

# ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.821.8:612.833.8

DOI 10.34014/2227-1848-2019-3-38-51

## ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНЫЕ РЕАКЦИИ КАК ИНДИКАТОР ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Ю.П. Игнатова, И.И. Макарова, К.Н. Яковлева, А.В. Аксенова

ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Тверь, Россия

e-mail: physiologistgma@mail.ru

Функциональное состояние человека является прогностическим показателем оценки его работоспособности и определяется степенью активации всех систем организма, задействованных в исследуемом виде деятельности, успешность которой во многом зависит от резервных возможностей центральной нервной системы. Аfferентная информация запускает определенные двигательные программы и активирует отделы центральной нервной системы, которые ответственны за контроль над этими программами и их корректировку. Координация сенсорных и моторных компонентов двигательного акта является важнейшим условием функционирования сенсорной системы. Наиболее простым и доступным методом, отражающим динамику скорости нервных процессов, их переключение, уровень зрительно-моторной координации, общий уровень работоспособности и активности центральной нервной системы, является оценка характеристик зрительно-моторных реакций. Методика определения параметров зрительно-моторных реакций различного уровня сложности характеризует возбудимость коркового отдела зрительного анализатора, скорость проведения возбуждения по рефлекторной дуге до эффектора включительно и сократительную функцию. Время от начала подачи сигнала до ответной реакции организма затрачивается на проведение и обработку информации в высших отделах мозга и поэтому служит показателем функционального состояния центральной нервной системы.

Цель настоящей статьи – осветить распространенность использования метода оценки параметров зрительно-моторных реакций как интегральных показателей функционального состояния центральной нервной системы.

Анализ исследовательских работ показал, что показатели зрительно-моторных реакций характеризуют состояние нервных процессов организма и его индивидуально-типологические особенности и рассматриваются как интегральные показатели функционального состояния центральной нервной системы. Оценка зрительно-моторных реакций является достаточно простым и точным нейрофизиологическим индикатором нейродинамических свойств нервной системы, общего уровня работоспособности и активности центральной нервной системы, что обуславливает распространенность его использования в области исследования психомоторных функций человека.

**Ключевые слова:** простые и сложные зрительно-моторные реакции, функциональное состояние центральной нервной системы.

Функциональное состояние (ФС) человека является прогностическим показателем оценки его работоспособности и определяется степенью активации всех систем организма, задействованных в исследуемом виде деятельности. Вопросы прогноза, контроля и коррекции ФС человека имеют большое практическое и теоретическое значение [1].

Аfferентная информация запускает определенные двигательные программы и активирует отделы центральной нервной системы (ЦНС), которые ответственны за контроль над этими программами. Координация сенсорных и моторных компонентов двигательного акта является важнейшим условием функционирования сенсорной системы [2].

Наиболее простым и доступным методом, отражающим динамику скорости нервных процессов, их переключение, уровень зрительно-моторной координации, общий уровень работоспособности и активности ЦНС, является оценка характеристик зрительно-моторных реакций (ЗМР) [3].

ЗМР может быть простой и сложной [4, 5]. Простую ЗМР (ПЗМР) относят к макродвижениям, которые обеспечиваются пирамидно-стриальным уровнем организации движений [6]. Сложная ЗМР (СЗМР) включает в себя различие сигналов и выбор в соответствии с этим разных способов поведенческого реагирования. СЗМР принадлежит исключительно к кортикальному уровню моторных действий.

Параметры ПЗМР и СЗМР характеризуют нейродинамические процессы в ЦНС, а именно возбудимость коркового отдела зрительного анализатора, скорость проведения возбуждения по рефлекторной дуге до эффектора включительно. Время от начала подачи сигнала до ответной реакции организма затрачивается на проведение и обработку информации в высших отделах мозга и поэтому служит показателем ФС ЦНС [2].

Цель настоящей статьи – осветить распространенность использования метода оценки параметров ЗМР как интегральных показателей ФС ЦНС.

Оценка ФС ЦНС, в частности анализ параметров ЗМР, позволяет спрогнозировать вероятность возникновения негативных психофизиологических состояний, являющихся результатом воздействия на субъект факторов его профессиональной деятельности и влияющих на его работоспособность и производительность труда [7–10].

В процессе трудовой деятельности, особенно при умственной нагрузке, в организме человека происходят изменения состояния его психических функций. Высокая напряженность умственного труда негативно влияет на высшую нервную деятельность: ухудшаются внимание, память, восприятие, что снижает профессиональную работоспособность. У диспетчеров автопарков установлено снижение скорости и увеличение времени как ПЗМР, так и СЗМР к концу рабочего дня

в среднем на 30 % [11]. По мнению авторов, трудовой процесс данной категории работников приводит к физиологическим изменениям в ЦНС: преобладанию процессов торможения и развитию утомления.

Оценка параметров ПЗМР и СЗМР позволила определить динамику развития утомления в течение рабочего дня и рабочей недели сотрудников аккредитованного испытательного лабораторного центра [12]. Авторами обнаружена сильная положительная значимая связь скорости ПЗМР, СЗМР и интегрального показателя профессионального выгорания и был предложен комплекс профилактических мероприятий.

Психофизиологические методы приобретают актуальность в изучении природы психофизиологических рисков. Повышение требований к профессиональным качествам специалистов зачастую приводит к изменениям ФС организма, а соответственно, к снижению работоспособности. Так, оценка ФС ЦНС социальных работников была проведена по методике, основанной на анализе латентных периодов ПЗМР, отражающей вероятностно-статистический принцип работы мозга [7]. По мнению авторов, психофизиологическая методика – важнейший инструмент динамического контроля и последующей коррекции уровня работоспособности специалистов социальной службы на разных этапах их профессиональной деятельности.

Латентный период ПЗМР как объективный тест ФС ЦНС использовался в комплексной оценке психофизиологического статуса и адаптивных возможностей организма студентов с различным уровнем двигательной активности [13]. Улучшение показателей когнитивной работоспособности, в т.ч. и уменьшение латентного периода ПЗМР, сопровождалось ростом напряжения регуляторных систем организма, более выраженным у лиц с низкой физической активностью. Авторы сделали заключение, что физическая активность снижает «цену адаптации» организма к изменяющимся условиям среды обитания.

Оценка психофизиологического состояния бакалавров по методике СЗМР показала у большинства обследуемых сочетание быстрой реакции и безошибочности действий, что

свидетельствует о наличии у них состояния достаточного рабочего напряжения [14]. Студентам же с неудовлетворительным ФС по методике СЗМР рекомендованы мероприятия по его оптимизации.

С аналогичной целью оценить возможности нервной системы, определяющие в значительной степени приспособительное поведение, в работе И.В. Ярославцевой и соавт. был использован метод СЗМР как экспресс-диагностика ФС ЦНС [15]. Одной из основных задач психофизиологического мониторинга в вузе является своевременное выявление студентов со сниженными функциональными возможностями ЦНС с целью проведения профилактической коррекционной работы.

