

На правах рукописи

Шубина Ольга Александровна

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ
СЕЛЬСКИХ ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПРИРОДНОГО РАДОНОВОГО ФАКТОРА**

03.00.13 – Физиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Томск-2008

Работа выполнена на кафедре биологии и химии ГОУ ВПО «Бийский педагогический государственный университет имени В.М. Шукшина»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Гайнанова Нурия Камалдиновна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Бушов Юрий Валентинович

доктор медицинских наук, профессор
Щедрина Анна Григорьевна

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Горно-Алтайский
государственный университет»

Защита состоится 17 декабря 2008 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 212.267.10 при ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 34а.

Автореферат разослан «__» ноября 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. биол. наук



Е.Ю. Просекина

ОА – объемная активность радона;
Т – торакальный тип конституции;
А – астеноидный тип конституции;
М – мышечный тип конституции;
Д – дигестивный тип конституции;
АТ – астеноидно-торакальный тип конституции;
ТМ – торакально-мышечный тип конституции;
ДМ – дигестивно-мышечный тип конституции.

5. Шубина О.А. Особенности физического и полового созревания девочек-подростков, проживающих на территории с повышенным и с нормальным природным радиоактивным фоном / О.А. Шубина, Н.К. Гайнанова // Биологическая наука и образование в педагогических вузах : материалы Четвертой Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах». – Новосибирск : НГПУ, 2005. – Вып. 4. – С. 209-211.
6. Шубина О.А. Сравнительная оценка морфофункциональных особенностей сельских подростков, проживающих в различных экологических условиях / О.А. Шубина // Известия Бийского отделения Русского географического общества. – Бийск : РИО БПГУ им. В.М. Шукшина, 2005. – Вып. 24. – С. 125-133.
7. Гайнанова Н.К. Морфофункциональные особенности сельских подростков Алтайского края / Н.К. Гайнанова, О.А. Шубина // Известия Бийского отделения Русского географического общества. – Бийск : БПГУ им. В.М. Шукшина, 2006. – Вып. 26. – С. 69-71.
8. Гайнанова Н.К. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы сельских подростков в условиях наличия экологически обусловленного радонового фактора / Н.К. Гайнанова, О.А. Шубина // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее : материалы II региональной научно-практической конференции. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2006. – С. 207-210.
9. Шубина О.А. Особенности морфологического статуса сельских подростков, проживающих в районе с повышенным природным радиоактивным фоном / О.А. Шубина // Научное обозрение. – 2006. – № 4. – С. 9-15.
10. Шубина О.А. Морфофункциональное развитие сельских подростков в условиях экологической нагрузки обусловленной природным радоновым фактором / О.А. Шубина, Н.К. Гайнанова, А.С. Казызаева // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 1. – С. 96.
11. Шубина О.А. Морфофункциональное развитие сельских подростков в условиях экологической нагрузки (природный радоновый фактор) / Н.К. Гайнанова, О.А. Шубина // Биогеохимия элементов и соединений токсикантов в субстратной и пищевой цепях агро- и аквальных систем : сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Тюмень : ТГСХА, 2007. – С. 153-156.

Список используемых сокращений в работе

ССС – сердечно-сосудистая система;
 ОГК – окружность грудной клетки;
 АДд – артериальное давление диастолическое;
 АДс – артериальное давление систолическое;
 ЧСС – частота сердечных сокращений;
 ПД – пульсовое давление;
 ДП – двойное произведение;
 УО – ударный объем;
 МОК – минутный объем крови;
 ЖЕЛ – жизненная емкость легких;
 ЖИ – жизненный индекс;
 ИФИ – индекс функциональных изменений;
 ОР – основной район, экологический район с повышенной радоновой нагрузкой;
 КР – контрольный район, экологический район с низкой радоновой нагрузкой;
 ЭРОА – эквивалентная равновесная объемная активность радона;

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. По мнению Сердюковской Г.Н. (1991), Агаджанян Н.А. (2000), Кучмы В.Р. (2002), одной из важных задач по сохранению здоровья детей является оценка и прогнозирование влияния комплекса средовых факторов на процессы роста и развития детей. Широким кругом исследователей рассматриваются социально-гигиенические особенности развития детской популяции: выявлена зависимость состояния здоровья детей от специфики жилищно-бытовых условий, материального положения семьи, качества питания, степени урбанизации, типа образовательного учреждения (Дорожнова К.П., 1983; Бекмаксуров Х.М. 1990; Гикуз Т.Л., 2003; Давиденко И.М., 1985; Сердюковский Г.Н., 1991,1992).

Вместе с тем ученые Соловьев В.С. (1966), Казначеев В.П. (1980), Грибанов А.В. (1985), Алексеева Т.И. (1986), Алексеев И.А. (1989), Хаснулин В.И. (1998), Агаджанян Н.А. (2001), Гребнева Н.Н. (2001), Щедрин А.С. (2001), Соколов А.Г. (2002), Щедрина А. Г. (2003), Козлов А.И. (2004) отмечают, что процесс формирования каждого индивидуума является также продуктом взаимодействия экологических факторов. Чрезвычайно разнообразные по структуре и характеру влияния экологические агенты биохимического, геохимического или климатического генеза приводят к формированию определенных адаптивных перестроек, морфофункциональных и психофизиологических особенностей популяции (Казначеев В.П., 1980; Грибанов А.В., 1985; Злобина Е.В., 1994; Шандаля М.Г. 1998; Агаджанян Н.А., 1996, 1998, 2000, 2001, 2003; Демьянова В.Н., 2001; Рогачевская О.В., 2002; Сливина Л. П., 2002; Ермолаева С.В., 2004; Сухарев А. Г., 2004).

К числу важнейших экологических маркеров необходимо относить повышенный радиационный фон, который может иметь как искусственное, так и естественное происхождение (Уткин В.И., 1997). Изучение влияния радионуклидов антропогенного происхождения на состояние здоровья и морфофизиологический статус населения обнаруживает их значительное воздействие на организм (Степанова Е.И., 1991; Такташев Р.Э., 1995; Гурьева В.А. 1996; Железникова Л.И., 2000; Колядо В.Б., 2001; Шойхет Я.Н., 2002).

Среди естественных источников излучения, по данным Международной комиссии по радиологической защите (1995), наибольший вклад в суммарную дозу облучения принадлежит радону, высокое содержание которого в горных породах приводит к повышенному радиоактивному фону территории. На территории Алтайского края выделяют районы, в пределах которых выходят на поверхность или располагаются на глубине гранитные массивы, где установлены весьма значительные концентрации этого газа (до 5-10 ПДК) (Азаев Ю.Л., 1997; Коржнев В.Н., 2001).

В связи с этим условия обитания населения в некоторых районах Алтайского края с детских лет связано с существенным воздействием радонового фактора. Однако вопрос о влиянии данного средового компонента на формирование морфофункциональных особенностей организма остается невыясненным. Особенно актуальным является изучение влияния повышенного радонового фона на развитие организма в чувствительные периоды онтогенеза, когда повышается чувствительность к факторам внешней среды. Одним из таких чувствительных периодов является пубертатный (подростковый). Особенности индивидуального развития, которые наблюдаются в это время, оказывают влияние на всю последующую жизнь, на состояние здоровья и адаптационные возможности организма, поэтому эти периоды называют критическими (Щедрина А.Г., 2003). Актуальность обсуждаемого вопроса и

недостаточная освещенность его в научной литературе явились побудительным мотивом в проведении данного исследования.

Цель исследования. Сравнительный анализ основных морфофункциональных и психофизиологических показателей подростков с учетом пола, календарного и биологического возраста, постоянно проживающих в экологических районах сельской местности, отличающихся уровнем нагрузки природного радонового фактора.

На основании вышеназванной цели были поставлены следующие **задачи**:

- изучить морфологические особенности сельских подростков в экологических районах с низким и повышенным уровнем радоновой нагрузки;
- изучить функциональные особенности сельских подростков в экологических районах с низким и повышенным уровнем радоновой нагрузки;
- выявить психофизиологические особенности организма сельских подростков, проживающих в экологических районах с низким и повышенным уровнем радоновой нагрузки;
- установить воздействие радонового фактора на организм в пубертатный период онтогенеза в зависимости от пола, календарного и биологического возраста.

