

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ АБОРИГЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

**Т.П. Бартош, О.П. Бартош**

*Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан, Россия*

**Обоснование.** На фоне увеличения умственных и эмоциональных нагрузок в современной школе проблема сохранения психофизиологического здоровья детей-северян актуальна. **Цель** – выявить особенности нейродинамических показателей девочек-подростков аборигенных популяций Севера в процессе онтогенеза. **Организация и методы исследования.** Обследовано 120 девочек аборигенной популяции (из них 77 – коряки, 41 – эвены, 1 – камчадал и 1 – ительмен), возрастом 12–17 лет школы-интерната п. Эвенск Магаданской области. Девочки были разделены на 3 возрастные группы: группа I – 12–13 лет; группа II – 14–15 лет; группа III – 16–17 лет. Нейродинамические свойства определяли по параметрам времени сенсомоторных реакций и кратковременную зрительную память диагностировали с помощью АПК «НС-ПсихоТест», (ООО «НейроСофт», г. Иваново). Исследование динамики функции внимания, включая функциональную асимметрию внимания, выполняли методом корректурной пробы в модификации В.Н. Алатуни. **Результаты.** Анализ данных показал превышение возрастных норм средних показателей времени реакции у обследуемых трех групп девочек. В группах I и II отмечали низкую скорость простой зрительно-моторной реакции. Прослеживается в среднем снижение показателя времени сложной сенсомоторной реакции выбора к 14–15 годам на 40 мс ( $p < 0,05$ ) и его стабилизация к 16–17 годам. Исследование внимания показало увеличение темпа работы, улучшение качества и работоспособности с возрастом. Снижение фактора функциональной асимметрии внимания также указывает на положительные тенденции изменения функции внимания с возрастом. **Заключение.** Исследование показало закономерные онтогенетические изменения силы, подвижности и уравновешенности нервных процессов, дифференцировочного торможения, свойств внимания и кратковременной зрительной памяти у девочек. Однако по сравнению со среднеширотными нормами девочки-аборигенки в периоде 12–15 лет характеризуются более низкой подвижностью и неуравновешенностью нервной системы. Это следует учитывать при выборе стратегии обучения детей-северян в образовательных учреждениях.

**Ключевые слова:** нейродинамические показатели, функция внимания, девочки-подростки, Северо-Восток России.

### Введение

Формирование психофизиологических характеристик человека, проявляющихся в силе, скорости и устойчивости реакций, в темпе и ритме психических процессов в значительной мере определяется генотипически. В то же время в процессе роста и развития организм человека тесно взаимодействует с окружающей средой (Ильин, 2004; Тарасова с соавт., 2017; Casey et al., 2008; 2010). В условиях Севера организм человека подвергается комплексному воздействию природно-климатических и социально-экономических факторов, которые влияют на скорость мор-

фофункционального созревания организма детей и предъявляют повышенные требования к его функциональным системам (Бартош с соавт., 2013; Сороко с соавт., 2015; Хаснулин с соавт., 2012).

Особое место занимают популяции из числа коренных малочисленных народов Севера, которые вследствие резкого изменения среды обитания вынуждены были изменить принципы своей жизнедеятельности, повлекшие за собой проявления дизадаптивных расстройств со стороны основных гомеостатических систем (Бартош, 2012; Хаснулин с соавт., 2012). Многие авторы (Ильин, 2004; Тарасова

с соавт., 2017; Casey et al., 2008; Дубровинская, 2015; Steinberg, 2008) отмечают значительные индивидуальные колебания в становлении основных свойств нервной системы, влияющие на формирование устойчивых характеристик личности и когнитивных процессов. Индивидуальные вариации темпов и особенностей развития приводят к расхождению биологического и паспортного возраста, которое может достигать 1,5 года (Сороко с соавт., 2015). Динамика силы, уравновешенности и подвижности нервных процессов параллельна созреванию центральной нервной системы. В период с 12–13 до 15–17 лет у подростков отмечается повышенная возбудимость ЦНС, ослабление процесса торможения, нестабильность нервных процессов. Условное торможение, особенно дифференцировочное, ослабевает (Смирнов, 2000; Casey et al., 2011). Может ухудшиться кровоснабжение мозга, с чем связано быстрое утомление и развитие депрессивных состояний. До 15 лет включительно отмечается повышенная импульсивность, которая к 16–17 годам идет на спад (Casey et al., 2011). Морфофункциональное созревание всех систем организма человека подходит к завершению к 16–17 годам. Происходит стабилизация гормонального баланса, повышается роль корковых процессов в регуляции психической деятельности, уменьшаются латентные периоды реакции на раздражители, усиливается внутреннее торможение, нормализация высшей нервной деятельности (Смирнов, 2000; Casey et al., 2011).

В процессе роста и развития детей происходит закономерное совершенствование воспринимающей функции мозга (Сороко с соавт., 2015). Исследование особенностей развития функции внимания в онтогенезе и механизмов регуляции процессов внимания позволяет судить о состоянии мозговых структур и особенностях их функционирования (Фарбер с соавт., 1991; Blakemore, 2011). Скорость переработки информации свидетельствует как о скорости переноса информации в зрительном анализаторе, так и о психической работоспособности в целом (Смирнов, 2000). Произвольное внимание развивается постепенно, по мере развития отдельных его свойств, таких как объем, концентрация, распределение и переключение, устойчивость, и является важнейшим динамическим показателем всех психических процессов (Фарбер с соавт., 1991).

Отклонения психофизиологических показателей от возрастной нормы могут диагностироваться как в критический период развития, так и при нарушениях психического развития различного генеза, включая патологию беременности, дистресс матери, а также социально-психологические факторы, к которым относятся нарушение личностно-средового взаимодействия (Бартош с соавт, 2013; Steinberg, 2008; Blakemore, 2011; Whittle et al., 2014, 2016).

Недостаточно исследований о психофизиологических механизмах, которые обеспечивают приспособительный характер развития на каждом этапе онтогенеза человека в суровых условиях Северо-Востока. Известно, что учебная деятельность связана с большими физическими и нервно-психическими нагрузками, которые оказывают дополнительные требования к адаптационным возможностям организма детей и подростков, особенно из числа аборигенных популяций (Бартош с соавт., 2011; 2018). Сравнительные исследования темпа психической деятельности у аборигенных жителей Крайнего Севера, по сравнению с мигрантами, показали ригидность attentionных характеристик с увеличением общего времени на выполнение одинакового объема работы (Лобова с соавт., 2007).