Анализ параметров ЗМР различного уровня сложности был использован для определения степени влияния зимних каникул на общее состояние ЦНС [16]. Установлено, что после зимнего отдыха скорость обеих ЗМР выросла, особенно по методике СЗМР. Существенное уменьшение времени выполнения СЗМР на фоне улучшения ее точности в силу более сложной ее нейрональной организации свидетельствует о высокой эффективности зимних каникул в отношении сенсомоторных реакций студентов.

Тест СЗМР был использован для выявления взаимосвязи жизнестойкости курсантов в тренировочных условиях с уровнем активации ЦНС, что обусловлено потребностью повышения эффективности профессиональной деятельности в чрезвычайных ситуациях [17]. Обнаружена положительная связь компонентов жизнестойкости с параметрами СЗМР. Высокий уровень стабильности реакций характеризует устойчивый уровень активности, сохранение высокой работоспособности на протяжении длительного времени в экстремальных условиях.

Время сенсомоторных реакций – это высоко валидный тест, позволяющий детально исследовать ФС ЦНС в динамике [18].

Оценка параметров ПЗМР позволяет не только характеризовать ФС ЦНС и работоспособность, но и определять функциональную межполушарную асимметрию (ФМА) мозга [19]. ФМА является важнейшим фактором, который оказывает влияние на степень

адаптации человека к воздействиям внешней среды, в т.ч. к сложным условиям профессиональной деятельности. Известны работы [20], в которых была сделана попытка выявить, взаимодействуют ли между собой центры полушарий при выполнении простой задачи. Как показали данные исследования, время ПЗМР значимо увеличивалось при монокулярном предъявлении стимула, что объясняется получением информации от симметричных зон другого полушария и, соответственно, тратой дополнительного времени. Автор полагает, что выполнение простой реакции обусловлено взаимодействием обоих полушарий. Причем отношения между сенсорными центрами определяются ситуативно, в процессе деятельности, и являются динамичными.

Способность адаптироваться к умственной и физической деятельности определяется работоспособностью и подвижностью нервных процессов, ФМА головного мозга. В исследовании С.С. Матвеева и соавт. оценка ФС ЦНС осуществлялась методикой ПЗМР, в основе которой лежит определение уровня и стабильности сенсорных реакций человека на световые раздражители [21]. При этом латентный период реакции зависит от согласованности, синхронности временных и пространственных параметров ЦНС. Характеристики ПЗМР достаточно полно отражают силовые отношения в коре полушарий большого мозга. Анализ статистических параметров латентного периода ПЗМР у студентов с разным профилем ФМА мозга обнаружил, что для большинства правой характерна подвижность нервных процессов, уменьшение латентного периода ПЗМР. Полученные результаты говорят о повышении возбудимости нейрональных сетей в ЦНС, что создает предпосылки для роста скорости переработки информации и эргичности когнитивных процессов. Среди левой отмечено большее число студентов с инертностью нервных процессов, легкой степенью утомления, требующей повышенной концентрации внимания при выполнении учебной деятельности. В случае неопределенной латерализации необходимость выбора из двух возможных стратегий требует некоторого времени и уд-

линяет период выполнения задания. У большей части амбидекстров преобладают процессы торможения, низкий уровень напряжения регуляторных механизмов, что указывает на снижение функциональных возможностей их организма [21]. Таким образом, сенсомоторные реакции являются информативным и чувствительным индикатором в диагностике ФС ЦНС.

Изучение особенностей психомоторики айкидоистов с различным сочетанием ФМА мозга выявило [22], что спортсмены-левши при ПЗМР быстрее проявляют моторную реакцию, т.е. имеют двигательные преимущества перед правшами и амбидекстрами. Анализируя СЗМР, обнаружено, что правши показывают лучшее время реакции на сложный зрительный раздражитель, в связи с чем скорость переработки информации и характер восприятия у них выше, чем у левшей и амбидекстров. Скорость решения двигательных задач с усложнением зрительного стимула у амбидекстров была самая низкая, они тратили наибольшее время на опознание различных цветовых сигналов, хотя в тесте ПЗМР они были более успешны, чем правши. Авторы считают, что проблема проявляется в ситуации выбора, поэтому и происходит торможение реакции.

А.В. Гулин и соавт. выявленные ими особенности сенсомоторного реагирования девушек и юношей в обычных условиях и при психоэмоциональных нагрузках объясняют профилем ФМА, так как тип межполушарного взаимодействия обуславливает особенности протекания психофизиологических процессов [23].

А.С. Фролова и К.С. Кротенок анализировали показатели ПЗМР при разном типе вегетативной регуляции у студентов медицинской специальности [24]. Оказалось, что скорость ПЗМР у юношей с симпатикотонией и нормотонией выше, чем у девушек с такими же типами вегетативной регуляции. Показатель скорости уменьшается (время ПЗМР увеличивается) при низком ФС организма. Обнаруженные различия скорости ПЗМР еще раз подтверждают качественное своеобразие нейрофункциональной организации женского и мужского мозга.

На необходимость учета гендерных различий параметров сенсомоторных реакций в процессе профессиональной подготовки указывают и результаты исследования Л.И. Дерягиной и соавт. [25]. Обнаруженные различия особенностей СЗМР авторы связывают с более высоким уровнем активации ЦНС у курсантов мужского пола, отличиями в эмоциональной сфере у юношей и девушек по уровню тревожности.

Исследованием О.Н. Колосовой и соавт. показано наличие значимых различий скорости и устойчивости ЗМР по гендерным признакам [26]. Сила возбуждения, подвижность и скорость проведения возбуждения в ЦНС у женщин слабее, чем у мужчин. У женщин зрительная информация перерабатывается дольше, что может быть связано с наличием у них более высокого уровня психоэмоционального напряжения. Повышение эмоционального напряжения способствует чрезмерно высокой и длительной генерализации возбуждения в ЦНС, что может стать причиной развития тормозных процессов и снижения эффективности деятельности нервной системы, в т.ч. в когнитивной области.

Помимо учета гендерных особенностей ЗМР при оценке ФС необходимо учитывать и возрастной аспект.

С возрастом происходит постепенное снижение многих сенсорных и мнестических способностей, что находит отражение в уменьшении скорости обработки информации, снижении объема оперативной памяти, способности к обучению и запоминанию новой информации. И.Н. Дерябина и соавт., обследуя женщин в возрасте от 50 до 80 лет, обнаружили значимую положительную сильную связь между временем СЗМР и состоянием кратковременной памяти по тесту Бентона [27]. Полученные результаты, свидетельствующие о снижении способности человека с возрастом быстро и точно воспринимать информацию, связаны со снижением кратковременной памяти, которая является неотъемлемой частью психического компонента СЗМР.

Есть немало работ, в которых оценка ЗМР проводилась у детей. Высокие требования к уровню организации психических процессов предъявляются в процессе школьного

обучения. Объективным критерием текущего ФС ЦНС ученика, определяющим успешность его обучения, являются характеристики ЗМР различной степени сложности. Обнаружена тенденция к уменьшению времени ЗМР по мере взросления детей [28]. При этом школьники со средней силой нервных процессов тратили меньше времени при решении теста в сравнении с другими испытуемыми. Полученные результаты подтверждают возможность применения тестов на определение времени сенсомоторных реакций различной степени сложности как простого объективного метода оценки ФС обучающихся.

