath.ru - Портал здорового образа жизни: сайт. – URL: http://breath.ru/htms/a787.htm (дата обращения 09.10.2011).

3. Бенсман В.М. Облегченные способы статистического анализа в клинической медицине. – Краснодар: Изд. КГМА, 2002. – С. 30.

4. Загрядский В.П.,Сулимо-Самуйлло З.К. О физиологических резервах организма // Военно-медицинский журнал. – 1988. – №1. – С. 51-53.

5. Лоскутова Т.Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции// Физиологический журнал. – 1975. – Т.61, №1. – С. 3-12.

6. Мальцев В.П.,Шибкова Д.З., Байгужин П.А. Психофизиологический статус студенток как фактор обеспечения учебно-профессиональной деятельности // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2011. – №2 (13). – С. 163-170.

7. Мороз М.П. Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека: методическое руководство. – СПб.: ИМАТОН, 2007. – 40 с.

8. Меерсон Ф.З., Кругликов Р.И. Высшие адаптационные реакции организма // Физиология адаптационных процессов (Руководство по физиологии). – М.: Наука, 1986. – С. 492-518.

9. Ржепецкая М.К. Степени снижения работоспособности операторов при действии различных факторов среды // Физиология человека. – 1995. – Т.21, № 4. – С. 69-72.

10. Hobfoll S. Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress // American psychologist. – 1988. –V. 44. – P. 513-524.

Рецензенты:

Шибкова Д.З., д.б.н., профессор, зав. кафедрой анатомии, физиологии человека и животных ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск.

Павлова В.И., д.б.н., профессор кафедры теоретических основ физической культуры ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск.