

На правах рукописи

ВИТЯЗЬ СВЕЛАНА НИКОЛАЕВНА

ФОРМИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ
ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ В ГИМНАЗИИ

03.00.13 – физиология

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Тюмень - 2006

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет»

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, доцент Блинова Нина Геннадьевна

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Койносов Петр Геннадьевич

доктор биологических наук, профессор Гребнева Надежда Николаевна

Ведущая организация: ГУ НИИ физиологии СОРАМН (г. Новосибирск)

Защита состоится «27» октября в «11.30» часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.274.07 при Тюменском государственном университете (625043, г. Тюмень, Пирогова, 3).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Тюменского государственного университета (625003, г.Тюмень, Семакова, 10)

Автореферат разослан « ____ » _____ 2006 года

Ученый секретарь

диссертационного совета

Турбасова Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В системе современного научного познания одной из фундаментальных проблем биологии, медицины, педагогики и психологии является феномен асимметрии человека, ее формирование в онтогенезе и влияние на развитие и процессы адаптации к условиям существования (Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А., 1988; Геодакян В.А., 1993; Дубровинская Н.В. и др., 2000). Несмотря на многочисленные исследования, отсутствует единое мнение о сроках окончательного становления латеральной организации мозга. В работах М.Г. Князевой (1991), А.Л. Сиротюк (2003), Е.А. Силиной, Т.В. Евтух (2005) указано, что развитие межполушарной асимметрии завершается до наступления половой зрелости; по данным Н.Н. Брагиной, Т.А. Доброхотовой, (1988), Е.Д. Хомской и др., (1997), В.П. Леутина, Е.И. Николаевой (2005) функциональная асимметрия окончательно формируется только к концу подросткового началу юношеского возраста.

В доступных литературных источниках нами были обнаружены единичные работы, посвященные лонгитюдным исследованиям развития функциональной асимметрии в детском возрасте (McManus, 1988; Айрапетянц В.А., 1992). Практически отсутствуют данные об изучении функциональной асимметрии в подростковом возрасте, который, как известно, является критическим этапом онтогенеза и сопровождается очень важными морфологическими и функциональными изменениями в организме (Пинчукова А.Г., 1974; Ермолаев Ю.А., 1985; Хрипкова А.Г. и др., 1990; Дубровинская Н.В. и др., 2000; Николаева Е.И., 2001; Фарбер Д.А., Игнатъева И.С., 2006). Формирование межполушарной асимметрии в этот период представляет, на наш взгляд, особый интерес, поскольку на его ход оказывают влияние не только генетические, но и социальные (воспитание и обучение) факторы (Коновалов В.Ф., Отмахова Н.А., 1988; Хомская Е.Д., 1988; Гольдшмидт Е.С., 2005). В то же время, степень выраженности функциональной асимметрии у подростков может являться маркером успешной адаптации к условиям среды, в данном случае - учебным нагрузкам (Джорди С.Ф., 1995; Прохорова А.М., 2005). В связи с внедрением в современную систему образования новых форм обучения, изучение развития латеральной организации мозга в критические периоды онтогенеза и ее роли в адаптации к условиям обучения в гимназии становится наиболее интересным. Актуальность и недостаточная изученность данной проблемы послужила основанием для настоящего исследования.

Цель исследования. Изучить особенности развития и роль индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга подростков в процессе адаптации к обучению на повышенном образовательном уровне.

Задачи.

1. Исследовать развитие функциональной асимметрии мозга в подростковом возрасте.
2. Выявить формирующиеся у учащихся в процессе обучения в гимназии типы индивидуального профиля асимметрии и их связь с особенностями психовегетативной организации.

3. Определить прогностическую роль типа индивидуального профиля функциональной асимметрии учащихся в процессе адаптации к учебной деятельности в гимназии.

Научная новизна. Получены новые данные об особенностях развития функциональной асимметрии мозга в подростковом возрасте, проявляющейся в усилении доминирования левых моторных и правых сенсорных зон коры головного мозга. Впервые выявлены особенности формирования типов индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга, формирующиеся у подростков с 13-ти до 16-ти лет под влиянием процесса обучения на повышенном образовательном уровне. Впервые установлена связь типа индивидуального профиля функциональной асимметрии с особенностями психовегетативной организации у подростков. Выявлены особенности адаптации к процессу обучения в гимназии учащихся с разными типами индивидуального профиля функциональной асимметрии. Установлена возможность прогностической оценки особенностей адаптации к учебной деятельности учащихся с разными типами индивидуального профиля функциональной асимметрии.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследования углубляют общие теоретические представления о формировании асимметрии в онтогенезе и ее роли в адаптации к учебной деятельности в подростковом периоде. Установлено снижение скорости развития функциональной асимметрии на поздних этапах пубертата. Выявлены и описаны пути формирования 9-ти типов индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга у подростков, отличающихся по доминированию моторной и сенсорной асимметрий по полушариям и характеризующихся различными стратегиями когнитивной деятельности и типом вегетативного обеспечения учебной деятельности.

Материалы настоящего исследования внедрены в работу внутришкольных центров содействия укреплению здоровья обучающихся и воспитанников образовательных учреждений Кемеровской области в целях осуществления мониторинга состояния здоровья и развития, прогноза успешности обучения, разработки индивидуальных стратегий обучения с учетом типов функциональной асимметрии, а также для профилактики и коррекции дезадаптивных проявлений у школьников. Полученные в данной работе результаты используются при чтении курса «Возрастная физиология», спецкурса «Функциональная асимметрия мозга», используются при проведении отдельных разделов «Большого практикума» на биологическом факультете КемГУ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Формирование латеральной организации мозга в подростковом возрасте происходит по специфичным путям развития в сторону усиления доминирования левого полушария в моторной сфере и правого – в сенсорной. Количество лиц с преобладанием левых асимметрий у подростков меньше по сравнению со взрослыми. На ранних этапах пубертата скорость развития профиля функциональной асимметрии выше, а изменение левых сенсорных признаков асимметрии выражены значительно сильнее.

2. Установлено влияние обучения на повышенном образовательном уровне в старших классах гимназии на процесс формирования латеральной организации мозга, проявляющийся в умеренном усилении моторного правшест-

ва и значительном усилении сенсорного левшества, что может служить основанием прогностической оценки успешности адаптации и обучения в гимназии. Выявлена специфика адаптации учащихся к обучению в гимназии в зависимости от типа индивидуального профиля асимметрии и особенностей психовегетативной организации.

Апробация работы. Материалы исследования были доложены на XXXVI Международной научн. студ. конференции «Студент и НТП» (Новосибирск, 1998), 2-й межрегиональной научно-практической конференции (Барнаул, 1998), конференции аспирантов и студентов «Ломоносов» (Москва, 2000), Всероссийской конференции, посвященной 95-летию со дня рождения профессора В.А. Пегеля (Томск, 2001), XVIII съезде физиологического общества имени И.П. Павлова (Казань, 2001), IV съезде физиологов Сибири (Новосибирск, 2002), XIX съезде физиологического общества им. И.П. Павлова (Екатеринбург, 2004), V съезде физиологов Сибири (Томск, 2005), I Съезде физиологов СНГ (Дагомыс, 2005).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения и 4-х глав: обзора литературы, описания объекта и методов исследования, изложения результатов собственных исследований, обсуждения результатов; выводов и библиографического указателя литературы, включающего 236 отечественных и 39 зарубежных литературных источников. Работа изложена на 143 страницах машинописного текста и содержит 14 рисунков и 15 таблиц.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были учащиеся 4-х гимназий г. Кемерово, в количестве 490 человек (186 мальчиков и 304 девочек). Обследование проводилось в течение 4-х лет с 1998 по 2001 год на базе психофизиологической службы Регионального центра непрерывного образования КемГУ в осенний период с понедельника по четверг с 9 до 12 часов при исключении внешних раздражителей. Исследование проходило в 3 этапа: в 13, 14, 16 лет. В 13 лет (7 класс) подростки обучались по общеобразовательной программе, с 14-ти до 16-ти лет (8-10 классы) на повышенном образовательном уровне с углубленным изучением предметов. Содержание программ обучения характеризовалось увеличением интенсивности и сложности изучаемого материала, а также увеличением количества учебных часов в течение дня и недели за счет дополнительных занятий по сравнению с общеобразовательными программами обучения.

