

## ОБМЕН ВЕЩЕСТВ МИГРАНТОВ И АБОРИГЕНОВ С УЧЕТОМ СОМАТОТИПА

В различных условиях существования формируется оптимальный тип пропорций и строения тела, наиболее адаптированный к экологическому пространству. Для оценки конституциональной диагностики возможно применение оценки соматотипа, поскольку выявлены взаимосвязи между особенностями телосложения и реактивностью организма (Гольшенков и др., 2000:10; Сосин и др., 1999:57), различиями в динамике онтогенеза (Жафярова, 1998:28). Формирование архитектоники тела происходит с учетом метаболических изменений (Агаджанян и др., 1995:13; Прокопьев и др., 1999:19). Исследователями было показано, что в основе формирования соматотипа лежит детерминированный генотипом метаболизм (Саливон, 1999:14; Kapell et al., 1999:11).

Целью исследования явилось изучение особенностей функционирования системы мезосоматиков (адаптивный тип) аборигенов относительно мигрантов.

## Материал и методы исследования

Определение соматотипа проводили по методу Р.Н. Дорохова и И.И. Бахрах в модификации И.М. Воронцова (Воронцов, 1986:56). Соматотип определялся по суммам «коридоров» центильной шкалы, полученных для длины, массы тела, окружности грудной клетки (Годовых и др., 2007:31). Были обследованы дети подросткового возраста мальчики (13–16 лет), девочки (12–15 лет) разных групп населения Чукотского АО: мигранты (33 мальчика и 31 девочка), аборигены (28 мальчиков и 40 девочек), все дети относились к мезосоматотипу. Дети прошли комплексное обследование по оценке физического развития (Мазурин и др., 2000:92; Ставицкая и др., 1959:74; Matiegka, 1921:25), изучали липидный, углеводный, белковый обмен. Традиционным способом измеряли артериальное давление, частоту сердечных сокращений и дыханий, расчетным методом изучали показатели сердечнососудистой системы. Обязательным условием включения в исследование было подписание информированного согласия на забор крови. Кровь для анализа брали из вены с 8 до 11 часов. Сыворотку крови получали традиционным способом, замораживали и хранили при  $-20^{\circ}\text{C}$  до последующего исследования. Аналитическое определение всех вышеперечисленных параметров выполнялось в лаборатории биологической и неорганической химии отдела экологической эндокринологии Института физиологии природных адаптаций УрО РАН г. Архангельска (заведующая лабораторией д.б.н. Бичкаева Ф.А.). Сравнение полученных результатов проводили со среднеширотными нормативами. Обработка полученного материала производилась на компьютере типа IBM Pentium IV с помощью стандартных методов математической статистики, включая корреляционный анализ, с использованием ППП Statistica 6.0. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента, рассчитывали коэффициент корреляции Пирсона (Лакин, 1990:35). Для выявления характера взаимовлияния параметров углеводного, липидного, белкового обменов и биоэлементов статистическая связь оценивалась с помощью процедуры рангового коэффициента корреляции Спирмена с использованием ППП Statistica 6.0 у детей мигрантов и аборигенов в процессе роста и развития. При этом в центре представлены взаимосвязи между белковым и углеводным обменами, а за кругом выведены их взаимодействия с липидным обменом. Межсистемные взаимосвязи внутри липидного обмена представлены в тексте. Значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена (rs) характеризующие среднюю (0,45–0,7) и сильную (0,71 и более) связи с уровнем достоверности  $p \leq 0,05$  выделены полужирным шрифтом.

Были изучены особенности мезосоматиков (адаптивный тип) аборигенов и мигрантов. Установлено, что аборигены характеризуются формированием строения тела, направленного на создание оптимального жизнеобеспечения (увеличение поперечных размеров грудной клетки; снижение абсолютного состава костной, мышечной и жировой тканей на фоне одинакового процента кости; увеличение выносливости, на фоне меньшей

площади тела, ДТ и МТ, меньших приростов и усилении основного обмена). У аборигенов выявлены элементы централизации гемодинамики – увеличение минутного объема кровообращения, коронарного кровотока, кровообращения на единицу поверхности тела, снижение удельного периферического сопротивления, увеличении ЧСС и ЧД.