Время реакции сенсомоторных реакций является важным показателем функционального состояния ЦНС (Лоскутова, 1975; Смирнов, 2000). При увеличении скорости сенсомоторной реакции диагностируется большая подвижность нервной системы, которая является одним из показателей психического развития детей, определяет скорость центральной переработки информации. Проведенное ранее нами исследование показало снижение функциональных резервов ЦНС, ухудшение концентрации внимания, развитие умственного утомления у мальчиков-подростков аборигенной популяции Севера во время учебной деятельности (Бартош с соавт., 2011; 2013). Не исследованы динамические показатели нервных процессов и внимания у девочек аборигенных популяций Магаданской области в процессе онтогенеза, что и определило актуальность и цель настоящего исследования.

**Цель** исследования: выявить особенности нейродинамических показателей девочек-подростков аборигенных популяций Севера в процессе онтогенеза.

### Организация и методы исследования

Всего обследовано 120 девочек аборигенной популяции (из них 77 относили себя к корякам, 41 – эвенкам, 1 – камчадалам и 1 – ительменам) школы-интерната п. Эвенск Магаданской области. Поселок Эвенск (61°55') расположен в 535 км к северу от г. Магадана. По природно-климатическим и социально-экономическим условиям отличается большей дискомфортом. Транспортное сообщение с областным центром осуществляется только самолетом. Большая часть девочек проживает с родителями в поселке (76 чел. – 63 %), остальные (44 чел. – 37 %) в школе-интернате. Исследования проводились в течение нескольких экспедиций, всегда в IV четверти учебного года, в кабинете психолога в первую половину дня. В исследовании возрастной динамики принимали участие практически одни и те же девочки, которые были разделены на 3 группы ( $M \pm m$ ): группа I – 12–13 лет (средний возраст  $12,9 \pm 0,06$ ); группа II – 14–15 лет ( $14,8 \pm 0,1$ ); группа III – 16–17 лет ( $16,7 \pm 0,1$ ).

Обследование проводили с получением информированного согласия, с соблюдением требований Хельсинской Декларации и одобрения Регионального этического комитета медико-биологических исследований при СВНЦ ДВО РАН (протокол № 3 от 04.12.2013 г.).

Психофизиологические показатели оценивали на АПК «НС–ПсихоТест» (ООО «Нейрософт», г. Иваново) со встроенной нормативной системой. Определяли среднее значение латентного периода простой зрительно-моторной реакции и сложной сенсомоторной реакции выбора (ПЗМР и РВ). Также регистрировали количество ошибок на дифференцировочный сигнал, точных реакций (коэффициент точности Уиппла), реакций опережения и запаздывания. Коэффициент точности Уиппла – соотношение ошибок и правильных нажатий, который вычисляется по формуле

$$KT = \frac{N - R}{N + P}, \quad (1)$$

где N – число измерений (предъявленных сигналов), R – количество правильных нажатий, P – количество ошибок. Чем меньше показатель коэффициента точности (КТ), тем выше степень точности выполнения заданий (Мантрова, 2007). Реализация методики ПЗМР производилась следующим образом: обследуемому последовательно предъявля-

лись световые сигналы красного цвета. При появлении сигнала обследуемый должен как можно быстрее нажать на соответствующую кнопку зрительно-моторного анализатора, стараясь при этом не допускать ошибок (ошибками считаются преждевременное, до появления сигнала, нажатие кнопки и пропуск сигнала). Оценка результатов сенсомоторных реакций производилась на основании среднего значения (M), отражающего среднюю скорость зрительно-моторных реакций, и стандартного отклонения (СКО), которое является показателем стабильности сенсомоторного реагирования (Мантрова, 2007).

На АПК «НС–ПсихоТест» по методике ПЗМР вычислялись количественные критерии по Т.Д. Лоскутовой (1975), которые характеризуют текущее функциональное состояние ЦНС: функциональный уровень системы (ФУС), устойчивость реакции (УР) и уровень функциональных возможностей (УФВ). Величина ФУС определяется положением вариационной кривой относительно оси абсцисс, т.е. абсолютными значениями времени ПЗМР. Величина УР – обратно пропорциональна показателю рассеивания времени реакции, интерпретируется как устойчивость состояния ЦНС. Критерий УФВ связан с асимметрией, позволяет судить о способности обследуемого формировать адекватную заданию функциональную систему и достаточно длительно ее удерживать (Лоскутова, 1975).

Реакция выбора (РВ) относится к сложным сенсомоторным реакциям и поэтому характеризуется большим значением времени. Школьницам предъявляли световые сигналы красного и зеленого цвета. На один сигнал требовалось реагировать нажатием левой кнопки на зрительно-моторном анализаторе, на другой сигнал – правой кнопки, последовательность сигналов различного цвета случайна.

Для определения силы нервных процессов использовали методику «Критическая частота слияния мельканий» (КЧСМ), состоящую из последовательного предъявления обследуемому дискретных световых стимулов возрастающей частоты (Мантрова, 2007). Индивидуальные показатели КЧСМ обусловлены подвижностью нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора в понимании подвижности как быстроты возникновения и исчезновения нервных процессов возбуждения и торможения.

Оценку кратковременной зрительной памяти получали, применяя методику «Память на образы» («НС–ПсихоТест», «Нейрософт», г. Иваново). Обследуемому в течение 20 секунд предъявляется таблица с 16 образами, которые необходимо запомнить. Затем на экране появляется таблица с 64 образами, 16 из которых совпадает с образами, содержащимися в первой таблице. Необходимо отыскать во второй таблице первично предъявленные 16 образов. Нормой для всех возрастов являются показатели от 6 образов и выше (Мантрова, 2007).

Для изучения нейродинамических характеристик функции внимания использовали метод корректурной пробы – модификация В.Н. Аматуни, которая разработана и апробирована в лаборатории клинической психологии Психоневрологического института им. В.М. Бехтерева (Вассерман с соавт., 1997). Итогами эксперимента являются: время выполнения 1-й и 2-й горизонтальной половины таблицы ( $t_1$  и  $t_2$ ); общее время выполнения задания ( $T$ ); индекс утомляемости (ИУ); коэффициент асимметрии внимания (КАВ); концентрация внимания (КВ); количество ошибок в правой и левой половине таблицы (ПП и ЛП). Чем ИУ меньше единицы, тем больше вероятность повышенной утомляемости испытуемого, снижения уровня активного внимания и умственной работоспособности. Если ИУ выше или близок к единице, можно говорить о нормальной или повышенной психической активности. Анализируются также факторы функциональной асимметрии внимания (КАВ). С этой целью подсчитывается количество ошибочно зачеркнутых или пропущенных цифр в правой и левой половинах таблицы.

$$\text{КАВ} = \text{ПП} / \text{ЛП}, \quad (2)$$

где ПП – количество ошибок в правой половине таблицы, ЛП – в левой. Концентрацию внимания (КВ) = число просмотренных строк / количество ошибок.

