

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС У ПОДРОСТКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

М.В. Осин, В.П. Мальцев, А.А. Говорухина

Сургутский государственный педагогический университет, г. Сургут, Россия

Обоснование. Показатели, характеризующие работу центральной нервной системы организма подростков, отражают комплексное влияние климато-социальных воздействий и морфофункциональной лабильности, характерной для пубертата. Изучение функционального состояния ЦНС подростков, проживающих в условиях высоких широт, важно с точки зрения формирования региональной нормы функционального состояния организма. **Цель.** Выявить особенности сенсомоторной интеграции как показателя функционального состояния ЦНС обучающихся 11–14 лет, проживающих в условиях Севера. **Материалы и методы.** Обследовано 88 школьников г. Сургута (46 мальчиков и 42 девочки) в возрасте 11–12 лет (первая группа, $n = 33$) и 13–14 лет (вторая группа, $n = 55$). Психофизиологическое тестирование проведено с помощью аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест» («Нейрософт», г. Иваново). Использованы методики: «Простая зрительно-моторная реакция», «Сложная зрительно-моторная реакция», «Реакция выбора». Математико-статистическая обработка данных осуществлялась в программах Microsoft Excel, Statistica 10.0. **Результаты.** Выявлены межполовые различия в нейродинамических показателях: средние диагностируемые параметры мальчиков обеих групп по сравнению с девочками характерны для более активированной и подвижной ЦНС. Показатели функционального состояния ЦНС мальчиков выше, чем у девочек обеих возрастных групп, при этом сенсомоторные реакции девочек более стабильны. В возрастной динамике отмечено совершенствование сенсомоторной интеграции, обусловленное совершенствованием церебральной обработки сенсорной информации за счет снижения латентного времени сенсомоторных реакций. У мальчиков в возрастном аспекте отмечена тенденция к негативным сдвигам в показателях функционального состояния ЦНС. **Заключение.** Полученные результаты характеризуют средний уровень активированности и высокий уровень функциональной подвижности нервных процессов у всех обследованных подростков. Показатели среднего уровня функционального состояния ЦНС отражают оптимальные функциональные возможности обследованных подростков, что является основой эффективного уровня психофизиологической адаптации последних к условиям проживания и образовательной деятельности.

Ключевые слова: *сенсомоторная интеграция, зрительно-моторные реакции, функциональное состояние ЦНС, обучающиеся-подростки, Север.*

Введение

Проживая в условиях Северных широт, человек сталкивается с комплексом неблагоприятных факторов (социальных, природно-климатических и др.). Исследователи выявили, что для многих систем организма северян в процессе адаптации может формироваться особая региональная норма реакции, которая может зависеть не только от условий проживания, но и от индивидуально-типологических особенностей организма (Гилева, 2011; Гудков, 2013). Исходя из изложенного, можно предположить, что обучающиеся, проживающие в условиях Северных широт, имеют особенности психофизиологического функционирования организма.

Подростковый период характеризуется процессами перестройки нервной системы, формированием морфотипа, специфическими особенностями морфологического и функционального созревания нейрогуморальных регуляторных систем. Функциональные изменения гипоталамо-гипофизарной системы в период полового созревания подростков определяют не только морфофункциональные перестройки организма, но и накладывают отпечаток на проявление психофизиологических функций (Дубровинская, 2015; Moritz, 2017). Способность к функциональной перестройке, обусловленная прежде всего пластичностью нервных процессов, определяет

способность человека к адаптации, его обучаемость и общий интеллект (Вергунова, 2015). Сенсомоторная интеграция, рассматриваемая авторами как взаимосвязь разнообразных сенсорных потоков с двигательными навыками, лежит в основе нейрональной пластичности. Сенсомоторная интеграция меняется с возрастом, её качество зависит от созревания лобных долей и определяет развитие произвольного внимания и оперативной памяти, оказывая существенное влияние на становление интеллектуальной сферы (Looking for students ..., 2011; Stevens, Galloway, 2016).

В современных условиях реформирования системы образования актуальным является вопрос психофизиологической адаптации подрастающего поколения к разным факторам окружающей среды, в том числе к учебной деятельности (Морфофункциональные и психофизиологические особенности ..., 2016). В связи с этим изучение функционального состояния ЦНС обучающихся, проживающих в условиях Северных широт, не утрачивает своей актуальности.