При изучении взаимосвязей показателей всех видов обмена установлены отличия и особенности в зависимости от пола и групп населения.

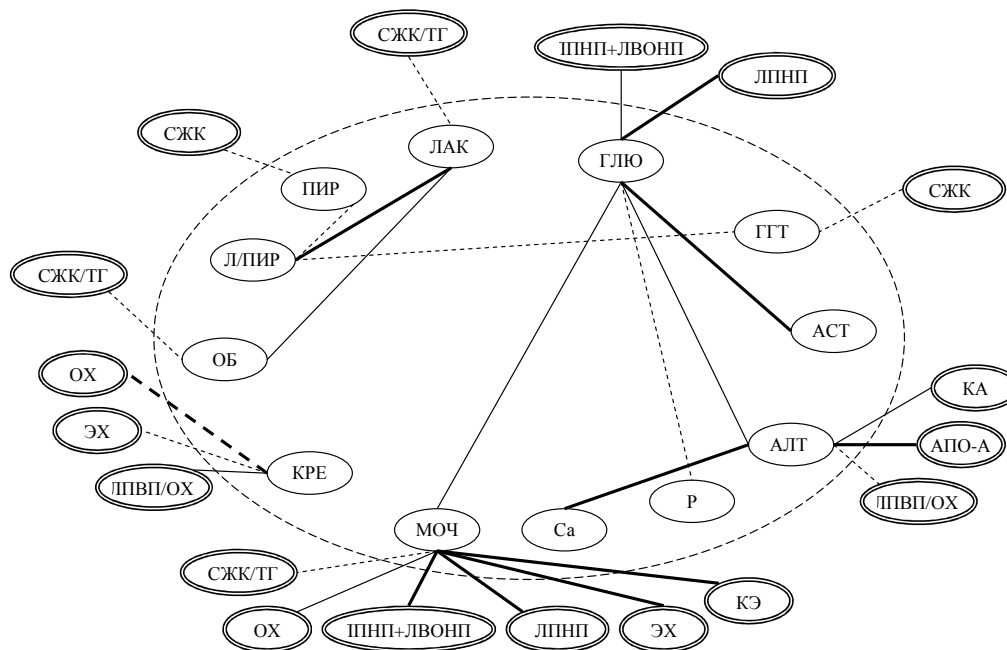


Рисунок 1. Взаимосвязи показателей обмена веществ девочек-мигрантов

У девочек-мигрантов установлены 3 сильные и средние взаимосвязи между показателями углеводного и белкового обменов (внутри круга), а также 6 средних взаимосвязей между вышеперечисленными показателями и липидным обменом (за кругом) (Рисунок 1). Сильная положительная взаимосвязь ЛАК и ЛАК/ПИР указывает на то, что при увеличении уровня ЛАК усиливаются анаэробные процессы и наоборот, что вполне закономерно. Выявлена средняя положительная взаимосвязь ГЛЮ и АСТ, показывающая, что при снижении уровня ГЛЮ снижается активность АСТ и наоборот. Данная взаимосвязь показывает на участие процессов трансаминирования при изменении уровня ГЛЮ. Установлена положительная средняя взаимосвязь АЛТ и Са, указывающая на усиление активности АЛТ при увеличении концентрации Са и наоборот. Также установлены средние положительные взаимосвязи АЛТ и АпоА, указывающие на то, что при увеличении активности АЛТ увеличивается содержание белка АпоА, принимающего участие в транспорте СЖК. Также выявлены 4 положительные средние взаимосвязи МОЧ с КЭ, ЭХ, ЛПНП и ЛПНП+ЛПОНП, указывающие, что при увеличении вышеперечисленных показателей липидного обмена увеличивается концентрация МОЧ. Если МОЧ рассматривать с точки зрения антиоксиданта, то можно считать, что в подростковом возрасте у девочек-мигрантов выражены процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) и в качестве контроля системы подключаются антиоксидантные механизмы, направленные на снижение процессов ПОЛ. Установлена средняя отрицательная взаимосвязь КРЕ с ОХ, показывающая на то, что при увеличении его уровня снижается содержание ОХ и наоборот. Учитывая, что КРЕ указывает на распад белков, можно считать, что при снижении уровня ОХ происходит использование белков мышц для обеспечения жизненноважных функций, система жертвует белком. Выявлены взаимосвязи между показателями липидного обмена, указывающие на участие АпоВ в