Научная новизна. На основании комплексного исследования индивидуально-типологической и межгрупповой изменчивости сельских подростков установлена значимая роль радонового фактора, воздействие которого приводит к формированию морфофункциональных и психофизиологических особенностей организма в пубертатный период онтогенеза.

Обнаружено, что повышенная радоновая нагрузка обуславливает астенизацию телосложения и снижение адаптационных возможностей организма в пубертатный период онтогенеза.

Определено, что воздействие повышенного уровня радона зависит от пола, календарного и биологического возраста подростков. Данный средовой фактор оказывает влияние в большей степени на девочек, чем на мальчиков, в разные возрастные периоды и стадии развития вторичных половых признаков.

Установлено, что воздействие радонового фактора на девочек-подростков приводит к задержке появления вторичных половых признаков, особенно становление менструальной функции.

Выявлено, что у подростков обоего пола, проживающих в районе с повышенным уровнем радона, с увеличением календарного возраста изменяется тип гемодинамики в сторону преобладания зукинетического типа и вегетативного регулирования в сторону уменьшения влияния симпатической нервной системы.

У подростков, испытывающих нагрузку радонового фактора, отмечено наличие большего психоэмоционального напряжения, с проявлением половых различий.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследования расширяют теоретическое представление о морфофункциональном развитии человека в пубертатный период онтогенеза, когда снижается роль наследственности и повышается чувствительность к воздействию экологических факторов. Представленный материал о влиянии радоновой нагрузки на «экологический портрет» детского населения в зависимости от пола, календарного и биологического возраста вносит вклад в знания таких наук, как возрастная физиология, экология человека.

Установленные особенности морфофункционального и полового созревания сельских подростков в районах с повышенным уровнем радона необходимо учитывать при организации учебно-воспитательного процесса и проведения оздоровительных мероприятий в учреждениях разного типа, для повышения эффективности учебно-воспитательного процесса, снижения риска развития напряжения адаптации и

радоновой нагрузки в начале подросткового периода девочек с симпатикотонией выявляется больше, чем в районе с низким уровнем радона (100 %).

7. В условиях природного радонового фактора у подростков выявляется психоэмоциональное напряжение, значительнее мальчиков.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основании полученных данных по морфофункциональным показателям сельских подростков, проживающих в районе с повышенной радоновой нагрузкой, рекомендуем следующее:

1. Введение в учебных заведениях согласованного с СанПиНом расширенного графика проветривания помещений, осуществление особого контроля за гигиеническим состоянием помещений, расположенных на нижних этажах.
2. Проведение разъяснительной работы с жителями сел, расположенных на территории с повышенным уровнем радона, о регулярном проветривании помещений и установлении качественной системы вентиляции в подвальных помещениях жилых и хозяйственных построек.
3. Осуществление врачебного контроля за состоянием репродуктивной системы девочек-подростков и становлением менструальной функции для исключения возможных патологий в данной системе органов.
4. Соблюдение строго индивидуального подхода при организации физкультурных занятий в школе.
5. Учет выявленных особенностей морфофункциональных показателей сельских подростков в условиях радоновой нагрузки при организации учебно-воспитательного процесса и разработке региональных оздоровительных мероприятий и программ.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статья в издании, рекомендованном ВАК для публикации основных результатов диссертаций:

1. Шубина О.А. Оценка влияния повышенного геохимического фона радона на морфофункциональный статус подростков в период полового созревания / О.А. Шубина // Валеология. – 2006. – № 4. – С. 45-51.

Публикации в других изданиях:

2. Шубина О.А. Проблема распространения радоновых аномалий на территории Алтайского края / О.А. Шубина, Н.К. Гайнанова // Состояние биосферы и здоровье людей : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГСХА, 2004. – С. 184-187.
3. Шубина О.А. Оценка степени напряжения регуляторных систем девочек-подростков с различными темпами полового созревания / О.А. Шубина // I научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : материалы конференции. – Прокопьевск : ПФ КемГУ, 2004. – С. 154-156.
4. Шубина О.А. Гемодинамические показатели сельских подростков пубертатного возраста, проживающих в различных экологических условиях / О.А. Шубина // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : материалы VIII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых : в 2 т. – Абакан : Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2004. – Т. II. – С. 156-157.

механизмов регуляции (Фарбер Д.А., 2001), действие радонового фактора ограничивает возможности адаптации организма подростков к изменениям внешней и внутренней среды и приводит к снижению адаптационно-компенсаторных возможностей.

Предполагаем, что по своим морфофункциональным проявлениям на «высшем иерархическом уровне биологической системы организм-адаптация» (Карпин В.А., 2005) повышенная радоновая нагрузка неспецифична, качественно не отличается от действия неблагоприятных факторов другого генеза

Таким образом, в подростковом возрасте обнаруживается выраженное воздействие радоновой нагрузки на организм, обусловленное, прежде всего тем, что данный этап онтогенеза, по утверждению Щедриной А. Г. (2007), является сенситивным, когда обостряется чувствительность к факторам внешней среды.

ВЫВОДЫ

1. Проведенная сравнительная оценка индивидуально-типологической и межгрупповой изменчивости организма подростков, проживающих в сельской местности с разным уровнем радона в грунтах и воздухе, позволила установить соответствие роста и развития морфофункциональных показателей организма общим биологическим закономерностям при наличии особенностей, вызванных воздействием на организм повышенного уровня радона в сенситивный период развития, когда увеличивается чувствительность к агентам внешней среды.

2. В условиях повышенной радоновой нагрузки особенности морфологического статуса подростков проявляются в увеличении степени астенизации телосложения и зависят от пола, календарного возраста и развития вторичных половых признаков: у девочек астенизация выражена ярче и характерна почти для всего подросткового периода (III стадия, 12-15 лет), у мальчиков астенизация – в середине и конце данного этапа онтогенеза (IV стадии, 15,16 лет).

3. Астенизация телосложения девочек связана с более поздним половым созреванием, которое пролонгирует интенсивность роста длины тела и задерживает увеличение скорости роста широтных размеров тела. Тенденция к астенизации телосложения мальчиков проявляется вследствие запаздывания на год сроков «второго вытягивания», меньшей интенсивности прироста широтных показателей и массы тела в старшем подростковом возрасте.

4. В условиях воздействия радонового фактора функциональные особенности организма подростков проявляются в виде напряжения процесса адаптации (снижение толерантности на физическую нагрузку, ортостаз, высокий индекс функциональных изменений) и зависят от пола, календарного возраста, развития вторичных половых признаков: снижение адаптационных возможностей организма выражено в большей степени у девочек и характерно для начала пубертата (II стадия, 12 лет), у мальчиков для середины пубертата (IV стадия, 15 лет).

5. В районе с повышенным уровнем радона особенности полового созревания девочек, по сравнению с контрольной группой, характеризуются более поздними сроками развития вторичных половых признаков, задержкой появления и становления менструальной функции на 5 месяцев.

6. В старшем подростковом возрасте у мальчиков и девочек на фоне оптимального типа кровообращения отмечается тенденция снижения тонуса симпатического отдела и повышение парасимпатического, при этом доля подростков с симпатикотонией к концу пубертата остается еще значительной (43,2 %). В условиях

сохранения здоровья подростков в условиях нагрузки радонового фактора. Полученные данные полезны педагогам и медикам при индивидуальной и объективной оценке состояния организма подростков, а также при разработке оптимальных режимов трудовой и учебной деятельности.

Результаты исследования могут использоваться в учебном процессе педагогических вузов при изучении экологии человека, возрастной физиологии для повышения уровня квалификации педагогов в вопросах развития и охраны здоровья ребенка.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Повышенный уровень радоновой нагрузки в сенситивный период развития приводит к формированию морфофункциональных особенностей организма в зависимости от пола, календарного и биологического возраста.

2. В условиях повышенной радоновой нагрузки у девочек в начале пубертатного этапа онтогенеза обнаруживается напряжение процесса адаптации, задержка появления вторичных половых признаков, в начале и середине данного возрастного периода – астенизация телосложения.