Аналогичные данные получены при измерении ПЗМР и СЗМР у школьников г. Екатеринбурга. О.Б. Гилева в своем исследовании подтвердила общую тенденцию к уменьшению времени реакции по мере взросления детей [29]. Кроме этого, выявлен ступенчатый характер времени реакции, что обусловлено гетерохронностью развития организма детей. По мнению автора, возрастная динамика времени реакции является хорошим маркером развития и совершенствования ЦНС, учет которого позволит добиться успешности в образовательном процессе.

У детей латентные периоды реакций значительно превышают значения, характерные для взрослого человека, что объясняется низким уровнем развития ЦНС, в частности низким уровнем миелинизации волокон и более длительным временем синаптических переключений [30].

Время ЗМР с разным уровнем сложности как один из объективных психофизиологических методов определения ФС ЦНС можно эффективно использовать для оценки уровня интеллекта у детей, механизмов развития дефицита внимания [31, 32]. Выявление специфики психофизиологической структуры интеллекта у старших дошкольников с разным уровнем психического развития дает возможность понять когнитивную стратегию их деятельности и индивидуальные особенности с целью раннего прогнозирования школьных трудностей в обучении и организации эффективных мер их коррекции [31].

Исследование характеристик ЗМР у школьников представляет собой простой и

информативный метод оценки физиологических процессов детского организма, особенно в младших классах, где велико число детей с высоким уровнем тревожности. В целом тревожность играет положительную роль в плане мобилизации сил для достижения конечной цели, однако постоянное повышение ее уровня может привести к негативным последствиям. Кроме того, оценка сенсомоторных реакций информативна и для более объективной диагностики самой тревожности [33]. Обнаружено, что дети с высоким уровнем тревожности в сравнении с контрольной группой показывали меньшую скорость как ПЗМР, так и СЗМР [33]. При этом они допускали большее количество ошибок, выполняя тест СЗМР. Полученные результаты свидетельствуют о дезорганизующем влиянии высокой тревожности на процессы когнитивной деятельности в целом, и в первую очередь на процессы внимания.

Низкие функциональные резервы ЦНС в условиях стресса по характеристикам ЗМР выявлены и в работе Э.В. Нелиной и соавт. у девушек 16–18 лет, находящихся в условиях пенитенциарной системы [34]. Это еще раз подтверждает, что данный тест позволяет получить оценку ФС ЦНС путем анализа времени реакций обследуемого на зрительный раздражитель.

Л.И. Губарева и О.В. Прасолова по СЗМР оценивали степень адаптации учащихся инновационных школ в разных экологических условиях [35]. Время ЗМР характеризует скорость протекания процессов возбуждения и торможения в ЦНС, способность к быстрой выработке дифференцировочного торможения и точность выполняемой работы. Использование данного теста наряду с другими методами позволило заключить, что переход школ на более высокий образовательный уровень в условиях химического загрязнения приводит к увеличению времени СЗМР, количества ошибок на дифференцировку. Полученные данные свидетельствуют о снижении функциональной лабильности ЦНС, способности к быстрой выработке дифференцировочного торможения, что обуславливает снижение резервных возможностей ЦНС и, соответственно, степени адаптации к информационным нагрузкам.

Особенности психофизиологического состояния учащихся определяют и климатогеографические условия. О.Э. Кондаковой и соавт. при обследовании школьников, постоянно проживающих в условиях Крайнего Севера, установлено, что возрастные различия в показателях ЗМР соответствуют литературным данным, уровень активации ЦНС у подростков выше, чем у детей 10–12 лет [36]. При этом отмечены более высокие значения показателей времени СМР у школьников-северян в сравнении с учениками средних широт, что свидетельствует о преобладании процессов торможения и снижении подвижности нервных процессов у первых.

В работе Е.Н. Николаевой и соавт. показано влияние этнических особенностей на время ЗМР [37]. У большей части обучающихся отмечался низкий уровень ФС, что говорит о развитии утомления в ЦНС, снижении работоспособности и умственной деятельности. У подростков коренной этнической группы (якуты) обнаружена инертность нервных процессов, низкие концентрация и устойчивость внимания в сравнении с уроженцами-европеоидами. Анализ ФС ЦНС посредством оценки показателей ЗМР различного уровня сложности позволяет определить соответствие психофизиологических возможностей организма школьников к предъявляемой учебной нагрузке.

Данные исследований, свидетельствующие о снижении работоспособности и ФС ЦНС в условиях Севера, получены и другими исследователями [26, 38, 39]. Проживание в данной климато-географической зоне определяет особенности ФС организма, поскольку является дополнительной нагрузкой для растущего организма.

В ряде исследований показаны периоды замедленного или, наоборот, усиленного прироста значений показателей ЗМР у спортсменов различных видов спорта в зависимости от возраста обследуемых и длительности тренировок [1, 40, 41].

Тест ЗМР является актуальным, поскольку позволяет определять психологическую готовность спортсменов, которая, наряду с уровнем их физической и технической подготовки, учитывается для успешного прогнози-

рования спортивного результата [42, 43]. С.В. Матвиенко и соавт. на основе проведенного исследования рекомендуют в процессе психодиагностики анализировать среднеквадратическое отклонение ответных реакций. Данный показатель позволяет с высокой вероятностью прогнозировать успешность выступления спортсменов [42].

И.М. Абдуллаев и Л.И. Губарева по показателям ПЗМР и СЗМР не только оценивали функциональные возможности ЦНС, но и изучали особенности становления нервной системы у спортсменов-спринтеров разной квалификации [44]. Результаты исследования показали, что у более успешных спортсменов скорость двигательной реакции значимо выше, а, соответственно, время ЗМР меньше, чем у менее успешных спринтеров. Полученные данные позволяют сделать заключение о более высокой скорости достижения функциональной зрелости ЦНС у более успешных спортсменов-спринтеров. Возраст от 13 до 15 лет представляет собой критический период функциональных возможностей нервной системы по большинству показателей ЗМР. В этой возрастной группе авторы отмечали снижение возбудимости, функциональной лабильности и надежности функционирования ЦНС, что подтверждает высокую информативную значимость таких показателей, как время ПЗМР и СЗМР, число упреждений, количество ошибок на дифференцировку, уровень активации и интегральный показатель надежности ЦНС.

В то же время возраст 12–14 лет по медицинским заключениям рекомендуется для начала занятий спортивными единоборствами, несмотря на неустойчивый гормональный фон растущего организма и неустойчивость нервных процессов. Л.В. Соколова и С.А. Сунцов в своем исследовании подтвердили прогрессивные изменения ФС ЦНС по положительной динамике показателей ПЗМР и СЗМР спортсменов-единоборцев от 12 к 14 годам [45]. Полученные ими результаты свидетельствуют о росте скорости обработки информации, показателей концентрации, устойчивости и распределения внимания, т.е. об усилении системы управляющих функций у детей, занимающихся единоборствами.

Положительная роль спортивных занятий, особенно в период полового созревания, показана и в работе А.М. Менджерицкого и соавт. [46]. Результаты анализа показателей стабิโลграммы и СЗМР у подростков 12–14 лет с разным уровнем физической тренированности показали, что у спортсменов компенсация снижения координации движений происходит на фоне лучшего развития ЗМР при отсутствии выраженных гормональных сдвигов в отличие от их сверстников, не занимающихся профессиональными видами спорта.