Полученные данные были статистически обработаны с помощью программного пакета «Statistica 10.0». Параметры обрабатывались методами параметрической и непараметрической статистики. Проверка исследуемой выборки на предмет нормальности распределения осуществлялась при помощи вычисления критерия Шапиро – Уилка. Данные представлены в виде средней арифметической и ее ошибки ( $M \pm m$ ), медианы (Me) и интерквар-

тильного размаха в виде 25 и 75 перцентилей Me ( $C_{25}$ ;  $C_{75}$ ). Для проверки статистической гипотезы разности значений использовали критерии Wilcoxon для двух зависимых выборок или оценивали по t-критерию Манна – Уитни. Метод ранговой корреляции Ч. Спирмена применялся для изучения корреляционных связей между исследуемыми показателями. Различия показателей считались достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

Полученные результаты исследования подростков представлены в табл. 1–2. Во всех трех группах девочек средние значения показателя КЧСМ (табл. 1) находятся в возрастных пределах. Подвижность нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора у них в пределах нормы. Средние показатели времени реакции ПЗМР трех обследуемых групп превышали возрастные нормы (Мантрова, 2007). Наблюдаем наличие положительной возрастной динамики в сторону укорочения времени реакции (ВР) ПЗМР и его среднеквадратического отклонения (СКО) (см. табл. 1). Отметим, что в каждой возрастной группе встречались лица с низкими значениями времени реакции, свидетельствующие об инертности и слабости нервных процессов. Постепенно с возрастом у девочек-аборигенок среднее время реакции ПЗМР сокращалось на 30 мс, СКО ПЗМР – на 20 мс ( $p < 0,05$ ). Происходит естественное совершенствование нейродинамических функций, связанное, вероятно, со становлением морфофункционального состояния ЦНС. Увеличивается подвижность и уравновешенность нервных процессов. При этом в возрастных группах I и II обследуемых девочек отмечали низкую скорость ПЗМР. Показатель точности реакции значимо ( $p < 0,05$ ) улучшается. В группе II корреляционный анализ показал наличие положительной связи показателя СКО ПЗМР и КТ ПЗМР ( $r = 0,37$ ,  $p < 0,05$ ) с реакцией запаздывания ( $r = 0,53$ ,  $p < 0,05$ ). При дисбалансе и слабости нервных процессов снижается точность выполнения задания. С возрастом уменьшается стандартное отклонение и, следовательно, увеличивается стабильность сенсомоторного реагирования.

В учебном процессе дети с инертной нервной системой не успевают выполнить необходимые действия, отреагировать

Таблица 1

Table 1

Изменение некоторых нейродинамических показателей у девочек аборигенной популяции 12–17 лет  
Changes in neurodynamic indicators in native adolescent females aged from 12 to 17 years

Показатель Indicator	Группа I Group I (12–13 лет, n = 31) (12–13 years, n = 31) ( $M \pm m$ ) Me ( $C_{25}$ ; $C_{75}$ )	Группа II Group II (14–15 лет, n = 42) (14–15 years, n = 42) ( $M \pm m$ ) Me ( $C_{25}$ ; $C_{75}$ )	Группа III Group III (16–17 лет, n = 47) (16–17 years, n = 47) ( $M \pm m$ ) Me ( $C_{25}$ ; $C_{75}$ )
КЧСМ, Гц CFF, Hz	$36,0 \pm 0,96$ 35,0 (34,0; 38,0)	$37,0 \pm 0,68$ 37,0 (34,0; 39,0)	$37,0 \pm 0,45$ 37,0 (35,0; 39,5)
ПЗМР, мс SVMR, ms	$365,0 \pm 22,0$ 351,5 (300,5; 423,3)	$335,0 \pm 11,0^{**}$ 336,5 (285,3; 360,0)	$304,0 \pm 9,80^{***}$ 287,0 (255,0; 336,5)
СКО ПЗМР, мс STD SVMR, ms	$121,0 \pm 11,0$ 125,5 (85,3; 152,8)	$109,0 \pm 5,60^{**}$ 111,5 (84,0; 137,3)	$90,0 \pm 5,30^{***}$ 80,0 (60,0; 110,0)
Запаздывание, количество Delayed response, times	$1,70 \pm 0,30$ 1,0 (1,0; 2,0)	$2,10 \pm 0,90$ 1,0 (1,0; 1,8)	$1,60 \pm 0,40$ 1,0 (1,0; 2,0)
Опережение, количество Advanced response, times	$4,40 \pm 0,60$ 4,5 (2,0; 6,3)	$3,40 \pm 0,50$ 3,0 (1,0; 4,5)	$2,90 \pm 0,40^{***}$ 2,0 (1,0; 4,5)
Коэффициент точности, усл. ед. Accuracy coefficient, c.u.	$0,14 \pm 0,02$ 0,14 (0,06; 0,21)	$0,11 \pm 0,02$ 0,11 (0,03; 0,14)	$0,10 \pm 0,01^{***}$ 0,08 (0,03; 0,14)
ФУС, усл. ед. FLS, c.u.	$3,10 \pm 0,20$ 3,1 (2,7; 3,5)	$3,30 \pm 0,10^{**}$ 3,5 (2,8; 3,8)	$3,60 \pm 0,10^{***}$ 3,7 (3,1; 4,1)
УР, усл. ед. RS, c.u.	$0,90 \pm 0,20$ 1,0 (0,4; 1,5)	$1,20 \pm 0,10$ 1,3 (0,4; 1,9)	$1,50 \pm 0,10^{***}$ 1,7 (0,8; 2,1)
УФВ, усл. ед. LFA, c.u.	$2,20 \pm 0,20$ 2,3 (1,7; 2,9)	$2,50 \pm 0,20$ 2,6 (1,7; 3,2)	$2,90 \pm 0,10^{***}$ 3,0 (2,1; 3,6)
РВ, мс CR, ms	$500,0 \pm 18,30^{*}$ 508,5 (446,3; 561,8)	$461,00 \pm 11,10$ 463,0 (428,5; 505,8)	$446,00 \pm 10,40^{***}$ 438,0 (389,5; 498,5)
СКО РВ, мс STD CR, ms	$133,0 \pm 7,00^{*}$ 132,0 (113,0; 158,5)	$111,0 \pm 5,10^{**}$ 112,0 (89,5; 135,5)	$99,0 \pm 3,00^{***}$ 98,0 (87,5; 109,0)
Ошибки на дифферен- цировку, количество Differentiation errors, times	$3,40 \pm 0,70$ 2,5 (1,8; 4,0)	$2,80 \pm 0,50$ 2,0 (1,0; 3,0)	$1,90 \pm 0,20^{***}$ 1,0 (1,0; 3,0)
Запаздывание, количество Delayed response, times	$2,30 \pm 0,47$ 2,0 (1,0; 3,0)	$1,90 \pm 0,44$ 1,0 (1,0; 2,0)	$2,0 \pm 0,50$ 1,0 (1,0; 2,0)
Опережение, количество Advanced response, times	$3,40 \pm 0,57$ 3,0 (2,0; 4,0)	$3,0 \pm 0,36$ 2,5 (1,0; 4,0)	$2,50 \pm 0,28$ 2,0 (1,0; 3,0)
Коэффициент точности, усл. ед. Accuracy coefficient, c.u.	$0,19 \pm 0,02$ 0,20 (0,10; 0,27)	$0,16 \pm 0,01$ 0,14 (0,12; 0,19)	$0,12 \pm 0,01^{***}$ 0,12 (0,06; 0,14)

