

A  
Г 791

*На правах рукописи*

**ГРЕБНЕВА Надежда Николаевна**

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ  
И ФОРМИРОВАНИЕ ДЕТСКОГО ОРГАНИЗМА  
В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**03.00.13 — Физиология**



**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук**

**Научная библиотека  
Уральского  
Государственного  
Университета**

**Томск 2001**

Работа выполнена в Новосибирском институте физиологии СО РАМН и Тюменском государственном университете

**Научный консультант:** доктор медицинских наук,  
профессор **С. Г. Кривощев**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук,  
профессор **В. И. Гриднева**  
доктор биологических наук,  
профессор **А. В. Ротов**  
доктор биологических наук,  
профессор **А. Г. Карташов**

**Ведущая организация:** Российский университет  
дружбы народов

Защита состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2001 г. в \_\_\_\_ часов на заседании Специализированного совета Д 208.096.01 при Сибирском государственном медицинском университете по адресу: 634050, г. Томск, Московский тр., 2.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Сибирского государственного медицинского университета.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2001 г.

*Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук,  
профессор*

*Н. А. Бражникова*

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** В последние годы в России и других государствах постсоветского пространства все более широким кругом исследователей отмечается резкое ухудшение здоровья детей, являющегося, по мнению большинства специалистов, объективным индикатором климатического, экологического и социального состояния окружающей среды (Кучма с соавт., 1993; Чурьянова с соавт., 1994; Вельтищев, 1995; Васильев, 1995; Якубова с соавт., 1997; Антропова с соавт., 1998; Студеникин, Ефимова, 1998; Ямпольская, 1996; 1998; Суханова, 1999; Бутова, 1999; Хрипкова, 1999; Агаджанян, 2001).

Ведущими критериями здоровья являются физическое развитие и функциональные возможности организма (Башкиров, 1962; Бунак 1968; Властовский, 1976; Казначеев с соавт., 1980; Калюжная с соавт., 1982; Аршавский, 1982; Аболенская с соавт., 1989; Никитюк, Чтецов, 1990; Сердюковская, 1993; Змановский, 1997; Щедрина, 1989; 1996; 2001; Tanner, 1962; Weiner, Lourie, 1981; Schmidt et al., 1986; Krongsdiret al., 1996; Carter et al., 1997; Bergmann, Mensink, 1999; Sevilla et al., 2000). Хотя в оценке физического развития до сих пор не существует единого подхода, общеизвестно, что его уровень зависит от взаимовыраженности, сочетанности и взаимодействия антропометрических признаков, определяющих понятие пропорциональности и гармоничности, а также от функциональных показателей, являющихся проявлением жизнедеятельности структурных компонентов тела.

У детей с дисгармониями в физическом развитии наблюдается наибольшее количество функциональных сдвигов и нарушений здоровья. Повышенное количество отклонений в развитии отмечается в районах антропогенного загрязнения окружающей среды (Агаджанян, Кузьменко, 1995; Owen et al., 2000; Jahari et al., 2000) и в критические периоды онтогенеза на этапах неустойчивого равновесия, когда старые механизмы регуляции исчерпали свои возможности в поддержании адекватной структурированности организма и его частей, а механизмы, соответствующие новому уровню дифференцировки элементов системы, еще не достигли той минимальной зрелости, которая обеспечивает консолидацию элементов системы и противодействие повреждающим факторам (Леонтюк, 1984; Любомирский, 2000).

Состояние здоровья отражает и сопряженная изменчивость морфофункциональных параметров на разных этапах онтогене-

за, причем каждому возрастному этапу развития свойственны не только особенности морфофункциональной организации систем, но их реактивности. Особое значение для дальнейшей разработки теории адаптации с онтогенетических позиций имеет расширение научных представлений о формировании растущего организма в экстремальных условиях окружающей среды.

Известно, что в XX веке Сибирь и ее северные регионы подверглись наиболее интенсивным эколого-демографическим воздействиям (Медведев, Ротов, 1988; Труфакин, 2000). Наиболее актуально и остро стоит проблема сохранения здоровья детей в условиях Западной Сибири, где формирование его уровня происходит под влиянием не только суровых климато-географических, но и специфических социально-экономических факторов, а также прогрессирующего загрязнения окружающей среды продуктами нефте-газодобывающей промышленности. При этом, существенную нагрузку испытывают дети пришлого населения, переселившегося из благоприятных природно-климатических условий в районы освоения Севера. Между тем, для большинства северных городов и поселков характерны неразвитость инфраструктуры, социальная незащищенность населения, отсутствие необходимых знаний о здоровом образе жизни, особенностях питания в холодном климате, что ведет к высокой заболеваемости и повышенной смертности детей.

Согласно климатическим правилам (Bergmann, 1847; Allen, 1960), в условиях низких температур для теплового баланса более благоприятны крупные размеры тела. Однако, подобная корреляция внутри- и межгрупповых физиологических связей имеет одинаковую направленность в основном у южан, а на северных территориях могут действовать причины, нарушающие эти связи между признаками (Нерпнаух, 1968; Клевцова, 1976; Алексеева, 1986; 1998; Ткачев, 2001). «Разрушителями» физиологических связей могут выступать, как изменения на генетическом уровне, так и необычные или экстремальные климатогеографические факторы. Под их влиянием происходит формирование таких взаимосвязей, которые обеспечивают наибольшую устойчивость морфофункционального типа в данной среде. Рассмотрение акклиматизационной изменчивости в свете теории адаптивных типов предполагает, что оптимальный акклиматизационный эффект может быть достигнут при наибольшем сходстве морфофизиологических особенностей пришлого и коренного населения.

Характер развития детского организма — адаптивный. В свете теории системогенеза (Анохин, 1980; 1984) в первую очередь развиваются жизненно важные системы органов, обеспечивающие приспособительные реакции к условиям среды. Одна из адаптивных физиологических характеристик организма — индивидуальный профиль функциональной межполушарной асимметрии, который является прогностическим признаком «северного адаптивного типа». Известно, что экстремальные условия Севера способствуют отбору лиц с правополушарным доминированием (Леутин, 1995; Аршавский, 1998; Агаджанян с соавт., 1998). В то же время, не существует однозначного решения проблемы о связи особенностей асимметрии и морфофункциональных признаков детского организма в условиях Севера (Леутин, Николаева, 1988; Леутин с соавт., 1997). В Институте физиологии СО РАМН разработана концепция «незавершенной адаптации», в которой одним из маркеров незавершенности адаптивного процесса к неадекватным условиям окружающей среды предлагается считать временную функциональную инверсию полушарного доминирования (Кривошецов с соавт., 1998). Поэтому, несомненный интерес представляет изучение индивидуальных особенностей латерального фенотипа и его взаимосвязи с адаптационными возможностями детского организма.

На фоне природно-экологического и социального прессинга протекает основной вид трудовой деятельности ребенка — школьное обучение. Установлено, что в соответствии с величиной вклада в дисперсию признаков, определяющих снижение адаптационных возможностей, вклад внутришкольной среды по мере обучения постоянно увеличивается (Чурьянова с соавт., 1993; Матвеева с соавт., 1997; Баранов, 1998; 1999). Отрицательное воздействие на здоровье оказывают такие компоненты внутришкольной среды, как стрессовая тактика авторитарной педагогики, интенсификация и систематичность учебного процесса, несоответствие программ обучения функциональным и возрастным особенностям учащихся, несоблюдение физиологических и гигиенических требований к организации учебного процесса, недостаточная квалификация педагогов в вопросах физиологии развития и охраны здоровья ребенка, неэффективность системы физического воспитания (Безруких, 2001). Это вызывает необходимость мониторинга физического развития и функционального состояния учащихся.

Достаточно актуальной является проблема занятий спортом на Севере. Хотя многие исследователи утверждают, что занятия спортом повышают неспецифическую резистентность, параллельно с этим, в литературе приводятся сведения об отрицательном влиянии повышенных физических нагрузок на организм детей-мигрантов в условиях Севера (Пономаренко, 1983 и др.).

Весьма противоречивыми являются результаты о влиянии на физическое развитие и функциональное состояние детей места жительства. По данным скандинавских, британских и отечественных исследователей установлено, что региональные вариации заболеваний связаны с условиями города или села и во многом зависят от эффекта миграции в раннем детстве (Strachan et al., 1990; Moilanen et al., 1998; Панин, Филимонова, 2001).

В теоретическом отношении, в свете исследований аукологии (Година, 2000), а также в практическом плане изучения секулярного тренда интересен вопрос об эпохальном сдвиге в развитии детей Западной Сибири.

Таким образом, недостаток сведений о закономерностях формирования, функциональных резервах детского организма в условиях Западной Сибири, особенно в ее северных районах, значимость решения проблемы сохранения здоровья при интенсивных процессах миграции, вызывают необходимость комплексных исследований, позволяющих на донозологическом уровне оценивать и контролировать текущее состояние, выявлять структурно-функциональные сдвиги в деятельности жизненно важных систем при адаптации к неадекватным условиям среды, с целью профилактики заболеваемости в одном из важнейших для экономики России регионов.

В основу работы положена концепция о рассогласовании структуры и функции под влиянием воздействия комплекса неблагоприятных природных факторов, которые, сочетаясь с внутренними возрастными перестройками и чрезмерными нагрузками, формируют состояние незавершенности адаптивного процесса, резко повышают неспецифическую сенситивность детского организма и риск заболеваний.

Диссертация выполнена в лаборатории функциональных резервов организма Новосибирского Института физиологии СО РАМН и на кафедре анатомии и физиологии человека и животных Тюменского государственного университета в соответствии с тематическим планом НИР ИФСОРМН и ТюмГУ, а также в рамках науч-

но-исследовательской темы «Адаптационный потенциал человека и его связь с функциональной межполушарной асимметрией в условиях Тюменской области» (№ госрегистрации 01. 26. 0009209).

**Цель и задачи исследования.** Целью настоящей работы явилось выявление закономерностей формирования морфофункционального типа и оценка функциональных резервов детского организма в условиях климатогеографических, экологических и социально-экономических особенностей Западносибирского промышленного региона, в том числе условий школьного обучения. Для достижения поставленной цели, были определены следующие задачи:

1. Определить закономерности и особенности формирования, оценить функциональные резервы детского организма в условиях средних и высоких широт Западной Сибири с учетом критических и сенситивных периодов онтогенеза

2. Провести оценку влияния северного «стажа» на развитие и функциональное состояние детей (на примере соотношения показателей физического развития, сердечно-сосудистой и дыхательной систем)

3. Изучить влияние индивидуальных особенностей (профиля функциональной межполушарной асимметрии) на морфофункциональное развитие и адаптационные возможности детей в условиях Западносибирского Севера.

4. Оценить влияние повышенных физических нагрузок (занятия спортом) на уровень развития и функциональные возможности детей, испытавших эффект ранней миграции на Север

5. Дать сравнительную характеристику физического развития и функционального состояния организма детей дошкольного и школьного возраста в условиях разных макро- и микросоциальных сред (город-село, детский сад-школа, школа традиционного типа-гимназия, северная школа)

6. Оценить взаимосвязи морфофункциональных параметров и типологию регуляции сердечной деятельности у дошкольников и школьников в динамике адаптивного процесса

7. Выявить морфофункциональные изменения в развитии детей Западной Сибири за 90-е годы XX столетия (наличие положительного или отрицательного эпохального сдвига)

**Научная новизна.** Установлено изменение возрастных закономерностей развития у детей — мигрантов Западносибирского Севера: снижение темпов роста и амплитуды ростового макси-

му, задержка физического развития, снижение крепости телосложения, аэробной производительности организма и полового созревания, по сравнению со сверстниками из средних широт. В наибольшей степени выявленные изменения влияют на формирование морфофункционального статуса ребенка в критических («узловых») периодах онтогенеза.

Выявлена изменчивость морфофункционального типа у детей-мигрантов с длительным северным «стажем» — более 9–10 лет. Наиболее оптимальными являются морфофункциональные показатели детей мигрантов-уроженцев Севера, размеры и пропорции тела, а также грудной клетки которых, приближаются к таковым у коренных жителей.

Впервые получены сведения о связи уровня физического развития и адаптационных возможностей детей с индивидуальным профилем функциональной межполушарной асимметрии. Наиболее приспособленными по отношению к действующим экстремальным факторам Севера являются дети пришлого и коренного населения с преобладанием признаков синистральности в латеральном фенотипе, на что указывают более высокий уровень достигнутого развития, большая пластичность и адаптоспособность детей с преобладанием признаков правополушарного доминирования.

Новыми являются данные о негативном влиянии усиленных занятий спортом на развитие детей, испытавших эффект миграции на Север в раннем детстве. У мальчиков-мигрантов, активно занимающихся спортом, отмечено наибольшее отставание по основным антропометрическим признакам физического развития, физической работоспособности и максимальному потреблению кислорода на фоне повышенной потребности миокарда в кислороде, высокой встречаемости тахикардии и повышения системного АД, а также увеличения встречаемости гипертонических реакций системы кровообращения на физическую нагрузку.