Для изучения формирования функциональной асимметрии в онтогенезе определялись моторная, сенсорная, общая асимметрии по 12 тестам, определялись коэффициенты асимметрии, которые подсчитывались по формулам:

$$KA = (\sum A_i / N) * 100\%, \quad KMA = (\sum A_i / N) * 100\%, \quad KCA = (\sum A_i / N) * 100\%,$$

где KA, KMA, KCA - коэффициент общей, моторной и сенсорной асимметрии *i* признака (правый признак +1, левый признак -1); N - число субтестов (Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А., 1988; Леутин В.П., Николаева Е.И., 1982). Определял-

ся тип индивидуального профиля асимметрии по сочетанию доминирования моторных и сенсорных зон коры мозга (Павлова Л.П., Романенко А.Ф., 1988; Хомская Е.Д., 1997; Русалова М.Н., 2003; Прохорова А.М., 2005) и выделялось при этом 9 типов индивидуального профиля асимметрии (тип ИПА):

Тип 1 - коэффициенты моторной асимметрии находятся в интервале от 0,2 до 1; коэффициент сенсорной асимметрии от -1 до -0,1 (правая моторика и левая сенсорика);

Тип 2 - коэффициенты моторной и сенсорной асимметрии находятся в диапазоне от 0,2 до 1 (правая моторика и правая сенсорика);

Тип 3 - коэффициенты моторной асимметрии в интервале от 0,2 до 1; коэффициент сенсорной асимметрии от -0,1 (включительно) до 0,2 (включительно) (правая моторика и «неопределенная» сенсорика);

Тип 4 - коэффициенты моторной асимметрии в интервале от -1 до 0; коэффициент сенсорной асимметрии от 0,2 до 1; (левая моторика и правая сенсорика);

Тип 5 - коэффициенты моторной асимметрии в интервале от -1 до 0; коэффициент сенсорной асимметрии от -0,1 до -1; (левая моторика и левая сенсорика);

Тип 6 - коэффициенты моторной асимметрии в интервале от -1 до 0; коэффициент сенсорной асимметрии от -0,1 (включительно) до 0,2 (включительно) (левая моторика и «неопределенная» сенсорика);

Тип 7 - коэффициенты моторной асимметрии в интервале от 0 (включительно) до 0,2 (включительно); коэффициент сенсорной асимметрии от -1 до -0,1 («неопределенная» моторика и левая сенсорика);

Тип 8 - коэффициенты моторной асимметрии в интервале от 0 (включительно) до 0,2 (включительно); коэффициент сенсорной асимметрии от 0,2 до 1 («неопределенная» моторика и правая сенсорика);

Тип 9 - коэффициенты моторной асимметрии в интервале от 0 (включительно) до 0,2 (включительно); коэффициент сенсорной асимметрии от -0,1 (включительно) до 0,2 (включительно) («неопределенная» моторика и «неопределенная» сенсорика).

Исследования нейродинамических особенностей включали определение латентного периода простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), уровня функциональной подвижности нервных процессов (УФП), силы нервных процессов (РГМ) с использованием модифицированной автоматизированной методики А.Е. Хильченко (1958). Уровень реактивной и личностной тревожности определялся по методике Ч.Д. Спилберга – Ю.Л. Ханина.

Для изучения возрастных особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы использовались показатели сердечного ритма, измеряемые с помощью автоматизированной кардиоритмографической программы ORTO (Баевский Р.М. и др., 1984; Игишева Л.И., Галеев А.Р., 2000).

Показателем успешности обучения служил средний балл успеваемости, рассчитанный по итоговым годовым оценкам.

Для анализа полученных результатов исследования применялись следующие статистические методы: Mann-Whitney U тест, тест знаковых рангов Wilcoxon, угловое преобразование Фишера, кластерный анализ, корреляцион-

ный анализ. За достоверные межгрупповые отличия принимались отличия при $p < 0,05$. Запись в виде $M \pm m$ означает: среднее \pm ошибка среднего.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Развитие функциональной асимметрии подростков от 13 до 16 лет

Индивидуальное развитие организма представляет собой реализацию генетической программы в определенных средовых условиях, которые влияют на ход онтогенеза в границах возможных отклонений (Аршавский И.А., 1982; Науменко Е.В. и др., 1990). Генетически детерминированные конституциональные особенности определяют границы канала индивидуального развития, в пределах которых под действием средовых факторов возможны морфофункциональные модификации (Уоддингтон К., 1964; Сухарев А.Г., 2002; Шаханова А.В. и др., 2004). Асимметрия мозга, входя в набор конституциональных особенностей индивидуума, является основой для развития когнитивной сферы, типологических адаптивных механизмов, стратегий поведения (Лурия А.Р., 1973). Формирование функциональной асимметрии мозга происходит гетерохронно и данные о сроках окончательного становления функциональной асимметрии мозга достаточно противоречивы (Ананьева В.Г., 1961; Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. 1994; Сиротюк А.Л., 2000; Леутин В.П., Николаева Е.И., 2005; Гольдшмидт Е.С., 2005).

В настоящем исследовании получены результаты, свидетельствующие о достаточной сформированности функциональной асимметрии мозга у подростков к 13-ти годам, что проявлялось в преобладании лиц с доминированием левого полушария (рис.1-2). Это не противоречит данным об увеличении в процессе развития и созревания человека доминирования левого полушария благодаря действию биологических (Фарбер Д.А., 1986; Сергиенко Е.А., 1992; Scheibel e.a., 1985) и социальных факторов (Айрапетянц В.А., 1982; 1992).

На это же указывает установленное у большинства 13-летних подростков преобладание правых моторных и сенсорных асимметрий по предпочтению правой руки при выполнении проб «рисование круга», «аплодирование», правой ведущей ноги по пробам «шаг вперед», «закидывание ноги на ногу» и равенство правой и левой рук по результатам пробы «перекрест рук», а также преобладание лиц с ведущим правым глазом и правосторонней асимметрией в «слухо-пространственном различении». Но поскольку встречаемость правых асимметрий у лиц старшего возраста наблюдаются чаще, чем у подростков (Литинский Г.А., 1929; Ананьев, 1961; Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А., 1998; Фомина Е.В., 2003; H.Sakano, 1982), то это может свидетельствовать о незавершенности процесса развития функциональной асимметрии мозга у 13-летних подростков.

Характерной особенностью подросткового возраста являются нейроэндокринные перестройки, затрагивающие все физиологические системы развивающегося организма, в том числе и характер межполушарного взаимодействия (Ермолаев Ю.А., 1985; Фарбер Д.А. и др., 1988; 1991; Безруких М.М., 2002) и продолжающееся структурно-функциональное созревание мозговых структур,

которое заканчивается в юношеском возрасте (Дубровинская Н.В. с соавт., 2000). Проведенные лонгитюдные исследования функциональной асимметрии подростков показали, что развитие латеральной организации мозга от 13-ти к 16-ти годам продолжается, о чем свидетельствуют изменения общей, парциальных и локальных асимметрий (рис. 1-2).

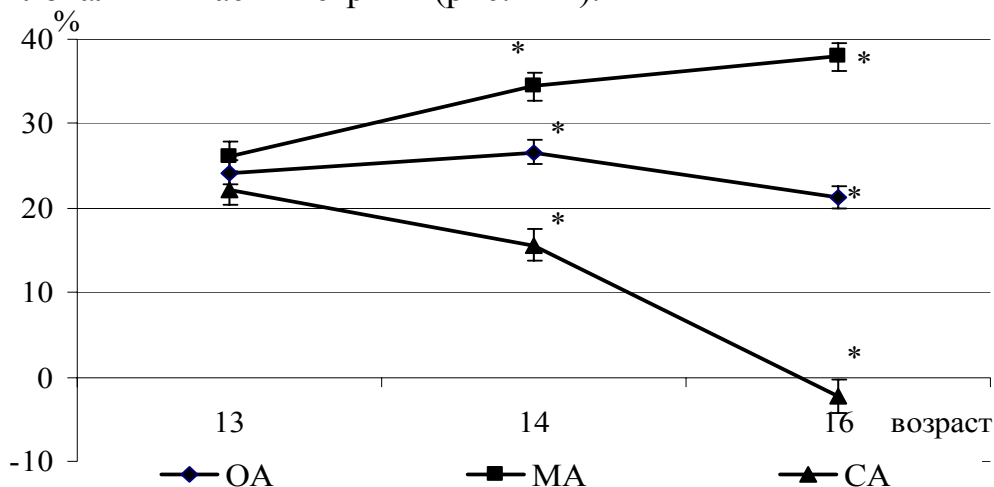


Рисунок 1. Возрастные изменения общей и парциальных асимметрий подростков
Примечание: OA – общая асимметрия, MA – моторная асимметрия, SA – сенсорная асимметрия; * - достоверные различия ($p < 0,05$) показателей по сравнению с предыдущим годом

При этом противофазные изменения моторной и сенсорной асимметрии, проявляющиеся в усилении с возрастом доминирования левого полушария в моторной асимметрии, а правого в сенсорной асимметрии, а также уменьшение количества подростков с моторным и увеличение с сенсорным «левшеством», приводят к незначительному уменьшению общей асимметрии к концу подросткового возраста (рис.1).