Цель. Выявить особенности сенсомоторной интеграции, как показателя функционального состояния ЦНС обучающихся 11–14 лет, проживающих в условиях Севера.

Материалы и методы

Исследование проведено в весенний период (февраль – март) 2020 года в группе обучающихся общеобразовательной школы г. Сургута, территории, приравненной к районам Крайнего Севера. Всего обследовано 88 человек (46 мальчиков и 42 девочки) в возрасте от 11–12 лет (первая группа, $n = 33$) и 13–14 лет (вторая группа, $n = 55$). Обследование проводилось согласно правилам биоэтики: на основании информированного согласия законных представителей; в первой половине дня, по стандартным методикам, с использованием сертифицированного оборудования.

Оценка сенсомоторной интеграции обследуемых обучающихся осуществлялась при помощи аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест» («Нейрософт», г. Иваново). При изучении особенностей сенсомоторной интеграции были использованы методики «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР), «Сложная зрительно-моторная реакция», «Реакция выбора» (СЗМР).

Математико-статистическая обработка данных осуществлялась в программах Micro-

soft Excel, Statistica 10.0. Рассчитывались основные статистические параметры (среднее арифметическое значение (M), математические ошибки средних (m)). Для выявления достоверности межгрупповых и межполовых различий использовали F-критерий Фишера однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Достоверность различий частотного распределения между разными полами одной группы определяли с помощью критерия однородности распределения признака Пирсона (χ^2). Достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Уровень активации ЦНС определялся с помощью основных показателей ПЗМР: чем ниже показатель времени реакции и стандартного отклонения измеряемого показателя, тем выше уровень активации организма обследованных. В основе оценки функционального состояния ЦНС лежит анализ уровня и стабильности сенсомоторного реагирования на световые раздражители. Полученные результаты простой сенсомоторной реакции и показатели функционального состояния ЦНС обучающихся обобщены в табл. 1.

Сопоставляя средние показатели ПЗМР обследованных с нормативными значениями (Мантрова, 2007), можно констатировать, что среднегрупповые значения обследованных обучающихся укладываются в коридор нормативных значений для своего возраста (первая группа (227–353 мс) и вторая группа (205–273 мс)), при этом в среднем мальчики обеих групп демонстрировали более высокую скорость сенсомоторной реакции по сравнению с девочками (на 1,5 % и 6,8 % соответственно). Частотный анализ данных свидетельствует о том, что большая часть обследуемых в обеих группах мальчиков (83,3 % и 71,4 %) и девочек (93,3 % и 74,1 %) характеризуется средней скоростью реакции, что соответствует возрастным нормам. При этом примерно в два раза чаще у мальчиков обеих групп встречается высокая скорость реагирования (11,1 % и 14,3 %) по сравнению с девочками (6,7 % и 3,7 % соответственно), что согласуется со средними количественными показателями ПЗМР.

Стандартное отклонение является показателем стабильности сенсомоторного реагирования: чем меньше стандартное отклонение, тем более стабильной является скорость сен-

Таблица 1
Table 1

Показатели сенсомоторной реакции и функционального состояния ЦНС обучающихся 11–14 лет г. Сургута (M ± m)
Sensorimotor reaction and the functional state of the central nervous system in Surgut students ages 11–14 (M ± m)

Показатели Parameter	1 группа 1 group		2 группа 2 group	
	Мальчики Males (n = 18)	Девочки Females (n = 15)	Мальчики Males (n = 28)	Девочки Females (n = 27)
Среднее время ПЗМР, мс Average reaction time, ms	259,0 ± 9,0	263,06 ± 6,5	242,23 ± 8,5	259,93 ± 7,6
Стандартное отклонение ПЗМР, мс Standard deviation reaction time, ms	107,8 ± 25,3	98,7 ± 25,2	106,4 ± 26,4	86,7 ± 12,7
Общее число ошибок, раз Total number of errors	2,7 ± 0,4	2,1 ± 0,6	2,8 ± 0,8	1,1 ± 0,4 *
Функциональный уровень системы, усл. ед. Functional level of the nervous system, c.u.	4,5 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,3 ± 0,1
Устойчивость реакции, усл. ед. Reaction stability, c.u.	2,1 ± 0,1 *	1,6 ± 0,2	1,5 ± 0,1 •	1,7 ± 0,1
Уровень функциональных возможностей, усл. ед. Functional capability level, c.u.	3,6 ± 0,1*	3,1 ± 0,2	3,1 ± 0,1 •	3,2 ± 0,1

Примечание: * – достоверные межполовые различия внутри группы, при $p < 0,05$; • – достоверные межгрупповые различия при сравнении аналогичных показателей между однополыми подростками, при $p < 0,05$.