Н.О. Мартусевич была изучена динамика ЗМР спортсменов-гребцов с целью комплексного контроля текущего состояния ЦНС [47]. Психофизиологический контроль спортсменов, деятельность которых требует особенно устойчивого внимания, быстроты реакций, стабильной работы всех функциональных систем на протяжении тренировочного процесса, позволяет своевременно принимать решения по его оптимизации.

Функциональные особенности ЦНС спортсменов, особенно игровых видов спорта, во многом определяют эффективность технико-тактических действий атлетов и способствуют совершенствованию их спортивного мастерства. Поскольку утомление в первую очередь развивается в ЦНС, а затем отражается на работе мышц, то изучение типологических свойств нервной системы позволяет определить уровень перетренированности, изменение ФС организма в сторону его ухудшения и, соответственно, своевременно провести мероприятия по оптимизации работоспособности и совершенствованию спортивного мастерства. В связи с вышеизложенным И.Е. Попова и А.В. Сысоев для получения информации о ФС ЦНС баскетболисток использовали ПЗМР [48]. Результаты исследования выявили повышение устойчивости реакции, уровня функциональных возможностей баскетболисток, показавших более эффективную игру. У этих девушек процесс восприятия и переработки афферентной информации происходит быстрее, преобладает подвижность нервных процессов.

Тест ПЗМР был включен в разработанные оценочные шкалы индивидуально-типологических свойств высшей нервной деятельности и сенсомоторных функций квалифицированных спортсменов, специализирующихся в борьбе хапсагай [49]. По мнению авторов, использование данных шкал позволяет дифференцировать психофизиологическое состояние спортсменов, вносить коррекцию в процесс тренировки, прогнозировать успешность выступления на соревнованиях в данном виде спорта.

Спортивная работоспособность, ФС организма в условиях высокоинтенсивных физических и психоэмоциональных нагрузок во многом зависят от микроклимата, качественного состава воздуха в спортивном зале. Оценка быстроты реакции, работоспособности, внимания, координации движений в разной воздушной среде показала значимые различия параметров ПЗМР и СЗМР, подтвердив пользу искусственной аэроионизации [50].

Психофизиологическое состояние спортсменов, играющее важную роль в эффективности соревновательной деятельности, легко и быстро можно оценить по времени ЗМР разной сложности. Это и было использовано О.Б. Немцевым и соавт. при выявлении возможности влияния кофеина на ФС нервной системы и результативность соревновательной деятельности [51]. Полученные результаты неоднозначны, целесообразность приема кофеина, в частности игроками в настольный теннис, должна решаться с учетом индивидуальных реакций.

Таким образом, показатели ЗМР характеризуют состояние нервных процессов организма и его индивидуально-типологические особенности и рассматриваются как интегральные показатели ФС ЦНС. Оценка ЗМР является достаточно простым и точным нейрофизиологическим индикатором нейродинамических свойств нервной системы, общего уровня работоспособности и активности ЦНС, что обуславливает распространенность его использования в области исследования психомоторных функций человека.

## Литература

1. Хорунжий А.А. Методы тестирования и анализа психомоторных способностей дзюдоистов 11–13 лет. Физическая культура и спорт: воспитание, образование, тренировка. 2017; 4: 34–36.
2. Смирнов В.М., Свейников Д.С., Умрюхин А.Е., ред. Физиология: учебник для студентов лечебного и педиатрического факультетов. Москва: МИА; 2019. 520.
3. Дорджиева Д.Б., Бадмаева И.А., Карлова С.В., Лиджигоряева Ц.В. Возрастные различия времени зрительно-моторной реакции у школьников. Наука вчера, сегодня, завтра. 2017; 7 (41): 6–10.
4. Даренская Н.Г., Ушаков И.Б., Иванов И.В., Насонова Т.А., Есауленко И.Ю., Попов В.И. Экстраполяция экспериментальных данных на человека: принципы, подходы, обоснование методов и их использование в физиологии и радиобиологии: руководство. Москва; Воронеж: ИСТОКИ; 2004. 232.
5. Savion-Lemieux T., Bailey J.A., Penhune V.B. Developmental Contributions to Motor Sequence learning. Exp. Brain Res. 2009; 2: 293–306.
6. Шутова С.В., Муравьева И.В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС. Вестник ТГУ. 2013; 5: 2831–2840.
7. Антипова Е.И., Шибкова Д.З. Психофизиологические риски, обусловленные условиями труда специалистов социальной сферы. Фундаментальные исследования. 2014; 9–7: 1532–1537.
8. Финк А.В. Исследование влияния уровня освещенности на чувствительность сетчатки глаз и время зрительно-моторной реакции. Известия Алтайского государственного университета. 2009; 3 (63): 30–32.
9. Капцов В.А., Сосунов Н.Н., Шищенко И.И., Викторов В.С., Тулушев В.Н., Дейнего В.Н., Бухарева Е.А., Мурашова М.А., Шищенко А.А. Функциональное состояние зрительного анализатора при использовании традиционных и светодиодных источников света. Гигиена и санитария. 2014; 93 (4): 120–123.
10. Губарева Л.И., Пономарева Т.Ю., Ермолова Л.С. Особенности функционирования центральной нервной системы у работников газотранспортной системы с разной степенью адаптации к условиям профессиональной среды. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2016; 11 (4): 573–576.
11. Тожибова Д.А., Мансуров М.А.У., Мухамедова У.Н.К. Анализ результатов хронорефлексометрии по скорости зрительно-моторной реакции работающих. Молодой ученый. 2017; 1–2 (135): 45–47.
12. Ненахов И.Г., Степкин Ю.И., Якимова И.А. Оценка специфики сенсомоторных реакций сотрудников аккредитованного испытательного лабораторного центра в процессе профессиональной деятельности. Анализ риска здоровью. 2018; 1: 59–65.
13. Ахмедова О.О., Овезгельдыева Г.О., Григорьян А.Г. Психофизиологическое состояние студентов-первокурсников с разным уровнем двигательной активности. Физиология человека. 2011; 37 (5): 84–90.
14. Черевикова И.А., Ярославцева И.В. Функциональное состояние студентов бакалавриата. Известия Иркутского государственного университета. Сер.: Психология. 2017; 21: 99–104.
15. Ярославцева И.В., Гутник И.Н., Конопак И.А., Гусев А.Н., Черевикова И.А. Экспресс-диагностика функционального состояния ЦНС (на примере диагностики ФС ЦНС учащихся высшего учебного заведения). Экспериментальная психология. 2018; 11 (2): 110–120.
16. Соболев В.И., Труш В.В., Костин Н.Ф. Оценка рекреационной эффективности зимних каникул на психофизиологическое состояние студентов-первокурсников. Проблемы современного педагогического образования. 2018; 59–1: 358–364.
17. Земскова А.А., Кравцова Н.А. Взаимосвязь жизнестойкости с психофизиологическими свойствами курсантов в тренировочных условиях. Сибирский психологический журнал. 2017; 65: 40–52.
18. Кислицын М.Н., Кошевец Г.В., Халфина Р.Р. Особенности простой зрительно-моторной реакции как предиктора спортивной успешности в служебно-прикладном спорте. Вестник психофизиологии. 2016; 2: 98–100.
19. Шаламова Е.Ю., Сафонова В.Р., Рагозин О.Н., Корчин В.И. Профиль функциональной асимметрии по результатам простой зрительно-моторной реакции у представителей различных биоритмологических стереотипов. Вестник новых медицинских технологий. 2016; 23 (1): 102–106.
20. Кринко О. Взаимодействие доминантного и субдоминантного полушарий при выполнении простой зрительно-моторной реакции. Международный школьный научный вестник. 2017; 1: 33–36.