переносе ТГ и ЛПОНП (средние положительные взаимосвязи), и АпоА в переносе СЖК (средняя положительная взаимосвязь). ЛПНП имеют среднюю положительную взаимосвязь с ОХ и ЭХ, а ЛПВП/ОХ среднюю отрицательную взаимосвязь с ОХ и ЭХ, что указывает на увеличение транспортных свойств ЛПНП в доставке ОХ и ЭХ, а ЛВВП – выносе ОХ из клеток. Также установлена средняя положительная взаимосвязь ЭХ и КА, указывающая на усиление процессов атерогенности при увеличении ЭХ и наоборот.

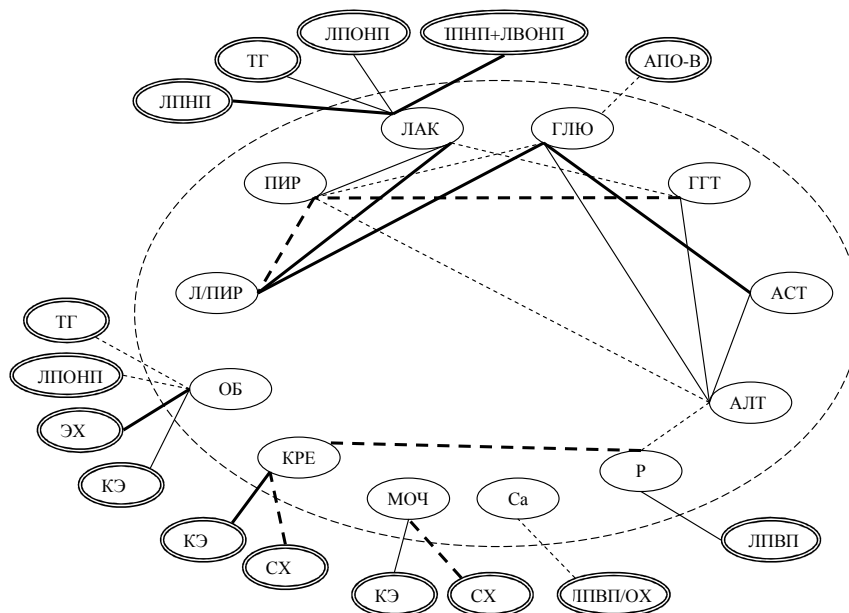


Рисунок 2. Взаимосвязи показателей обмена веществ мальчиков-мигрантов

Несколько другая картина взаимосвязей выявлена у мальчиков-мигрантов (рис. 2). Внутри углеводного и белкового обменов у них установлено в 2 раза больше средних взаимосвязей, чем у девочек-мигрантов. Отличаются также структура и характер взаимосвязей, так средняя закономерная взаимосвязь ЛАК/ПИР и ЛАК сохраняется как и у девочек-мигрантов (только у девочек сильная взаимосвязь), появляются средние взаимосвязи: положительная ЛАК/ПИР и ГЛЮ, указывающая, что при увеличении уровня ГЛЮ усиливаются анаэробные процессы и отрицательная ЛАК/ПИР и ПИР, показывающая, что при увеличении уровня ПИР анаэробные процессы снижаются. У мальчиков-мигрантов мезосоматиков (также как и у девочек-мигрантов) установлена положительная взаимосвязь ГЛЮ и АСТ, показывающая взаимозависимость активности процессов переаминирования и содержания ГЛЮ. В отличие от девочек, у мальчиков выявлены две средние отрицательные взаимосвязи ПИР и ГГТ, а также КРЕ и Р. Роль фермента ГГТ в усилении аэробных процессов сильнее выражена у мальчиков, поскольку у девочек эта взаимосвязь была слабой. Также установлено, что при увеличении концентрации Р снижаются процессы распада белка и соответственно снижается уровень КРЕ, т.е. Р контролирует катаболизм белков мальчиков-мигрантов. Помимо внутренних, установлены внешние взаимосвязи (6) с показателями липидного обмена (за кругом). Выяснилось, что у мальчиков отмечены средние положительные взаимосвязи ЛАК с ЛПНП и ЛПНП+ЛПОНП, указывающие, что при увеличении уровня молочной кислоты увеличиваются фракции ЛПНП и суммарная фракция ЛПНП+ЛПОНП, обеспечивающие доставку ТГ для энергетических нужд. Выявлена положительная взаимосвязь ОБ и ЭХ, показывающая, что при снижении уровня ОБ снижаются эфиры холестерина и соответственно процессы этерификации холестерина и наоборот. КРЕ имеет средние положительные взаимосвязи положительную с КЭ, указывающую, что при усилении катаболизма белков происходит усиление процессов этерификации холестерина и