Note: * – significant sex-related differences inside the group, ($p < 0.05$); • – significant intergroup differences for the same parameters between same-sex adolescents, ($p < 0.05$).

сомоторной реакции. Оценка данного показателя в группах показала, что большинство обучающихся первой и второй группы сравнения характеризуются стабильной скоростью реакции на раздражитель. При этом девочки обеих групп характеризуются более стабильными показателями реагирования (средние значения девочек первой и второй группы на 8,4 % и 18,5 % ниже, чем мальчиков), что, вероятно, объясняется меньшим количеством ошибок в результате прохождения сенсомоторного теста. Среднее число ошибочных реакций у мальчиков выше, чем у девочек (на 22 % в первой группе, на 61 % – во второй при $p < 0,05$).

Выявленные особенности более высокого сенсорного реагирования мальчиков по сравнению с девочками того же возраста соответствуют общебиологической закономерности и согласуются с ранее полученными результатами (Шибкова с соавт., 2009; Смирнова, Мальцев, 2016).

Анализируя функциональный уровень системы (ФУС), выявили, что показатели пер-

вой группы находились на высоком (50 % мальчиков и 20 % девочек) и среднем уровне (50 % мальчиков и 80 % девочек), что превышает результаты второй группы, где доля мальчиков с высоким ФУС составила 25 % и девочек – 18,5 %. При этом во второй группе были выявлены подростки с низким уровнем ФУС (7,1 и 7,4 %). Полученные результаты, на наш взгляд, обусловлены возрастным снижением порога возбудимости центральной нервной системы, повышением ее реактивности, выраженной неустойчивостью реакций вегетативной нервной системы.

Анализ показателей устойчивости реакции (УР) выявил, что устойчивость сенсомоторной реакции мальчиков первой группы достоверно выше, чем у девочек того же возраста ($p < 0,05$).

Уровень функциональных возможностей (по Лоскутовой), позволяющий определить способность формировать адекватную заданию функциональную систему и достаточно длительно ее удерживать, показал, что у об-

следуемых лиц УФВ соответствует возрастным нормам.

Важно отметить, что у девочек в обеих возрастных группах отмечена относительная стабильность показателей функционального состояния ЦНС с тенденцией к росту показателей, в то же время у мальчиков-подростков отмечается снижение всех диагностируемых средних показателей функционального состояния ЦНС (при сравнении первой и второй групп), при этом различия по показателям УР и УФВ достоверны ($p = 0,001$ и $p = 0,007$ соответственно).

Таким образом, оценка ПЗМР показала, что показатели большинства обследованных школьников находятся в пределах средних нормативных значений соответствующего возраста, что отличается от аналогичных исследований, проведенных на Севере (Кондакова с соавт., 2017), в которых среднее время реакции обучающихся 10–12 лет составляло $472,3 \pm 28,75$ мс. Обучающиеся первой возрастной группы в г. Сургуте в среднем на 209,2 мс. быстрее реагируют на раздражитель, чем дети Красноярского края. Подобные различия выявлены и в исследовании (Бартош с соавт., 2019) при оценке возрастной динамики нейродинамических показателей девочек-аборигенов Магаданской области.

В то же время оценка показателей простой сенсомоторной реакции на зрительный

стимул обучающихся школ Северных территорий аналогичного возраста проведенная разными авторами (Особенности психофизиологической адаптации ..., 2016; Мыльникова с соавт., 2018; Николаева, 2018), согласуется с собственными результатами исследования.

Полученные результаты оценки показателей сложной зрительно- моторной реакции представлены в табл. 2.