21. *Матвеев С.С., Шаяхметова Э.Ш., Матвеева Л.М., Дубовицкая Т.Д.* Исследование работоспособности и утомления студентов с различным профилем функциональной межполушарной асимметрии. *Здоровье и образование в XXI веке: электронный научно-образовательный вестник.* 2016; 18 (4): 30–36.
22. *Белоедов А.В., Елисеев Е.В.* Физиологические особенности латерализации и межполушарной асимметрии у айкидоистов в возрастном и спортивно-квалификационном аспектах. *Здравоохранение, образование и безопасность.* 2018; 1 (13): 152–160.
23. *Гулин А.В., Шутова С.В., Муравьева И.В.* Гендерные особенности скорости и точности сенсомоторных реакций студентов в течение учебного семестра. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Медицина. Фармация.* 2013; 4 (147): 170–177.
24. *Фролова А.С., Кротенок К.С.* Гендерные различия сенсомоторного реагирования студентов медицинского университета с разным типом вегетативной регуляции. *Актуальные научные исследования в современном мире.* 2018; 5–8 (37): 58–63.
25. *Дерягина Л.Е., Полозова Т.Ю., Костина Л.Н., Усачева И.В.* Гендерные особенности сенсомоторных реакций у курсантов вуза Министерства внутренних дел. *Экология человека.* 2018; 7: 24–28.
26. *Колосова О.Н., Николаева Е.Н., Бельчусова Е.А., Мельгуй Н.В.* Сезонная динамика скорости зрительно-моторных реакций у студентов в условиях Севера. *Современные проблемы науки и образования.* 2014; 6: 1352.
27. *Дерябина И.Н., Выучейская М.В.* Кратковременная память и зрительно-моторные реакции выбора у женщин 50–80 лет. *Science Time.* 2015; 9 (21): 78–80.
28. *Дорджиева Д.Б., Бадмаева И.А., Карлова С.В., Лиджигоряева Ц.В.* Возрастные различия времени зрительно-моторной реакции у школьников. *Наука вчера, сегодня, завтра.* 2017; 7 (41): 6–10.
29. *Гилева О.Б.* Индивидуальные и возрастные различия времени зрительно-моторной реакции у школьников 7–16 лет г. Екатеринбург. *Экология человека.* 2011; 4: 43–49.
30. *Дюсенова А.А.* Центральная нервная система: учеб.-метод. пособие. Санкт-Петербург: НГУ физ. культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта; 2009. 44.
31. *Герасимова О.Ю.* Время простых и сложных сенсомоторных реакций как один из показателей уровня интеллекта у старших дошкольников. *Евразийский союз ученых.* 2015; 10–1 (19): 135–138.
32. *Канжин А.В.* Время зрительно-моторных реакций в дифференциальной диагностике синдрома дефицита внимания с гиперактивностью. *Наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы.* 2015; 5 (14): 72–75.
33. *Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В.* Особенности зрительно-моторных реакций детей 8–11 лет с высоким уровнем тревожности. *Экология человека.* 2011; 5: 43–48.
34. *Нелина Э.В., Белова О.А.* Психофизиологическая характеристика зрительно-моторных реакций девушек 16–18 лет, находящихся в условиях пенитенциарной системы. *Здоровье и образование в XXI веке: электронный научно-образовательный вестник.* 2012; 14 (10): 277–278.
35. *Губарева Л.И., Прасолова О.В.* Функциональное состояние центральной нервной системы у учащихся инновационных школ. *Фундаментальные исследования.* 2013; 6-2: 346–351.
36. *Кондакова О.Э., Шилов С.Н., Кирко В.И.* Психофизиологические и адаптивные характеристики детей и подростков, проживающих на Крайнем Севере. *Журнал Сибирского федерального университета. Сер.: Биология.* 2017; 10 (3): 312–322.
37. *Николаева Е.Н., Гуляева Н.А., Колосова О.Н.* Оценка функционального состояния ЦНС по параметрам зрительно-моторных реакций у подростков. *Здоровье и образование в XXI веке.* 2018; 20 (9): 32–36.
38. *Осин М.В.* Оценка умственной и физической работоспособности детей 12 лет, проживающих в условиях Севера. *Инновационная наука.* 2018; 12: 12–16.
39. *Арендт Е.А.* Показатели простой зрительно-моторной реакции допризывников Среднего Приобья. *Достижения вузовской науки.* 2013; 7: 9–12.
40. *Колобков П.А., Соколова Ф.М., Колготин Г.Г., Олисов Д.Г.* Изменения психофизиологических показателей у лыжников на различных этапах тренировочного процесса. *Ученые записки.* 2014; 1 (107): 44–47.
41. *Мосягин И.Г.* Динамика психофизиологических показателей легкоатлетов и лыжников в течение сезонов года на Европейском Севере России. *Экология человека.* 2016; 6: 33–38.
42. *Матвиенко С.В., Порядина В.А., Хачатурова Э.В.* Экспресс-психодиагностика спортсменов как метод прогнозирования успешности выступлений. *Человеческий капитал.* 2015; 3 (75): 141–144.
43. *Корельская И.Е., Кузнецов А.А.* Экспресс-оценка состояния центральной нервной системы чело-

- века по параметрам простой зрительно-моторной реакции. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016; 8–2: 194–197.
44. *Абдуллаев И.М., Губарева Л.И.* Онтогенетические особенности функционирования центральной нервной системы у успешных и малоуспешных спортсменов-спринтеров. Фундаментальные исследования. 2013; 11–9: 1856–1860.
  45. *Соколова Л.В., Сунцов С.А.* Динамика показателей функционального состояния центральной нервной системы спортсменов-единоборцев 12–14 лет. Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер.: Медико-биологические науки. 2015; 4: 99–106.
  46. *Менджерщкий А.М., Карантыш Г.В., Айдаркина М.Е., Косенко Ю.В., Дмитренко Л.М.* Показатели стабилотомы и сложной зрительно-моторной реакции у детей 12–14 лет, занимающихся спортом. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014; 11–4: 603–607.
  47. *Мартусевич Н.О.* Динамика сенсомоторных реакций на различных этапах тренировочного процесса у спортсменов-гребцов. Веснік Магілеўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А.А. Куляшова. Серыя В. Прыродазнаўчыя навукі: матэматыка, фізіка, біялогія. 2018; 2 (52): 111–119.
  48. *Попова И.Е., Сысоев А.В.* Эффективность игровых действий и типологические особенности нервной системы баскетболистов. Прикладная спортивная наука. 2018; 1 (7): 26–31.
  49. *Уларов А.П., Яковлев П.И., Иванов А.И., Черкашин И.А.* Оценка индивидуально-типологических свойств высшей нервной деятельности и сенсомоторных функций спортсменов в борьбе хапсагай. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2018; 10 (164): 329–333.
  50. *Лысенко А.В., Таютина Т.В., Недоруба Е.А.* Оценка влияния степени аэроионизации воздушной среды на функциональное состояние организма спортсменов. Современные проблемы науки и образования. 2014; 4: 252.
  51. *Немцев О.Б., Годозе Б.М., Немцева Н.А., Борисов А.Б., Гришин А.Ф.* Влияние кофеина на время простой зрительно-моторной реакции и реакции выбора. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017; 12 (154): 195–198.