3. В условиях повышенной радоновой нагрузки у мальчиков в середине и в конце пубертатного этапа онтогенеза обнаруживается тенденция к астенизации телосложения, формирование напряжения процесса адаптации, психоэмоциональное напряжение.

Апробация работы. Материалы кандидатской диссертации доложены на IV Международной научно-практической конференции в Пензе (2004 г.), на I научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в Прокопьевске (2004 г.), на VIII Международной научной школе-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» в Абакане (2004 г.), на Четвертой Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах» в Новосибирске (2005 г.), на II региональной научно-практической конференции «Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее» в Горно-Алтайске (2006г.), на первой международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию г. Бийска, «Геология, география, биология и природные ресурсы Алтая» в Бийске (2006 г), на Международной научно-практической конференции «Биогеохимия элементов и соединений токсикантов в субстратной и пищевой цепях агро- и аквальных систем» в Тюмени (2007 г.).

Публикации. По теме кандидатской диссертации опубликовано 11 работ, том числе - 1 в издании, рекомендованном ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 187 страницах машинописного текста и содержит введение, обзор литературы, характеристику материала и методов, результаты собственных исследований, обсуждение, выводы и список литературы (298 отечественных и 25 зарубежных работ). Работа иллюстрирована 32 таблицами и 22 рисунками. Весь материал диссертации получен, обработан и проанализирован лично автором.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели в течение 2004-2005 годов осуществлялось комплексное изучение морфофункционального состояния подростков.

Предварительно устанавливались районы исследования, отличающиеся уровнем распространения радона в грунтах и помещениях: основной район – район с повышенным содержанием радона (Смоленский административный район, село Смоленское), контрольный район – район с низким уровнем радона (Целинный административный район, село Воеводское). Районы с контрастной степенью уровня радона устанавливались путем анализа картографического материала из разных источников: материалы концерна «Геологоразведка», Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), оценочно-прогнозная карта районирования территории по распространению радиоактивных эманаций по данным Запсибгеологии и Алтайского ЦСЭН. В качестве основного критерия выбора были использованы данные ЭРОА, предоставленные «Центром гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае» (2000, 2003 г.): в основном районе средняя ЭРОА 130,2 Бк/м³, ОА 278,8 Бк/м³, в контрольном ЭОА 46 Бк/м³, ОА 77,6 Бк/м³. При этом основной и контрольный районы имеют практически одинаковую экологическую и социальную характеристику, что выявлено на основании данных Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской Академии наук (г. Барнаул) и материалов к Государственному докладу «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2003, 2005 годах»

Всего в исследовании принимали участие 563 человека: из основного района 135 мальчиков и 141 девочка, из контрольного района – 129 мальчиков и 158 девочек (табл. 1). Все изучаемые подростки находились в схожих социальных, бытовых и учебно-режимных условиях, все дети были практически здоровыми. Измерения проводили с учетом биоритмологических рекомендаций. Распределение по возрастным группам проводили с интервалом в один год. В программу исследования входило изучение морфологического, функционального и психофизиологического статуса подростков.

Антропометрические измерения проводили по методике, предложенной В.В. Бунаком (1941). Диаметры тела измеряли толстотным циркулем по стандартным антропометрическим точкам на теле, кожно-жировые складки калипером по методу В.П. Чичкина (1993). Для оценки конституционального типа детей использовали описательную схему В.Г.Штефко и А.Д. Островского (1929) в модификации С.С. Дарской (1975), основанную на оценке формы грудной клетки, живота, спины, развития мускулатуры и степени жиротложения. Для определения избытка или недостатка массы тела вычисляли индекс Кетле II (индекс массы тела) (Доскин В.А., 1997). Кистевую силу рук измеряли кистевым динамометром на правой и левой руках (кг) в положении стоя, по полученным значениям вычисляли относительную силу кисти.

Исследовали функцию внешнего дыхания – жизненную емкость легких. Индивидуальные показатели ЖЕЛ сопоставляли с «должными» величинами для лиц данного возраста, роста и пола. Отношение фактической ЖЕЛ к «должной» выражали в процентах (Дубровский В.И., 1998). Функциональное состояние ССС определяли на основании значений артериального давления, частоты сердечных сокращений. По общепринятым формулам вычисляли гемодинамические показатели: двойное произведение, пульсовое давление, среднее динамическое давление, ударный объем сердца, минутный объем крови. По итогам вычисления сердечного индекса выделяли три типа кровообращения индивида.

Уровень функционирования системы кровообращения и адаптационный потенциал организма устанавливали по индексу функциональных изменений (Баевский Р.М. с соавт., 1997). Для анализа реакции ССС на дозированную

проживания. Оценка напряженности и тревожности по показателям цветового теста позволяет говорить о развитии различных негативных состояний в большей степени у испытуемых в условиях повышенной радоновой нагрузки (25,3 % – из всех обследуемых). Анализ интенсивности эмоционального напряжения в баллах показал наличие достоверной разницы между средними групповыми значениями уровня реактивной тревожности у подростков основной группы по сравнению с контролем (табл. 11). Реакция системы кровообращения на стандартную психоэмоциональную нагрузку указывает на повышенную реактивность ССС у мальчиков и девочек основного района, что выражается в большем увеличении ЧСС (табл. 12). Так, у 13, 14-летних мальчиков активация ЧСС на 5,51 и 7,2% соответственно больше, чем у подростков контрольного района. На протяжении всего подросткового периода большая психоэмоциональная напряженность отмечается у мальчиков, чем у девочек. На половые различия в формировании тревожности есть указание многих исследователей (Ильин Е.П., 2001; Гурьянова М.Г., 2006).

По мнению Губаревой Л.И. (2001), неблагоприятное экологическое воздействие опосредованно влияет на формирование тревожности через активацию симпатической нервной системы и изменение уровня функционирования гипоталамо-гипофизарной системы. Автор свидетельствует в пользу того, что повышенный уровень тревожности имеет полифакторную причину, в основании которой лежит неспецифическая реакция организма на влияния среды.

Таблица 11

Уровень тревожности (тест Люшера) подростков в условиях различной радоновой нагрузки

12 лет		13 лет		14 лет		15 лет	
<u>1,33</u>	<u>2,19*</u>	<u>1,85*</u>	<u>1,05</u>	<u>2,15*</u>	<u>1,19</u>	<u>2,85*</u>	<u>2,23*</u>
1,00	0,95	0,85	1,40	0,83	1,30	1,24	1,13

Таблица 12

Уровень реактивности сердечно-сосудистой системы подростков на психоэмоциональную нагрузку в условиях различной радоновой нагрузки (прирост ЧСС)

12 лет	13 лет	14 лет	15 лет
Мальчики			
<u>24,75±1,80</u>	<u>15,19±1,30*</u>	<u>17,90±1,32**</u>	<u>7,30±2,60</u>
11,74±1,90	9,68±1,66	10,70±1,76	6,08±1,26
Девочки			
<u>12,48±2,80</u>	<u>15,70±1,00**</u>	<u>9,51±1,32</u>	<u>7,05±1,41</u>
10,70±1,40	10,27±1,44	10,03±1,05	5,70±1,60

Выявленные в нашем исследовании морфофункциональные особенности организма подростков могут являться результатом нарушения нейрогуморального механизма регуляции обмена веществ, при воздействии на организм радона. Радон, поступая в организм ингаляционным путем, хорошо растворяется в крови, лимфе и избирательно накапливается в коре надпочечников, гипоталамусе и гипофизе (Быховский А.В., 1963; Андреева С.В., 1973) Следовательно, данная экзогенная нагрузка опосредованно оказывает воздействие на вегетативные процессы, вызывая физиологические сдвиги в организме через воздействие на гипоталамо-гипофизарную и симпатoadреналовую системы. Учитывая, что пубертатный период сам по себе характеризуется напряжением деятельности многих функциональных систем и

Таблица 10

Функциональные показатели девочек в условиях различной радоновой нагрузки с учетом стадии развития вторичных половых признаков (M±m)