Впервые установлено, что влияние места жительства (город-село) на изменение морфофункциональных параметров детей в средних и высоких широтах носит разнонаправленный характер и зависит от возраста. На юге региона отмечено снижение тотальных размеров тела с выраженными явлениями грацилизации и астенизации телосложения у городских детей, по сравнению с сельскими. На севере — большее снижение основных размеров тела и физической работоспособности, по сравнению с контролем, отмечено у

сельских школьников. Наличие функциональных сдвигов рассогласования, напряжение в деятельности систем дыхания и кровообращения, снижение аэробной производительности организма установлено для городских детей в критических и сенситивных периодах онтогенеза, как на юге, так и на севере региона.

Получены новые данные о ретардации (отрицательный эпохальный сдвиг) в развитии городских и сельских детей разного возраста и разного места жительства (город-село), произошедших в условиях Западной Сибири в 90-е годы XX столетия.

**Теоретическая и практическая значимость.** Установленные в исследовании факты нетипичной возрастной динамики морфофункциональных параметров у здоровых детей в критических и сенситивных периодах онтогенеза расширяют представления об особенностях и закономерностях формирования детского организма при адаптации к комплексу природных, экологических и социально-экономических факторов Сибири. Полученные данные вносят вклад в теорию адаптации и с онтогенетических позиций указывают на необходимость особого подхода к решению проблем экологической и возрастной физиологии.

Полученные сведения об изменчивости морфофункционального типа в условиях многолетней адаптации к Северу и явлениях ретардации в развитии современных детей Западной Сибири позволяют прогнозировать формирование морфофункционального статуса, сроки наступления периодов наибольшей сенситивности детского организма к действующим факторам, выраженности рассогласования структуры и функций, критических для сохранения здоровья. Установленные характерные закономерности в развитии детей Западносибирского промышленного региона и полученные данные являются предпосылками для создания физиологических региональных нормативов городского и сельского населения, проживающего в экстремальных условиях (суровость и резкая зональность климата, нарушенная экология, социальная незащищенность), а также для создания и внедрения в практику, специально разработанных для этих условий, мер по сохранению и улучшению здоровья детей.

Результаты проведенных исследований внедрены в научно-педагогическую и оздоровительно-профилактическую практику общеобразовательных школ № 8 (Акт внедрения от 24 мая 2001 г.), ДОУ № 134 (Акт внедрения от 2 ноября 2000 г.) г. Тюмени, в ряде северных школ: г. Салехарда (Акт внедрения от 21 декабря 1999 г.),

г. Радужного (Акт внедрения от 15 мая 2000 г.) и в некоторых сельских средних школах юга Тюменской области (Акт внедрения от 12 сентября 1999 г.).

Теоретические положения, касающиеся физиологических механизмов адаптации детского организма к условиям Севера, школьному обучению, влияния занятий спортом, индивидуального профиля функциональной межполушарной асимметрии на физическое развитие и функциональные возможности северян, исследования секулярного тренда в развитии нашли отражение в программах учебных курсов по физиологии человека, возрастной физиологии и специальным курсам по адаптации человека к экстремальным условиям среды на кафедре анатомии и физиологии человека и животных Тюменского государственного университета (Акт внедрения от 8 октября 1999 г.), кафедрах нормальной физиологии (Акт внедрения от 24 апреля 2001 г.) и теоретических основ физического воспитания и ЛФК Тюменской государственной медицинской академии (Акт внедрения от 10 апреля 2001 г.).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Формирование детского организма в условиях Западно-Сибирского промышленного региона имеет свои закономерности и специфические особенности. Динамика показателей физического развития, гомеостатических систем дыхания и кровообращения, адаптационных возможностей организма детей дошкольного, среднего и старшего школьного возраста (4–17 лет) указывает на существование климатогеографической, экологической и социальной дифференциации в формировании морфофункционального статуса организма детей пришлого и стабильного (местного) населения.

2. Комплексная оценка морфофункционального развития и состояния кардиореспираторной системы выявляет индивидуальный характер адаптации к условиям окружающей среды, которая зависит от возрастных особенностей и пола детей, связана с условиями макро- и микросоциальных сред (высокие–средние широты; город–село; условия обучения), эффектом ранней миграции на Север, индивидуальным профилем функциональной межполушарной асимметрии, а также определяется уровнем физических и умственных нагрузок в критические периоды онтогенеза.

3. Выявленные в ходе скрининга среди практически здоровых детей группы с отклонениями в физическом развитии, рассогласованием в деятельности основных гомеостатических систем орга-

низма, на фоне воздействия комплекса неблагоприятных факторов среды, нуждаются в углубленном обследовании специалистов, в связи с резким повышением риска заболеваний.

4. Полученные при обследовании детей данные с учетом критических и сенситивных периодов онтогенеза, интенсивности миграционных процессов, индивидуальных особенностей латерального фенотипа, на базе используемых в работе методик, могут быть положены в основу разработки специальных способов профилактики и коррекции здоровья детей.

5. Предлагаемая технология диагностики состояния «здоровья здоровых» на донологическом уровне может стать основой прогнозирования структурно-функциональных нарушений в ходе мониторинга за состоянием здоровья детей в климатоэкологических условиях средних и высоких широт Сибири.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации доложены и обсуждались на 6-ти Всесоюзных и Всероссийских конференциях и симпозиумах (Москва, 1990а; Москва 1990б; Тюмень, 1995; Санкт-Петербург, 1999; Иваново, 1999; Москва, 2001), 13-ти международных конференциях, симпозиумах и конгрессах (Тюмень, 1991; 1997; 1999; Надым, 1993; 1995; Thunder Bay, Canada, 1993; Новый Уренгой, 1995; Магадан-Бишкек, 1998; Москва, 2000; 2001; Harstad, Norway, 2000; Белгород, 2000; Мурманск, 2001); 3-х региональных научно-практических конференциях (Тюмень, 1989; 1993; Томск, 1996; Тюмень, 2001), а также на 2-ом съезде физиологов Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, 1995); на XVI, XVII и XVIII съездах ВФО им. И. П. Павлова РАН (Москва, 1994; Ростов-на-Дону, 1998; Казань, 2001).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 55 печатных работ, в том числе 19 статей и 32 тезисов, 2 методических пособия, монография «Особенности формирования и функциональные резервы детского организма в условиях Западной Сибири».

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 337 страницах компьютерного текста (собственно текста 280 с.), содержит 55 таблиц с цифровым материалом и 18 рисунков, состоит из введения, литературного обзора (главы 1 и 2), методической части (глава 3), результатов исследования (главы 4–5), обсуждения (глава 6), выводов и списка литературы (568 источников, из них 438 отечественных и 130 иностранных).

## КОНТИНГЕНТ ОБСЛЕДОВАННЫХ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено в 1995–2000 гг. на базе детских дошкольных и школьных образовательных учреждений городов (Тюмень, Новый Уренгой, Радужный, Пыть-Ях, Урай), сел и поселков (Самбург, Старый Уренгой, Голышманово, Абатское, Ярково), расположенных в условиях средних и высоких широт Тюменской области и, входящих в ее состав, территориях ХМАО и ЯНАО. Обследованы практически здоровые дети — 2282 в возрасте от 4 до 17 лет, славянской национальности и 142 в возрасте 13–15 лет, коренных жителей Севера — ненцев, всего 2424 человека. Возраст детей определялся по общепринятой схеме (Крентина, 1977; Швецов с соавт., 1996).

Для выявления закономерностей формирования и развития, адаптационных возможностей детского организма с учетом критического периода онтогенеза, на Севере обследовано 450 подростков пришлого населения Севера 12–16 лет, с повторным обследованием через год; для изучения влияния длительности северного «стажа» — 206 детей 9–11 лет в условиях северного города и 153 — северного поселка, при этом, данные 140 тюменских детей такого же возраста служили в качестве контроля.

У 202 подростков 13–15 лет коренного (142 чел) и пришлого (120 чел.) населения Севера определяли профиль функциональной межполушарной асимметрии с выявлением сенсорных и моторных предпочтений (латерального фенотипа) по 19 экспериментальным пробам (Леутин, 1990). К праворуким относили собственно правшей и детей с преобладанием признаков доминирования левого полушария головного мозга, к неправоруким — левшей, детей с преобладанием признаков доминирования правого полушария, признаков симметрии (амбидекстров) и смешанный тип. У всех подростков определяли уровень физического развития, регуляторных механизмов и адаптационный потенциал по методу Р. М. Баевского (1997).

У 34 мальчиков-северян 10–11 лет, испытавших эффект миграции на Север в раннем детстве из юго-западных областей и стран СНГ, определяли тотальные размеры и поверхность тела, функциональные резервы организма по показателям основных гомеостатических систем — дыхания и кровообращения. Контролем для них были данные 41 ребенка такого же возраста, постоянно проживающих (стабильная популяция) в средних широтах (юг региона).

С целью изучения влияния места проживания (город-село) на физическое развитие и функциональные возможности детей, выявления секулярного тренда (эпохального сдвига) обследованы дети 4–6 лет (123 — город и 267 — село), 120 детей 9 лет (по 60 из города и села); а также 75 детей 7 лет северного города, контролем для которых служили данные 103 тюменцев такого же возраста, и 235 17-летних выпускников сельских школ юга Тюменской области. Для сравнительной оценки эпохального сдвига в развитии дошкольников и младших школьников использовались собственные данные (Гребнева, 1989) и данные других авторов (Асеева с соавт., 1987; Анчугин с соавт., 1982), полученные ранее. По отношению ко всем обследованным применялся метод ретроспективного опроса, анкетирования, проводился анализ медицинских карт. Объем, место исследования, характеристика контингента обследуемых лиц и методы представлены в табл. 1.

Измерение основных параметров физического развития — длины (ДТ) и массы тела (МТ), окружности грудной клетки (ОГК) на вдохе, выдохе и в паузе проводилось по унифицированной методике А. Б. Ставицкой, Д. И. Арон (1959) на стандартном, выверенном на точность, антропометрическом оборудовании с последующим расчетом экскурсии легких, индексов стени и крепости телосложения (Воронцов, 1985; Доскин с соавт., 1997). Для расчета годовых прибавок тотальных размеров тела у детей 4–6 лет дошкольного возраста и 12–16-летних подростков Севера все измерения проводились дважды, с интервалом в 1 год (продольный или индивидуализирующий метод), для остальных использовался поперечный (генерализующий) метод обследования.

Индивидуальная оценка физического развития проводилась на основе метода сигмальных отклонений по шкалам регрессии, которая позволяет оценивать гармонию морфофункционального состояния (Байдалова, Копосова с соавт., 1986). Гармоничным считали физическое развитие, при котором МТ и ОГК соответствовали ДТ ребенка или отличались в пределах  $1\sigma$  регрессии и более за счет развития мускулатуры, дисгармоничным — состояние, при котором МТ и ОГК были меньше должных величин на  $1,1$ – $2,0\sigma$  и более за счет повышенного жиротложения. Состояние признавали резко дисгармоничным, когда МТ и ОГК отставали от должных величин на  $2,1\sigma$  и более или превышали их на ту же величину. На основании оценки выделялись 3 группы физического развития: 1 — группа

**Объем и характеристика обследованных групп, места, условий  
и методик исследования**

Север, дети пришлого населения				
Серия исследования	Место обследования, «стаж» на Севере	Возраст, лет	Количество, чел.	Применяемые методики исследования
1	г. Радужный, ХМАО, северный «стаж» не менее 10 лет	12-16	450, дважды	Антропометрия с определением годовых приростов и уровня физического развития, групповая и индивидуальная оценка темпов роста и созревания, телосложения, функциональных резервов основных гомеостатических систем (дыхания и кровообращения), их реакций на нагрузочное тестирование (степ-тест), с определением $PWC_{170}$ и МПК, оценка напряжения механизмов регуляции.
2	г. Новый Уренгой, п. Старый Уренгой, ЯНАО, с разной длительностью северного «стажа» Контроль — Тюмень	9-11	206 — город 153 — село  140	Определение основных показателей физического развития, состояния кардиореспираторной системы организма, механизмов регуляции вегетативного гомеостаза, реакций сердечно-сосудистой системы на стандартную физическую нагрузку по Калужной (1986), Дворецкому с соавт., (1992), физической работоспособности ( $PWC_{170}$ ) и максимального потребления кислорода (МПК).
3	п. Самбург, ЯНАО, первое и второе поколение пришлого русского населения, коренные	13-15	202, из них: 142 — коренные, 60 — пришлые	Определение принадлежности к латеральному фенотипу по сенсорным и моторным предпочтениям (по 19 экспериментальным пробам, Леутин, 1990), антропометрия, спирометрия, динамометрия, регистрация САД, ДАД по методу Короткова, ЧСС - по кардиограмме, в покое и нагрузке, для определения адаптационных возможностей - расчет $CO$ , $МОК$ , ИФИ по Баевскому, Берсеновой (1997) на основании регистрируемых физиологических параметров.
4	г. Урай, ХМАО, Контроль — Тюмень г. Пыть-Ях, ХМАО Контроль — Тюмень	10 -11 10 - 11  7 7	34 41  75 103	То же, что в пункте 1 и 2, с расчетом дополнительных параметров - площади поверхности тела - $S$ , гемодинамики и сердечного выброса: $CO$ , $МОК$ , ПД, СрГД, СИ, ДП. Построение шкал регрессий по сигнальным отклонениям с определением встречаемости значений исследуемых параметров.
Условия средних широт, дети «стабильного» населения				
5	г. Тюмень — с. Абатское, с. Гольшманово, с. Ярково	4 - 6 9 4,5 - 6,5 9  17	123 60 267 60  235	Оценка уровня и гармоничности развития, в условиях макро- и микросоциальных сред (город-село, гимназия-школа и др.): выделение групп риска по физическому развитию, определение наличия «эпикалоного сдвига» в развитии детей разного возраста и пола. Оценка функциональных резервов организма в условиях начала школьного обучения теми же методами, что в пункте 1 и 2. Изучение корреляционных связей морфофункциональных параметров в динамике адаптивного процесса, анализ регуляции сердечного ритма методом вариационной пульсометрии по Баевскому.
6	г. Тюмень	6-7 7	100 175	Оценка влияния на развитие и функциональные возможности детского организма условий микросоциальных сред и школьного обучения с применением методик, как в пункте 2.