отрицательную с СХ, указывающую, что при увеличении уровня КРЕ снижается количество СХ и наоборот. Ацидоз тканей приводит к энергодефициту, следовательно развивается гипоксия тканей, усиливаются процессы ПОЛ и как следствие, срабатывают антиоксидантные механизмы защиты. У мальчиков-мигрантов установлена средняя отрицательная взаимосвязь МОЧ и СХ, указывающая, что при увеличении уровня МОЧ снижается концентрация СХ и соответственно усиливаются процессы этерификации холестерина. Установлено 10 средних и сильных взаимосвязей между показателями липидного обмена (не включены закономерные взаимосвязи), из них положительные средние АпоА с Тг и ЛПОНП, указывающие на увеличение уровня ТГ в составе ЛПОНП при увеличении белка АпоА и отрицательная АпоА и СЖК/ТГ, свидетельствующая о снижении уровня СЖК при увеличении АпоА. Также выявлены взаимосвязи ЛПВП и КА (средняя отрицательная), ЛПВП и ЭХ (средняя положительная), ЛПВП и ОХ (средняя положительная), свидетельствующие о том, что при увеличении ЛПВП участие в переносе ОХ и ЭХ увеличивается, а процессы атерогенности снижаются. Усиление процессов атерогенности у мальчиков-мигрантов происходило при увеличении ЛПНП и снижении ЛПВП.

Подростки-мигранты мезосоматики имели снижение уровня ГЛЮ от физиологических границ в 44%, ЛАК был повышен в 64%, а ПИР снижен в 16%. Подобные проявления углеводного обмена свидетельствуют о повышении анаэробных процессов, которые играют адаптационную роль в процессах жизнеобеспечения в экстремальных условиях. В белковом обмене мигрантов отмечено отклонение от физиологических норм: снижение уровня ОБ в 19% и МОЧ в 13%, увеличение КРЕ в 25% случаев. При этом фермент АЛТ находился ниже физиологических границ в 22% случаев, а остальные ГГТ и АСТ в пределах нормы. В липидном обмене происходили более сильные трансформации, направленные на увеличение уровня ОХ (выше физиологических границ в 25%), увеличения ЭХ (увеличение в 70% случаев), снижение ЛПВП (снижение в 21%), снижение СЖК (в 31%) и разнонаправленной динамики СЖК/ТГ (снижение в 58% и увеличение в 23% случаев). При этом отмечено увеличение атерогенных процессов в 61% случаев, а процессы этерификации холестерина отклонялись в сторону снижения в 20%, а в сторону увеличения в 41% случаев.