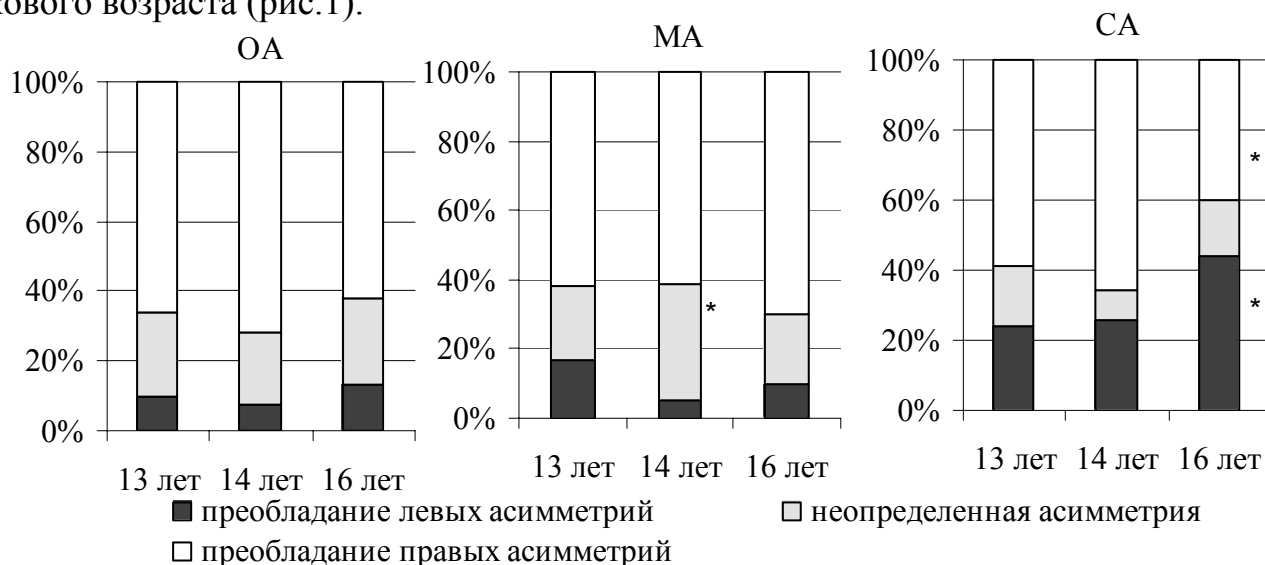


Рисунок 2. Соотношение количества подростков с разной асимметрией (общей, моторной, сенсорной) в зависимости от возраста
Примечание: OA – общая асимметрия, MA – моторная асимметрия, SA – сенсорная асимметрия; * - достоверные различия ($p < 0,05$) количества подростков по сравнению с предыдущим годом

Согласно данным онтогенетических исследований пик пубертатных изменений приходится на возраст 12-14 лет (Ермолаев Ю.А., 1985; Фарбер Д.А. и др., 1988; 1991; Безруких М.М., 2002). Это объясняет значительные изменения моторной, сенсорной и локальных асимметрий у подростков от 13-ти до 14-ти лет (рис. 3). В то же время, незначительные изменения показателей асимметрии от 14-ти к 16-ти годам говорят об уменьшении скорости развития функциональной асимметрии и завершении ее созревания к концу подросткового возраста, что подтверждают данные В.П. Леутина с соавт. (1988), Е.Д. Хомской с соавт. (1997), Н.В. Дубровинской с соавт. (2000).

В ходе исследования обнаружено, что правые признаки в целом и признаки моторной асимметрии подвергались меньшим модификациям (рис. 3) по сравнению с сенсорными. Большая стабильность признаков моторной асимметрии в исследуемый период, особенно определяющие ведущую руку, по сравнению с признаками сенсорной асимметрии, за исключением признака, определяющего ведущий глаз, может быть объяснена более ранним развитием и созреванием основных функций опорно-двигательного аппарата и моторных зон коры головного мозга по сравнению с органами чувств и сенсорными зонами коры головного мозга (Сологуб Е.Б., 2000). Признаки же, определяющие ведущую руку и ведущий по прицельной способности глаз, согласно современным представлениям, генетически детерминированы и менее изменчивы под влиянием факторов внешней среды (Литинский Г.А., 1929; Свиридова А.А., 1982; Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А., 1988). Незначительное изменение правых локальных асимметрий указывает на усиление с возрастом доминирования левого полушария, что соответствует имеющимся в литературе данным (Фарбер Д.А., 1986) об усилении с возрастом у людей частоты левостороннего доминирования ЭЭГ- активности. Вместе с тем, можно предположить, что характер выявленных изменений связан с влиянием на формирование функциональных асимметрий подростков процесса обучения, усиливающего развитие моторных функций левого полушария (Агеева С.Р., 1987), ведущая роль которого заключается в осуществлении не только графических речевых функций - чтения, письма, но и других, связанных с речью – счета, памяти, мышления. В данном случае процесс обучения в гимназии, являющейся инновационным учебным заведением, предъявляет повышенные требования к вербальному мышлению, стимулируя тем самым более значительное развитие левого полушария.

Меньшая возрастная стабильность и большая вариабельность признаков сенсорной асимметрии рассматривается нами как следствие более позднего их формирования в онтогенезе и изменения под влиянием внешних факторов, особенно учебной деятельности. Динамические перестройки межполушарной асимметрии обеспечиваются пластичностью мозга, что позволяет приспособиться к новым видам деятельности (Павлов И.П., 1951; Гольдшмидт Е.С., 1998; Леутин В.П., Николаева Е.И., 2005), в данном случае к профильному обучению в гимназии.

Гендерные различия ФАМ на морфологическом и функциональном уровнях отмечены в работах многих авторов (Хомская Е.Д. с соавт., 1997; Фомина Е.В., 2003; Силина Е.А., Евтух Т.В., 2005; Geschwind, Galaburda, 1985; Epstein, 1974; 1986; Rosenthal, 1979; Waber, 1976; Shaywitz, e.a., 1995 и др.).

Половые различия в формировании функциональной асимметрии мозга, полученные в данном исследовании, проявлялись уже в начале подросткового периода и заключались в преобладании у мальчиков правых асимметрий по результатам проб «аплодирование», «подпрыгивание на одной ноге» и левых по тесту «круг», у девочек - правых по пробам «круг», «закидывание ноги». Вероятно, это связано с несколько различающимися стратегиями развития у мальчиков и девочек, проявляющихся в использовании разных полушарий для формирования функциональных органов (Ухтомский А.А., 1996; Ильюченко Р.Ю. и др., 1989; Вольф Н.В., 2000).