## VISUAL-MOTOR REACTIONS AS AN INDICATOR OF CNS FUNCTIONAL STATE

**Yu.P. Ignatova, I.I. Makarova, K.N. Yakovleva, A.V. Aksenova**

*Tver State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Tver, Russia*

e-mail: [physiologistgma@mail.ru](mailto:physiologistgma@mail.ru)

*The human functional state is a prognostic indicator of the performance measurement. It is determined by the degree of activation of all body systems involved in a certain activity. The success of such an activity depends on the backup capabilities of the central nervous system. Afferent information triggers certain motor programs and activates those CNS parts, which control and correct such programs. The coordination of motor action sensory and motor components is an essential condition for sensory system functioning. The evaluation of visual and motor reactions is the simplest and most popular method, which reflects the speed of nervous processes, their switching, the level of visual-motor coordination, the general level of CNS efficacy and activity. The technique, which determines the parameters of various visual-motor reactions, characterizes the excitability of the visual analyzer cortical section, the excitation rate along the reflex arc to the effector inclusively, and contractile function. The time from the signaling to the body response is spent on data conducting and processing in the most complex parts of the brain and, therefore, serves as an indicator of the CNS functional state.*

*The purpose of this paper is to highlight the method of evaluating the parameters of visual-motor reactions as integral indicators of the CNS functional state.*

*Literature data analysis has shown that indicators of visual-motor reactions characterize the state of the nervous processes in the body and its individual and typological characteristics. Moreover, they are considered as integral indicators of the CNS functional state. Assessment of visual-motor reactions is a simple and accurate neurophysiological indicator of the CNS neurodynamic characteristics, the overall performance level and CNS activity, which determines its prevalence in the study of human psychomotor functions.*

**Keywords:** *simple and complex visual-motor reactions, CNS functional state.*

## References

1. Khorunzhiy A.A. Metody testirovaniya i analiza psikhomotornykh sposobnostey dzyudoistov 11–13 let [Methods for testing and analyzing the psychomotor abilities of judo players (11–13 years of age)]. *Fizicheskaya kul'tura i sport: vospitanie, obrazovanie, trenirovka*. 2017; 4: 34–36 (in Russian).
2. Smirnov V.M., Sveshnikov D.S., Umryukhin A.E., ed. *Fiziologiya: uchebnik dlya studentov lechebnogo i pediatricheskogo fakul'tetov* [Physiology: a textbook for students of medicine and pediatrics]. Moscow: MIA; 2019. 520 (in Russian).
3. Dordzhiya D.B., Badmaeva I.A., Karlova S.V., Lidzhigoryaeva Ts.V. Vozrastnye razlichiya vremeni zritel'no-motornoy reaktsii u shkol'nikov [Age-related differences in the time of the visual-motor reaction in schoolchildren]. *Nauka vchera, segodnya, zavtra*. 2017; 7 (41): 6–10 (in Russian).
4. Darenskaya N.G., Ushakov I.B., Ivanov I.V., Nasonova T.A., Esaulenko I.Yu., Popov V.I. *Ekstrapolyatsiya eksperimental'nykh dannykh na cheloveka: printsipy, podkhody, obosnovanie metodov i ikh ispol'zovanie v fiziologii i radiobiologii: rukovodstvo* [Extrapolation of experimental data to humans: principles, approaches, method validation and use in physiology and radiobiology: guidance]. Moscow; Voronezh: ISTOKI; 2004. 232 (in Russian).
5. Savion-Lemieux T., Bailey J.A., Penhune V.B. Developmental Contributions to Motor Sequence learning. *Exp. Brain Res*. 2009; 2: 293–306.
6. Shutova S.V., Murav'eva I.V. Sensomotornye reaktsii kak kharakteristika funktsional'nogo sostoyaniya TsNS [Sensomotor reactions as a characteristic of the CNS functional state]. *Vestnik TGU*. 2013; 5: 2831–2840 (in Russian).
7. Antipova E.I., Shibkova D.Z. Psikhofiziologicheskie riski, obuslovlennye usloviyami truda spetsialistov sotsial'noy sfery [Psychophysiological risks of social sphere specialists preconditioned by their labour practices]. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; 9–7: 1532–1537 (in Russian).
8. Fink A.V. Issledovanie vliyaniya urovnya osveshchennosti na chuvstvitel'nost' setchatki glaz i vremya zritel'no-motornoy reaktsii [Investigation of illumination level influence on retina sensitivity and visual-motor reaction time]. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009; 3 (63): 30–32 (in Russian).
9. Kaptsov V.A., Sosunov N.N., Shishchenko I.I., Viktorov V.S., Tulushev V.N., Deynego V.N., Bukharova E.A., Murashova M.A., Shishchenko A.A. Funktsional'noe sostoyanie zritel'nogo analizatora pri ispol'zovanii traditsionnykh i svetodiodnykh istochnikov sveta [Functional state of the visual analyzer under traditional and LED illumination]. *Gigiya i sanitariya*. 2014; 93 (4): 120–123 (in Russian).
10. Gubareva L.I., Ponomareva T.Yu., Ermolova L.S. Osobennosti funktsionirovaniya tsentral'noy nervnoy sistemy u rabotnikov gazotransportnoy sistemy s raznoy stepen'yu adaptatsii k usloviyam professional'noy sredy [CNS functioning in workers of the gas transportation system with varying degrees of adaptation to the professional environment]. *Meditinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2016; 11 (4): 573–576 (in Russian).
11. Tozhiboeva D.A., Mansurov M.A.U., Mukhamedova U.N.K. Analiz rezul'tatov khronorefleksometrii po skorosti zritel'no-motornoy reaktsii rabotayushchikh [Analysis of chronoreflexometry results according to the speed of visual-motor reactions in workers]. *Molodoy uchenyy*. 2017; 1–2 (135): 45–47 (in Russian).
12. Nenakhov I.G., Stepkin Yu.I., Yakimova I.A. Otsenka spetsifiki sensomotornykh reaktsiy sotrudnikov akkreditovannogo ispytatel'nogo laboratornogo tsentra v protsesse professional'noy deyatel'nosti [Assessment of sensorimotor reaction peculiarities detected in certified test laboratory center staff during their professional activities]. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018; 1: 59–65 (in Russian).
13. Akhmedova O.O., Ovezgel'dyeva G.O., Grigor'yan A.G. Psikhofiziologicheskoe sostoyanie studentov-pervokursnikov s raznym urovnem dvigatel'noy aktivnosti [Psychophysiological state of freshmen with different levels of motor activity]. *Fiziologiya cheloveka*. 2011; 37 (5): 84–90 (in Russian).
14. Cherevikova I.A., Yaroslavtseva I.V. Funktsional'noe sostoyanie studentov bakalavriata [Functional status of undergraduate students]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta*. Ser.: Psikhologiya. 2017; 21: 99–104 (in Russian).
15. Yaroslavtseva I.V., Gutnik I.N., Konopak I.A., Gusev A.N., Cherevikova I.A. Ekspres-diagnostika funktsional'nogo sostoyaniya TsNS (na primere diagnostiki FS TsNS uchashchikhsya vysshego uchebnogo zavedeniya) [Express diagnostics of the CNS functional state (via example of CNS functional state diagnosis of college students)]. *Eksperimental'naya psikhologiya*. 2018; 11 (2): 110–120 (in Russian).