нормального физического развития — при средней, повышенной или пониженной ДТ и гармоничному соотношению ДТ и МТ; 2 — группа риска по физическому развитию — при высокой или низкой ДТ при гармоничном развитии, а также при дисгармоничном развитии за счет дефицита или избытка жировой ткани; 3 — группа с отклонениями в физическом развитии — при очень низкой или очень высокой ДТ при любой МТ, при резко дисгармоничном развитии за счет избытка МТ при любой ДТ, а также при резко дисгармоничном развитии за счет дефицита МТ при любой ДТ.

Методом спирометрии оценивалась функция внешнего дыхания. Определялись: частота дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), минутный объем дыхания (МОД), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), с расчетом жизненного индекса (ЖИ), по результатам функциональных дыхательных проб Штанге и Генчи — чувствительность дыхательного центра к гипоксии и гиперкапнии.

О функциональных возможностях сердечно-сосудистой системы судили по частоте сердечных сокращений (ЧСС), определяемых по количеству интервалов R-R-электрокардиограммы, регистрируемых электрокардиографом ЭК1Т-03М2, в положении сидя, во втором стандартном отведении, а также по уровню артериального давления (АД), измеряемого методом Короткова с учетом рекомендаций Г. Н. Сердюковской (1993). Показатели регистрировались в покое, после дозированной физической нагрузки, в качестве которой для детей 4–6 лет использовалась проба с приседаниями (20 за 30 с), а для детей школьного возраста — проба  $PWC_{170}$  (степ-тест) в модификации Г. А. Гуминского с соавт. (1986), и на 1, 3 и 5 минутах восстановительного периода. Использовались субмаксимальные нагрузки возрастающей мощности: в течении первых 2-х минут — восхождение на ступеньку с частотой 16 циклов в минуту, затем, без остановки, переход на более частый ритм — 25 циклов в минуту в течение 3-х минут с общей продолжительностью работы 5 минут. В цикл входили: подъем и спуск со ступеньки, высота которой подбиралась в зависимости от возраста и роста испытуемых (угол коленного сустава при подъеме составлял  $90^\circ$  с ее поверхностью). Мощность работы определяли, исходя из возраста, массы тела, высоты ступеньки и количества восхождений. Величину физической работоспособности ( $PWC_{170}$ ) рассчитывали по формуле Карпмана, модифицированной для детей (Абросимова с соавт., 1980; 1993).

О запасе функциональных резервов судили по величине аэробной производительности — максимальному потреблению кислорода (МПК) и приросту прямых и расчетных показателей сердечно-сосудистой системы — ЧСС, систолическому и диастолическому (САД и ДАД), пульсовому и среднегемодинамическому (ПД и СрГД) артериальному давлению (АД), показателям сердечного выброса — систолическому (ударному) объему (СО), минутному объему кровообращения (МОК), сердечному индексу (СИ), потребность миокарда в кислороде — по двойному производству (ДП) при мышечной нагрузке (Astrand, Rodahl, 1977; Смирнов и др., 1980; Амосов, Бендет, 1984; Апанасенко, 1985) и в динамике восстановления показателей к исходному уровню.

Напряжение регуляторных механизмов оценивалось по состоянию активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС, индексам Кердо и напряжения (Баевского), реакциям сердечного ритма и гомеостатических систем — дыхательной и сердечно-сосудистой на тестовые нагрузочные пробы, используя подходы Р. А. Калюжной (1973); С. Г. Кривошекова, Ю. А. Тагаурова (1984); Э. Я. Дворецкого с соавт., (1992); Р. М. Баевского, А. П. Берсеновой (1997), оценке корреляционных взаимоотношений морфофункциональных показателей.

Для математического анализа ритма сердечных сокращений у 226 детей дошкольного возраста 4–6 лет и 7–8-летних школьников использовался пакет программ «Pulsar», разработанный в Институте физиологии СО РАМН совместно с ИМБП МЗ РФ. Сбор и анализ данных производили с использованием компьютера с операционной системой Microsoft Windows,98, оснащенного аналого-цифровым устройством и пульсотаксометром. Основной способ анализа, оценки и классификации состояния системы кровообращения реализовывался по методу Р. М. Баевского (1986) с использованием специального классификатора Д. Жемайтите (1977). Наряду с показателями статистических оценок, определялись такие числовые характеристики вариационных пульсограмм, как мода ( $M_0$ ), вариационный размах ( $\Delta X$ ) и амплитуда моды ( $AM_0$ ) с вычислением вторичных показателей: индекса вегетативного равновесия (ИВР), вегетативного показателя ритма (ВПР), показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР), индекса напряжения (ИН).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием компонентов Basic Statistics/Tables, Multiple

Regressions программного пакета STATISTICA v 5.1. StatSoft inc, USA. Парный корреляционный анализ, в котором каждый показатель был в роли зависимой переменной или аргумента проводился по Г. Ф. Лакину (1990).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Формирование подросткового организма на Севере.** Анализ результатов продольного исследования детей-мигрантов Севера 12–16 лет, находящихся на критическом этапе онтогенеза, позволил выявить ряд особенностей в формировании морфологического и функционального статуса, отличающихся от детей из средних широт. Известно, что в условиях средних широт до 10 лет по основным антропометрическим признакам мальчики больше девочек (Никитюк, Чтецов, 1990), а с 11–12 лет наступает первый ростовой перекрест, из-за более раннего (на 1–2 года) пубертатного ускорения ростовых процессов у девочек. О его наступлении у, обследованных нами, подростков Севера свидетельствуют большие значения показателей физического развития у девочек по сравнению с мальчиками до 13 лет, включительно ( $p < 0,05$ ), (рис. 1, 2, 3). Между 13 и 14 годами отмечалось наступление второго биологического ростового перекреста, когда показатели физического развития обследуемых мальчиков снова стали больше, чем у девочек, причем в этом возрастном диапазоне достоверными были различия только по МТ ( $p < 0,001$ ). По достижении 15 лет мальчики-подростки больше девочек не только по МТ, но и по ДТ ( $p < 0,001$ ). При этом, характерным для них являлось отставание от девочек по ОГК ( $p < 0,001$ ), соответствующего перекреста по ОГК в исследуемом возрастном диапазоне не наступало (рис. 3). В то же время, наблюдались отчетливо выраженные явления грацилизации и астенизации в телосложении. Так в 14–15 лет преимущественно встречающимися среди мигрантов-подростков были слабый и очень слабый типы телосложения. Среди мальчиков встречаемость таких типов телосложения составила 83, среди девочек — 74%. Следовательно, в условиях многолетней (более 10 лет) адаптации к Северу у детей происходит формирование телосложения по астеническому типу. Этот процесс характеризуется у мальчиков преимущественно продольным ростом, дефицитом МТ, отсутствием крепости телосложения, тенденцией к «узкогрудости», что, по-видимому, в целом может отражать не только возрастные особенности,

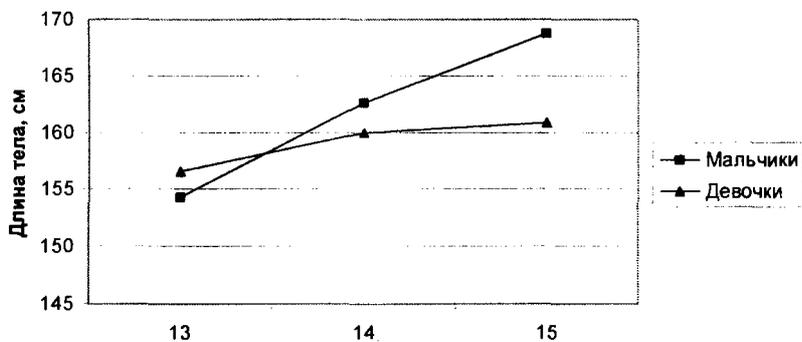


Рис. 1. Второй биологический ростовой перекрест у подростков Севера

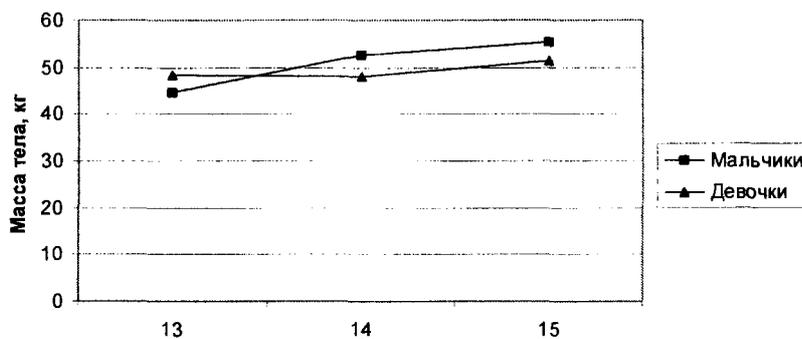


Рис. 2. Второй биологический ростовой перекрест по весу Севера

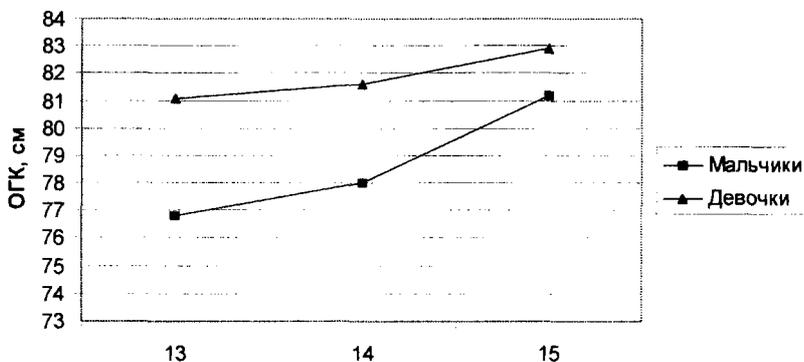


Рис. 3. Отсутствие биологического перекреста по ОГК у подростков Севера

но и нарастание явлений децелерации роста и развития, отмечаемых нами ранее (1999; 2000) у детей в Западной Сибири.

Индивидуальная оценка физического развития выявила, что в 13–14 лет 50% мальчиков, имеют дисгармоничное и резко дисгармоничное физическое развитие, связанное с недостатком ДТ, не соответствующей их возрасту. Среди девочек распространенность нарушений физического развития по росту прогрессировала с возрастом: если в 13 лет число таких нарушений составило 23, то к 14 годам оно также выросло до 50%. Между тем, известно, что изменения длины тела, генетически детерминированного признака физического развития, имеют большое самостоятельное значение (Шапошников, 1985; Миклашевская с соавт., 1988; Саливон, 1996; Студеникин, Ефимова, 1998; Торопкин с соавт., 1999). Снижение этого показателя у детей-мигрантов Севера — свидетельство длительного влияния неблагоприятия условий окружающей среды на растущий организм. Кроме нарушений по росту установлены частая встречаемость недостатка МТ и ОГК у мальчиков, избытка МТ — у девочек, а также множественные несовпадения биологического и календарного возраста у детей обоего пола.

Естественным биологическим маркером этапов возрастного развития служит чередование периодов роста и дифференцировки. В результате скачков роста должны существенно меняться пропорции тела, все более приближаясь к взрослым. Количественные изменения длины тела, изменение его пропорций должны сопровождаться качественными изменениями — функционированием всех физиологических систем, работающих в условиях новой морфологической ситуации (Безруких, Фарбер, 2000).

Пубертатный скачок роста, когда, в противовес возрастной тенденции снижения, скорость роста резко увеличивается, у детей-мигрантов обоего пола на Севере приходился на возрастной интервал 13–14 лет. Тогда как в условиях средних широт ростовой скачок у девочек наступает между 11 и 12-ю годами, на год два раньше, по сравнению с мальчиками, после чего, как правило, следует резкое замедление роста. Скачок роста для мальчиков должен составлять 8–10, для девочек — 7–9 см в год (Никитюк, Чтецов, 1990; Доскин с соавт., 1997). По данным авторов из Архангельска пубертатный скачок в конце 80-х годов у детей на Европейском Севере достигал 10–30 см в год (Копосова с соавт., 1986), что связывалось с акселерацией развития. Нами установ-

лено, что скорость роста, отражающая количественные и качественные изменения в строении тела, у современных подростков Западносибирского Севера отличается от приведенной выше. В то время, как кривая темпов роста (Никитюк, Чтецов, 1990; Сонькин с соавт., 2000 и др.) имеет один пубертатный пик ускорения, в нашем случае на кривой отмечены два пика, первый более выражен, но по амплитуде ни тот, ни другой не достигают ростового максимума, характерного для детей этого возраста (рис. 4).