Показатель среднего значения времени сложной сенсомоторной реакции выбора отражает общую подвижность нервных процессов (Buch et al., 2017). Полученные нами результаты свидетельствуют о выраженной подвижности нервных процессов у обследованных обучающихся. Также отмечено, что мальчики обеих групп по средним значениям имеют более подвижную нервную систему (на 6,1 % и 9,1 %), чем девочки, что согласуется с данными оценки простой сенсомоторной реакции обследованных подростков.

Показатели средних значений времени реакции выбора свидетельствуют, что 72,7 % (первой группы) и 60 % (второй группы) обучающихся имеют подвижную нервную систему, что, вероятно, положительно сказывается на скорости мышления, восприятия и обработки сенсорной информации.

Согласно данным стандартного отклонения СЗМР, у большинства обучающихся обе-

Таблица 2
Table 2

Показатели сложной зрительно-моторной реакции у обучающихся 11–14 лет г. Сургута ($M \pm m$)
Complex visual and motor reaction in Surgut students ages 11–14 ($M \pm m$)

Показатели Parameters	1 группа 1 group		2 группа 2 group	
	Мальчики Males (n = 18)	Девочки Females (n = 15)	Мальчики Males (n = 18)	Девочки Females (n = 15)
Среднее время СЗМР, мс Average reaction time, ms	$361,8 \pm 12,2$	$385,4 \pm 10,2$	$335,0 \pm 7,6$	$368,8 \pm 9,5 *$
Стандартное отклонение СЗМР, мс Standard deviation reaction time, ms	$137,6 \pm 2,3$	$107,2 \pm 5,2 *$	$101,8 \pm 6,8 \bullet$	$101,8 \pm 5,4 \bullet$
Коэффициент точности Уиппла, усл. ед. Whipple coefficient, c.u.	$0,73 \pm 0,02$	$0,77 \pm 0,03$	$0,75 \pm 0,03$	$0,87 \pm 0,01 *$
Время центральной задержки, мс Central latency time, ms	$102,8 \pm 3,1$	$122,3 \pm 4,3 *$	$92,8 \pm 1,5 \bullet$	$108,9 \pm 3,3 \bullet$

Примечание: * – межполовые различия внутри группы, при $p < 0,05$; • – достоверные различия при сравнении аналогичных показателей между однополыми подростками при $p < 0,05$.

Note: * – significant sex-related differences inside the group, ($p < 0.05$); • – significant intergroup differences for the same parameters between same-sex adolescents ($p < 0.05$).

их групп наблюдается относительная однородность сенсомоторного реагирования на сложные сенсорные стимулы. Полученные результаты стандартного отклонения времени сложной сенсомоторной реакции согласуются с показателями ПЗМР в первой группе: девочки на 22 % имеют более стабильные показатели реакции, чем мальчики. При этом отмечено, что у мальчиков и девочек второй группы данный показатель имел схожее выражение признака. В возрастном аспекте отмечено достоверное снижение вариативности показателей сложной сенсомоторной реакции ($p < 0,05$), возможно, это объясняется формированием процессов возбуждения и торможения в пубертатном периоде. Показатель времени центральной задержки (разница между величиной ПЗМР и СЗМР) характеризует особенности мозговой переработки информации о стимуле и принятия решения о способе ответной реакции на стимул при оптимальном функциональном состоянии ЦНС (Alison, Seung-Lark, 2016). Полученные данные отражают относительно совершенную обработку сенсорной информации у мальчиков по сравнению с девочками обеих возрастных групп, что находит свое отражение в меньших ($p < 0,05$) средних значениях у обследованных подростков мужского пола по сравнению с девочками того же возраста примерно на 17–20 %. Также отмечается положительная возрастная динамика (порядка 10 % при $p < 0,05$) у обследованных подростков обоего пола по показателю центральной задержки, что свидетельствует о совершенствовании церебральных процессов в обследуемом диапазоне возрастного развития подростков.

Полученные данные согласуются с аналогичными исследованиями, проведенными в РФ, и, возможно, объясняются более ранним началом полового созревания (II стадия), которая приходится у девочек на 11–12 лет, у большинства мальчиков – на 12–13 лет (Вергунова, 2015; Смирнова, Мальцев, 2016).

Заключение

Выявлены половые различия сенсомоторного реагирования: показатели мальчиков обеих групп по сравнению с девочками характеризуются более активированной и подвижной ЦНС. Показатели функционального состояния ЦНС мальчиков выше, чем у сверстниц, при этом сенсомоторные реакции девочек более стабильны.