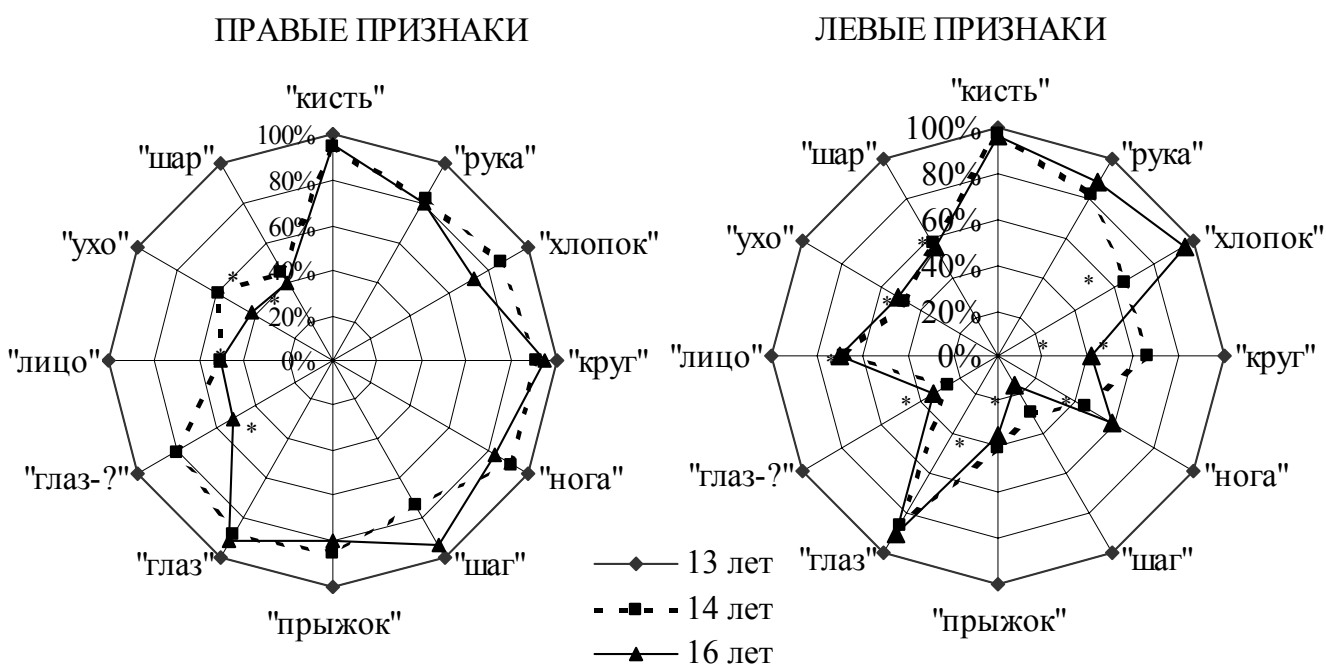


Рисунок 3. Возрастные изменения левых и правых признаков асимметрии у подростков (%)

Примечание: значение признаков в 13 лет принято за 100%; * - достоверные различия ($p < 0,05$) показателей по сравнению с предыдущим годом

Таким образом, развитие функциональной асимметрии в подростковом возрасте направлено в сторону усиления доминирования левого полушария в осуществлении моторных и правого полушария в осуществлении сенсорных функций. В большей степени подвержены изменению левые асимметрии в целом и сенсорные признаки, в частности. При этом выявленные закономерности развития наблюдаются в обеих половых группах.

Формирование индивидуального профиля асимметрии от 13 до 16 лет

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что оценка общей асимметрии не дает объективной картины происходящих индивидуальных перестроек ФАМ с возрастом, а оценка по частным показателям сложна и часто затрудняет сравнение результатов различных исследователей. В связи с этим, при решении второй задачи – изучения онтогенетического развития функциональной асимметрии мозга в подростковом возрасте - использовался подход, примененный в работах Е.Д. Хомской (1997), А.М. Прохоровой (2005), который позволил по сочетанию доминирования моторных и сенсорных

зон коры головного мозга выделить типы индивидуального профиля асимметрии (тип ИПА) (рис. 4).

У 56,7% 13-летних подростков с преобладанием правых признаков моторной асимметрии в разном сочетании с правыми, левыми и неопределенными сенсорными признаками асимметрии (1,2 3 типы ИПА) наблюдается более раннее созревание индивидуального профиля ФАМ по сравнению с другими типами, что следует из факта доминирования у них левого полушария, а именно его лобно-моторной зоны (Павлова Л.П., Романенко А.Ф., 1988; Иваницкий А.М., 1990; Свицерская Н.Е., 2002) и того, что у большинства из них (40%) тип ИПА далее не меняется (рис. 5). Остальные школьники принадлежали к лицам с доминированием правых моторных зон коры, отнесенные к 4-6-му типам (19,5%) и неопределенных моторных зон, образовавших 7-9 типы ИПА (23,8%), которые, на наш взгляд, являются переходными вследствие незавершенности процесса созревания ФАМ у этих подростков.

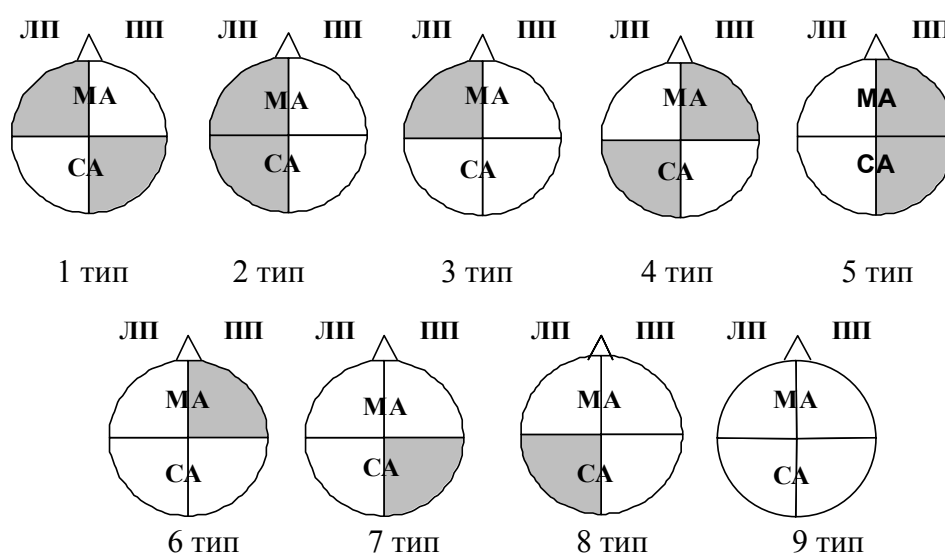


Рисунок 4. Распределение зон доминирования по полушариям у выделенных типов индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга

Примечание: МА – моторная асимметрия, СА – сенсорная асимметрия; ПП – правое полушарие, ЛП – левое полушарие

Полученное в данной работе процентное соотношение выделенных типов отличается от данных Е.Д. Хомской (1997), А.М. Прохоровой с соавт. (2001) посвященных изучению ФАМ старших возрастных групп (юноши и взрослые). У подростков по сравнению с взрослыми количество представителей с доминированием левого полушария было меньше, что, наряду с уменьшением к 16-ти годам количества старшеклассников в выделенных нами 6-ти из 9-ти типов, говорит о продолжении формирования индивидуального типа латеральной организации мозга в этом возрасте.

Лонгитюдные исследования позволили выявить динамику формирования типа ИПА гимназистов в условиях обучения (рис. 5). Было установлено увеличение количества старшеклассников с доминированием левых моторных зон, что еще раз подтверждает общую картину развития межполушарного взаимодействия в сторону усиления моторного «правшества». Доминирование левого

полушария и, особенно его лобно-моторной зоны, является наиболее предпочтительным в условиях обучения, так как при реализации более сложных и новых заданий преобладает активность передних отделов левого полушария (Павлова Л.П., Романенко А.Ф., 1988; Свидерская Н.Е., 2002; Русалова М.Н., 2004). Такой тип асимметрии необходим для успешной учебной деятельности в инновационных школах; в то же время сам процесс обучения способствует усиленному развитию функциональных систем мозга и деятельности, задействующих зону Брока и другие фронтальные и префронтальные зоны коры (Черниговская Т.В., 2000), в результате чего увеличивается количество гимназистов с 1-м и 3-м типами ИПА. На усиление моторного «правшества» с ростом сложности программ обучения указывают данные Е.С. Гольдшмидта (2005).

Значительный рост количества лиц с 1 типом ИПА к 16-ти годам говорит об увеличении разнообразных форм восприятия при углубленном изучении предметов, так как одновременная активация обоих полушарий обеспечивает совершенное взаимодействие подсознательных и сознательных механизмов (Русалова М.Н., 2004). Увеличение процента учащихся с 3-м типом ИПА (правая моторика и неопределенная сенсорика) видимо связано с формированием у них доминант в коре головного мозга, резко активизирующих вербально-продуктивную деятельность в ущерб смысловой, творческой и познавательной, что согласуется с мнением Т.Н. Ушаковой и др. (1983) и О.М. Разумниковой (2003). К концу подросткового возраста не изменяется процент учащихся с 8-9-м типами ИПА и даже наблюдается незначительное повышение доли лиц с 7-м типом ИПА, что может рассматриваться как переходное состояние при замедленном развитии функциональной асимметрии.