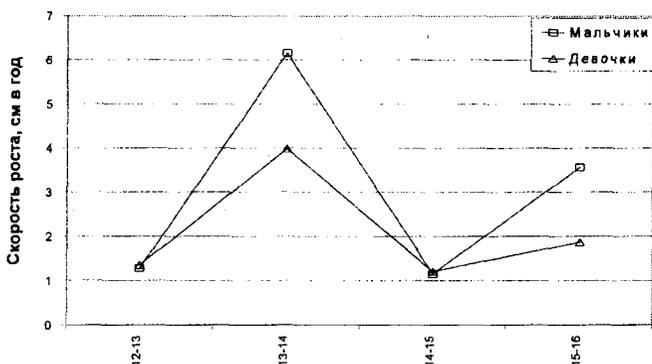


Рис. 4. Изменение темпов роста подростков

Так, амплитуда «ростового скачка» составила у мальчиков — 6,2 см, а у девочек — 4 см, что свидетельствует не только о снижении темпов роста у мальчиков, но и о практическом отсутствии пубертатного скачка роста у девочек в условиях Западносибирского Севера. С 14 до 15 лет скорость роста снизилась до уровня 1,2 см в год, а с 15 лет наблюдался второй пик кривой, который, по-видимому, отражает компенсаторное ускорение роста, так как по закону канализирования (Властовский, 1976; Waddington, 1979; Johnston, Macvean, 1995), растущий организм обладает способностью стабилизировать ход развития, возвращаться к предопределенной кривой роста даже в случае, когда внешними факторами нарушается нормальная «траектория» развития.

Второй пик кривой роста выражен еще в меньшей степени, чем первый — ростовые прибавки за год составили у мальчиков менее 4, а у девочек — менее 2 см в год, что вообще нельзя назвать «скачком роста». По-видимому, в этих условиях давление неблагоприятных факторов окружающей среды, в том чис-

ле социальных, не позволяет осуществить полноценную компенсацию нарушений роста.

Качественные изменения темпов роста, выражались в увеличении встречаемости явлений тахикардии, нарастании неблагоприятных сдвигов в системе регуляции сердечной деятельности с преобладанием симпатических влияний ВНС у 77,7% мальчиков и 90,2% обследованных девочек, а также в задержке полового созревания по сравнению со средней климатической полосой. Тогда, как у большинства девочек разных популяций наличие циклического menarche отмечается в возрасте 12,6–13,5 лет (Харрисон с соавт, 1979; Миклашевская с соавт., 1988; Никитюк, Чтецов, 1990; Година с соавт, 1995; 2000), среди северянок 13 лет наличие нециклического menarche выявлено в 30% случаев; среди 14–15-летних циклическое menarche отмечалось в 23%, нециклическое — в 16,6%, в остальных случаях — его отсутствие.

Полученные факты свидетельствуют о замедлении темпов роста, задержке второго биологического ростового перекреста (по ОГК), формирования и функционального созревания подростком-мигрантов Западносибирского Севера. Очевидно, что исследуемый этап онтогенеза является не только «узловым», критическим моментом в развитии, но и особо чувствительным к внешним воздействиям. Поскольку формирование организма происходит параллельно с адаптацией к условиям Севера и совпадает с пиком внутренних нейрогуморальных перестроек, свойственных для пубертата, то такая нагрузка приводит к возникновению многочисленных отклонений в морфофункциональном развитии.

**Влияние северного «стажа».** Исследование влияния северного «стажа» на развитие школьников 9–11 лет показало, что, по мере его увеличения, снижаются основные размеры тела — ДТ и МТ, по сравнению с детьми из средних широт, показатели которых служили контролем для северян. У детей пришлового населения, родившихся и постоянно проживающих в сельской местности Севера, отмечены наиболее низкие значения ДТ, снижение, по сравнению с контролем, составило до 5 см ( $p < 0,05$ ). При этом достоверно снижены интегральные показатели кардиореспираторной системы — физическая работоспособность ( $PWC_{170}$ ) и максимальное потребление кислорода (МПК), наименьшие значения которых отмечались у детей с большим северным «стажем» — от 7 до 9 и более лет. У мальчиков с большим северным «стажем» отме-

чено повышение частоты пульса и ДАД в покое. Преобладающим типом реакций сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку у сельских детей был нормотонический, хотя 17% мальчиков и 39% обследуемых девочек неадекватно реагировали на нагрузочный тест, причем гипотонический тип реакций более характерен для девочек, гипертонический — для мальчиков.

У городских детей достоверная разница с контролем по показателям физического развития отсутствовала, только у девочек с большим северным «стажем» отмечено значимое ( $p < 0,05$ ) снижение массы тела — на 4,6 кг, по сравнению с контролем. Однако, анализ состояния сердечно-сосудистой системы выявил, что у большинства обследованных городских детей-северян наблюдалось повышение ЧСС в покое, по сравнению с контролем. При этом, уровень АД и СО был ниже контрольных значений во всех группах детей, разделенных по северному «стажу» — с минимальным (1–3 года), средним (4–6 лет) и максимальным (7–9 лет) «стажем» (при  $p < 0,001$ ; 0,001; 0,01, соответственно). При этом, разницы с контролем в значениях МОК не обнаружено. Следовательно, необходимая величина сердечного выброса у детей-мигрантов Севера обеспечивается более затратным, невыгодным для организма физиологическим механизмом — увеличением ЧСС, ведущим к повышенному расходованию хронотропного резерва сердца уже в состоянии покоя.

Анализ индивидуальных реакций сердечно-сосудистой системы городских школьников на нагрузочное тестирование показал уменьшение благоприятных типов реакций у городских детей, по сравнению с сельскими: если нормотонический тип отмечен у 82,6% сельских мальчиков и у 60,6% девочек, то у городских только у 47,4 и 50,7% мальчиков и девочек, соответственно. У остальных детей отмечались неадекватные реакции по типу гипо- и гипертонических.

Наиболее оптимальными были показатели детей пришлого населения первого поколения, родившихся и постоянно проживающих в условиях Севера. Несмотря на меньшие размеры тела, и пропорции, неуклонно приближающиеся к таковым у коренных жителей, абсолютные и относительные величины жизненной емкости легких у них практически не отличались от контрольных значений, что свидетельствует о формировании северного морфофункционального типа, с крупной, цилиндрической формы, грудной клеткой, на что указывают в своих работах

многие исследователи (Алексеева, 1986; Жвавый с соавт., 1997; Койносов с соавт., 1999).

Установленное снижение уровня аэробной производительности организма (МПК) в сравнении с контролем, выявленное во всех исследуемых группах городских школьников обоого пола, распределенных по северному «стажу», указывает на снижение функциональных резервов детского организма в условиях проживания в северном городе (рис. 5). При этом разница показателей в зависимости от пола сохранилась: МПК мальчиков выше, чем у девочек.

МПК линейно связано с размерами тела (Rutenfranz, 1990) и отражает изменения, связанные с образом жизни и питанием (Shvartz, 1990), поэтому его снижение у детей на Севере легко объяснить. Обеспечение необходимого уровня физической работоспособности у северян поддерживается компенсаторными механизмами: увеличением легочной вентиляции, нарастанием скорости кровотока, увеличением количества эритроцитов на фоне снижения гемоглобина и кислородной емкости крови, что отмечалось ранее (Орехов, Захарова, 1988), в том числе и нами отмечено увеличение легочной вентиляции, ЧСС и МОК у детей более младшего — 7-летнего возраста.

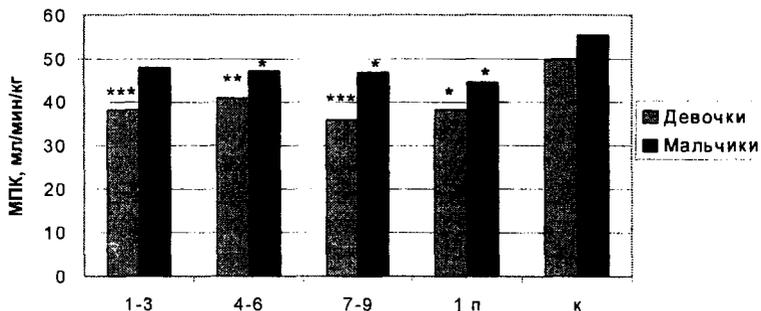


Рис. 5. Аэробная производительность у городских школьников Севера

Примечание: 1-3, 4-6, 7-9 — «стаж» на Севере; к — контроль  
1 п — первое поколение мигрантов Севера

Оценка результатов обследования детей критического возрастного периода — в т. н. возрасте «кризиса 7 лет», также показала значимое отставание от сверстников из средних широт по основному антропометрическому признаку — ДТ ( $p < 0,01$ ). Ха-

рактерным для детей этого возраста, как и для более старших, явилось наличие большого количества отклонений в физическом развитии. При этом в 7 лет северяне не отличались от контроля по МТ— показателю текущего состояния организма, но имели более узкую грудную клетку — ОГК, что не было свойственно детям в возрасте 9–11 лет. Возможно, это связано с началом децелерации развития, отмечаемой нами ранее у детей в условиях средних широт региона (Гребнева, Загайнова, 2000).

Существенные различия с контролем выявил анализ распределения индивидуальных антропометрических признаков 7-летних детей по сигмальным интервалам. Количество средних значений ДТ и ОГК среди северян оказалось больше, по сравнению с контролем; с ростом «ниже среднего», было одинаковое количество детей, как на Севере, так и в контрольной группе, а процент сдвига показателей в сторону «выше средних» и «высоких» превалировал в контроле. Среди детей-северян увеличена доля с избытком МТ, что может быть связано с понижением уровня обменных процессов у части жителей высоких широт и обусловленным снижением резервных возможностей щитовидной железы (Ematian et al., 1993; Лутов с соавт., 1997; Паршин с соавт., 1997). Не исключено, что дисгармоничное развитие детей на Севере связано с нерациональным, однообразным питанием, при котором не учитываются возрастные особенности развития и специфика обмена веществ в условиях холодного климата. О том, что построение специальных пищевых рационов, разработка индивидуальных режимов труда и отдыха, а также питания, с употреблением необходимых естественных антиоксидантов является жизненной необходимостью для жителей Севера известно давно (Раппопорт, 1979; Пятерикова с соавт., 1991). Тем не менее, исследования в этом направлении показывают, что большая часть жителей северных регионов до сих пор страдает витаминной недостаточностью; соотношение основных классов питательных веществ, поступающих в организм северян с пищей, далеко от оптимального (Сафронов, 1995; Суханов, Королев, 1997).

Трактуя повышение встречаемости средних значений основных антропометрических признаков у детей 7 лет, можно отметить, что в популяциях различных животных наиболее приспособленными оказываются особи со средними значениями количественных признаков (Mauger, 1963). То же показано и для человека — наименьший

уровень отклонений в состоянии здоровья свойственен детям, у которых отмечаются средние значения антропометрических параметров (Дубинин с соавт., 1976; Никитюк, Чтецов, 1990; Максимова, 1993). Формирующийся на Севере морфофункциональный тип ребенка характеризуется практическим отсутствием крайних форм изменчивости, что, по-видимому, является специализированной формой реакции организма на суровые климатические условия.

Выявлено увеличение ЧД у девочек ( $p < 0,01$ ) и мальчиков-северян ( $p < 0,001$ ), по сравнению с контролем. При этом не отмечено разницы между полами по величине ДО. Достоверным было повышение легочной вентиляции (МОД) за счет увеличения ЧД у мальчиков ( $p < 0,01$ ) и девочек ( $p < 0,001$ ) в условиях покоя, что можно расценивать, как компенсаторную реакцию на устойчивый ацидотический сдвиг крови, возникающий вследствие гиповентиляции при дыхании холодным воздухом (Рощевский с соавт., 1992). Увеличение вентиляции легких обуславливается повышенной нагрузкой на сердечно-сосудистую систему, которая проявлялась в повышении встречаемости высоких значений ЧСС, САД и ДАД у обследуемых нами 7-летних детей, по сравнению с контролем.

Значительно снижена, по сравнению с контролем ( $p < 0,001$ ), аэробная производительность организма (МПК) 7-летних детей, что, как известно, может отражаться и на снижении умственной работоспособности детей, адаптирующихся в этом возрасте к систематическому школьному обучению (Антропова, Соколова, 1996). Так, средние величины относительного уровня МПК составили для мальчиков —  $44,8 \pm 0,35$ , для девочек —  $39,9 \pm 0,48$  мл/мин./кг, тогда как контрольные значения, соответственно, равны  $55,1 \pm 0,4$  и  $44,4 \pm 0,3$  мл/мин./кг.

Мы полагаем, что выявленные особенности физического развития, низкие величины аэробной производительности у детей-мигрантов в возрасте «кризиса 7 лет», этапе онтогенеза, который связан с началом основного вида трудовой деятельности ребенка — школьным обучением, отражают снижение функционального резерва организма, свидетельствуя о высокой «плате» за адаптацию к экстремальным условиям макро- и микросреды, о незавершенности адаптивного процесса.