Примечания: \* – статистически значимые различия между показателями групп I и II (при  $p < 0,05$ ); \*\* – между показателями групп II и III (при  $p < 0,05$ ); \*\*\* – между показателями групп I и III (при  $p < 0,05$ ).

Note: CFF – critical flicker frequency (Hz), SVMR – simple visual-motor reaction (ms), STD SVMR – standard deviation of SVMR (ms), FLS – functional level of the system (c.u.), RS – response stability, LFA – level of functional abilities, CR – choice reaction (ms), STD CR – standard deviation of CR.

\* – statistically significant differences between the indicators of groups I and II (at  $p < 0.05$ ); \*\* – between the indicators of groups II and III (at  $p < 0.05$ ); \*\*\* – between the indicators of groups I and III (at  $p < 0.05$ ).

на предъявляемые учителем требования, воспринять и переработать учебный материал, больше подвержены развитию неврозов (Кольцова, 2003; Кузнецов с соавт., 2005).

О неуравновешенности нервных процессов с преобладанием силы возбуждения в подростковом периоде свидетельствует также преобладание ошибок опережений над ошибками запаздывания. В нашем исследовании в каждой группе девочек число опережений значительно ( $p < 0,05$ ) преобладает над числом запаздываний (см. табл. 1). Но к 17 годам сокращается среднее количество опережающих реакций ( $p < 0,05$ ) и значимо увеличивается количество точных реакций ( $p < 0,05$ ). В итоге можно говорить о неуравновешенности нервных процессов с преобладанием силы процесса возбуждения в возрастной период 12–15 лет.

Исследование функции ЦНС по критериям Т.Д. Лоскутовой (1975) показало значительное улучшение нейродинамических показателей к 17 годам ( $p < 0,05$ ) (см. табл. 1). Причем к 14–15 годам, судя по текущему функциональному состоянию ЦНС, определяемому по критерию ФУС ( $p < 0,05$ ), улучшается работоспособность. К 16–17 годам происходит сокращение времени реакции сенсомоторных реакций, улучшаются интегральные показатели функционального состояния ЦНС.

Исследование показателей по методике «Реакция выбора» у девочек выявило следующее: в процессе онтогенеза последовательно сокращалось среднее значение ВР РВ на 39 мс и 15 мс ( $p < 0,05$ ), а СКО РВ – на 22 мс и 12 мс ( $p < 0,05$ ) (см. табл. 1). В группе I у девочек среднее значение ВР РВ и СКО РВ превышало среднеширотные возрастные нормы (см. табл. 1). Реже встречаются лица с выраженной инертностью и неуравновешенностью нервных процессов.

Прослеживается возрастное уменьшение среднегруппового значения ВР к 14–15 годам на 60 мс и его стабилизация к 16–17 годам ( $p < 0,05$ ) (см. табл. 1). В данный возрастной период наблюдается тенденция к улучшению показателя точности выполнения задания ( $p < 0,05$ ). Во всех изучаемых группах количество опережающих реакций было выше запаздывающих. Показатель КТ РВ имел положительную корреляционную связь с количеством ошибок на дифференцировку ( $r = 0,60–0,62$ ,  $p < 0,01$ ) и количеством опережающих реакций ( $r = 0,51–0,68$ ,  $p < 0,01$ ). В группе 14–15-летних девочек показатель КЧСМ имел

положительную корреляционную связь с КТ РВ ( $r = 0,53$ ,  $p < 0,05$ ) и отрицательную с реакцией запаздывания ( $r = -0,61$ ,  $p < 0,01$ ). Точность выполнения заданий происходит за счет уменьшения ошибочных опережающих и улучшения дифференцировочных реакций, концентрации внимания, которое обусловлено силой и уравновешенностью нервных процессов.

Известно, что по количеству ошибочных реакций на подачу дифференцировочного сигнала можно судить о степени развития дифференцировочного торможения. При оценке этого показателя было установлено снижение ошибочных реакций на дифференцировку к 16–17 годам ( $p < 0,05$ ) (см. табл. 1). Таким образом, в процессе онтогенеза улучшается внутреннее торможение, что способствует совершенствованию образовательных навыков, таких как анализ, выбор, сравнение (Кольцова, 2003). Происходит естественное совершенствование нейродинамических функций, увеличивается подвижность и уравновешенность нервных процессов.

В табл. 2 представлена динамика функции внимания и памяти у девочек аборигенных популяций разных возрастных групп. Исследования внимания с помощью корректурной пробы показало, что общее время выполнения задания (Т) с возрастом постепенно снижается, что является закономерным в процессе онтогенеза и обучения. На это указывает ускорение темпа работы и сокращение времени выполнения задания.