Показатели	II стадия	III стадия	IV стадия
	Количество обследованных подростков		
	42/31	27/45	26/34
ЧСС, уд/мин	81,98±1,77	74,70±1,72	77,45±2,83
	79,16±2,21	74,87±1,45	73,25±2,12
АДс, мм. рт. ст	111,48±1,31	114,44±1,40**	115,73±2,44
	109,87±1,29	109,78±0,76	114,69±1,48
АДд, мм. рт. ст	68,95±0,97	69,57±1,00	73,19±1,47
	69,45±1,61	67,80±0,80	72,93±0,97
ПД, мм. рт. ст	42,52±1,35	44,78±1,48	42,18±1,49
	40,21±1,47	41,97±0,70	41,75±1,25
УО, мл	61,64±1,31	66,10±1,18	65,49±1,30
	59,52±1,71	64,40±0,61	65,51±1,00
МОК, мл/мин	5008,69±107,73	4926,16±125,86	5021,75±195,89
	4748,43±208,16	4805,41±89,75	4717,87±145,96
ЖЕЛ, л	2,17±0,05	2,52±0,06	2,82±0,05*
	2,10±0,06	2,37±0,05	2,63±0,06
ЖИ, мл/кг	54,5±1,1	54,1±1,6	52,2±0,8**
	53,0±1,9	51,4±0,9	48,2±1,4

В целом необходимо отметить общую тенденцию относительного возрастания активности парасимпатического отдела и снижения симпатического у большинства подростков обоего пола по мере взросления и увеличения половой зрелости. Однако доля мальчиков и девочек с симпатикотонией на заключительном этапе пубертата остается еще значительно высокой.

Анализ различий в показателях ЖЕЛ и ЖИ с учетом района проживания обнаруживает у подростков женского пола на IV стадии появления вторичных половых признаков высокие значения ЖИ; аналогичная ситуация характерна и для мальчиков-подростков на IV стадии и в старшем подростковом возрасте (табл. 4,5,9,10).

Большая восприимчивость организма девочек к радоновому фактору в начале пубертата по сравнению с мальчиками может объясняться разными календарными сроками полового созревания мужского и женского организма, поскольку у мальчиков к началу подросткового периода половое созревание только начинается, у девочек оно в значительной степени захватывает еще и предшествующую стадию (Хомутков А.Е., 2002). Ранняя интенсификация полового развития у подростков женского пола может обострять влияние данного средового компонента на организм девочек по сравнению с мальчиками. Берсеновой А.П. (1985) также было замечено, что в начале подросткового периода наибольшее число детей с напряжением адаптационных механизмов выявлено среди девочек, чем среди мальчиков. Кроме того, Агаджанян Н.А. с соавторами (2003) констатируют, что в зависимости от экологии района различия в популяции подростков женского пола более выражены, чем у мужского пола. В ряде исследований отмечается большая экочувствительность женского организма к действию малых доз радиации (Гурьянова М.Г., 2006).

Многими авторами указывается на психоэмоциональную неустойчивость подростков в экологически неблагоприятных районах (Богданов Е.Н. и др. 2002, Агаджанян Н.А. 2003). Трактовка результатов исследования тестирования по Люшеру выявляет наличие межгрупповой разницы в зависимости от экологической зоны

физическую нагрузку применяли пробу Мартинэ с последующим расчетом индекса Руфье. Для выявления резервных возможностей организма использовали активную ортостатическую пробу с расчетом ортостатического индекса Кушелевского Б.М. (Баевский Р.М. с соавт., 1997). Исходный суммарный вегетативный тонус организма устанавливали с помощью индекса Кердо (вегетативный индекс).

Таблица 1

Количество обследованных подростков				
12 лет	13 лет	14 лет	15 лет	16 лет
Оценка морфологических показателей, стадий появления вторичных половых признаков				
18/19 19/20	34/34 37/41	31/28 33/38	37/30 34/39	15/18 18/20
Оценка функциональных показателей				
18/19 19/20	34/34 37/41	31/28 33/38	37/30 34/39	
Оценка психологического состояния				
21/20 20/20	21/22 21/22	20/21 21/20	20/23 21/23	

Примечание здесь и далее: числитель – подростки основного района, знаменатель – подростки контрольного района; первая дробь – количество обследованных мальчиков, вторая – количество обследованных девочек.

Биологическую зрелость определяли по схемам, разработанным В.В. Бунаком (1941). Степень развития вторичных половых признаков оценивали по пятибалльной шкале, предложенной J. M. Tanner (1981).

Психофизиологическое состояние подростков анализировалось по следующим методикам: тест для определения устойчивости ССС на стандартную психоэмоциональную нагрузку (Айзман Р.И., Тернер А.Я., 2002); тест на выявление уровня тревожности Дж. Тейлора в адаптации Т. Немчинова (Немов Р.С., 2001); модифицированный восьмицветовой тест Люшера для определения отклонения от аутогенной нормы (Собчик Л.Н., 1990).

Статистическая обработка материала проводилась с использованием прикладных программ MS Excel в среде Windows-XP. Статистические методы включали проверку показателей переменных на нормальность распределения, вычисление распределения отдельных признаков и оценку основных характеристик распределения (среднее арифметическое – M; ошибка среднего – m; среднее квадратическое отклонение – δ), вычисление достоверности различий средних значений показателей сравниваемых групп по t-критерию Стюдента с определением уровня возможной ошибки изучаемого сравнения (p) по таблицам (Лакин Г.Ф., 1990). Достоверными считали данные при уровне значимости 95 % – p < 0,05. Определение критерия U непараметрической статистики при сравнении психофизиологических данных разных групп наблюдения, не имеющих нормального распределения. Достоверными считали данные при уровне значимости 95 % – p < 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Представленный материал дает характеристику влияния экологического радонового фактора естественного происхождения на процессы роста и развития организма в пубертатный период онтогенеза.

Анализ морфологических данных подростков мужского пола в условиях повышенной радоновой нагрузки обнаруживает запаздывание на год сроков «второго вытягивания» относительно сверстников контрольного района. Значительное увеличение длины тела в районе с низким уровнем радона отмечается с 12 лет, в

основном районе с 13 лет. Завершение ростового скачка здесь также приходится на год позже, в 16 лет. Активация прироста массы тела менее выражена и отмечается на год позже, чем в контрольной группе (с 14 до 15 лет, и с 13 до 14 лет соответственно). Годовые прибавки акромиального, поперечно-срединногрудного, переднезаднего диаметра и диаметра таза у мальчиков в условиях радоновой нагрузки менее значительны, и их максимум также сдвинут на более поздний календарный срок. По длине тела мальчики, проживающие в разных экологических районах, практически не отличаются, что же касается массы тела, то подростки из района с повышенным уровнем радона в 15-летнем возрасте имеют меньшие значения данного показателя, а в 16 лет имеют тенденцию к меньшей массе тела (табл. 2). Кроме того, в 15,16 лет у мальчиков менее развит подкожно-жировой слой (табл. 2). По показателям ОГК в основной группе относительно контрольной существенных отличий не выявлено, однако обнаружены меньшие значения широтных размеров тела: в 15,16 лет поперечно-среднегрудного диаметра и диаметра таза, в 15 лет акромиального диаметра (табл. 2).

На начальной стадии появления вторичных половых признаков у мальчиков обеих экологических зон тотальные и широтные размеры тела практически идентичны. На III стадии появляются некоторые отличия в морфологии подростков: при несколько меньшей массе тела и окружности грудной клетки в основной группе отмечаются достоверно меньшие значения акромиального диаметра (табл. 3). На IV стадии тенденция к меньшей массе тела увеличивается, отмечается тенденция к большей длине тела и меньшей ОГК, выявляются достоверно меньшие значения диаметра таза, акромиального диаметра, меньшая величина КЖС (табл. 3). Таким образом, у мальчиков основного района с увеличением календарного и биологического возраста проявляются черты астенизации телосложения. Большой процент мальчиков в старшем подростковом возрасте, имеющих астеноидный и астено-торакальный тип телосложения, свидетельствует в пользу этого (рис. 1).