**Функциональная асимметрия.** Влияние профиля функциональной межполушарной асимметрии на формирование морфофункционального статуса изучалось в условиях Крайнего Севера ЯНАО. В ре-

зультате экспериментальных исследований с выявлением сенсорных и моторных предпочтений (доминирующих сторон органов слуха и зрения, ведущих руки и ноги) установлено, что встречаемость право- и леволатеральных фенотипов у подростков 13–15 лет пришлого и коренного населения (ненцы) Севера неодинакова (рис. 6).

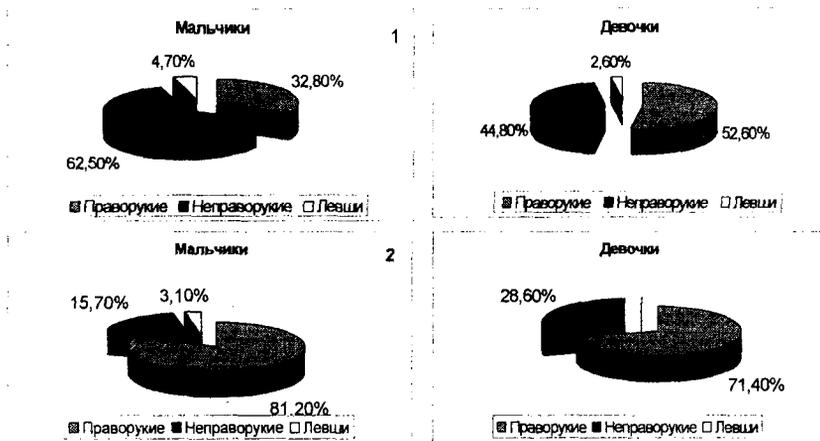


Рис. 6. Распределение обследованных детей коренного (1) и пришлого (2) населения по латеральным фенотипам

Большой процент подростков с преимущественным преобладанием правосторонних признаков выявлен среди пришлого населения (родившихся на Севере), тогда как преобладание признаков синистральности более характерно для коренных жителей. Большее количество детей с преобладанием признаков синистральности, условно названных нами «неправорукие», встречался среди коренных мальчиков. Среди детей-мигрантов с такими признаками оказалось несколько больше девочек, чем мальчиков, видимо в условиях Севера это определяет большую адаптоспособность женского организма.

Проведенное исследование выявило зависимость уровня физического развития обследуемых подростков от принадлежности к латеральному фенотипу. Установлено, что большие величины длины, массы тела, обхвата груди, а также силы мышц кистей рук отмечались у мальчиков с преимущественным преобладанием признаков синистральности или симметрии в латеральном фенотипе, «неправоруких». Только среди «неправоруких» под-

ростков было выявлено наличие четких признаков полового диморфизма по показателям физического развития: после второго биологического ростового перекреста «неправорукие» мальчики, как коренные, так и пришлые, опережали девочек по основным антропометрическим признакам.

Отсутствие разницы по полу по этим признакам у детей в 13–15 лет предполагает задержку в физическом развитии, которая и была характерна для детей пришлого населения, более выраженную у детей с преобладанием признаков доминирования левого полушария.

Оценка функционального состояния системы кровообращения, как индикатора состояния целостного организма, показала, что, как и в предыдущих сериях исследования, ЧСС у подростков на Севере повышена ( $p < 0,05$ ) уже в покое, по сравнению с контролем (средняя полоса). Повышение ЧСС было более характерно для подростков с преобладанием признаков праволатеральности в фенотипе, преимущественно коренных девочек по сравнению с теми, у которых ярко выражены признаки леволатеральности.

Расчет индекса функциональных изменений (ИФИ) по методу Р. М. Баевского, А. П. Берсеновой (1997) выявил, что наибольшими значениями индекса отличались русские подростки пришлого населения с преобладанием в латеральном фенотипе признаков доминирования левого полушария, у мальчиков с достоверностью при  $p < 0,001$ , девочек — при  $p < 0,05$ , что подтверждает предположение о больших адаптационных возможностях «неправоруких» детей в условиях Севера (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели физического развития и индекс функциональных изменений у подростков пришлого населения Севера ( $M \pm m$ )**

Группы	Профиль асимметрии	ДТ, см	МТ, кг	Динамометрия (лев. рука)	ИФИ, усл.баллы
Мальчики, n - 32	праворукие	159,0 ± 1,4	48,5 ± 2,0	19,7 ± 1,5	1,87 ± 0,01***
	неправорукие	170,7 ± 3,4 **	61,5 ± 3,5 *	30,1 ± 3,0 *	1,61 ± 0,02
Девочки n - 28	праворукие	161,6 ± 1,5	52,3 ± 1,4	11,8 ± 1,7	1,72 ± 0,08 *
	неправорукие	160,0 ± 3,0	52,6 ± 3,2	13,7 ± 2,8	1,60 ± 0,07

Согласно рассчитанным индивидуальным значениям ИФИ, у обследуемых подростков определялись стадии адаптации. Среди пришлых (русских) праворуких мальчиков только 50% находи-

лось на стадии удовлетворительной адаптации, у остальных выявлено напряжение адаптационных механизмов (37%) и неудовлетворительная адаптация (12,5%).

Среди «неправоруких» русских мальчиков процент детей, отнесенных в группу с напряжением механизмов адаптации, также высок, но не отмечено ни одного случая неудовлетворительной адаптации. По сравнению с мальчиками, у девочек наблюдались лучшие показатели, так у 57% северянок с преобладанием праволатерального фенотипа отмечена стадия удовлетворительной адаптации, у остальных — стадия напряжения; в то же время все 100% девочек с преобладанием в латеральном фенотипе признаков синистральности находились на стадии удовлетворительной адаптации, что, по-видимому, связано с большей пластичностью и адаптоспособностью женского организма.

Таким образом, в условиях Крайнего Севера (ЯНАО) установлено наличие разной встречаемости типов функциональной межполушарной асимметрии среди детей подросткового возраста: большее количество собственно синистралов и детей с преобладанием признаков синистральности выявлено среди детей коренного населения по сравнению с пришлым; у детей прошлого населения с преобладанием правополушарного доминирования отмечались более высокие, достигнутые к возрасту 13–15 лет, уровень физического развития и адаптационные возможности. Адаптационный потенциал у девочек выше, по сравнению с мальчиками.

**Влияние повышенных физических нагрузок.** Известно, что двигательная активность выполняет значительную роль в формировании здорового образа жизни. На Севере, где дети вынуждены большую часть времени проводить в закрытых помещениях, двигательная активность часто снижена, что отрицательно сказывается на функциональном состоянии организма. С другой стороны, в литературе имеются сведения о том, что повышение физических нагрузок при адаптации к условиям Севера также не всегда способствуют сохранению здоровья ребенка (Пономаренко, 1986).

В результате, проведенного исследования влияния занятий спортом на организм мальчиков, испытавших эффект миграции на Север в раннем детстве, и находящихся на возрастном этапе препубертата (10–11 лет), выявлено, что высокие физические на-

грузки негативно сказываются на функциональном состоянии организма. Мальчики, активно занимающиеся спортом (лыжи, коньки, хоккей) на Севере (3–4 тренировки в неделю + 2 урока физкультуры в школе, соревнования, общая продолжительность занятий спортом — 2–3 года), отстают от своих сверстников, занимающихся спортом в Тюмени (контроль), по величине всех основных антропометрических параметров — ДТ ( $136,3 \pm 2,6$  против  $147,4 \pm 1,3$ , при  $p < 0,001$ ), МТ ( $28,0 \pm 1,3$  против  $38,8 \pm 1,4$ , при  $p < 0,001$ ), ОГК ( $70,8 \pm 1,3$  против  $75,4 \pm 1,1$ , при  $p < 0,05$ ), общей поверхности тела ( $0,96 \pm 0,16$  против  $1,4 \pm 0,03$ , при  $p < 0,05$ ). В то же время, у занимающихся спортом детей, как на Севере, так и в условиях средних широт, отмечены одинаковые значения экскурсии легких ( $62 \pm 0,5$  и  $62 \pm 0,3$  см), что подтверждает имеющиеся сведения о формировании в условиях Севера грудной клетки «северного типа», обеспечивающей более высокие вентиляционные возможности легочной системы. Распределение обследуемых школьников по группам физического развития выявило, что среди мальчиков, занимающихся спортом на Севере, количество детей с гармоничным физическим развитием мало отличалась от детей, не занимающихся спортом, составляя 50–66% от общего числа обследуемых. Соотношения антропометрических признаков, определяющих пропорциональность и гармоничность физического развития северян, связаны со структурными преобразованиями, которые заключаются не только в уменьшении размеров, но, видимо, и в снижении относительной поверхности тела, позволяющей снизить теплоотдачу организма в условиях холодного климата. Направление вектора изменений формы тела и его пропорций стремится приблизиться к форме тела коренных жителей этих мест, в результате чего должны постепенно формироваться особенности адаптивного типа северянина. По Т. И. Алексеевой (1986) для сибирского «северного типа» характерно снижение длины туловища и ног, но при увеличении МТ и ОГК, тогда, как у большинства, обследуемых нами мальчиков, отмечены дефицит МТ и низкие значения ОГК, не соответствующие их возрасту и росту. Снижение МТ, узкогрудость, астенизация телосложения современных подростков-мигрантов Севера, связано, на наш взгляд, с резким ухудшением социально-экономических условий, ухудшением питания вследствие падения уровня жизни населения. Формирующийся адаптивный тип северянина, в этих условиях не совсем полноценен.

Анализ индивидуальных реакций мальчиков на выполняемую нагрузку показал, что по нормотоническому типу реагировало около 40%, у остальных реакции сердечно-сосудистой системы были неадекватными — либо по гипертоническому, либо по нормотоническому — неблагоприятному типу, когда период реституции показателей пролонгирован. Наибольшее количество реакций по гипертоническому типу выявлено среди северян, причем, в группе, активно занимающихся спортом, по сравнению с контролем процент гипертонических реакций повысился с 42 до 67%. Таким образом, физические нагрузки тренировочного процесса явились явно чрезмерными для детей-мигрантов Севера, испытывающих влияние и других неблагоприятных внешних (природных, экологических, социальных) и внутренних (возрастной период препуберта, психологическое напряжение, связанное с высокой мотивацией достижения спортивного результата) факторов (рис. 7).

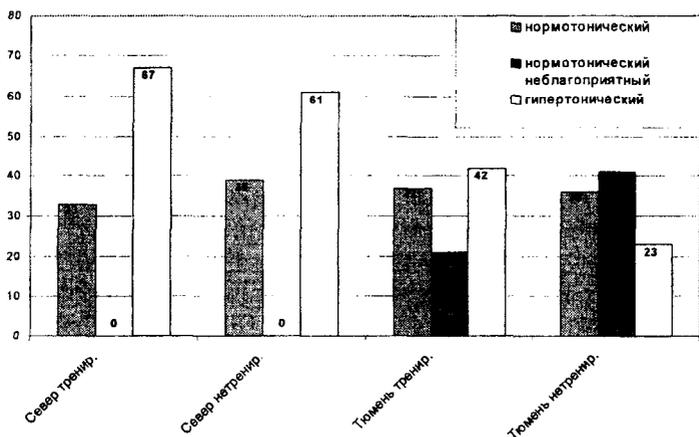


Рис. 7. Типы реакций на физическую нагрузку мальчиков, занимающихся и не занимающихся спортом (%)

Крайне противоречивыми являются данные литературы о результатах определения величины СО у детей: некоторые исследователи сообщают о его снижении у спортсменов, по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, другие утверждают, что СО спортсменов существенно выше, чем у нетренированных (Земцовский, 1995). По сведениям третьих (Меерсон с соавт., 1985; Шхвацабая, 1981) величина СО у тренированных и

нетренированных практически одинакова. Мы склоняемся к последнему, так как в наших исследованиях достоверной разницы в величинах  $\text{CO}$ , занимающихся спортом, как в условиях высоких, так и средних широт не установлено, они составляли в среднем  $40,9 \pm 3,4 - 42,0 \pm 1,0$  мл.

Закономерное повышение МОК после нагрузки у мальчиков на Севере носило специфический характер. В связи с тем, что ЧСС уже в состоянии покоя у северян была выше по сравнению с контролем, ее увеличение после нагрузки оказалось меньшим, составляя до 60%, по сравнению с начальным уровнем. При этом ударный объем в результате нагрузки возрастал у тренированных — на 26, у нетренированных северян — на 38%. Следовательно, необходимый прирост МОК у северян, во время нагрузки осуществлялся за счет двух приспособительных механизмов: роста ЧСС и величины  $\text{CO}$ . В контрольной группе у детей использовался другой механизм: МОК возрастал исключительно за счет повышения ЧСС, тогда как  $\text{CO}$  не менялся, а в некоторых случаях происходило его снижение по сравнению с исходным уровнем. Известно, что у нетренированных взрослых мужчин при нагрузке увеличение МОК обычно так и происходит — преимущественно за счет роста пульса. У спортсменов на фоне брадикардии в нагрузке наблюдается гораздо меньшая ЧСС, поэтому величина МОК возрастает не так значительно, как у нетренированных. По нашим данным, величина прироста МОК у мальчиков-спортсменов на Севере после нагрузки была меньше, чем у мальчиков, не занимающихся спортом, что совпадает с вышесказанным, т. е. физиологические механизмы увеличения МОК в результате физической нагрузки у мальчиков в 10–11 лет практически не отличались от соответствующих механизмов взрослых мужчин.