16. Sobolev V.I., Trush V.V., Kostin N.F. Otsenka rekreatsionnoy effektivnosti zimnikh kanikul na psikhofiziologicheskoe sostoyanie studentov-pervokursnikov [Assessment of winter holiday recreational effectiveness on the psychophysiological state of first-year students]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. 2018; 59–1: 358–364 (in Russian).
17. Zemskova A.A., Kravtsova N.A. Vzaimosvyaz' zhiznestoykosti s psikhofiziologicheskimi svoystvami kursantov v trenirovochnykh usloviyakh [Relationship of resilience and psychophysiological characteristics of cadets under training]. *Sibirskiy psikhologicheskii zhurnal*. 2017; 65: 40–52 (in Russian).
18. Kislitsyn M.N., Koshevets G.V., Khalfina R.R. Osobennosti prostoy zritel'no-motornoy reaktsii kak prediktora sportivnoy uspekhnosti v sluzhebno-prikladnom sporte [Characteristics of simple visual-motor reactions as a predictor of athletic success in applied sport]. *Vestnik psikhofiziologii*. 2016; 2: 98–100 (in Russian).
19. Shalamova E.Yu., Safonova V.R., Ragozin O.N., Korchin V.I. Profil' funktsional'noy asimmetrii po rezul'tatam prostoy zritel'no-motornoy reaktsii u predstaviteley razlichnykh bioritmologicheskikh stereotipov [Profile of functional asymmetry of simple hand-eye reaction results in different biorhythm stereotypical types]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2016; 23 (1): 102–106 (in Russian).
20. Krinko O. Vzaimodeystvie dominantnogo i subdominantnogo polushariy pri vypolnenii prostoy zritel'no-motornoy reaktsii [Interaction of dominant and subdominant hemispheres while performing simple visual-motor reactions]. *Mezhdunarodnyy shkol'nyy nauchnyy vestnik*. 2017; 1: 33–36 (in Russian).
21. Matveev S.S., Shayakhmetova E.Sh., Matveeva L.M., Dubovitskaya T.D. Issledovanie rabotosposobnosti i utomleniya studentov s razlichnym profilem funktsional'noy mezhpolutsharnoy asimmetrii [Performance efficiency and lassitude of students with different profiles of functional interhemispheric asymmetry]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke: elektronnyy nauchno-obrazovatel'nyy vestnik*. 2016; 18 (4): 30–36 (in Russian).
22. Beloedov A.V., Eliseev E.V. Fiziologicheskie osobennosti lateralizatsii i mezhpolutsharnoy asimmetrii u aikidoistov v vozrastnom i sportivno-kvalifikatsionnom aspektakh [Physiological characteristics of lateralization and interhemispheric asymmetry in aikidoka in age and sports qualification aspects]. *Zdravookhraneniye, obrazovanie i bezopasnost'*. 2018; 1 (13): 152–160 (in Russian).
23. Gulin A.V., Shutova S.V., Murav'eva I.V. Gendernye osobennosti skorosti i tochnosti sensomotornykh reaktsiy studentov v techenie uchebnogo semestra. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta [Gender characteristics of students' sensorimotor reaction speed and accuracy during the academic semester]. *Ser.: Meditsina. Farmatsiya*. 2013; 4 (147): 170–177 (in Russian).
24. Frolova A.S., Krotenok K.S. Gendernye razlichiya sensomotornogo reagirovaniya studentov meditsinskogo universiteta s raznyim tipom vegetativnoy regulyatsii [Gender differences in the sensorimotor response of medical university students with different types of autonomic regulation]. *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennoy mire*. 2018; 5–8 (37): 58–63 (in Russian).
25. Deryagina L.E., Polozova T.Yu., Kostina L.N., Usacheva I.V. Gendernye osobennosti sensomotornykh reaktsiy u kursantov vuza Ministerstva vnutrennikh del [Gender characteristics of sensorimotor reactions in cadets of the University of the Ministry of the Interior]. *Ekologiya cheloveka*. 2018; 7: 24–28 (in Russian).
26. Kolosova O.N., Nikolaeva E.N., Bel'chusova E.A., Mel'guy N.V. Sezonnaya dinamika skorosti zritel'no-motornykh reaktsiy u studentov v usloviyakh Severa [Seasonal dynamics of visual-motor reaction rate in students of the North]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014; 6: 1352 (in Russian).
27. Deryabina I.N., Vyucheyskaya M.V. Kratkovremennaya pamyat' i zritel'no-motornye reaktsii vybora u zhenshchin 50–80 let [Short-term memory and visual-motor choice reactions in women 50–80 years of age]. *Science Time*. 2015; 9 (21): 78–80 (in Russian).
28. Dordzhieva D.B., Badmaeva I.A., Karlova S.V., Lidzhigoryaeva Ts.V. Vozrastnye razlichiya vremeni zritel'no-motornoy reaktsii u shkol'nikov [Age-related differences in time of visual-motor reactions in schoolchildren]. *Nauka vchera, segodnya, zavtra*. 2017; 7 (41): 6–10 (in Russian).
29. Gileva O.B. Individual'nye i vozrastnye razlichiya vremeni zritel'no-motornoy reaktsii u shkol'nikov 7–16 let g. Ekaterinburga [Individual and age-related differences in the time of visual-motor reactions in schoolchildren of 7–16 years of age in Yekaterinburg]. *Ekologiya cheloveka*. 2011; 4: 43–49 (in Russian).
30. Dyusenova A.A. *Tsentral'naya nervnaya sistema* [Central nervous system]: ucheb.-metod. posobie [student's manual]. St. Petersburg: NGU fiz. kul'tury, sporta i zdorov'ya im. P.F. Lesgafta; 2009. 44 (in Russian).