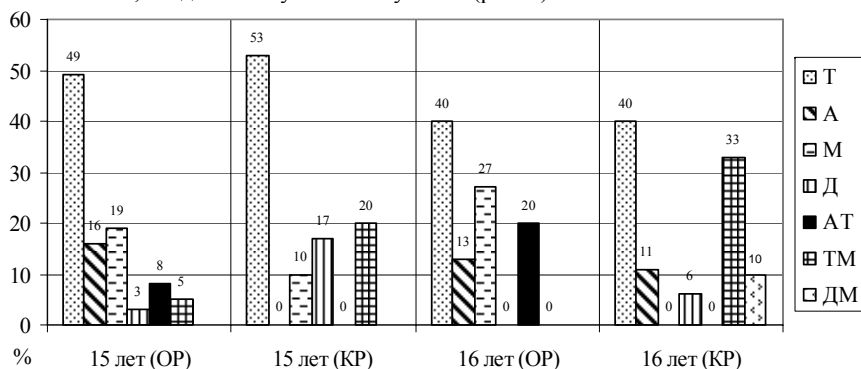


Рис. 1. Типы телосложения мальчиков 15,16-летнего возраста в условиях различной радоновой нагрузки

Анализ функциональных показателей обнаружил, что для подростков мужского пола обеих экологических зон характерна общая тенденция повышения АДс, АДд, ПД, УО, МО (табл. 5) и отсутствие снижения ЧСС к старшему подростковому возрасту, это приводит к увеличению средних групповых значений ДП, свидетельствующих о снижении аэробных возможностей организма. При сохранении

Оценка функционального статуса на II стадии развития вторичных половых признаков обнаруживает у девочек основного района худшую реакцию на стандартную физическую нагрузку, среди них отмечена большая доля лиц с преобладанием симпатикотонического типа регуляции (рис. 5), на 15% больше девочек, имеющих гиперкинетический тип кровообращения, больше подростков с высоким ИФИ (рис. 4). У девочек, имеющих менархе (III стадия), отмечаются большие значения АДс (табл. 10), большая доля гиперкинетиков (на % 19), большой процент с напряжением адаптационного потенциала (рис. 5), отмечается сходство во внутригрупповом распределении типов вегетативных регуляций (рис. 6), лучшая абсолютная и относительная сила кисти рук. На IV стадии появления вторичных половых признаков девочки характеризуются наличием следующих черт отличия: преобладание лиц с симпатикотоническим типом вегетативной регуляции (рис. 6) и лиц с высокими значениями ИФИ (рис. 5).

Таким образом, анализ функционального статуса девочек в условиях радоновой нагрузки выявил, что подростковый период онтогенеза сопровождается большим напряжением состояния ССС и повышением энергетических затрат организма по сравнению с контрольной группой. Следовательно, физиологическая цена созревания организма здесь несколько выше. Возможно, обнаруженные сдвиги гемодинамики направлены на мобилизацию энергетических ресурсов организма с целью обеспечения оптимальной адаптации в данных экологических условиях существования. На это указывает и преобладание в структуре вегетативной нервной системы симпатической регуляции, имеющей адаптационно-трофическую функцию, оказывающую влияние на интенсивность обменных процессов и приспособление их уровня к условиям существования организма (Агаджанян Н.А., 2001). Многими авторами отмечается доминирование симпатических влияний в радиационно-неблагополучных районах (Такташев Р.Э., 1995), причем в большей степени преобладание симпатикотонии характерно для девочек, чем для мальчиков (Гурьянова М.Г., 2006).

Таблица 9
Функциональные показатели девочек в условиях различной радоновой нагрузки с учетом возраста (M±m)

12 лет	13 лет	14 лет	15 лет
ЧСС, уд/мин			
81,21±2,07*	79,24±1,59	79,18±2,05	75,47±1,52
73,90±2,65	72,49±2,47	77,66±1,78	76,06±1,73
АДс, мм. рт. Ст			
106,95±2,31	114,54±1,34*	115,00±1,61*	113,62±1,34
107,00±1,27	110,49±1,06	110,24±1,13	113,31±1,25
АДд, мм. рт. Ст			
68,68±1,79	71,73±0,87**	69,60±2,45	70,71±1,12
66,60±1,77	67,66±1,03	69,32±1,19	71,71±0,74
ПД, мм. рт. Ст			
39,26±1,67	42,43±1,23	45,76±1,76*	42,85±1,15
40,40±1,92	42,49±0,97	40,92±0,97	41,54±1,01
УО, мл			
56,13±0,88	59,79±0,92	66,13±1,46	66,97±0,98
58,64±1,90	62,04±1,00	63,84±1,02	65,79±0,69
МОК, мл/мин			
4964,68±100,71	4721,92±100,24	5044,79±123,25*	5200,84±127,70**
4953,61±154,38	4973,76±152,12	4355,86±221,63	4664,53±104,06
ЖЕЛ, л			
2,13±0,06	2,36±0,06	2,82±0,08	3,38±0,09
2,08±0,08	2,43±0,06	2,91±0,06	3,49±0,10
ЖИ, мл/кг			
56,5±2,0	56,5±2,0	59,6±1,3	60,9±1,0**
59,1±2,1	58,9±1,4	58,8±2,0	56,2±1,3

девочек 12-летнего возраста обнаруживаются большие значения ЧСС (табл. 9) и ДП, менее экономичная гемодинамическая реакция на ортостаз. Для них также характерен высокий индекс функциональных изменений (рис. 4), у 32% подростков неблагоприятная реакция ССС на дозированную физическую нагрузку, на 43% больше лиц с гиперкинетическим типом кровообращения, выявляется существенное доминирование симпатической нервной системы (рис. 4). Кроме того, у 12-летних девочек обнаруживается меньшая относительная сила кисти. В 13-летнем возрасте девочки основного района имеют большие значения АДс, АДд (табл. 9), больший процент подростков с высоким индексом функциональных изменений (рис. 4). В 14 лет – высокие среднegrupповые значения ПД, АДс (табл. 9), большее количество девочек с высоким индексом функциональных изменений (рис. 6), однако больший минутный объем крови (табл. 9) и лучшую реакцию на ортостаз. В 15-летнем возрасте в основном районе у девочек наблюдается лучшая реакция ССС на дозированную физическую нагрузку и ортостаз, большие значения МОК (табл. 9).

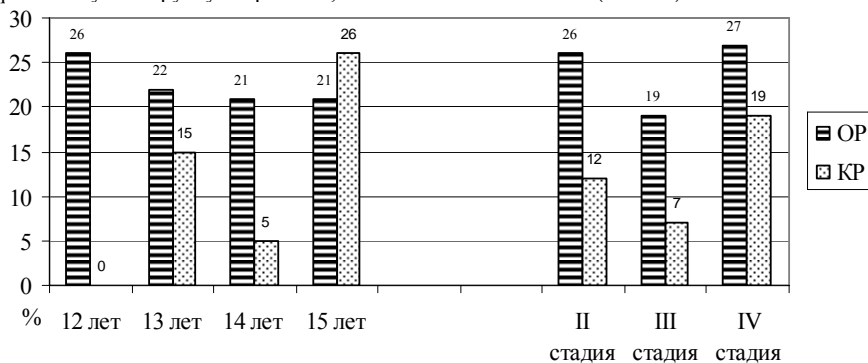


Рис. 5. Количество девочек с высокими значениями индекса функциональных изменений в условиях различной радоновой нагрузки с учетом возраста и стадии развития вторичных половых признаков

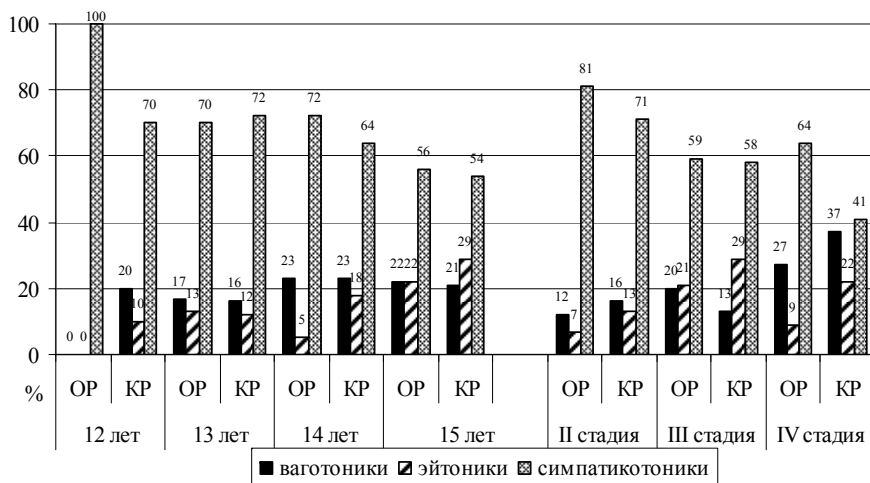


Рис. 6. Типы вегетативной регуляции девочек в условиях различной радоновой нагрузки с учетом возраста и стадии развития вторичных половых признаков