Для нивелирования индивидуальных различий МОК, связанных с ростом и весом, использовался показатель сердечного индекса (СИ). Так как рост, масса и поверхность тела северян, занимающихся спортом, меньше по сравнению со сверстниками из контрольной группы, то величина СИ у них, естественно, больше, чего не должно наблюдаться у спортсменов, вследствие экономизации функций. Потребность миокарда в кислороде принято оценивать по величине ДП (Robinson, 1967, Шхвацабая с соавт., 1978), причем его значения тесно коррелируют с результатами прямого измерения потребленного миокардом кис-

лорода (Липовецкий, 1985; Смирнов, Чурина, 1991). По нашим данным, величины ДП, так же, как и СИ, у северян достоверно выше по сравнению с контролем (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели системы кровообращения мальчиков 10–11 лет, занимающихся и не занимающихся спортом на Севере (M±m)**

Группа	ЧСС, уд. мин.	ДАД, мм рт. ст.	СрГД, мм рт. ст.	СИ, л/м <sup>2</sup>	ДП, усл. ед.
1	102,0±2,7*** <sup>(1,3)</sup>	56,7±4,9	69,5±3,3	3,7±0,1*** <sup>(1,3)</sup>	88,9±2,5*** <sup>(1,3)</sup>
2	100,0±2,4*** <sup>(2,4)</sup>	61,6±1,5*** <sup>(2,4)</sup>	74,5±1,7*** <sup>(2,4)</sup>	3,1±0,1** <sup>(2,4)</sup>	92,6±3,4*** <sup>(2,4)</sup>
3	78,0±1,4	54,0±1,6	69,0±2,2	2,3±0,1	67,3±1,6
4	80,1±1,8	48,5±1,8	62,0±1,8	2,6±0,1	64,5±2,4

*Примечание:* занимающиеся — 1 и не занимающиеся спортом — 2 на Севере; 3,4 — контроль (3-занимающиеся, 4 — не занимающиеся спортом). В скобках — номера сравниваемых групп

О повышении потребности сердечной мышцы в кислороде у обследованных мальчиков-мигрантов можно судить и по увеличению ЧСС в состоянии покоя, как у тренированных, так и у нетренированных ( $p < 0,001$ ), а также по росту СрГД и ДАД, по сравнению с контролем, достоверному у нетренированных ( $p < 0,01$ ).

Таким образом, полученные нами данные, свидетельствуют, что в возрасте 10–11 лет организм мальчиков-мигрантов на специфические условия Севера реагирует существенным повышением потребности миокарда в кислороде по сравнению со своими сверстниками, проживающими в условиях средних широт. Это, несомненно, приводит к большим энергозатратам на работу сердечно-сосудистой системы у северян по сравнению с жителями средних широт.

Установлено, что величины вегетативного индекса Кердо (ВИК) у мальчиков во всех группах имели положительное значение, свидетельствуя о преобладании в регуляции деятельности системы кровообращения симпатических влияний, что обычно происходит при интенсификации процессов метаболизма. В контрольной группе тюменских детей отмечено снижение ВИК у тренированных по сравнению с нетренированными детьми. Сопоставление значений ВИК между, занимающимися и не занимающимися спортом, северянами различий не выявило. При этом значения ВИК северян были более высокими по сравнению с контролем, различия достоверны в группах занимающихся спортом ( $p < 0,05$ ) (табл. 4).

**Вегетативный индекс Кердо у мальчиков 10–11 лет, занимающихся и не занимающихся спортом на Севере ( $M \pm m$ )**

Группы	ВИК, усл. ед., северяне	ВИК, усл. ед., контроль
1 – занимающиеся спортом	$39,6 \pm 2,7$ * (с, к)	$30,1 \pm 1,0$
2 – не занимающиеся	$38,2 \pm 1,3$	$39,6 \pm 1,4$ ** (1,2)

Примечание: \* (с, к) — достоверность различий между северянами и контролем при  $p < 0,05$ ; \*\* (1,2) — различия между группами при  $p < 0,01$

Известно, что симпатический отдел включается в регуляцию системы кровообращения только в чрезвычайных ситуациях: при больших физических и психических нагрузках (Удельнов, 1985). В нормальных условиях существования парасимпатический отдел вполне способен обеспечить как ускорительные, так и тормозные влияния на сердце, взаимодействуя с сердечными регуляторными механизмами. В нашем случае присутствует влияние на состояние обследуемых как повышенных физических нагрузок, так, по всей вероятности, и напряжения в психической сфере, связанного с высокой мотивацией достижения успеха как при занятиях спортом, так и в учебе, основной трудовой деятельности школьников.

Отличительной особенностью развития детей, активно занимающихся спортом на Севере, явилось снижение уровня физической работоспособности, как в абсолютных, так и в относительных величинах ( $p < 0,05$ ), соответствующее выявленному уменьшению тотальных размеров тела (рис. 8).

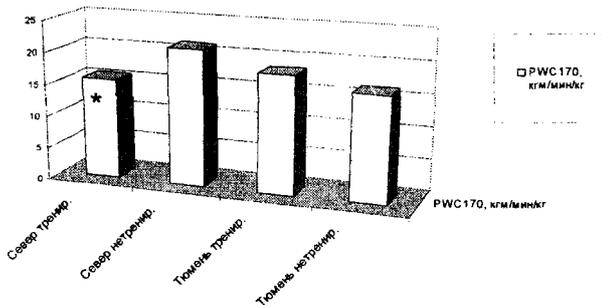


Рис. 8. Снижение уровня физической работоспособности мальчиков, занимающихся спортом на Севере

Таким образом, закономерным для развития мальчиков, занимающихся спортом в условиях Севера, является наличие расогласований в приспособительных структурных и функциональных изменениях организма: с одной стороны снижение тотальных размеров — длины, массы, поверхности тела; с другой — достаточные вентиляционные возможности легких, обеспечиваемые легочной экскурсией и величиной ЖЕЛ, обусловленные формированием грудной клетки «северного типа». Однако, со стороны сердечно-сосудистой системы отмечена повышенная потребность миокарда в кислороде, о чем косвенно свидетельствуют повышение ЧСС в покое, увеличение СИ и ДП, а также преобладание симпатических влияний на деятельность системы кровообращения, связанное с усилением процессов метаболизма и свидетельствующее о напряженном функционировании, приводящем к снижению функционального резерва. Следовательно, в условиях Севера занятия спортом мальчиков-мигрантов усиливают функциональное напряжение в деятельности организма. По-видимому, сказывается и влияние внутренних возрастных преобразований препубертата, поэтому необходим очень тщательный отбор в группы занимающихся спортом детей с обязательным предварительным тестированием функционального состояния, научно обоснованной направленностью тренировочного процесса и учетом возрастных особенностей занимающихся.

**Влияние места проживания (город-село) на развитие детей в условиях средних широт.** Негативные влияния условий окружающей среды сильнее сказываются на детях младшего возраста. Изучая физическое развитие дошкольников, мы выявили, что у городских детей до 4-6 лет отсутствует разница по полу в основных антропометрических признаках — ДТ, МТ и ОГК. В то же время, в результате, проведенного нами 10 лет назад, обследовании детей такого же возраста (Гребнева, 1993) были установлены большие величины этих параметров у мальчиков, по сравнению с девочками, для детей со средним (нормальным) уровнем физического развития. Было показано отсутствие половых различий в тотальных размерах тела только у детей с отклонениями от среднего уровня развития, что подтверждалось и данными зарубежных авторов (Himmelgreen, 1991). В отечественной литературе неоднократно отмечалось, что степень полового диморфизма более выражена в оптимальных условиях среды и существенно снижается при их ухудшении (Миклашевская с соавт., 1973; 1988; Никитюк, 1978; 1990;

Хрипкова с соавт., 1994; Позднякова, 1996). Таким образом, сниженные степени полового диморфизма по основным антропометрическим признакам у современных дошкольников, по-видимому, связаны с уменьшением процента детей со средним (нормальным) уровнем физического развития как вследствие падения уровня жизни населения, так и ухудшения состояния окружающей среды.

Сопоставление параметров городских и сельских дошкольникам выявило, что до 5-летнего возраста по ДТ и МТ достоверных различий нет, но по ОГК дети из села больше, чем из города. С 6 лет сельские дети становятся больше городских по всем основным параметрам физического развития. Отставание в физическом развитии городских детей, вероятнее всего, является следствием влияния не только социальных условий, но и факторов урбанизации, отмечаемых неоднократно в других областях страны и за рубежом (Ямпольская, 1993; 1996; Cristescu et al., 1993; Glavce et al., 1995). По нашим и литературным данным, девочки более подвержены их влиянию, по сравнению с мальчиками (Марчик с соавт., 1995; Ямпольская, 1998). Не исключено, что с этим связано отодвигание сроков полового созревания (Алексеева, 1989; Баранов, 1998) и возникновение разнообразной гинекологической патологии (Разумов с соавт., 1997; Сухарева, Куинджи, 1998; Хрипкова, 1999).

**Функциональные показатели городских и сельских детей.** Проявление возрастных особенностей и нарушений в функционировании системы кровообращения отчетливее при тестировании организма с помощью физических нагрузок, близких к тем, с которыми дети сталкиваются в реальных условиях жизни. Если с возрастом сельские дети демонстрировали закономерное снижение этого показателя, то у городских дошкольников возрастная динамика ЧСС была иной — наиболее выраженный прирост ЧСС в результате выполнения нагрузочного теста наблюдался именно у городских детей. Изучение адаптивных реакций сердца в возрастном аспекте выявило более низкие адаптивные возможности 4–5-летних детей по сравнению с 6–7-летними, у некоторых из них установлено снижение эффективности работы сердца. На этот счет существуют разные мнения. Одни исследователи считают, что, чем меньше возраст, тем чаще после нагрузки малая величина систолического выброса у детей компенсируется большей ЧСС (Король, 1981; Абросимова с соавт., 1981). По мнению других, под влиянием физических нагрузок у дошкольников происходит увеличение эффек-

тивности работы сердечно-сосудистой системы, обусловленного приростом минутного объема за счет сердечного выброса (Кассирский с соавт., 1990; Граевская с соавт., 1995; Иванов с соавт. 1998). В. Л. Карпман (1968) утверждал, что минутный объем должен увеличиваться в основном за счет роста СО во всех возрастных группах. А у детей младшего возраста ударный объем при нагрузке может возрастать и за счет более полного изгнания крови из полости левого желудочка, т. е. может быть вызван мобилизацией контрактильной способности миокарда (Исаев с соавт., 1993).

По нашим данным обеспечение необходимого уровня МОК во время физической нагрузки у обследованных дошкольников обеспечивалось разными физиологическими механизмами: у городских — преимущественно за счет выраженного прироста ЧСС, при этом СО либо оставался на прежнем уровне, либо незначительно увеличивался. Такой механизм повышения МОК связан с расходом функционального резерва, в данном случае хронотропного резерва сердца. У дошкольников из сельской местности повышение МОК обеспечивалось по-другому: умеренным увеличением частоты сердечных сокращений и таким же повышением систолического выброса, что является более рациональным (рис. 9).

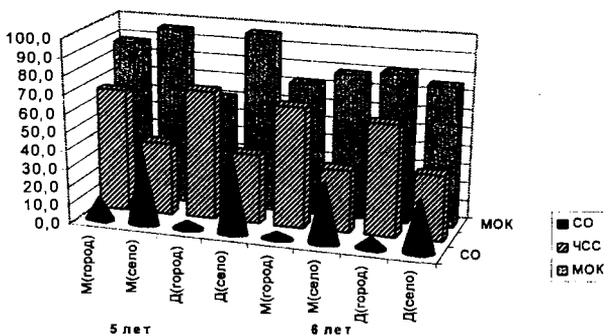


Рис. 9. Соотношения параметров сердечного выброса и ЧСС у детей после физической нагрузки (%)

По мере взросления уровень АД закономерно повышается, что отмечается во всех исследованиях, проведенных на детских популяциях (Осколкова, 1976; Калужная, 1980; Розанов с соавт., 1990; Gerber, 1995; Александров, Розанов, 1998). По нашим данным, более высокий уровень АД, коррелирующий с большей массой

тела, отмечался у сельских детей по сравнению с городскими, хотя его средние значения и не превышали величин, приведенных в литературе для здоровых детей этого возраста из других регионов (Киеня, Бандажевский, 1996; Доскин с соавт., 1997).