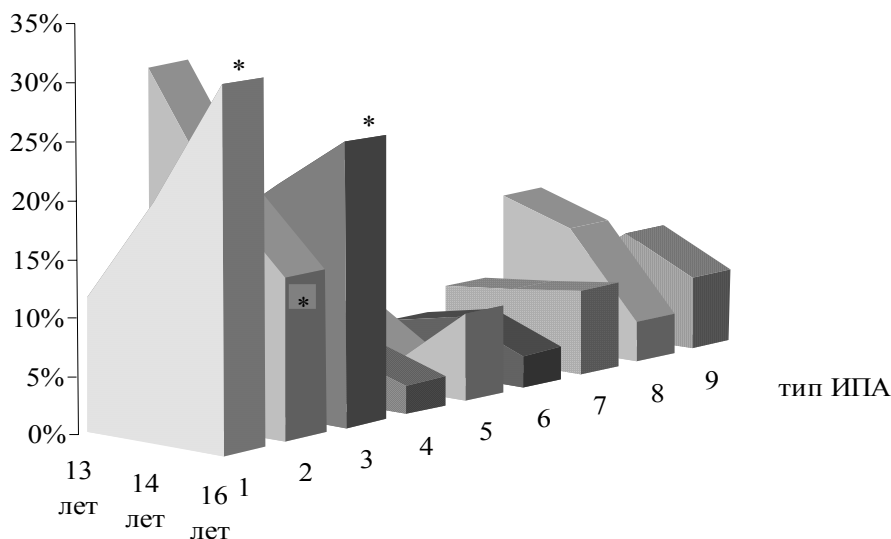


Рисунок. 5. Изменение процентного распределения подростков 13–16 лет с разным типом индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга

Примечание: 1 – правая моторика (ПМ) и левая сенсорика (ЛС); 2 – ПМ и правая сенсорика (ПС); 3 – ПМ и «неопределенная» сенсорика; 4 – левая моторика (ЛМ) и ПС; 5 – ЛМ и ЛС; 6 – ЛМ и «неопределенная» сенсорика; 7 – «неопределенная» моторика и ЛС; 8 – «неопределенная» моторика и ПС; 9 – «неопределенные» моторика и сенсорика; достоверные годовые различия показателей по сравнению с 13 годами - * - $p < 0,05$

Половые различия в представленности и возрастной динамике типов ИПА заключались в преобладании у девочек лиц с доминированием левых мо-

торных зон, что может быть обусловлено как опережающим их созреванием (Фарбер Д.А., 2001; Дубровинская Н.В., 2000) и вследствие этого более быстрыми изменениями доли остальных (малочисленных) типов ИПА, так и меньшей устойчивостью мужского организма к действию негативных средовых факторов (значительные учебные нагрузки в условиях гимназии), приводящих к увеличению у них активности правого полушария (Брагина Н.Н., 1998; Геодакян В.А., 1983). Полученные в данном исследовании результаты о преобладании у мальчиков левых признаков асимметрии несколько отличаются от данных Е.Д. Хомской с соавт. (1997), полученных на лицах более старшей возрастной группы.

Следует отметить, что только у 40% подростков от 13-ти к 16-ти годам индивидуальный тип ФАМ не менялся, у остальных были выявлены значительные изменения типов ИПА. Проведенный кластерный анализ определил 4 кластера, рассматриваемые нами в качестве каналов индивидуального развития типов ИПА (рис. 6).

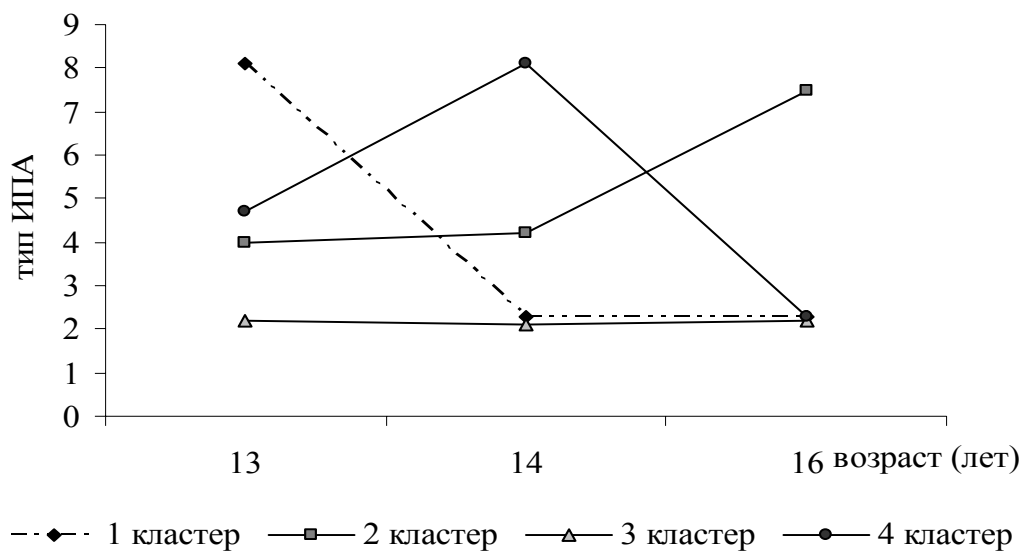


Рисунок 6. Варианты динамики формирования типа индивидуального профиля асимметрии у подростков

Три из них к концу подросткового возраста приводят к формированию 1,2,3-го типов ИПА с определенным психофизиологическим статусом, позволяющим этим учащимся успешно адаптироваться к учебной деятельности (рис.6). Один канал развития заканчивается формированием к 16-ти годам типов ФАМ с доминированием неопределенных моторных зон (7-9 типы ИПА). По-видимому, данный вариант развития представляет собой переходный этап в индивидуальном формировании ФАМ, проявляющийся в задержке созревания индивидуального профиля функциональной асимметрии. У учащихся с неопределенными моторными асимметриями развиваются дезадаптационные состояния в процессе обучения в гимназии, на что указывают повышение уровня личностной тревожности и выраженная активация симпатoadреналовой системы учащихся с уменьшением выраженности моторной асимметрии (табл. 1).

Таблица 1 - Возрастные особенности подростков с разной динамикой формирования типа индивидуального профиля асимметрии (M±m)

Возраст (лет)	Кластеры								P>0,05
	1 n=62		2 n=88		3 n=198		4 n=92		
	M	± m	M	± m	M	± m	M	± m	
Нейродинамические показатели									
<i>ПЗМР ЛП (мс)</i>									
13	266	4,6	261	5,6	268	5,2	273	5,5	
16	240*	3,2	234**	3,8	244**	3,9	236**	4,5	
<i>РГМ (количество сигналов)</i>									
13	676	14,6	658	12,4	674	6,3	683	8,2	4-1,2
16	739	15,9	772*	10,7	771*	8,0	769*	12,9	
<i>УФП (с)</i>									
13	65,7	2,04	67,8	1,4	65,3	0,9	62,2	1,2	4-2,3
16	61,0	0,9	58,9*	0,7	59,0*	0,4	59,5	0,7	1-2,3,4
Показатели вегетативной регуляции СР									
<i>АМо (%)</i>									
13	41,7	2,5	44,8	2,4	43,1	2,1	40,9	1,6	2-1,4
14	40,7	3,5	44,7	2,8	40,9	2,6	37,2	2,4	2-4
16	29,9*	2,6	50,1	3,9	41,1	2,7	41,7	3,6	1-2,3,4; 2-3
<i>ΔX (с)</i>									
13	0,26	0,03	0,27	0,03	0,28	0,02	0,25	0,02	
14	0,33	0,05	0,28	0,03	0,34	0,02	0,33	0,03	
16	0,35	0,03	0,22	0,02	0,30	0,02	0,26	0,02	1-2,4
<i>Индекс напряжения (у.е)</i>									
13	177	24,2	257	27,2	183	24,1	151	22,5	2 - 1,3,4
14	315**	25,6	440**	41,5	312*	33,3	393**	30,3	2-1,3; 3-2,4
16	67**	13,4	220**	28,5	178*	28,7	168*	31,7	1 -2,3,4
Тревожность									
<i>Реактивная тревожность (балл)</i>									
13	35,8	1,5	38,5	1,2	35,2	0,9	35,5	1,4	2-4,3
16	37,3	1,2	40,5	1,5	37,5	0,7	37,1	0,9	
<i>Личностная (балл)</i>									
13	43,5	1,5	42,1	1,3	42,0	0,9	38,8	1,2	4-1,2,3
16	41,6	1,3	46,3	1,2	41,4	0,7	42,0	0,9	2-1,3,4
Успеваемость (средний балл)									
13	4,1	0,06	4,2	0,05	4,4	0,04	4,2	0,07	3-1,2,4
14	4,2	0,05	4,0	0,06	4,4	0,04	4,3	0,06	2-3,4
16	4,3	0,10	4,3	0,10	4,3	0,06	4,2	0,10	

Примечание: достоверные годовые различия показателей - * - p<0,05; ** - p<0,01

В результате проведенного исследования установлено, что с возрастом увеличивается число школьников с доминированием левых моторных зон, которые являются наиболее успешными в приспособлении к учебной деятельности, при этом у девочек по сравнению с мальчиками преобладают лица с правыми моторными асимметриями.