Сенсомоторная интеграция обучающихся характеризуется средним уровнем функционального состояния ЦНС, высокой подвижностью нервных процессов. У мальчиков в возрастном аспекте отмечена тенденция к снижению функционального состояния ЦНС. В возрастном аспекте отмечено совершенствование сенсомоторной интеграции, обусловленное совершенствованием церебральной обработки сенсорной информации.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература

1. Бартош, Т.П. Возрастные особенности нейродинамических показателей девочек-подростков аборигенной популяции Северо-Востока России / Т.П. Бартош, О.П. Бартош // *Психология. Психофизиология*. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 71–82. DOI: 10.14529/jpps190408
2. Вергунова, У.Е. Анализ проблемы: пластичность нервных процессов, интеллектуальная деятельность и успешность обучения школьников / У.Е. Вергунова // *Вестник психофизиологии*. – 2015. – № 4. – С. 44–58.
3. Гилева, О.Б. Индивидуальные и возрастные различия времени зрительно-моторной реакции у школьников 7–16 лет г. Екатеринбург / О.Б. Гилева // *Экология человека*. – 2011. – № 4. – С. 43–49.
4. Гудков, А.Б. Северное направление научной школы академика Н.А. Агаджаняна / А.Б. Гудков // *Экология человека*. – 2013. – № 1. – С. 3–7.
5. Дубровинская, Н.В. Психофизиологическая характеристика подросткового возраста / Н.В. Дубровинская // *Физиология человека*. – 2015. – № 2. – С. 113–122. DOI: 10.7868/S013116461502006X.
6. Кондакова, О.Э. Психофизиологические и адаптивные характеристики детей и подростков, проживающих на Крайнем Севере / О.Э. Кондакова, С.Н. Шилов, В.И. Курко // *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 312–322.
7. Мантрова, И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2007. – 216 с.

8. Морфофункциональные и психофизиологические особенности адаптации школьников к учебной деятельности / Д.З. Шибкова, П.А. Байгужин, М.В. Семенова, А.А. Шибков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГТТУ. – 2016. – 380 с.
9. Мыльникова, И.В. Психофизиологические характеристики центральной нервной системы детей сельской местности различных этнических групп Сибири / И.В. Мыльникова, Н.В. Ефимова, О.А. Дьякович // Экология человека. – 2018. – № 7. – С. 17–23.
10. Николаева, Е.Н. Оценка функционального состояния ЦНС по параметрам зрительно-моторных реакций у подростков / Е.Н. Николаева, Н.А. Гуляева, О.Н. Колосова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. – Т. 20, № 9. – С. 32–36.
11. Особенности психофизиологической адаптации учащихся в различных условиях обучения / О.Л. Тарасова, О.Н. Четверик, А.И. Федоров и др. // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2016. – № 1 (29). – С. 23–37.
12. Смирнова, В.С. Гендерные особенности пластичности нервных процессов младших подростков 11–13 лет / В.С. Смирнова, В.П. Мальцев // Новые исследования. – 2016. – № 1. – С. 37–46.
13. Шибкова, Д.З. Гендерные особенности сенсомоторного реагирования подростков 13–14 лет, влияющие на продуктивность творческой деятельности / Д.З. Шибкова, В.П. Мальцев, М.В. Хайкина // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2009. – № 4. – С. 330–337.
14. Alison, M.H. Temporal Dynamics of Sensorimotor Networks in Effort-Based Cost-Benefit Valuation: Early Emergence and Late Net Value Integration / M.H. Alison, L. Seung-Lark // Journal of Neuroscience. – 2016. – Vol. 36. – P. 7167–7183. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4016–15.2016.
15. Buch, E.R. Plasticity of sensorimotor networks: multiple overlapping mechanisms / E.R. Buch, S.L. Liew, L.G. Cohen // Neuroscientist. – 2017. – Vol. 23(2). – P. 185–196. DOI:10.1177/1073858416638641.
16. Looking for students' personal characteristics predicting study outcome / C. Van Bragt, A. Bakx, T. Bergen, M. Croon // Higher Education. – 2011. – Vol. 61, Is. 1. – P. 59–75. DOI: 10.1007/s10734–010–9325–7.
17. Moritz, K. Evaluating an instrument to measure mental load and mental effort considering different sources of validity evidence / K. Moritz // Cogent Education. – 2017. – № 4. – P. 1–10. DOI: 10.1080/2331186X.2017.1280256.
18. Stevens, R.H. Modeling the neurodynamic organizations and interactions of teams / R.H. Stevens, T.L. Galloway // Social neuroscience. – 2016. – Vol. 11 (2). – P. 123–139. DOI:10.1080/17470919.2015.1056883.