В ответ на физическую нагрузку умеренной и большой мощности АД у детей обычно увеличивается, исключение составляют тренированные дети, у которых преобладает реакция уменьшения ДАД (Мотылянская, 1987). Анализ индивидуальных реакций системы кровообращения на нагрузочное тестирование показал, что большинство обследованных детей реагировали на нагрузку по нормотоническому типу — небольшим повышением САД при постоянном ДАД, при этом увеличение пульса не превышало 50% от исходного уровня, как и должно быть у практически здоровых. В то же время, среди детей был выявлен неадекватный, гипотонический тип реакций, для которого характерно увеличение ЧСС при незначительном изменении САД, при этом ДАД, а, следовательно, и ПД не менялись. Наличие у детей гипотонических (астенических) реакций соответствовало выявленным особенностям гемодинамики, которые подтверждают, что повышение функции кровообращения, вызванное физической нагрузкой, обеспечивается не увеличением ударного объема (поскольку ПД повышается незначительно или не изменяется), а исключительно увеличением ЧСС, что может иметь место, как в состоянии переутомления, при сердечной недостаточности, так и у детей, рековалесцентом (Дворецкий с соавт., 1992). Среди городских дошкольников реакции подобного типа встречались в 2 раза чаще, по сравнению с сельскими сверстниками. Выявленные различия в адаптационных реакциях на физическую нагрузку у детей 4–6 лет, по-видимому, являются возрастными особенностями формирования сердечно-сосудистой системы и зависят от становления регуляторного звена, которое, в свою очередь, связано с уровнем физического развития детей и местом жительства (город–село).

Таким образом, отмеченные у городских дошкольников, явления грацилизации, астенизации телосложения, сопровождались функциональными сдвигами. На наш взгляд, это может являться, как следствием отрицательного влияния урбанизации на состояние здоровья детей, так и недостатка внимания к занятиям физической культурой, что подтверждается анализом методических материалов по физическому воспитанию в дошкольных образовательных учреждениях и наблюдением за их проведением.

Изучение показателей системы кровообращения у детей 9-летнего школьного возраста также выявило ряд особенностей. Хотя основные тенденции в развитии кровеносной системы не нарушались, ряд возрастных и адаптационных изменений носят у дошкольников и школьников различный характер — отмечено значимое повышение уровня САД и ДАД у городских школьников, по сравнению со сверстниками из села ( $p < 0,05$ ). Проведение нагрузочной пробы выявило, что при выраженном увеличении ЧСС, составившем более 70%, систолический выброс ощутимо возрастал только у сельских школьников.

Общее количество адаптационных дисрегуляторных реакций в ответ на нагрузочное тестирование и их соотношение в группах сельских и городских детей, указывали на менее благоприятный в прогностическом отношении характер этих реакций у городских школьников, по сравнению с сельскими. Подобные нашим данные опубликованы за рубежом: отмечено, что более высокой работоспособностью, по сравнению с городскими, отличаются школьники из сельской местности, с большим процентом времени, отводимым на двигательную активность (Panter-Brich, 1996).

**Состояние вегетативных механизмов регуляции** является определяющим фактором в адаптации организма к условиям окружающей среды (Баевский с соавт., 1984; Иванов с соавт., 1998). Применение метода вариационной пульсометрии позволило оценить состояние вегетативного гомеостаза у дошкольников (4–6 лет) и детей, приступивших к систематическому школьному обучению (7–8 лет). Классификация ритмограмм детей с разной степенью преобладания СНС или ПСНС выявила значительное увеличение с возрастом количества детей с умеренным преобладанием тонуса ПСНС — с 12–16% среди дошкольников до 30–37% среди детей школьного возраста. В то же время, по достижении 8 лет наблюдалось снижение процента детей, регуляция сердечной деятельности которых характеризовалась сохранением вегетативного равновесия — с 85 до 60–70%. У 20% девочек и 40% мальчиков с дефицитом МТ выявлена большая степень централизации управления сердечным ритмом и преобладание симпатических влияний. Дисгармоничность развития детей с дефицитом МТ сопровождалась увеличением коэффициента переходного процесса, отставанием в темпе становления парасимпатических влияний на ритм сердца.

Выявлено, что в дошкольном возрасте больший процент детей с высокой степенью устойчивости регуляторных механизмов отмечался среди мальчиков. Однако с началом систематического школьного обучения снижение устойчивости регуляции сердечного ритма носило более выраженный характер именно у них (табл. 5).

Таблица 5

**Уровень устойчивости регуляции кровообращения детей  
(по данным вариационной пульсометрии), n=226**

		4-6 лет		7-8 лет	
		мальчики	девочки	мальчики	девочки
+2	Дисрегуляция с преобладанием СНС				
+1	Дисрегуляция центрального типа	30,0%	23,8%	26,0%	20,0%
0	Устойчивая регуляция	48,0%	38,8%	32,4%	32,5%
-1	Переходный процесс	11,0%	13,6%	21,8%	25,0%
-2	Дисрегуляция с преобладанием ПСНС	11,0%	23,8%	19,2%	22,5%

Разнотипные реакции различных регуляторов системы кровообращения могут наблюдаться в различных ситуациях: при быстрой перестройке кровообращения на новый уровень функционирования — опережающее включение одних систем регуляции по сравнению с другими; при патологических изменениях в организме, влияющих на состояние определенных звеньев системы регуляции; при функциональном рассогласовании разных уровней регуляции. По нашим данным, у детей младшего школьного возраста среди девочек осталось прежним, а среди мальчиков возросло, по сравнению с дошкольниками, число детей, с явлениями дисрегуляции с преобладанием ПСНС. Преобладание ПСНС может быть обусловлено высокой экономизацией энергетических и метаболических процессов, например, у спортсменов. Однако чаще такой характер носят нарушения регуляции при снижении резервных возможностей, перенапряжении и астенизации организма (Казначеев с соавт., 1996; Баевский, Тазетдинов, 1996), что, вероятнее всего, и наблюдается у обследованных нами детей в динамике адаптивного процесса к обучению в школе. В школьном возрасте у детей не произошло, как этого можно было ожидать, снижения количества дисрегуляций центрального типа, что наблюдается при возбуждении центральных механизмов управления, влияющих как на симпатический, так и на парасимпатический.

кий отделы ВНС. Такого рода состояния обычно сопутствуют умственному утомлению, физическому перенапряжению.

**Эпохальный сдвиг в развитии.** Так как экологические факторы, воздействующие на городскую популяцию, имеют в основном антропогенный характер, то уже само это обстоятельство предполагает иные ответные биологические реакции. Известно, что явление акселерации роста и развития впервые было зарегистрировано именно при изучении детских контингентов городов и было свойственно им в большей степени, чем сельским популяциям (Алексеева, 1986; Никитюк, 1990). По данным НИИ антропологии МГУ, городское население, как взрослое, так и детское, отличалось от сельского более крупными размерами тела, более развитым жировым компонентом и большим процентом астенических и пикнических типов. Важную роль играет наследуемость типа телосложения, а также то, что демографические процессы среди городского населения отличаются определенной спецификой. Население крупных городов по сравнению с популяциями малого объема испытывает более интенсивное давление мутационного процесса (Бочков, 1974; Бочков с соавт., 1994). В городских популяциях также действуют факторы отбора, а, следовательно, идут адаптивные процессы, которые могут отражаться на морфофизиологических признаках.

По рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (WHO, 1987) для антропологической характеристики эволюционных процессов в популяции измерение тотальных размеров тела и функциональных показателей детей необходимо проводить не реже, чем один раз в 10 лет. Опираясь на эти рекомендации, мы провели сравнительный анализ морфологических и функциональных параметров детей дошкольного и младшего школьного возраста с данными, полученными ранее. В результате сравнения выявлено, что за десятилетний период времени произошло значимое снижение всех тотальных размеров тела у городских детей, как дошкольного, так и младшего школьного возраста — по ДТ ( $p < 0,001$ ), по МТ ( $p < 0,05$  для детей 5 лет,  $p < 0,01$  — для детей 4 лет,  $p < 0,001$  — для детей 6 и 9 лет), по ОГК ( $p < 0,05$  для 5-летних,  $p < 0,01$  — для 6-летних,  $p < 0,001$  — для 9-летних детей).

Подобные результаты получены нами и при исследовании соматического развития 17-летних юношей, выпускников школ 2000 года из сельской местности юга региона. Сравнительная оценка наших данных с результатами, полученными 18 лет назад, выя-

вила снижение не только основных антропометрических признаков — ДТ, МТ, ОГК, но и физиологических показателей — ЖЕЛ и АД, что свидетельствует о процессах ретардации (отрицательном эпохальном сдвиге) в развитии (табл. 6).

Таблица 6

**Отрицательный эпохальный сдвиг в развитии сельских юношей за 18-летний период ( $M \pm m, \sigma$ )**

Показатели	ДТ, см	МТ, кг	ОГК, см	ЖЕЛ, л	САД, мм рт. ст
2000 г. n - 235	172,2 ± 0,4* 6,8	62,2 ± 0,6** 9,9	87,4 ± 0,4** 5,9	2,7 ± 0,04*** 0,7	106,4 ± 0,6* 9,3
1982 г. n - 167	174, ± 0,7 6,9	66,9 ± 0,8 8,8	90,2 ± 0,6 5,9	5,1 ± 0,01 0,7	114 ± 0,9 8,7

Примечание: достоверность различий на уровне \* —  $p < 0,05$ ,  
\*\* —  $p < 0,01$ , \*\*\* —  $p < 0,001$

Наши результаты находятся в противоречии с феноменом акселерации, которому посвящено множество работ (Никитюк, 1978; Соловьева, 1978; Хрисанфова и др., 1981; Tanner, 1962; Wolanski, 1967; Damon, 1968; Nikityuk, Alpatov, 1984; Danker-Hopfe, 1986; Schmidt, Richter, 1986; Rosler, 1990; Cristescu et al., 1993; Toretta et al., 1994; Dimitrov, 1997; Palczewska et al., 2000 и др.), и который проявлялся, прежде всего, в увеличении тотальных размеров тела. Особенно резкое увеличение размеров тела в нашей стране наблюдалось у дошкольников с конца 50-х до начала 70-х годов (Ямпольская, 1980). В объяснении акселерации основная роль отводилась нутритивной гипотезе, связывающей ускорение роста и соматического развития с улучшением условий жизни и, в первую очередь, питания (Карсаевская, 1970; 1978: 1983; Сегленице, 1978). С середины восьмидесятых годов наметился отчетливый процесс стабилизации сроков полового созревания, и появились первые сообщения о прекращении увеличения тотальных размеров тела (Ямпольская, 1985; Миклашевская с соавт., 1988; Максимова, 1991 и др.).

В настоящее время широко обсуждается новый феномен — «отрицательный эпохальный сдвиг», который нередко отождествляется с понятием «децелерация» (Ikeda et al., 1983; Мацура, 1993; Ямпольская, 1993; Дронова, 1993; Филиппов с соавт., 1994; Марчик с соавт., 1995; Dufour et al., 1994; Henneberg et al., 1995; Bernhard, Glockler, 1995; Dimitrov, 1997). Тенденция к уменьшению удельной значимости длины корпуса в общей длине тела, астенизация и грацилизация сомы, уменьшение ширины таза у

девочек и ширины плеч у мальчиков — явления, ранее не характерные для детей дошкольного возраста, свидетельствуют о масштабах и глубине происходящего ретардационного процесса. Причины подобных изменений могут быть следствием изменения социально-экономических условий: падения уровня жизни населения, прогрессирующей безработицей (Сердюковская, 1993; Ямпольская, 1993а, 1996; Toretta et al., 1994; Dimitrov, 1997), а также воздействием таких факторов как гиподинамия, нарушения режима дня, снижение интереса к спорту у современных детей (Абросимова с соавт., 1993; Ямпольская, 1993; Загайнова, 1999), чрезмерное увлечение электронными играми (Мацура, 1999).

90-е годы в нашей стране сопровождалось резкими негативными изменениями социально-экономических условий и падением уровня жизни значительной части населения. Неблагоприятные климатогеографические и экологические факторы среды в условиях крупного нефтегазодобывающего региона усугубляют положение. Получив данные о снижении ДТ во всех исследуемых возрастно-половых группах, и учитывая, что это наиболее стабильный, антропометрический признак, можно полагать, что его снижение вызвано комплексным длительным воздействием ухудшения условий среды. Параллельно отмечалось снижение МТ — показателя текущего состояния организма и уменьшение обхвата груди: отмечено, что ОГК современных дошкольников в 6 лет соответствуют значениям, полученным нами 10 лет назад для 5-летних детей.

Причины ретардации можно объяснить, кроме нутритивной, и другими гипотезами (Василик, 1973; 1975; Никитюк, Алпатов, 1979; Никитюк с соавт., 1998). Одна из них связывает эпохальные изменения морфологических признаков человека и животных с изменением характеристик магнитного поля Земли. Другая рассматривает циклические изменения процессов роста и полового созревания в связи с изменением циклов солнечной активности. Приводятся данные об уменьшении длины и веса тела новорожденных, о ретардации возраста менархе девочек, родившихся в периоды солнечной и геомагнитной активности (Вольчек, 1996, Лурье с соавт., 2000).

Мы считаем, что все гипотезы приемлемы, хотя придерживаемся на этот счет своей точки зрения. Все вышеназванные факторы могут и оказывают комплексное влияние на развитие человека, но в детском возрасте ведущее и решающее значение все-таки имеют социально-экономические факторы, в том числе

ухудшение питания детей, особенно в условиях сурового климата, в критические периоды индивидуального развития, наиболее чувствительные к отрицательным средовым воздействиям.