31. Gerasimova O.Yu. Vremya prostykh i slozhnykh sensomotornykh reaktsiy kak odin iz pokazateley urovnya intellekta u starshikh doshkol'nikov [Duration of simple and complex sensorimotor reactions as one of the indicators of intelligence level in older preschoolers]. *Evraziyskiy soyuz uchenykh*. 2015; 10-1 (19): 135–138 (in Russian).
32. Kanzhin A.V. Vremya zritel'no-motornykh reaktsiy v differentsial'noy diagnostike sindroma defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu [Duration of visual-motor reactions in differential diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder]. *Nauka 21 veka: voprosy, gipotezy, otvety*. 2015; 5 (14): 72–75 (in Russian).
33. Nekhoroshkova A.N., Griбанov A.V. Osobennosti zritel'no-motornykh reaktsiy detey 8–11 let s vysokim urovnem trevozhnosti [Characteristics of visual-motor reactions in 8–11 year-olds with a high level of anxiety]. *Ekologiya cheloveka*. 2011; 5: 43–48 (in Russian).
34. Nelina E.V., Belova O.A. Psikhofiziologicheskaya kharakteristika zritel'no-motornykh reaktsiy devushek 16–18 let, nakhodyashchikhsya v usloviyakh penitentsiarnoy sistemy [Psychophysiological characteristics of the visual-motor reactions in incarcerated 16-18 year-old girls]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke: elektronnyy nauchno-obrazovatel'nyy vestnik*. 2012; 14 (10): 277–278 (in Russian).
35. Gubareva L.I., Prasolova O.V. Funktsional'noe sostoyanie tsentral'noy nervnoy sistemy u uchashchikhsya innovatsionnykh shkol [CNS functional state in students of innovative schools]. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; 6–2: 346–351 (in Russian).
36. Kondakova O.E., Shilov S.N., Kirko V.I. Psikhofiziologicheskie i adaptivnye kharakteristiki detey i podrostkov, prozhivayushchikh na Kraynem Severe [Psychophysiological and accommodational characteristics of children and adolescents living in the Far North]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Ser.: Biologiya*. 2017; 10 (3): 312–322 (in Russian).
37. Nikolaeva E.N., Gulyaeva N.A., Kolosova O.N. Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya TsNS po parametram zritel'no-motornykh reaktsiy u podrostkov [Assessment of the CNS functional state according to the parameters of visual-motor reactions in adolescents]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*. 2018; 20 (9): 32–36 (in Russian).
38. Osin M.V. Otsenka umstvennoy i fizicheskoy rabotosposobnosti detey 12 let, prozhivayushchikh v usloviyakh Severa [Assessment of the mental and physical performance of 12 year-olds living in the North]. *Innovatsionnaya nauka*. 2018; 12: 12–16 (in Russian).
39. Arent E.A. Pokazатели prostoy zritel'no-motornoy reaktsii doprizyvnikov Srednego Priob'ya [Indicators of simple visual-motor reactions in draftees of the Middle Ob]. *Dostizheniya vuzovskoy nauki*. 2013; 7: 9–12 (in Russian).
40. Kolobkov P.A., Sokolova F.M., Kolgotin G.G., Olisov D.G. Izmeneniya psikhofiziologicheskikh pokazateley u lyzhnikov na razlichnykh etapakh trenirovochnogo protsessa [Changes in the psychophysiological parameters of skiers at various stages of training]. *Uchenye zapiski*. 2014; 1 (107): 44–47 (in Russian).
41. Mosyagin I.G. Dinamika psikhofiziologicheskikh pokazateley legkoatletov i lyzhnikov v techenie sezonov goda na Evropeyskom Severe Rossii [Dynamics of psychophysiological indicators of athletes and skiers throughout the year in the European North of Russia]. *Ekologiya cheloveka*. 2016; 6: 33–38 (in Russian).
42. Matvienko S.V., Poryadina V.A., Khachaturova E.V. Ekspress-psikhodiagnostika sportsmenov kak metod prognozirovaniya uspekhov vystupleniy [Express psychodiagnosics of athletes as a method for predicting successful performances]. *Chelovecheskiy kapital*. 2015; 3 (75): 141–144 (in Russian).
43. Korel'skaya I.E., Kuznetsov A.A. Ekspress-otsenka sostoyaniya tsentral'noy nervnoy sistemy cheloveka po parametram prostoy zritel'no-motornoy reaktsii [Express assessment of a human CNS state according to the parameters of a simple visual-motor reaction]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2016; 8–2: 194–197 (in Russian).
44. Abdullaev I.M., Gubareva L.I. Ontogeneticheskie osobennosti funktsionirovaniya tsentral'noy nervnoy sistemy u uspekhnykh i malouspekhnykh sportsmenov-sprinterov [Ontogenetic characteristics of the CNS functioning in successful and unsuccessful sprinters]. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; 11–9: 1856–1860 (in Russian).
45. Sokolova L.V., Suntsov S.A. Dinamika pokazateley funktsional'nogo sostoyaniya tsentral'noy nervnoy sistemy sportsmenov-edinobortsev 12–14 let [Indicators of the CNS functional state in 12–14 year-old martial artists]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*. 2015; 4: 99–106 (in Russian).

46. Mendzheritskiy A.M., Karantysh G.V., Aydarkina M.E., Kosenko Yu.V., Dmitrenko L.M. Pokazateli stabilogrammy i slozhnoy zritel'no-motornoy reaktsii u detey 12–14 let, zanimayushchikhsya sportom [Indicators of stabilograms and complex visual-motor reactions in 12–14 year-olds involved in sports]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2014; 11–4: 603–607 (in Russian).
47. Martusevich N.O. Dinamika sensomotornykh reaktsiy na razlichnykh etapakh trenirovochnogo protsessa u sportsmenov-grebtsov [Dynamics of sensorimotor reactions at various stages of training in rowers]. *Vesnik Magileyskaya dzyarzhaynaga yuniversiteta imya A.A. Kulyashova*. Seryya B. Pryrodaznaychyya navuki: matematyka, fizika, biyalogiya. 2018; 2 (52): 111–119 (in Russian).
48. Popova I.E., Sysoev A.V. Effektivnost' igrovyykh deystviy i tipologicheskie osobennosti nervnoy sistemy basketbolistok [Efficacy of games and typological characteristics of the nervous system in basketball players]. *Prikladnaya sportivnaya nauka*. 2018; 1 (7): 26–31 (in Russian).
49. Ularov A.P., Yakovlev P.I., Ivanov A.I., Cherkashin I.A. Otsenka individual'no-tipologicheskikh svoystv vysshey nervnoy deyatel'nosti i sensomotornykh funktsiy sportsmenov v bor'be khapsagay [Evaluation of individual and typological properties of higher nervous activity and sensorimotor functions of khapsagai athletes]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*. 2018; 10 (164): 329–333 (in Russian).
50. Lysenko A.V., Tayutina T.V., Nedoruba E.A. Otsenka vliyaniya stepeni aeroionizatsii vozduшной sredy na funktsional'noe sostoyanie organizma sportsmenov [Assessment of the functional state aeroionization effect in athletes]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014; 4: 252 (in Russian).
51. Nemtsev O.B., Gogodze B.M., Nemtseva N.A., Borisov A.B., Grishin A.F. Vliyanie kofeina na vremya prostoy zritel'no-motornoy reaktsii i reaktsii vybora [Caffeine effect on the duration of a simple visual motor reaction and choice reaction]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*. 2017; 12 (154): 195–198 (in Russian).