Осин Максим Владиславович, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности, Сургутский государственный педагогический университет (Сургут), osin90@list.ru, ORCID: 0000–0002–3708–8275

Мальцев Виктор Петрович, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности, Сургутский государственный педагогический университет (Сургут), mal585@mail.ru, ORCID: 0000–0002–2453–6585

Говорухина Алена Анатольевна, доктор биологических наук, доцент, зав. кафедрой медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности, Сургутский государственный педагогический университет (Сургут), govalena@mail.ru, ORCID: 0000–0002–7466–2918; SPIN-код: 7772–3522

Поступила в редакцию 24 июля 2020 г.

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN ADOLESCENTS LIVING IN THE NORTH

M.V. Osin, *osin90@list.ru*, ORCID 0000-0002-3708-8275

V.P. Maltsev, *mal585@mail.ru*, ORCID 0000-0002-2453-6585

A.A. Govorukhina, *govalena@mail.ru*, ORCID 0000-0002-7466-2918

Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russian Federation

Background. The function of the central nervous system in adolescents reflects the complex influence of climatic and social conditions, as well as morphofunctional lability characteristic of puberty. Studying the functional state of the central nervous system in adolescents living at high latitudes is important for forming a region-dependent norm of the functional state of the body.

Aim. The paper aims to reveal the features of sensorimotor integration as an indicator of the functional state of the central nervous system in 11–14-year-old students living in the North.

Materials and methods. 88 schoolchildren from Surgut (46 males and 42 females) aged 11–12 years (1 group, $n = 33$) and 13–14 years (2 group, $n = 55$) were examined. Psychophysiological testing was carried out with the help of the NS-Psychotest hardware and software (Neurosoft, Ivanovo). The following methods were used: simple visual and motor reaction, complex visual and motor reaction – choice reaction. Mathematical and statistical processing was carried out in Microsoft Excel and Statistica 10.0. **Results.** Sex-related differences in neurodynamic data were revealed: average parameters of boys of both groups in comparison with girls are characteristic of a more active and mobile central nervous system. The functional state of the central nervous system in males is higher than that of females in both age groups, though, sensorimotor responses of females are more stable. Age-related improvements in sensorimotor integration were noted due to improved cerebral processing of sensory information by reducing latency time of sensorimotor responses. In males, depending on age, there was a tendency to negative changes in the functional state of the central nervous system. **Conclusions.** The results obtained describe the average level of activation and a high level of functional mobility of nervous processes in all adolescents. The average level of the functional state of the central nervous system reflects the optimal functional capabilities of the participants, which is the basis for effective psychophysiological adaptation to living conditions and educational activities.

Keywords: sensorimotor integration, visual and motor reactions, functional state of the central nervous system, adolescent students, North.

References

1. Bartosh T.P., Bartosh O.P. [Age-Related features of neurodynamic indicators in native adolescent females of Russia's Northeast]. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya* [Psychology. Psychophysiology], 2019, vol. 12, no. 4, pp. 71–82. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps190408.
2. Vergunova U.E. [Problem analysis: plasticity of nervous processes, intellectual activity and success of schoolchildren training]. *Vestnik psikhofiziologii* [Bulletin of psychophysiology], 2015, no. 4, pp. 44–58. (in Russ.).
3. Gileva O.B. [Individual and age differences in visual and motor reaction time of schoolchildren aged 7–16 years in Ekaterinburg]. *Ekologiya cheloveka* [Human ecology], 2011, no. 4, pp. 43–49. (in Russ.).
4. Gudkov A.B. [Northern direction of the scientific school of academician N.A. Aghajanian]. *Ekologiya cheloveka* [Human ecology], 2013, no. 1, pp. 3–7. (in Russ.).
5. Dubrovinskaya N.V. [Psychophysiological characteristics of adolescence]. *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology], 2015, no. 2, pp. 113–122. (in Russ.). DOI: 10.7868/S013116461502006X.
6. Kondakova O.E., Shilov S.N., Kirko V.I. [Psychophysiological and adaptive characteristics of children and adolescents living in the Far North]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya* [Journal of Siberian Federal University. Biology], 2017, vol. 10, no. 2, pp. 312–322. (in Russ.).