параллельности развития функциональных систем у подростков в зависимости от экологии зоны проживания на разных возрастных этапах выявляется ряд отличий, причем наиболее ярко в конце подросткового периода (14,15 лет), чем в начале (12,13 лет). Так, среди 12-летних мальчиков в районе с повышенным уровнем радона при схожести остальных показателей больше половины имеют симпатикотонический тип регуляции (рис. 3), остальные примерно в равной степени представлены ваготониками и эйтониками, при этом в районе с низким уровнем радона все мальчики являются симпатикотониками. В возрасте 13 лет существенных отличий по основным функциональным показателям не обнаружено, однако в основной группе доля подростков с высоким индексом функциональных изменений на 9 % меньше, чем в контрольной группе (рис. 2). В 14-летнем возрасте мальчики основного района имеют меньшие значения АДс (табл. 4), среди них больше лиц с преобладанием тонуса симпатической вегетативной нервной системы (рис. 3) и с выраженной хронотропной реакцией ССС на ортостаз. В 15 лет – меньше ПД (табл. 4), 13 % мальчиков с неудовлетворительной реакцией ССС на стандартную физическую нагрузку, неэкономичная работа сердца в ортостазе, меньшая абсолютная сила кисти рук при аналогичных относительных значениях.

Таблица 2

Морфологические показатели мальчиков в условиях различной радоновой нагрузки с учетом возраста (M±m)

12 лет	13 лет	14 лет	15 лет	16 лет
Длина тела, см				
147,77±1,25	151,15±1,62	159,30±1,49	168,30±0,90	173,17±1,00
145,59±1,52	152,02±1,31	161,24±1,39	170,64±0,99	174,46±0,89
Масса тела, см				
38,49±1,92	42,46±1,33	48,29±1,98	55,79±1,54	61,61±2,42
36,67±1,20	42,07±1,63	50,10±2,01	62,83±2,28*	66,14±3,30
Окружность грудной клетки, см				
71,13±1,86	73,60±1,02	78,32±1,35	83,20±1,16	88,92±2,12
69,57±1,00	74,41±1,59	79,49±1,24	86,08±1,56	92,85±2,63
D акромиальный, см				
32,23±0,54	33,53±0,39	34,95±0,48	37,06±0,34**	38,76±0,49
32,27±0,47	33,53±0,46	35,88±0,48	38,49±0,35	39,64±0,57
D переднезадний среднегрудный, см				
15,34±0,40	16,19±0,33	17,19±0,33	18,01±0,29	18,96±0,76
14,78±0,32	15,98±0,27	16,67±0,20	18,73±0,45	20,01±0,78
D поперечный среднегрудный, см				
21,20±0,41	21,70±0,26	23,50±0,35	24,66±0,29*	25,56±0,27*
21,14±0,10	22,12±0,30	23,70±0,39	25,93±0,39	26,99±0,49
D таза, см				
21,67±0,42	23,17±0,36	24,02±0,79	25,27±0,49*	26,67±0,64*
22,20±0,45	23,37±0,26	24,12±0,29	26,67±0,64	28,29±0,35
Кожно-жировая складка, см				
0,99±0,10	0,83±0,07	0,71±0,04	0,85±0,06*	0,86±0,07*
0,82±0,06	0,89±0,07	0,81±0,07	1,13±0,11	1,31±0,20

Примечание здесь и далее: * – достоверность различий (p<0,05) между подростками одного возраста, проживающих в различных районах; ** – достоверность различий (p<0,01) между подростками одного возраста, проживающих в различных районах; *** – достоверность различий (p<0,001) между подростками одного возраста, проживающих в различных районах.

Оценка функционального статуса мальчиков в зависимости от стадии развития вторичных половых признаков обнаруживает у подростков мужского пола на II стадии меньшую ЧСС (табл. 5), низкие значения индекса функциональных изменений (рис. 2), лучшую реакцию ССС на стандартную физическую нагрузку, но меньшие значения МОК в покое (табл. 5). У мальчиков, находящихся на III стадии, обнаруживается большая доля подростков с высоким ИФИ (рис. 2), у 13% неудовлетворительная реакция ССС на физическую нагрузку, больше подростков с симпатикотоническим типом регуляции (рис.3), на 29% больше лиц с гиперкинетическим типом кровообращения, меньшая абсолютная сила мышц. IV стадия развития вторичных половых признаков характеризуется наличием меньших значений ПД (табл. 5), большим процентом мальчиков с высоким ИФИ (рис. 2), со слабой (на 15%) и с неудовлетворительной (на 8%) реакцией ССС на физическую нагрузку, с пониженной силой кисти руки. Соотношение типов вегетативной регуляции и типов кровообращения имеет сходство с таковыми мальчиками контрольного района.

Таблица 3

Морфологические показатели мальчиков в условиях различной радоновой нагрузки с учетом стадии развития вторичных половых признаков (M±m)

Показатели	II стадия	III стадия	IV стадия
	Количество обследованных подростков		
	34/25	23/22	24/29
Длина тела, см	154,20±1,45 156,57±1,23	164,99±1,50 165,42±1,13	172,40±1,09 170,05±0,71
Масса тела, см	42,68±1,33 43,93±1,00	52,10±2,07 55,80±2,10	58,81±3,07 63,87±3,04
ОГК, см	73,88±0,94 75,75±0,85	80,69±1,53 82,92±1,27	85,90±1,67 87,71±1,27
D акромиальный, см	33,68±0,36 33,98±0,25	36,16±0,45* 37,65±0,34	37,97±0,41* 39,21±0,26
D переднезадний среднегрудинный, см	16,55±0,24 16,47±0,20	17,68±0,40 17,05±0,33	18,28±0,47 18,85±0,40
D поперечный среднегрудинный, см	22,33±0,25 21,40±0,91	23,67±0,38 22,67±0,66	25,76±0,37 26,12±0,34
D таза, см	23,26±0,31 23,29±0,27	25,28±0,44 25,22±0,30	26,6±0,39* 26,6±0,39
Кожно-жировая складка, см	0,77±0,05 0,78±0,04	0,81±0,07 0,99±0,11	0,84±0,08* 1,09±0,09

Таким образом, отмечаем, что, как и в случае морфологических показателей, у мальчиков основного района с увеличением календарного и биологического возраста прослеживается тенденция к увеличению числа отличий в функциональном статусе относительно сверстников контрольной группы. Выявленные отличия свидетельствуют о снижении адаптационного потенциала организма мальчиков, о повышении энергозатрат организма в середине и конце подросткового периода.