В группе I количество ошибок в правой половине тестовой таблицы значимо превышает количество ошибок в левой половине таблицы на 2,2 ед. ( $p < 0,05$ ). В группе II количество допущенных ошибок меньше по сравнению с группой I, и в правой половине тестовой таблицы эти значения статистически значимы ( $p < 0,05$ ). В группе III количество ошибок в правой половине тестовой таблицы значимо меньше, чем в группе I ( $p < 0,01$ ), уменьшился диапазон значений ( $C_{25}–C_{75}$ ). Количество ошибок в левой половине таблицы в группе III по сравнению с группой I также уменьшилось, но эти показатели не значимы (см. табл. 2).

В нашем исследовании среднее значение и медиана показателя ИУ свидетельствуют о нормальной психической активности. Однако при рассмотрении интерквартильного размаха  $C_{25}–C_{75}$  в группах II и III прослеживаются низкие значения этого показателя (см. табл. 2).

Таблица 2  
Table 2Динамика функции внимания и памяти у девочек аборигенной популяции 12–17 лет  
Attention and memory dynamics in native adolescent females aged from 12 to 17 years

Показатель Indicator	Группа I Group I (12–13 лет, n=31) (12–13 years, n = 31) ( $M \pm m$ ) Me ( $C_{25}$ ; $C_{75}$ )	Группа II Group II (14–15 лет, n=42) (14–15 years, n = 42) ( $M \pm m$ ) Me ( $C_{25}$ ; $C_{75}$ )	Группа III Group III (16–17 лет, n=47) (16–17 years, n = 47) ( $M \pm m$ ) Me ( $C_{25}$ ; $C_{75}$ )
Память на образы, количество Image memory, number	$9,10 \pm 0,62^*$ 10,50 (6,50; 11,00)	$10,30 \pm 0,41$ 11,00 (8,25; 12,00)	$10,60 \pm 0,37^{***}$ 11,00 (9,50; 12,00)
Индекс утомляемости (ИУ), усл. ед. Fatigue Index (FI), c.u.	$1,50 \pm 0,16$ 1,20 (0,95; 1,90)	$1,50 \pm 0,21$ 0,90 (0,60; 1,73)	$1,30 \pm 0,14$ 1,00 (0,53; 1,40)
Общее время выполнения задания (Т), мин. Time to complete task (T), min	$3,90 \pm 0,17$ 3,80 (3,41; 4,26)	$3,60 \pm 0,13$ 3,45 (3,18; 4,29)	$3,30 \pm 0,11^{***}$ 3,37 (2,48; 3,50)
Количество ошибок в правой половине таблицы (ПП) Number of errors in the right half of the table (RH)	$5,50 \pm 1,2^*$ 3,50 (1,00; 6,75)	$2,90 \pm 0,51^{**}$ 2,00 (0,00; 3,75)	$3,20 \pm 0,63^{***}$ 2,00 (1,00; 3,00)
Количество ошибок в левой половине таблицы (ЛП) Number of errors in the left half of the table (LH)	$3,30 \pm 0,7$ 1,00 (1,00; 4,00)	$2,90 \pm 0,44$ 2,00 (1,00; 4,75)	$2,60 \pm 0,56$ 2,00 (0,00; 3,00)
Коэффициент асимметрии внимания (КАВ) Coefficient of attention asymmetry (CAA)	$1,50 \pm 0,32^*$ 1,00 (0,00; 2,60)	$0,80 \pm 0,17$ 0,50 (0,00; 1,00)	$1,00 \pm 0,21^{***}$ 0,50 (0,00; 1,08)
Концентрация внимания (КВ) Concentration of attention (CA)	$4,90 \pm 0,04$ 2,80 (1,10; 6,60)	$5,80 \pm 1,00$ 2,80 (1,50; 6,60)	$5,90 \pm 0,81$ 5,00 (1,83; 9,15)

Примечания: \* – статистически значимые различия между показателями групп I и II при ( $p < 0,05$ ); \*\* – между показателями групп II и III при ( $p < 0,05$ ); \*\*\* – между показателями групп I и III при ( $p < 0,05$ ).

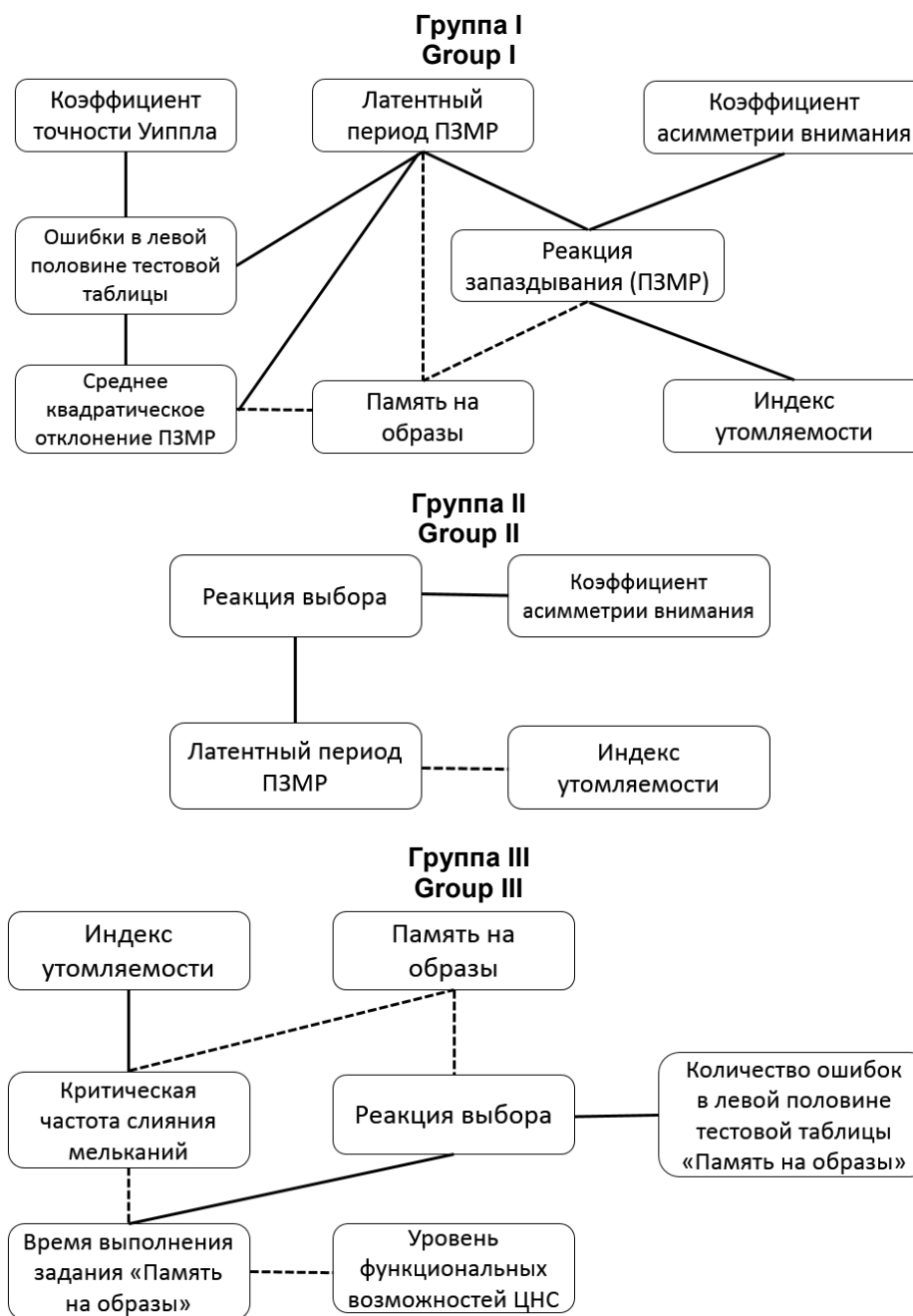
Note: \* – statistically significant differences between the indicators of groups I and II at  $p < 0,05$ ; \*\* – between the indicators of groups II and III at  $p < 0,05$ ; \*\*\* – between the indicators of groups I and III at  $p < 0,05$ .