7. Mantrova I.N. *Metodicheskoe rukovodstvo po psikhofiziologicheskoi i psikhologicheskoi diagnostike* [Methodological manual on psychophysiological and psychological diagnostics]. Ivanovo, 2007. (in Russ.).
8. Shibkova D.Z., Baiguzhin P.A., Semenova M.V., Shibkov A.A. *Morfofunktsional'nye i psikhofiziologicheskie osobennosti adaptatsii shkol'nikov k uchebnoi deyatelnosti* [Morphofunctional and psychophysiological features of schoolchildren adaptation to educational activity]. Chelyabinsk, CSPU, 2016. 380 p. (in Russ.).
9. Myl'nikova I.V., Efimova N.V., D'yakovich O.A. [Psychophysiological characteristics of the central nervous system of children of rural areas of various ethnic groups of Siberia]. *Ekologiya cheloveka* [Human ecology], 2018, no. 7, pp. 17–23. (in Russ.).
10. Nikolaeva E.N., Gulyaeva N.A., Kolosova O.N. [Estimation of the functional state of the CNS by parameters of the visual and motor reactions in adolescents]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke* [Health and education in XXI century], 2018, vol. 20, no. 9, pp. 32–36. (in Russ.).
11. Tarasova O.L., Chetverik O.N., Fedorov A.I. et al. [Peculiarities of psychophysiological adaptation of pupils in different learning conditions]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Vestnik of Novosibirsk State Pedagogical University], 2016, no. 1(29), pp. 23–37. (in Russ.).
12. Smirnova V.S., Mal'tsev V.P. [Gender specifics of plasticity of the nervous processes of the younger teenagers of 11–13 years old]. *Novye issledovaniya* [New research], 2016, no. 1, pp. 37–46. (in Russ.).
13. Shibkova D.Z., Mal'tsev V.P., Khaikina M.V. [Gender peculiarities of the sensomotor response of teenagers of 13–14 years old influencing on productivity of creative activity]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk state pedagogical University], 2009, no. 4, pp. 330–337. (in Russ.).
14. Alison M.H., Seung-Lark L. Temporal dynamics of sensorimotor networks in effort-based cost-benefit valuation: early emergence and late net value integration. *Journal of Neuroscience*, 2016, vol. 36, pp. 7167–7183. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4016–15.2016.
15. Buch E.R., Liew S.L., Cohen L.G. Plasticity of sensorimotor networks: multiple overlapping mechanisms. *Neuroscientist*, 2017, vol. 23 (2), pp. 185–196. DOI:10.1177/1073858416638641.
16. Van Bragt C., Bakx A., Bergen T., Croon M. et al. Looking for students' personal characteristics predicting study outcome. *Higher Education*, 2011, vol. 61, no. 1, pp. 59–75. DOI: 10.1007/s10734-010-9325-7.
17. Moritz K. Evaluating an instrument to measure mental load and mental effort considering different sources of validity evidence. *Cogent Education*, 2017, no. 4, pp. 1–10. DOI: 10.1080/2331186X.2017.1280256.
18. Stevens R.H., Galloway T.L. Modeling the neurodynamic organizations and interactions of teams. *Social neuroscience*, 2016, vol. 11 (2), pp. 123–139. DOI: 10.1080/17470919.2015.1056883.

Received 24 July 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Осин, М.В. Оценка функционального состояния ЦНС у подростков, проживающих в условиях Севера / М.В. Осин, В.П. Мальцев, А.А. Говорухина // Психология. Психофизиология. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 100–107. DOI: 10.14529/jpps200411

FOR CITATION

Osin M.V., Maltsev V.P., Govorukhina A.A. Assessment of the Functional State of the Central Nervous System in Adolescents Living in the North. *Psychology. Psychophysiology*. 2020, vol. 13, no. 4, pp. 100–107. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps200411