Оценка биологического возраста подростков обоего пола, показала, что у мальчиков основной группы этапы появления вторичных половых признаков соответствуют аналогичному календарному возрасту мальчиков контрольной группы (табл. 6). При этом у девочек наблюдаются существенные различия в темпах и сроках полового созревания (табл. 6). Так, II стадия возникновения вторичных половых признаков у девочек в районе с радоновой нагрузкой наступает почти на год позже,

Таблица 8
Морфологические показатели девочек в условиях различной радоновой нагрузки с учетом стадии развития вторичных половых признаков (M±m)

Показатели	II стадия	III стадия	IV стадия
	Количество обследованных подростков		
	42/31	27/45	22/32
Длина тела, см	151,54±1,03 152,04±0,94	159,89±1,01* 157,27±0,75	161,95±1,44 160,16±0,68
Масса тела, см	40,08±0,97 40,11±1,27	47,32±1,32 46,46±0,99	54,41±1,44 54,43±1,32
ОГК, см	71,95±0,80 72,92±0,81	75,45±1,03* 78,42±1,00	80,77±0,96 82,95±0,88
D акромиальный, см	32,60±0,33 32,64±0,33	34,18±0,23 34,84±0,33	35,49±0,38 35,60±0,25
D переднезадний среднегрудинный, см	15,41±0,17 15,12±0,17	15,71±0,15*** 16,70±0,19	16,77±0,31 16,65±0,22
D поперечный среднегрудинный, см	21,08±0,19 21,47±0,27	22,64±0,31 22,16±0,21	24,14±0,67 23,61±0,24
D таза, см	22,66±0,22 22,44±0,32	24,36±0,26 24,30±0,20	25,92±0,35 25,53±0,29
Кожно-жировая складка, см	0,98±0,07 0,97±0,05	1,03±0,09 1,17±0,05	1,73±0,08 1,57±0,09

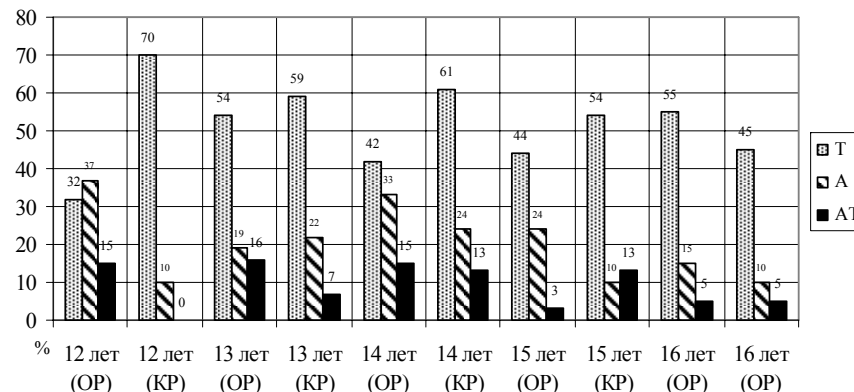


Рис. 4 Типы телосложения девочек от 12 до 16 лет в условиях различной радоновой нагрузки

Таким образом, обнаруженная астенизация телосложения подростков может рассматриваться как результат негативного воздействия на организм повышенного уровня радона, зафиксированного на фенотипическом уровне, по изменению морфологических характеристик организма (Агаджанян Н.А., 1998; Мельнов С.Б., 2000). В экологически неблагоприятных зонах и зонах, загрязненных радиоактивными веществами искусственного происхождения, также обнаруживается большой процент подростков, имеющих астеноидный тип телосложения (Злобина Е.В., 1994; Ляликов С.А., 1997; Савельева Л.Г., 1997; Саливон И.И., 1997).

Для девочек, проживающих в различных экологических районах, свойственна синхронность развития функциональных систем. Однако у них в отличие от мальчиков особенности развития прослеживаются на протяжении всего пубертата и по большому количеству показателей. В районе с повышенным уровнем радона у

определяется меньшее развитие подкожно-жирового слоя (табл. 7). На протяжении изучаемого возрастного периода (12-15 лет) в основном районе обнаруживается тенденция к большей распространенности астеноидного и астено-торакального типа телосложения (рис. 4). Однако к концу подросткового этапа различия между морфологическими показателями девочек основной и контрольной группы сглаживаются, а в 16 лет (начало юношеского периода развития) и на IV стадии развития вторичных половых признаков практически не обнаруживаются (табл. 7, 8).

Таблица 7

Морфологические показатели девочек в условиях различной радоновой нагрузки с учетом возраста (M±m)

12 лет	13 лет	14 лет	15 лет	16 лет
Длина тела, см				
146,25±1,2*	152,91±1,37	156,93±0,72	160,73±0,89	162,10±1,97
150,70±1,3	154,91±0,91	157,53±0,97	160,29±0,63	164,12±0,81
Масса тела, см				
36,07±1,30*	42,24±1,06	46,22±1,42	50,27±1,33	55,46±2,80
40,27±1,64	44,06±1,27	46,56±0,89	52,92±1,32	57,17±2,55
Окружность грудной клетки, см				
70,20±1,07	73,04±0,84**	74,83±0,92*	78,83±1,61*	82,66±1,47
73,04±1,21	75,78±0,99	77,10±0,85	82,81±0,81	84,42±1,53
D акромиальный, см				
31,50±0,31*	32,87±0,31*	34,15±0,43	34,86±0,30	35,73±0,54
32,71±0,44	34,59±0,78	34,17±0,30	35,28±0,29	36,97±0,50
D переднезадний среднегрудинный, см				
14,87±0,26	15,41±0,20*	15,83±0,51	16,18±0,10*	16,50±0,37
15,46±0,31	16,12±0,30	15,71±0,18	16,71±0,20	17,12±0,37
D поперечный среднегрудинный, см				
20,16±0,31**	21,68±0,21	22,06±0,31	22,98±0,23	23,84±0,44
21,60±0,32	21,52±0,33	22,55±0,19	23,47±0,25	24,56±0,63
D таза, см				
21,52±0,28	23,17±0,25	23,90±0,76	24,50±0,25**	26,32±0,44
22,20±0,45	23,37±0,26	24,12±0,29	25,61±0,25	27,21±0,35
Кожно-жировая складка, см				
1,10±0,12	0,96±0,07	1,05±0,07	1,16±0,07	1,16±0,07**
0,88±0,07	1,08±0,05	1,15±0,05	1,52±0,08	1,52±0,08

Та же закономерность прослеживается и при соотношении типов конституции подростков женского пола: доля астеноидного и астено-торакального типов телосложения к старшему биологическому и календарному возрасту сокращается (рис. 4). Однако особенно необходимо подчеркнуть, что на III стадии созревания девочки из основного района не только имеют меньшие значения широтных размеров, но они выше относительно своих сверстниц контрольного района (табл. 8). Это свидетельствует о том, что задержка наступления полового созревания, а особенно появление и становление менархе, пролонгирует интенсивность роста длины тела и несколько приостанавливает скорость увеличения широтных размеров тела, что в итоге приводит к долихоморфному типу телосложения. Последнее подтверждается большей долей астеноидов (48%) именно на III стадии полового развития и согласуется с данными литературы, указывающими на наличие коррелятивной связи между скоростью процесса роста, созревания и типом телосложения (Донов Л.П., 1994; Никитюк Б.А., 1997).

чем у контрольной группы. Появление менструальной функции также запаздывает: у подростков основного района менархе наступает в 13,33±0,10 лет, у подростков контрольного – в 12,94±0,14 лет (p<0,05). При этом календарный возраст IV стадии развития вторичных половых признаков у девочек разных экологических районов совпадает.

Таблица 4

Функциональные показатели мальчиков в условиях различной радоновой нагрузки с учетом возраста (M±m)

12 лет	13 лет	14 лет	15 лет
ЧСС, уд/мин			
76,67±2,50	74,00±1,50	77,06±1,52	75,11±2,64
78,11±1,80	77,32±1,50	79,78±2,74	75,13±1,96
АДс, мм. рт. ст			
102,39±2,34	109,76±1,53	113,19±1,61*	118,89±1,41
101,84±2,02	110,03±2,16	119,43±1,76	121,27±1,81
АДд, мм. рт. ст			
64,05±2,08	66,79±1,11	69,49±1,21	71,94±1,20
63,26±1,97	67,74±1,24	72,89±1,17	70,27±1,42
ПД, мм. рт. ст			
38,33±1,74	42,97±1,53	43,65±1,43	46,24±1,54*
38,59±1,9	42,29±1,20	46,21±1,97	51,00±1,66
УО, мл			
58,85±1,64	62,98±1,26	65,14±1,14	67,78±1,30
59,43±1,82	62,11±0,62	64,00±1,45	71,34±1,30
МОК, мл/мин			
4581,46±230,70	4647,49±115,56	5018,10±129,36	5070,16±151,58
4644,24±139,85	4808,20±122,50	5038,32±137,04	5314,80±112,54
ЖЕЛ, л			
2,13±0,06	2,36±0,06	2,82±0,08	3,38±0,09
2,08±0,08	2,43±0,06	2,91±0,06	3,49±0,10
ЖИ, мл/кг			
56,5±2,0	56,5±2,0	59,6±1,3	60,9±1,0**
59,1±2,1	58,9±1,4	58,8±2,0	56,2±1,3

Известно, что активизация полового созревания девушек следует за пиком скорости роста массы тела (Ямпольская Ю.А., 1975, 1988; Миклашевская Н.Н., 1988; Тамбовцев Р.В., 2005), причем значение имеет не масса как таковая, а определенная мышечная составляющая тела (Ковешников В.Г., Никитюк Б.А., 1992). Более низкая степень развития мышечной ткани девочек основной группы и запаздывание на год максимальной скорости роста длины и массы тела свидетельствуют, что организм 12-летних девочек в районе с повышенным уровнем радона не подготовлен еще к половому созреванию.