Таким образом, выявлены существенные изменения возрастных особенностей и закономерностей формирования, наличие ретардации в развитии, снижение функциональных резервов детского организма на фоне ухудшения условий окружающей среды в Западносибирском промышленном регионе. Представляется, что комплексный подход при изучении адаптивной морфофункциональной изменчивости организма детей, разрабатываемый нами, в условиях интенсивных процессов миграции, высоких физических и умственных нагрузок, с учетом индивидуальных возрастных особенностей и латерального фенотипа является перспективным, поскольку адаптация тесно связана с характеристикой здоровья. Использование, разработанной в ходе исследования, технологии донозологической диагностики, основанной на методологических принципах и совокупности методов оценки физического развития и жизненно важных систем организма в результате скрининга — первичного инструмента контроля структурно-функциональных нарушений, открывает перспективы прогнозирования и профилактики заболеваний, для последующей коррекции здоровья в экстремальных условиях одного из важнейших для экономики страны регионов.

## **ВЫВОДЫ**

1. Установлено, что формирование организма детей-мигрантов, особенно в критических, сенситивных периодах индивидуального возрастного развития, на Западносибирском Севере отличается от такового в условиях средних широт:

а) по физическому развитию — замедлением темпов роста, снижением тотальных размеров тела и крепости телосложения, тенденциями астенизации; ростом отклонений и общей задержкой физического развития;

б) по функциональному состоянию — задержкой полового созревания; смещением вегетативного баланса в сторону усиления симпатических влияний, низкими величинами аэробной производительности, указывающими на повышенное расходование и снижение функциональных резервов организма.

2. В «узловом» периоде онтогенеза — подростковом возрасте у детей-мигрантов Севера выявлены нарушения основных закономер-

ностей роста и развития, которые заключались в снижении амплитуды ростового максимума у мальчиков и отсутствии пубертатного «скачка роста» у девочек, запаздывании наступления второго биологического ростового перекреста, отраженных в количественных и качественных изменениях паттерна скорости роста.

3. Выявлена морфофункциональная изменчивость организма детей-мигрантов с длительным северным «стажем» (>9 лет) и у детей первого поколения мигрантов в направлении, типичном для аборигенов Севера, что выразилось в снижении тотальных размеров тела при достаточных величинах жизненной емкости и экскурсии легких, позволяющих обеспечить вентиляционные запасы организма северян.

4. Морфофункциональная изменчивость носит разнонаправленный характер в условиях города и села: у сельских школьников Севера преобладает отставание, по сравнению со сверстниками из средних широт (контроль), по основным антропометрическим признакам, у городских — ухудшение функционального состояния, на что указывают снижение функциональных резервов и дисрегуляторный характер реакций сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку: гипотонических — преимущественно для девочек, гипертонических — для мальчиков.

5. Установлено, что среди детей-мигрантов на Севере повышена встречаемость признаков синистральности в индивидуальном профиле функциональной межполушарной асимметрии. Более высокий уровень физического развития и физиологические показатели, свидетельствующие о больших адаптационных возможностях, отмечены у детей с преобладанием признаков леволатерального фенотипа — «неправоруких», по сравнению с праворукими.

6. Особенности развития мигрантов 7-летнего возраста — критического периода онтогенеза, совпадающего с началом школьного обучения, являются: снижение, по сравнению с контролем, окружности грудной клетки и длины тела при высокой массе тела; в функциональном отношении — гипервентиляция и тахикардия, частая встречаемость неадекватных реакций на нагрузочное тестирование, снижение аэробной производительности организма, что можно расценивать как дополнительную «плату» за сочетанную адаптацию к новым условиям макро- и микросоциальной среды.

7. Отставание по основным размерам тела, наиболее выраженное у мальчиков-мигрантов, преобладание симпатических влия-

ний в регуляции деятельности системы кровообращения, повышенная встречаемость дисрегуляторных реакций по гипертоническому типу и пониженный уровень физической работоспособности (PWC<sub>170</sub>) свидетельствуют о снижении резервных возможностей растущего организма при активных занятиях спортом на Севере.

8. Развитие городских и сельских детей дошкольного и младшего школьного возраста в условиях средних широт отличается:

а) уменьшением процента детей с нормальным уровнем физического развития и, как следствие этого, снижением степени полового диморфизма по основным антропометрическим признакам — у городских детей до 6, у сельских до 5,5 лет; выраженным отставанием по физическому развитию городских дошкольников от сельских с тенденциями грацилизации и астенизации сомы, усиливающимися у детей школьного (9 лет) возраста;

б) большим числом нарушений возрастной направленности изменений физиологических показателей, нерациональностью физиологических механизмов обеспечения физической нагрузки у городских детей, по сравнению с сельскими.

9. Наряду с возрастными изменениями статистических характеристик сердечного ритма выявлено нарушение вегетативного гомеостаза в динамике адаптивного процесса к систематическому школьному обучению и снижение устойчивости регуляторных влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы учащихся, по сравнению с детьми дошкольного возраста.

10. На фоне ухудшения состояния окружающей среды выявлена ретардация в развитии современных детей Западной Сибири: значимое снижение тотальных размеров — длины и массы тела, окружности грудной клетки, а также функциональных показателей — артериального давления, частоты сердечных сокращений, жизненной емкости легких у городских дошкольников и младших школьников за 10-летний период — с 1989 по 1999 гг., а у старшеклассников сельских школ — за 18-летний — с 1982 по 2000 гг.

#### **Список основных работ, опубликованных по теме диссертации:**

1. Гребнева Н. Н., Нигматуллина М. В. Физическое развитие и работоспособность детей в условиях Тюменского Севера: Сб. науч. тр. ТГМИ «Дыхательная и сердечнососудистая система в норме, патологии и при физической нагрузке». Тюмень, 1990. С. 14-17.

2. Гребнева Н. Н. Сезонная динамика показателей физического развития и физической работоспособности у детей дошкольного возраста ДДУ г. Тюмени / Актуальные проблемы медицинской антропологии и физиологии. Тюмень: ТГМИ, 1992. С. 150-169.

3. Соловьев В. С., Гребнева Н. Н. Адаптация человека на Севере: Сб. науч. тр. ТГУ «Экология разума». Тюмень, 1992. С. 6-12.
4. Гребнева Н. Н. Динамика морфофункциональных показателей и физической работоспособности у детей школьного возраста г. Тюмени: Сб. науч. тр. ТГМИ «Совершенствование физического воспитания школьников и студентов». Тюмень, 1993. Ч. 1. С. 40-51.
5. Соловьев В. С., Мироненко В. Т., Гребнева Н. Н. Комплексный подход решения проблемы снижения потерь здоровья на адаптацию: Сб. науч. тр. ТГМИ «Комплексное изучение медико-биол. проблем здоровья населения Тюменской области». Тюмень, 1993. С. 154-159.
6. Solovyov V. S., Grebneva N. N., Solovyov S. V. The elaboration and introduction adaptation servise in Tyumen North. / Int. conf. «Redressing the Imbalance. Health. Human Resources in Rural and Northorn Communities». Canada, 1993. P. 2-9.
7. Соловьев В. С., Колпаков В. В., Гребнева Н. Н. Проблемы экологической и социальной физиологии в процессе становления популяции человека на Тюменском Севере // Успехи физиологических наук. Т. 25. № 4. 1994. С. 85-88.
8. Гребнева Н. Н., Соловьев В. С., Загайнова А. Б. и др. Инновационные педагогические процессы и здоровье школьников: Тез. докл. Всероссийской науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в образовании». Ч. 2. Тюмень. С. 235.
9. Соловьев В. С., Мироненко В. Т., Гребнева Н. Н. Экологическая и социальная физиология человека в условиях северного города: Труды NDI. Вып. 1. Пути и средства достижения сбалансированного эколого-экономического развития в нефтяных регионах Западной Сибири. Нижневартовск: ИПП «Уральский рабочий», 1995. С. 86-89.
10. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б., Ковязина О. Л. Физическое развитие и функциональные возможности детского организма в условиях Тюмени и Тюменского Севера // Научный вестник ТГУ: Серия «Биология». Т. 1. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1996. С. 68-75.
11. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б. Методы оценки функционального состояния кардиореспираторной системы детей: Метод. пособие. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1997. 25 с.
12. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б. Физическое развитие и показатели кардиореспираторной системы детей при адаптации к условиям обучения в гимназии: Сб. науч. тр. ТГМА «Актуальные теоретические и практические аспекты восстановления и сохранения здоровья человека». Тюмень, 1998. С. 132-139.
13. Загайнова А. Б., Гребнева Н. Н., Мышкин В. В. Физическая работоспособность и физическое развитие как показатель адаптации к новым средовым условиям: Сб. науч. тр. ТГМА «Актуальные теоретические и практические аспекты восстановления и сохранения здоровья человека». Тюмень, 1998. С. 59-65.
14. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б. Физическое развитие и показатели кардиореспираторной системы детей в условиях адаптации к Северу: Тез. междунар. конф. «Адаптация организма к природным и экосистемным условиям среды». Магадан-Бишкек, 1998. Ч. 2. С. 23-24.
15. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б. Закономерности процессов развития и функциональные резервы детского организма при адаптации к условиям высоких широт: Тез. III Всерос. симпозиума «Механизмы природных адаптаций» 27 июня-1 июля. Иваново, 1999. С. 4.
16. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б., Сазанова Т. В. Ростовые процессы и функциональные резервы детского организма в условиях Тюменского Севера: Материалы международного симпозиума «Медицина и охрана здоровья» / Научный вестник ТГМА. 1999. № 3-4. С. 135.
17. Загайнова А. Б., Гребнева Н. Н., Турбасова Н. В. Основы физиологии сенсорных систем: Метод. пособие. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1999. 66 с.
18. Кривошеиков С. Г., Гребнева Н. Н. Характеристика морфологических особенностей и функционального состояния подростков в условиях адаптации к Северу // «Физиология человека». 2000. Т. 26. № 2. С. 93-98.

19. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б. Сравнительная оценка развития городских и сельских детей в условиях Западной Сибири // «Российские морфологические ведомости». М., 2000. № 1-2. С. 187-189.
20. Krivoschekov S. G., Grebneva N. N., The morphological features and functional state of the adolescent organism under conditions of adaptation to the North // *Human Physiology*. 2000. Vol. 26. № 2. P. 204-209.
21. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б. Оценка уровня развития городских и сельских детей Западной Сибири: Материалы 3-го международного конгресса по интегративной антропологии. Белгород, 2000. Научные ведомости. БГУ. № 2 (11). Серия «Медицина». С. 37.
22. Grebneva N. N., Zagainova A. B., Krivoschekov S. G. The differences in adaptation reaction of children inhabiting cities and countryside in Siberia / Eleventh international congress on circumpolar health. Harstad, Norway, 2000: P. 280.
23. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б., Кривошеков С. Г. Развитие городских и сельских детей 4-9 лет в условиях Западной Сибири: Материалы междунац. конгр. по случаю 55-летию ИВФ РАО, «Физиология развития человека». М., 2000. С. 161-162.
24. Гребнева Н. Н., Кривошеков С. Г. Адаптационный потенциал подростков Севера и его связь с функциональной межполушарной асимметрией // Физиология человека. 2001. Т. 27. № 5. С. 23-29.
25. Grebneva N. N., Zagainova A. B., Krivoschekov S. G. Development of children from urban and rural areas of West Siberia // *J. Circumpolar Health*. 2001. P. 123.
26. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б., Кривошеков С. Г. Адаптационный потенциал подростков Севера и его связь с профилем функциональной межполушарной асимметрии: Материалы X международного симпозиума. «Эколого-физиологические проблемы адаптации». М.: Изд-во РУДН, 2001. С. 261-262.
27. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б., Сазанова Т. В. Физическое развитие и адаптационные возможности первоклассников в условиях Севера: Тез. докл. 39-й Междунар. конф. «Ребенок и Север». Мурманск: Изд-во НИЦ, 2001. Ч. 1. С. 47.
28. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б., Сазанова Т. В. Морфофункциональные особенности развития детей в условиях Западносибирского промышленного региона: Тез. докл. XVIII съезда ВФО им. И. П. Павлова. Казань, 25-28 сентября 2001. С. 503.
29. Grebneva N. N. and Krivoschekov S. G. The Adaptive Potential of Adolescents in the North and Its Relation to Interhemispheric Functional Asymmetry // *Human Physiology*, № 5, 2001. P. 27.
30. Гребнева Н. Н., Кривошеков С. Г. Особенности формирования и функциональные резервы детского организма в условиях Западной Сибири: Монография / Под общ. ред. С. Г. Кривошекова. Тюмень: Изд-во ТГУ, 2001. 128 с.
31. Гребнева Н. Н., Загайнова А. Б., Сазанова Т. В. Адаптационные возможности и особенности формирования организма подростков Тюменского Севера: Сб. науч. тр. 1-й Всероссийской конференции «Актуальные проблемы эволюционной и популяционной физиологии человека». Тюмень, 18-19 октября, 2001. С. 15-16.

ЛР 020405 от 14.05.97

Подписано в печать 06.11.01. Тираж 100 экз.

Объем 2,0 уч.-изд. л. Формат 60x84/16. Заказ 505.

---

Издательство Тюменского государственного университета  
625000, г. Тюмень, ул. Семакова, 10.