Коэффициент асимметрии внимания с возрастом уменьшается. Так, у 12–13-летних он значимо ( $p < 0,05$ ) выше, чем в возрасте 14–15 лет (см. табл. 2). Снижение фактора функциональной асимметрии внимания может указывать на положительные тенденции изменения показателей функции внимания в процессе роста и развития девочек. Показатель концентрации внимания увеличивается с возрастом, однако эти данные не значимы. Диапазон значений ( $C_{25}$ – $C_{75}$ ) концентрации внимания к 16–17 годам достаточно вырос по сравнению с младшим возрастом.

Исследование кратковременной зрительной памяти у девочек показало в среднем соответствие норме и значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение воспроизведения образов к 16–17 годам, что говорит об улучшении функции коры головного мозга в процессе онтогенеза.

Корреляционный анализ показателей сенсомоторных реакций и внимания показал следующее: в группе 12–13-летних девочек-аборигенок выявили положительную связь ИУ и КАВ с числом запаздываний при выполнении методики ПЗМР ( $r = 0,76$ – $0,79$ ,  $p < 0,01$ ) (см. рисунок). Также на плеяде показано, что показатель ЛП напрямую связан с показателями ПЗМР ( $r = 0,50$ – $0,57$ ;  $p < 0,05$ ). Чем более инертна нервная система, тем выше утомляемость, больше ошибок в левой половине таблицы и выражена функциональная асимметрия внимания в сторону понижения активации правого полушария (см. рисунок).

Установлены отрицательные корреляционные связи показателя «Памяти на образы» и ВР ПЗМР, СКО ПЗМР ( $r = -0,67$ – $0,65$ ,  $p < 0,01$ ) и реакции запаздывания ( $r = -0,80$ ;  $p < 0,01$ ). Вероятно, что кратковременная



**Корреляционные плеяды психофизиологических показателей  
в разных возрастных группах девочек-аборигенов**  
Correlation pleiades of psychophysiological indicators in different age groups of native females

Примечания: Представлены статистически значимые связи при  $p < 0,05 - 0,01$ ; сплошная линия – положительная корреляция, пунктирная – отрицательная корреляция.

Note: Statistically significant correlations at  $p < 0.05 - 0.01$ ; solid line – positive correlation, dotted line – negative correlation.

память эффективнее у девочек с более подвижными нервными процессами, при ускорении сменяемости процессов возбуждения и торможения.

В группе обследуемых 14–15 лет практически исчезают корреляционные связи между изучаемыми психофизиологическими пара-

метрами и когнитивными (см. рисунок). Наблюдаем положительную связь показателя РВ с КАВ ( $r = 0,37$ ,  $p < 0,05$ ), отрицательную между показателями ПЗМР с ИУ ( $r = -0,31$ ,  $p < 0,05$ ). Уровень активного внимания выше при большей подвижности нервных процессов. Функциональная асимметрия внимания



более выражена при низкой подвижности нервных процессов в ситуации выбора и эмоциональном напряжении.

В группе девочек 16–17 лет показатель КЧСМ напрямую связан с ИУ ( $r = 0,44$ ,  $p < 0,01$ ); отрицательно с Т ( $r = -0,29$ ,  $p < 0,05$ ) и показателем Памяти ( $r = -0,31$ ,  $p < 0,05$ ). Чем выше подвижность нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора, тем лучше функция внимания и меньше трата времени на выполнение задания, однако воспроизведение зрительных образов происходит хуже. Выявлена положительная корреляционная связь показателя РВ с ЛП и Т ( $r = 0,32-0,39$ ,  $p < 0,05$ ) (см. рисунок).

При меньшей подвижности нервных процессов больше времени уходит на выполнение корректурной пробы и допускается больше ошибок в левом поле зрения. Практически те же механизмы выявлены в группе I в проявлении функциональной асимметрии внимания.

Показатель Т отрицательно связан с показателями УФВ и КЧСМ ( $r = -0,30-0,32$ ,  $p < 0,05$ ). Общее время выполнения корректурной пробы увеличивается при снижении способности девочек этого возраста формировать адекватную заданию функциональную систему, достаточно длительно ее удерживать, а также при снижении силы и подвижности нервных процессов. Исходя из полученных корреляционных связей, в возрасте 12–13 лет кратковременная зрительная память у обследуемых девочек была тем лучше, чем более подвижны нервные процессы. А к 17 годам воспроизведение предъявляемых образов было тем лучше, чем более лабильная и слабая нервная система. Возможно, здесь было важно такое качество слабой нервной системы, как чувствительность.

### Заключение

Таким образом, наше исследование показало общую положительную возрастную динамику изучаемых показателей времени простой и сложной сенсомоторных реакций, внимания и кратковременной зрительной памяти у обследуемых девочек-подростков. Наблюдается процесс улучшения баланса и силы нервных процессов, дифференцировочного торможения, а также увеличение подвижности нервных процессов в процессе онтогенеза. У обследуемых девочек аборигенной популяции Севера в возрастной период 12–15 лет выражена инертность нервных процессов, а

также неуравновешенность с преобладанием силы процесса возбуждения.