**Психовегетативная организация и особенности адаптации
к учебной деятельности подростков с разными типами
индивидуального профиля асимметрии**

Межполушарные отношения рассматриваются как важная нейрофизиологическая детерминанта индивидуально-психологических отличий, так как обнаруживают корреляции с различными психическими процессами и личностными особенностями (Безруких М.М., Хрянин А.В., 2000; Никитюк Б.А., 2000; Реброва Н.П., 2004). Предположение о вероятной генетической запрограммированности механизмов межполушарного взаимодействия и их значимости для протекания психических процессов является основанием для выявления индивидуально-типологических психовегетативных особенностей людей с разным типом межполушарной асимметрии (Кураев Г.А., 1983; Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н., 1993,1994; M. Annet, D.Kilschow, 1982; M.Gentilucci et.al., 1998).

Типы функциональной асимметрии мозга определяют способности к определенному роду умственной деятельности и отражают доминирующий способ ее организации, поэтому можно предположить, что и психофизиологическое обеспечение и цена деятельности у представителей этих типов ИПА будут различны.

Согласно современным представлениям, одновременная активность обоих полушарий позволяет быстро адаптироваться к изменениям среды и более эффективно функционировать в ней (Данилова Н.Н., 1999; Хомская Е.Д., 2002). При этом доминирование правого полушария связано с усилением межполушарных, а левого – внутрислошарных связей, что формирует соответствующую стратегию обработки информации (Кураев Г.А. и др., 1997). Л.П. Павлова, А.Ф. Романенко (1988), Д.Р. Белов и др., (2004) называют такую комбинацию доминант коры мозга «когнитивной осью», обеспечивающей прямую познавательную деятельность. Экспериментальные исследования последних лет показали, что «правши» проявляют лучшую способность к произвольному контролю познавательных процессов, при этом именно левая лобная доля обеспечивает произвольный контроль за их протеканием (Хомская Е.Д., 1982; 1987; 1988; Шуаре М.О., 1986; Будыка Е.В., 1992; Ениколопова Е.В., 1992). В настоящем исследовании подростки с доминированием левых моторных и правых сенсорных зон (**1 тип ИПА**) отличались не только высоким уровнем вербального мышления, но и высоким уровнем развития механической, образной памяти, объема внимания, а также отличными нейродинамическими показателями: высокой силой, высокой функциональной подвижностью и уравновешенностью нервных процессов (рис. 7). Такой психофизиологический статус создает прекрасные предпосылки к творческой напряженной умственной деятельности и способствует эффективности процесса обучения, что подтверждают корреляционные связи между моторной асимметрией, познавательными процессами и успеваемостью ($p < 0.05$). О высоком уровне адаптивных возможностей к учебной деятельности учащихся свидетельствуют достоверно низкий уровень реактивной и средней - личностной тревожности и низкие значения индекса напряжения (ИН) по сравнению с представителями других типов асимметрии (рис. 8). На благоприятное сочетание праворукости с левосторонней слухоречевой и

(или) зрительной асимметриями для оптимальной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы указывают данные Хомской Е.Д. (1998). Достижение успешной деятельности у подростков данного типа ИПА происходит за счет когнитивной деятельности при положительном влиянии на нее латеральной организации мозга, что подтверждают корреляционные связи между моторной асимметрией, познавательными процессами и успеваемостью. Все это в совокупности позволяет считать 1 тип ИПА, как тип с высокими адаптивными возможностями к учебной деятельности в условиях гимназии с высокой эффективностью обучения.

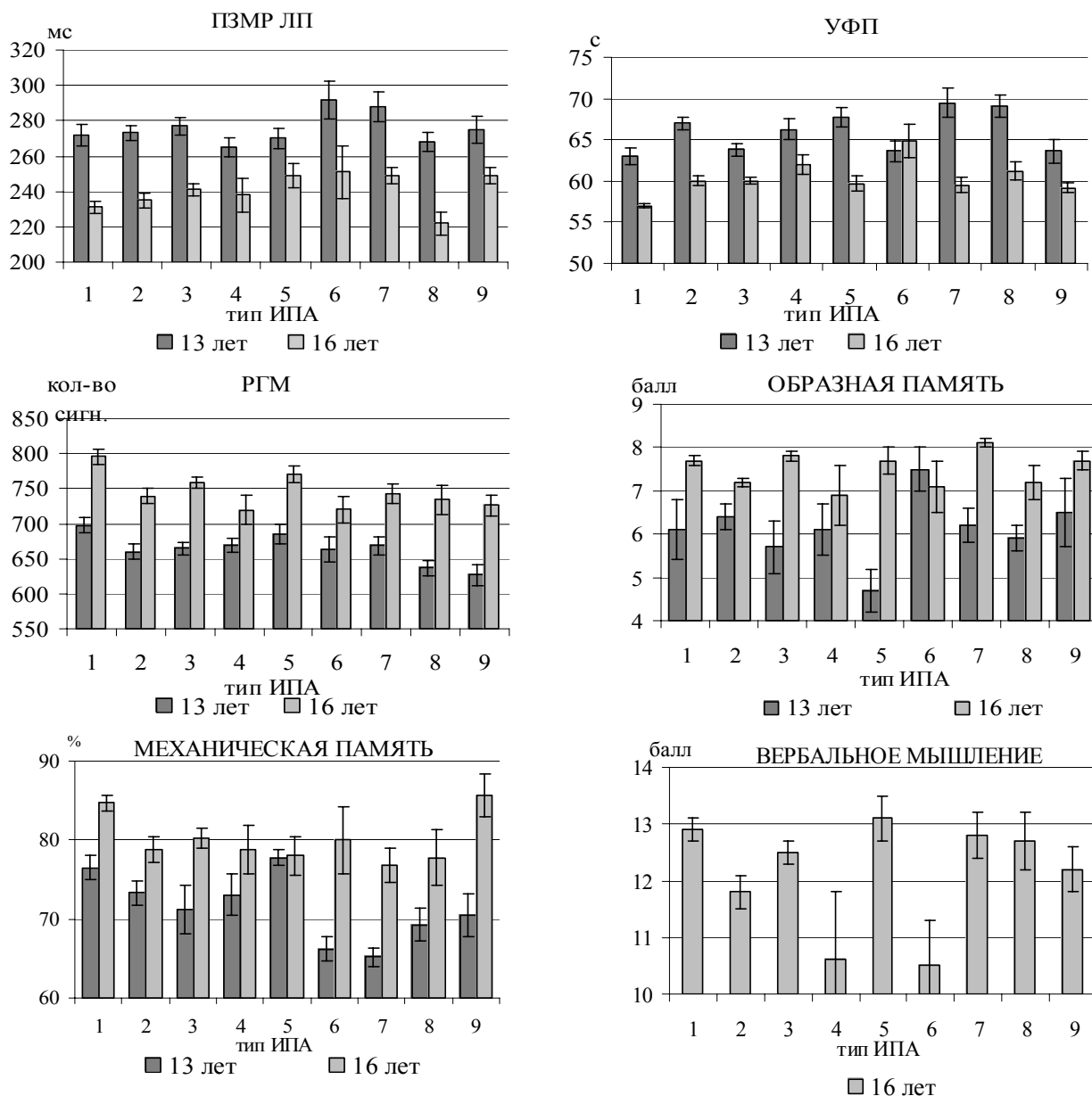


Рисунок 7. Нейродинамические и когнитивные особенности подростков с разным типом индивидуального профиля асимметрии с учетом возраста