Таким образом, в условиях радоновой нагрузки начало полового созревания у подростков женского пола задерживается, но к началу юношеского периода межгрупповая вариабельность по половому созреванию снижается, что совпадает с данными других авторов (Мирзаханова Р.М., 2003). Необходимо отметить, что некоторые исследователи отмечают задержку полового развития в большей степени у девочек, чем у мальчиков в условиях социально-экологического дискомфорта (Крукович Е.В., 2005), а «старение» возраста менархе связывают с дополнительной мобилизацией энергетических затрат (Шилова О.А., 1999).

Таблица 5
Функциональные показатели мальчиков в условиях различной радоновой нагрузки с учетом стадии развития вторичных половых признаков (M±m)

Показатели	II стадия	III стадия	IV стадия
	Количество обследованных подростков		
	34/25	23/22	24/29
ЧСС, уд/мин	76,15±1,38* 81,92±2,18	77,35±1,90 72,30±2,07	80,08±2,60 78,17±1,93
АДс, мм. рт. ст	110,94±0,96 113,68±1,78	117,30±1,83 120,77±1,82	121,08±2,26 123,89±1,62
АДд, мм. рт. ст	67,73±1,21 70,96±1,31	70,65±1,31 72,18±1,43	74,17±1,35 71,89±1,23
ПД, мм. рт. ст	43,15±1,47 42,72±1,09	46,65±1,41 48,04±1,95	46,92±1,59* 52,00±1,69
УО, мл	64,38±1,19 61,91±0,72	66,71±1,21 67,02±1,50	67,49±1,16 70,91±1,35
МОК, мл/мин	4710,62±123,53* 5052,05±109,86	5154,93±159,76 4835,66±133,76	5384,00±179,32 5465,97±116,26
ЖЕЛ, л	2,57±0,06 2,68±0,06	3,01±0,11 3,00±0,09	3,57±0,11 3,56±0,08
ЖИ, мл/кг	60,3±1,1 61,2±1,1	58,9±1,8 54,8±1,9	60,1±1,1* 56,1±1,3

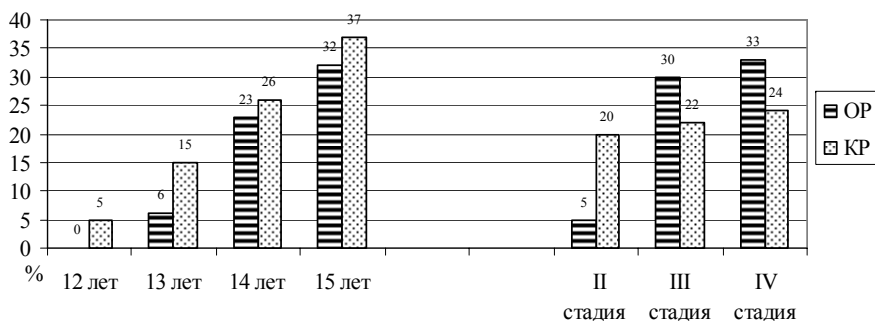


Рис. 2. Количество мальчиков с высокими значениями индекса функциональных изменений в условиях различной радоновой нагрузки с учетом возраста и стадии развития вторичных половых признаков

Проведенные исследования репродуктивной системы подростков в районах, загрязненных радиоактивными веществами искусственного происхождения, показывают как тенденцию к ускоренному половому созреванию (Ракуть В.С., Малазов Е.Т, 1997), так и наличие замедленных темпов становления репродуктивной функции в онтогенезе (Глазачев О., 1992; Парамонова Н.С, 1993; Дуда В.И., 1998; Буянов С.Н., Щукина Н.А. и др, 1992). В западных районах Алтайского края, пострадавших от взрывов на Семипалатинском полигоне, обнаружено раннее начало менструальной функции, но длительный период ее становления (Злобина Е.В.,1994; Фадеева Н.И., 1994). По мнению ряда авторов, причиной дисфункции репродуктивной системы, замедления сроков полового созревания в условиях экологического дискомфорта может являться влияние экзогенных факторов на гипоталамо-

гипофизарную систему, приводящую к изменению режима ее функционирования (Гурьева В.А., 1996; Губарева Л.И., 2001). Незрелость данной системы в период полового созревания обуславливает ее уязвимость (Губарева Л.И., 2001), особенно в режиме повышенной радиоактивности (Логачев М.Ф., 1992).

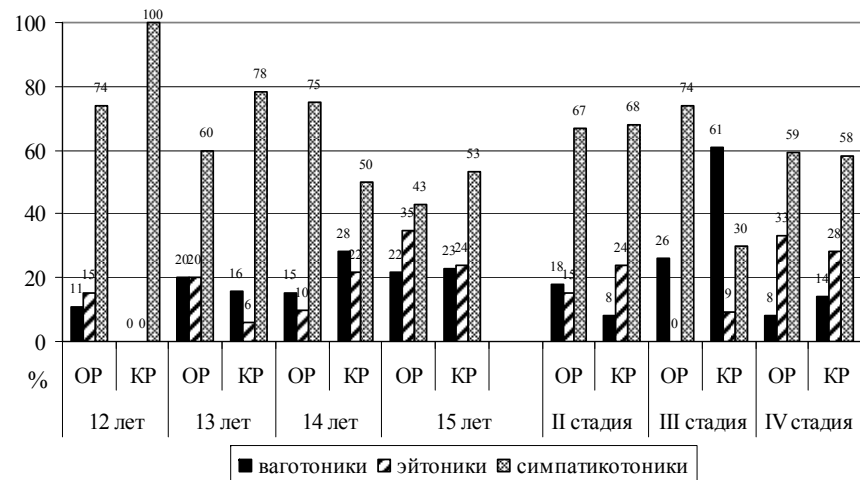


Рис. 3. Типы вегетативной регуляции мальчиков с учетом возраста и стадии развития вторичных половых признаков в условиях различной радоновой нагрузки

Таблица 6
Календарный возраст подростков в условиях различной радоновой нагрузки с учетом стадии развития вторичных половых признаков (M±m)

II стадия		III стадия		IV стадия	
Количество обследованных подростков					
34/25		42/31		24/29	
Календарный возраст подростков (лет)					
13,58±0,13	13,07±0,15*	14,30±0,15	14,22±0,15*	15,08±0,10	14,91±0,17
13,48±0,13	12,08±0,15	14,30±0,16	13,75±0,15	14,93±0,11	14,75±0,10

В начале подросткового периода (12 лет) девочки, проживающие в районе с повышенным уровнем радона, несколько миниатюрнее своих сверстниц из района с низким уровнем радона: для них характерна меньшая длина и масса тела, акромиального и поперечно-среднегрудинного диаметров (табл.7). Средние значения остальных морфологических показателей практически аналогичны контрольной группе. Вследствие максимального увеличения по сравнению с другими возрастными периодами годового прироста длины тела, величина данного показателя выравнивается с контролем. Интенсивность прироста массы тела девочек за весь подростковый период несколько меньше относительно контрольной группы. В 13-летнем возрасте девочки основного района имеют меньшие значения акромиального, переднезаднего среднегрудинного диаметра и ОГК; в 14 лет – меньшую ОГК; в 15 лет – ОГК, переднезадний среднегрудинный диаметр и диаметр таза. В конце подросткового периода (16 лет) исследуемые морфологические показатели у девочек обеих исследуемых групп практически выравниваются, однако в основной группе