В итоге функциональные возможности нейродинамических свойств и текущее состояние ЦНС девочек-подростков аборигенных северных популяций могут не соответствовать современным требованиям общеобразовательной школы, где достаточно высокая интенсивность и высокий объем учебной нагрузки. Необходим дифференцированный подход в обучении к школьникам, учитывающий не только региональные климато-географические факторы среды обитания, но и этнические особенности.

### Литература

1. Бартош, Т.П. Возрастные особенности нейродинамических показателей мальчиков подростков аборигенной популяции Магаданской области / Т.П. Бартош, О.П. Бартош, М.В. Мычко // Культурно-историческая психология. – 2011. – № 4. – С. 91–96.
2. Бартош, Т.П. Нейродинамические показатели старшеклассников различных этнических групп Магаданской области / Т.П. Бартош, А.Л. Максимов, О.П. Бартош, М.В. Мычко // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2013. – № 3. – С. 51–58.
3. Бартош, О.П. Динамика функции внимания в онтогенезе детей начальных классов Северо-Востока России / О.П. Бартош, Т.П. Бартош, М.В. Мычко // Экология человека. – 2018. – № 6. – С. 32–38.
4. Вассерман, Л.И. Методы нейропсихической диагностики. Практическое руководство / Л.И. Вассерман, С.А. Дорофеева, Я.А. Меерсон. – СПб.: Изд-во Стройлеспечат, 1997. – 303 с.
5. Дубровинская, Н.В. Психофизиологическая характеристика подросткового возраста / Н.В. Дубровинская // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 113–122.
6. Ильин, Е.П. Психология индивидуальных различий / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2004. – 701 с.
7. Кольцова, М.М. Медлительные дети / М.М. Кольцова. – СПб.: Речь, 2003. – 96 с.
8. Кузнецов, А.Н. Медлительность как одна из причин школьной дезадаптации учащихся / А.Н. Кузнецов, О.С. Войнова // Ярославский педагогический вестник. – 2005. – № 2. – С. 102–107.
9. Лобова, В.А. Характеристика темпа психической деятельности в разных этнических общностях Крайнего Севера / В.А. Лобо-

ва, А.А. Буганов // *Экология человека*. – 2007. – № 12. – С. 41–44.

10. Лоскутова, Т.Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции / Т.Д. Лоскутова // *Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова*. – 1975. – № 1. – С. 3–11.

11. Мантрова, И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2007. – 216 с.

12. Смирнов, В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков / В.М. Смирнов. – М.: Академия, 2000. – 400 с.

13. Сороко, С.И. Возрастные особенности когерентности ЭЭГ у детей и подростков, проживающих на Европейском Севере / С.И. Сороко, Ж.В. Нагорнова, В.П. Рожков, Н.В. Шемякина // *Физиология человека*. – 2015. – Т. 41, № 5. – С. 74–89. DOI: 10.7868/S013116461505015X

14. Тарасова, О.Л. Комплексная оценка нейродинамических и вегетативных показателей у подростков: возрастные, гендерные и типологические особенности / О.Л. Тарасова, Э.М. Казин, А.И. Фёдоров и др. // *Физиология человека*. – 2017. – Т. 43, № 1. – С. 45–54. DOI: 10.7868/S0131164616060199.

15. Фарбер, Д.А. Функциональная организация развивающегося мозга. Возрастные особенности и некоторые закономерности / Д.А. Фарбер, Н.В. Дубровинская // *Физиология человека*. – 1991. – Т. 17, № 5. – С. 17–27.

16. Хаснулин, В.И. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах / В.И. Хаснулин, П.В. Хаснулин // *Экология человека*. – 2012. – № 1. – С. 3–11.

17. Blakemore, S.J. Social-cognitive development during adolescence / S.J. Blakemore // *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. – 2011. – Vol. 1, № 3. – P. 165–174.

18. Casey, B.J. The adolescent brain / B.J. Casey, S. Getz, A. Galvan // *Developmental Review*. – 2008. – Vol. 28, № 1. – P. 62–77.

19. Casey, B.J. The Storm and stress of adolescence: insights from human imaging and mouse genetics / B.J. Casey, M.J. Rebecca, L. Levita et al. // *Dev. Psychobiol.* – 2010. – Vol. 52 (3). – P. 225–235. DOI: 10.1002/dev.20447.

20. Casey, B.J. Braking and accelerating of the adolescent brain / B.J. Casey, M.J. Rebecca, H.L. Somerville // *Journal of research on adolescence*. – 2011. – V. 21, № 1. – P. 21–33.

21. Steinberg, L. A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking / L. Steinberg // *Developmental Review*. – 2008. – V. 28. – P. 78–106.

22. Whittle, S. Positive parenting predicts the development of adolescent brain structure: A longitudinal study / S. Whittle, J.G. Simmons, M. Dennison et al. // *Developmental cognitive neuroscience*. – 2014. – № 8. – P. 7–17.

23. Whittle, S. Observed measures of negative parenting predict brain development during adolescence / S. Whittle, N. Vijayakumar, M. Dennison, et al. // *PLoS One*. – 2016. – V. 1, № 1. – e0147774. DOI: 10.1371/journal.pone.0147774.

**Бартош Татьяна Петровна**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН (Магадан), tabart@rambler.ru; ORCID: 0000-0003-4993-5969

**Бартош Ольга Петровна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН (Магадан), olga\_bartosh@inbox.ru; ORCID: 0000-0003-0211-1188

*Поступила в редакцию 11 октября 2019 г.*

## AGE-RELATED FEATURES OF NEURODYNAMIC INDICATORS IN NATIVE ADOLESCENT FEMALES OF RUSSIA'S NORTHEAST

T.P. Bartosh, tabart@rambler.ru; ORCID: 0000-0003-4993-5969

O.P. Bartosh, olga\_bartosh@inbox.ru; ORCID: 0000-0003-0211-1188

Scientific Research Center "Arktika" FEB RAS, Magadan, Russian Federation

An increase in mental and emotional stress in modern school makes relevant the issue of preserving the psychophysiological health of northerners. **Aim.** The purpose of the article is to reveal the age-related features of neurodynamic indicators in 120 adolescent females aged from 12 to 15 years from the indigenous peoples of the Northeast of Russia. **Materials and methods.** Neurodynamic indicators were determined by the time parameters of sensorimotor reactions with the help of NS-PsychoTest (NeuroSoft, Ivanovo). The dynamics of attention was studied using proofreading method modified by VN Amatuni. **Results.** The study showed regular ontogenetic changes in strength, mobility and balance of nervous processes, differentiating inhibition, attention properties and short-term visual memory in females. When studying the attention, we observed an increase in the pace of work, improvement of quality and performance with age. The decrease in the functional asymmetry of attention also indicates positive trends in the change of attention as a result of growth and development of females. **Conclusion.** Native females of the Northeast of Russia aged from 12 to 15 years are characterized by a lower mobility and imbalance in the nervous system compared with the middle latitude values. This should be taken into account when choosing a strategy for the education of northern children in educational institutions.