Поскольку в обеспечении отдельных динамических характеристик когнитивных процессов участвуют также структуры и правого полушария (Хомская Е.Д., Шуаре М.О., 1978; Москвичюте Л.И., 1982; Ениколопова Е.В., 1992), то недостаточность включения правой гемисферы подростков с односторонним доминированием левого полушария (*2 тип ИПА*) объясняет низкую силу, низ-

кую функциональную подвижность нервных процессов и низкий уровень внимания. Их отличает также средний и низкий уровень развития кратковременной памяти, вербального мышления (рис. 7). Это создает определенные трудности у гимназистов данного типа при восприятии и обработке учебного материала, а также повышает физиологическую стоимость и снижает эффективность процесса обучения, что подтверждается наличием корреляционных связей между моторной, сенсорной асимметриями и показателями, характеризующими функционирование сердечно-сосудистой системы. При адаптации к учебной деятельности на повышенном образовательном уровне у них наблюдается значительное напряжение симпатического отдела ЦНС и достоверно высокий процент лиц с перенапряжением механизмов регуляции сердечного ритма по сравнению с учащимися 1-го и 3-го типов ИПА (рис. 8). Согласно данным М.Н. Русаловой (2003), максимальная активизация головного мозга, наблюдаемая при доминировании левого полушария, особенно его передней зоны, может неблагоприятно сказываться в стрессовых ситуациях и сопровождаться максимальной "ценой" адаптации у представителей данного типа латеральной организации мозга. На это указывают достоверно высокие значения личностной и ситуативной тревожности у гимназистов со 2-м типом ИПА. Поэтому данный тип может рассматриваться, как неадаптивный при обучении в гимназии, что объясняет уменьшение к 10-му классу количества лиц с данным профилем латеральной организации.

У подростков с доминированием левых моторных и неопределенных сенсорных зон (**3 тип ИПА**) высокий уровень развития вербального мышления, механической, образной памяти, объема внимания, а также отличные нейродинамические показатели: высокая сила, высокая функциональная подвижность и уравновешенность нервных процессов (рис. 7) способствуют эффективности процесса обучения. Но поддержание высокого уровня умственной работоспособности в условиях интенсивных учебных нагрузок у них происходит на фоне выраженного увеличения активности симпатического отдела ВНС, что проявляется в достоверно высоких значениях ИН по сравнению с представителями с доминированием левых моторных и правых сенсорных зон (1 тип ИПА) и в большом количестве школьников с симпатикотоническим типом регуляции сердечного ритма (рис. 8). Данный тип рассматривается нами как тип со специфичной компенсаторной адаптацией (Кривошеков С.Г. и др., 1998) за счет активации симпатической вегетативной системы с высокой эффективностью обучения.

Согласно современным представлениям помехоустойчивость интеллектуальной деятельности выше у лиц имеющих левосторонние признаки асимметрии (Будыка Е.В., Ефимова И.В., 1989; Хомская Е.Д. и др., 1990). Подросткам с доминированием правых моторных и сенсорных зон коры головного мозга (**5 тип ИПА**) несмотря на высокую силу и высокую функциональную подвижность нервных процессов, были свойственны средний и низкий уровень развития смысловой памяти и объема внимания. При этом успешность обучения у них компенсировалась высоким уровнем механической, образной памяти и языкового мышления. О сравнительно низких резервах адаптации у подростков с выраженным «левшеством» позволяют говорить достоверно высокие значе-

ния индекса напряжения и высокий уровень реактивной и личностной тревожности по сравнению с представителями других типов ИПА (рис. 8). К сожалению, в современной школе методики обучения основываются в основном на использовании логико-математического и вербального интеллекта ребенка, поэтому «левши» остаются в невыгодном положении на протяжении всего периода обучения, что ведет к хроническому стрессу, истощающему симпатoadреналовую систему и повышает физиологическую стоимость процесса обучения (Агеева С.Р., 1987; Сиротюк А.Л., 2003) и характеризует этот тип ИПА как неадаптивный к обучению в условиях гимназии.

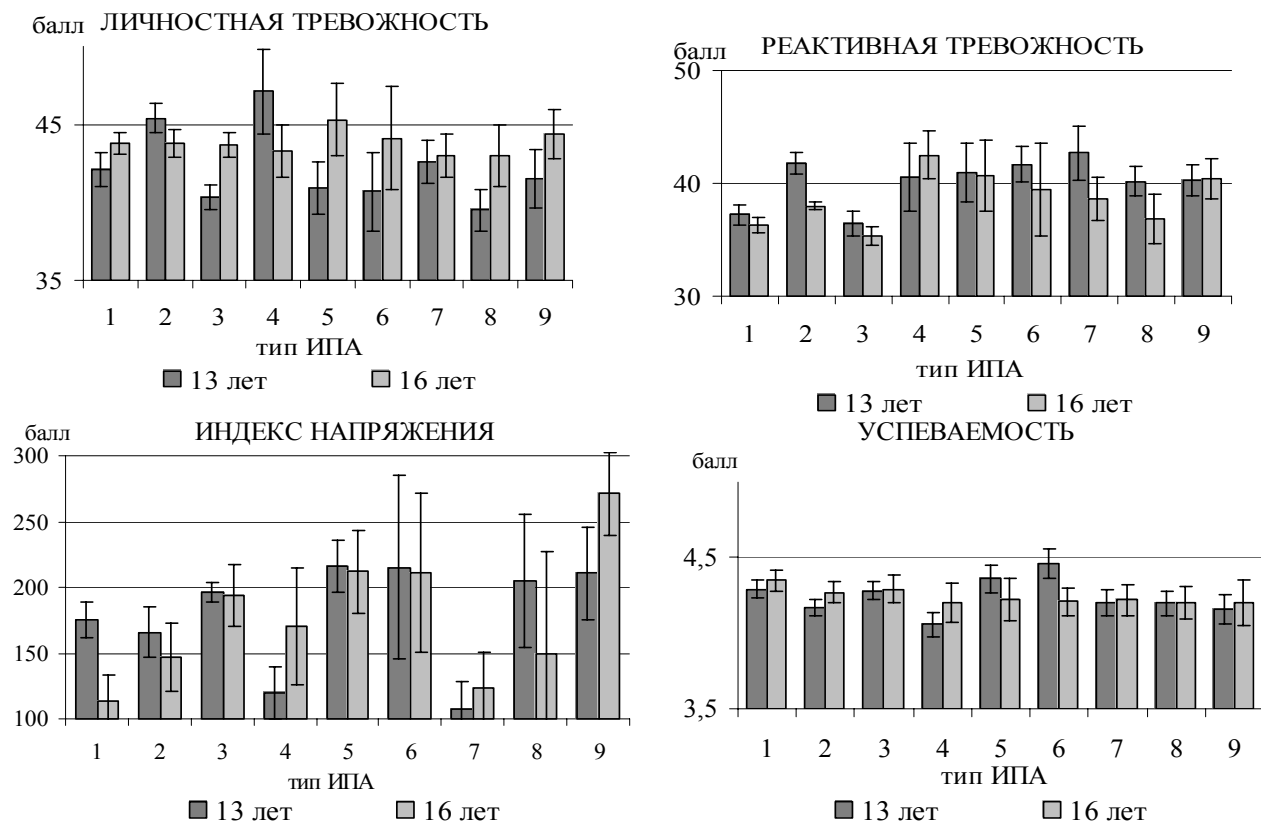


Рисунок 8. Уровень реактивной и личностной тревожности и индекса напряжения подростков с разным типом индивидуального профиля асимметрии с учетом возраста

В этих условиях низкая функциональная подвижность и низкая сила нервных процессов у подростков с доминированием правых моторных и левых сенсорных зон (**4 тип ИПА**) и с доминированием правых моторных и неопределенных сенсорных зон коры головного мозга (**6 тип ИПА**) связаны, по видимому, с недостаточностью включения у них левой лобной доли, что приводит к формированию гипоактивного типа реагирования (Медведев В.И., 1982; 2003), создающего предпосылки неуспешности обучения в условиях гимназии, на что указывают высокий ИН у представителей 6 типа ИПА и высокий уровень личностной и ситуативной тревожности, характерный для лиц 4 типа ИПА.

Подростки с неопределенной моторной асимметрией - **7,8,9-й типы ИПА** также как и правополушарные характеризовались низким уровнем зрительно-моторного реагирования, низкой силой нервных процессов и низким уровнем развития познавательных функций (память, внимание, мышление) (рис.7-8). А

небольшое количество внутрисистемных и межсистемных корреляционных связей, наблюдаемое у данных типов ИПА, указывает на дискоординацию и рассогласованность в деятельности функциональных систем, сопровождаемую компенсаторным напряжением ее отдельных уровней (Панин Л.Е. с соавт., 1981; Медведев В.И., 2003). Это позволяет рассматривать данные типы ИПА как переходные этапы при нейропсихологическом развитии (Хомская Е.Д., 1997; Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А., Реброва Н.П., 2004), обусловленные медленными темпами формирования индивидуального типа функциональной асимметрии мозга. Такой психофизиологический статус не может способствовать успешности обучения подростков и характеризует их как неадаптивных к условиям обучения в гимназии.

Таким образом, тип индивидуального профиля асимметрии, являясь врожденной конституциональной особенностью, определяет нейродинамический и психодинамический статус индивидуума и его адаптивные возможности к учебной деятельности. Сама учебная деятельность способствует усилению моторного правшества и сенсорного левшества и формированию в процессе обучения типов с доминированием левых моторных зон. Условия образовательной среды предоставляют ученику требования эффективно излагать свои мысли, а интенсивность и сложность изучаемого материала оказывает большое давление на психо-эмоциональное состояние, поэтому преимущество получают подростки с достаточной выраженностью моторного «правшества», которое является необходимым условием адаптации к учебной деятельности.

ВЫВОДЫ

1. Формирование латеральной организации мозга в подростковом возрасте происходит с уменьшением скорости развития признаков асимметрии и усилением доминирования левого полушария в осуществлении моторных и правого – сенсорных функций. В большей степени подвержены изменению левые сенсорные признаки асимметрии. Выявленные закономерности развития функциональной асимметрии мозга наблюдаются в обеих половых группах.

2. Выявлено 9 типов индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга по сочетанию доминирования моторных и сенсорных зон коры головного мозга у подростков:

а) к типам с доминированием левых моторных при разном сочетании доминирования сенсорных зон коры полушарий мозга (1,2,3 типы) в 13 лет относится 56,7%, в 16 лет – 69,8% подростков. У девочек по сравнению с мальчиками обнаружено больше лиц с доминированием левых моторных зон;

б) к типам с доминированием правых моторных при разном сочетании доминирования сенсорных зон коры головного мозга (4,5,6 типы) в 13 лет относится 19,5%, в 16 - 14,3% подростков;

в) к типам с неопределенной моторной асимметрией при разном сочетании доминирования сенсорных зон коры мозга (7,8,9 типы) в 13 лет относится 23,8%, в 16 лет - 17,3%.

3. Установлена взаимосвязь нейродинамических и когнитивных особенностей подростков с типом латеральной организации мозга:

а) подростки 1,2,3-го типов функциональной асимметрии характеризуются высоким уровнем функциональной подвижности и работоспособности головного мозга, уравновешенностью нервных процессов, высоким уровнем развития когнитивных функций;

б) для подростков 5-го и 7-го типов функциональной асимметрии характерны высокие функциональные возможности центральной нервной системы и средний уровень развития познавательных функций;

в) подростки 4,6,8,9-го типов функциональной асимметрии характеризуются низкими уровнями функциональной подвижности и работоспособности головного мозга, низким уровнем развития когнитивной сферы.

4. Обучение в гимназии способствует умеренному усилению моторного «правшества» и значительному усилению сенсорного «левшества», что приводит к увеличению количества лиц с 1 и 3 типами функциональной асимметрии мозга и сопровождается повышением у них адаптивных возможностей к учебной деятельности.

5. У школьников 4,5,6-го типов адаптация к учебной деятельности в гимназии происходит с большой физиологической ценой за счет напряжения регуляторных механизмов и высокого уровня тревожности.

6. У гимназистов 7,8,9-го типов функциональной асимметрии низкий уровень развития когнитивной сферы, рассогласованность в деятельности функциональных систем приводит к ухудшению адаптации к учебной деятельности в гимназии.

7. Представленные результаты свидетельствуют о том, что тип индивидуального профиля асимметрии мозга подростков можно использовать в качестве прогностической оценки успешности адаптации к обучению в гимназии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Душенина, Т. В. Изменение нейродинамических характеристик и профиля функциональной асимметрии мозга в подростковом возрасте / Т. В. Душенина, С. Н. Витязь, Н. Г. Блинова // Тезисы докладов научной международной конференции студентов и аспирантов «Ломоносов». - М., 2000. - С.18.
2. Блинова, Н. Г. Особенности формирования функциональной асимметрии у подростков 13-14 лет с учетом профиля обучения / Н. Г. Блинова, А. Н. Подгорный, С. Н. Витязь, Т. В. Душенина // Валеология. – 1999. - №4. – С.51-56.
3. Витязь, С. Н. Влияние условий обучения на формирование индивидуального профиля функциональной асимметрии у подростков 13-14 лет / С. Н. Витязь, Э. М. Казин, Н. Г. Блинова // Материалы Всероссийской конференции, посвященной памяти и 95-летию со дня рождения В.А. Пегеля «Физиология организмов в нормальном и экстремальном состояниях». – Томск, 2001. – С.185-188.
4. Блинова, Н. Г. Влияние условий раннего онтогенеза на психофизиологические особенности детей в различных возрастных периодах / Н. Г. Блинова, А. В. Сапего, А. Н. Подгорный, Т. В. Душенина, С. Н. Витязь // Тезисы докладов XVIII съезда физиологического общества имени И.П. Павлова. Казань, 2001. - С.130.
5. Витязь, С. Н. Формирование индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга у подростков в условиях профильного обучения // Тезисы докладов 3-го конгресса молодых ученых и специалистов. – Томск, 2002. – С.145.

6. Душенина, Т. В. Лонгитудинальное изучение развития свойств нервной системы и становления функциональной асимметрии головного мозга в период с 7 до 16 лет / Т. В. Душенина, С. Н. Витязь, Н. Г. Блинова // Тезисы докладов IV съезда физиологов Сибири. Новосибирск, 2002. – С.83.
7. Витязь, С. Н. Формирование индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга у подростков в условиях профильного обучения // Материалы межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 60-летию Кемеровской области «Проблемы медицины и биологии». - Кемерово, 2003. - С.130.
8. Блинова, Н. Г. Особенности психосоматического развития и адаптации к учебной деятельности учащихся с 7 до 16 лет / Н. Г. Блинова, Е. В. Васина, С. Н. Витязь, Т. В. Душенина // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова, СПб. Наука, 2004. Т.90, №8-4.2. - С.354.
9. Блинова, Н. Г. Психофизиологический статус и успеваемость у студентов разных факультетов КемГУ обучающихся в системе непрерывного образования / Н. Г. Блинова, Е. В. Васина, С. Н. Витязь // Матер. Всеросс. Науч.-метод. конф (XXV проблемы обеспечения качества университетского образования). Кемерово, 2004. - С.286-288.
10. Витязь, С.Н. Формирование индивидуального профиля функциональной асимметрии мозга в подростково-юношеском возрасте // Материалы XXXI апрельской конференции студентов и молодых ученых КемГУ. Кемерово, 2004. – С.346-348.
11. Блинова, Н. Г. Психофизиологическое развитие подростков в условиях профильного обучения / Н. Г. Блинова, А. В. Сапего, Т. В. Душенина,, С. Н. Витязь // Тезисы докладов V Сибирского физиологического съезда. Томск, 2005. Т.4, С.157.
12. Блинова, Н. Г. Развитие функциональной асимметрии мозга у учащихся в подростково-юношеском периоде / Н.Г. Блинова, С.Н. Витязь, Е.В. Васина // научные труды I Съезда физиологов СНГ. Т.1. – Дагомыс, 2005. - С.152.
13. Гольдшмидт, Е. С. Асимметрия мозга как предиктор стратегии психофизиологической адаптации и дезадаптации в школьном возрасте / Е.С. Гольдшмидт, С. Н. Витязь, Т. Н. Окунцова, А. А. Спиридонов // Матер. Всеросс. конф. (Теория и практика в современных социальных и психологических исследованиях). - Кемерово, 2005. – С.60-65.
14. Блинова, Н. Г. Развитие и роль асимметрии мозга в адаптации и дезадаптации школьников профильных классов и перспективы ее коррекции / Н. Г. Блинова, Е. С. Гольдшмидт, С. Н. Витязь, Т. Н. Окунцова // Валеология. – 2005. - №4. – С.20-24.