**Keywords:** neurodynamic indicators, attention function, native populations, adolescent females, Russia's Northeast.

### References

1. Bartosh O.P., Bartosh T.P., Mychko M.V. [Age-specific features of neurodynamic measures in native adolescent males of Magadan oblast]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya* [Cultural-Historical Psychology], 2011, no. 4, pp. 91–96. (in Russ.).
2. Bartosh T.P., Maximov A.L., Bartosh O.P., Mychko M.V. [Neurodynamic indices observed in schoolchildren of different ethnic groups living in Magadan Region]. *Reproduktivnoe zdorov'e detey i podrostkov* [Pediatric and adolescent reproductive health]. 2013, no. 3, pp. 51–58. (in Russ.).
3. Bartosh O.P., Bartosh T.P., Mychko M.V. [Dynamics of the attention functioning in ontogenesis of primary school pupils in Russia's Northeast]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2018, no. 6, pp. 32–38. (in Russ.).
4. Vasserman L.I., Dorofeeva S.A., Meerson Ya.A. *Metody nejropsihologicheskoy diagnostiki. Prakticheskoe rukovodstvo*. [Methods of neuropsychological diagnostics. practical guide]. St. Petersburg, Stroilespechat', 1997, 303 p. (in Russ.).
5. Dubrovinskaya N.V. [Psychophysiological characteristic of teenage age]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2015, vol. 41, no. 2, pp. 113–122. (in Russ.).
6. Ilyin E.P. *Psihologiya individual'nyh razlichij* [Psychology of individual differences]. St. Petersburg, 2004. 701 p. (in Russ.).
7. Koltsova M.M. *Medlitel'nye deti* [Slow children]. St. Petersburg, Speech, 2003, 96 p. (in Russ.).
8. Kuznetsov A.N., Voinova O.S. [Slowness as one of the reasons for school desadaptation of students]. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], 2005, no. 2, pp. 102–107. (in Russ.).
9. Lobova V.A., Buganov A.A. [Characteristics of psychic tempo in different ethnic groups of the Far North]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2007, no. 2, pp. 41–44. (in Russ.).
10. Loskutova T.D. [Assessment of functional state of the central nervous system of a human by the parameters of a simple motor reaction]. *Fiziologicheskii zhurnal SSSR im. I.M. Sechenova* [Physiological Journal of the USSR after I. M. Sechenov], 1975, no. 1, pp. 3–11. (in Russ.).

11. Mantrova I.N. *Metodicheskoe rukovodstvo po psikhofiziologicheskoy i psikhologicheskoy diagnostike* [Methodological manual on psychophysiological and psychological diagnostics], Ivanovo, Neurosoft 2007, 216 p. (in Russ.).
12. Smirnov V.M. *Nejrofiziologiya i vysshaya nervnaya deyatel'nost' detej i podrostkov* [Neurophysiology and higher nervous activity of children and adolescents], Moscow, Academy, 2000, 400 p. (in Russ.).
13. Soroko S.I., Nagornova Zh.V., Rozhkov V.P., Shemyakina N.V. [Age-related features of EEG coherence in children and adolescents living in the European North of Russia]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2015, vol. 41, no. 5, pp. 74–89. (in Russ.). DOI: 10.7868/S013116461505015X
14. Tarasova O.L., Kazin E.M., Fedorov A.I., Igisheva L.N., Chetverik O.N. [Integrated assessment of neurodynamic and vegetative indicators in adolescents: age- and gender-related differences and typological features]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2017, no. 43 (1), pp. 45–54. (in Russ.). DOI: 10.7868/S0131164616060199
15. Farber D.A., Dubrovinskaya N.V. [Functional structure of the developing brain. Developmental profiles and regularities]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 1991, no. 17 (5), pp. 17–27. (in Russ.).
16. Hasnulin V.I., Hasnulin P.V. [Modern understanding of the mechanisms of the northern stress formation in a man at high latitudes]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2012, no. 1, pp. 3–11. (in Russ.).
17. Blakemore S.J. Social-Cognitive Development during Adolescence. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2011, no. 1 (3), pp. 165–174.
18. Casey B.J., Getz S., Galvan A. The adolescent brain. *Dev. Rev.*, 2008, vol. 28, no. 1, pp. 62–77.
19. Casey B.J., Jones R.M., Levita L., Libby V., Pattwell S.S., Ruberry E.J., Soliman F., Somerville L.H. The storm and stress of adolescence: insights from human imaging and mouse genetics. *Dev. Psychobiol.*, 2010, vol. 52 (3), pp. 225–235. DOI: 10.1002/dev.20447.
20. Casey B.J., Jones R.M., Somerville L.H. Braking and accelerating of the adolescent brain. *Journal of Research on Adolescence*, 2011, no. 21 (1), pp. 21–33.
21. Steinberg L. A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking. *Dev. Rev.* 2008, no. 28, pp. 78–106.
22. Whittle S., Simmons J.G., Dennison M., Vijayakumar N., Schwartz O., Yap M.B. et al. Positive parenting predicts the development of adolescent brain structure: A longitudinal study. *Developmental cognitive neuroscience*, 2014, no. 8, pp. 7–17.
23. Whittle S., Vijayakumar N., Dennison M., Schwartz O., Simmons J.G., Sheeber L. et al. Observed measures of negative parenting predict brain development during adolescence. *PLoS One*, 2016, no. 11(1). – e0147774. DOI: 10.1371/journal.pone.0147774.

**Received 11 October 2019**

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

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

### FOR CITATION

Bartosh T.P., Bartosh O.P. Age-Related Features of Neurodynamic Indicators in Native Adolescent Females of Russia's Northeast. *Psychology. Psychophysiology*. 2019, vol. 12, no. 4, pp. 71–82. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps190408

---