В целом можно охарактеризовать морфофункциональные проявления адаптации мигрантов, направленные по пути снижения процессов гипоксии и усиления антиоксидантных механизмов на фоне подключения процессов переаминирования и катаболизма белка.

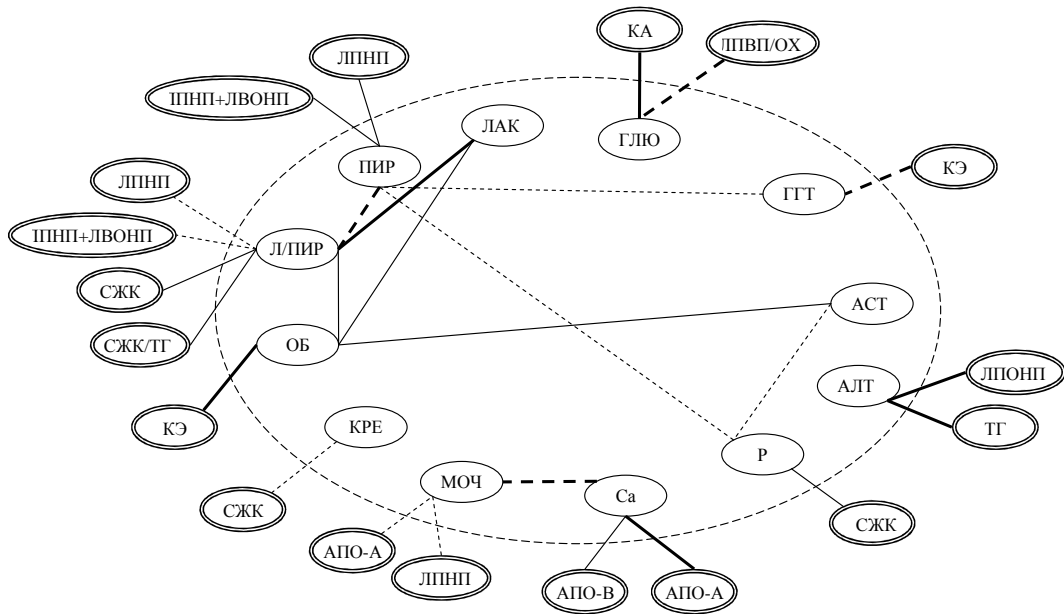


Рисунок 3. Взаимосвязи показателей обмена веществ девочек-аборигенов

При изучении особенностей всех видов обмена девочек-аборигенов (рис. 3) установлено всего 3 внутренних (внутри круга) и 7 внешних (за кругом) сильных и средних взаимосвязей. Из внутренних взаимосвязей закономерными остаются ЛАК/ПИР и ЛАК (сильная положительная) и ЛАК/ПИР и ПИР (средняя отрицательная), показывающие участие метаболитов углеводного обмена в анаэробных процессах. Из метаболитов белкового обмена выявлена взаимосвязь МОЧ и Са, указывающая на то, что концентрация МОЧ снижается при увеличении уровня Са и наоборот. В свою очередь, Са взаимосвязан средней положительной связью с АпоА, что свидетельствует о контроле биологически активного элемента Са не только антиоксидатной системы, но и белка АпоА, принимающего участие в транспортных процессах. У девочек-аборигенов установлены две средние взаимосвязи ГЛЮ: положительная с КА, указывающая на усиление процессов атерогенности при увеличении уровня ГЛЮ и отрицательная с ЛПВП/ОХ, указывающая на то, что при увеличении уровня ГЛЮ выведение холестерина из клеток снижается, т.е. холестерин остается запертым в клетках. Процессы этерификации холестерина девочек-аборигенов взаимосвязаны с активностью ГГТ (средняя отрицательная) и ОБ (средняя положительная), указывающие на то, что усиление этерификации холестерина зависит от снижения активности ГГТ и увеличения уровня ОБ и наоборот. Активность фермента АЛТ взаимосвязана с уровнями ТГ и ЛПОНП (средние положительные), что свидетельствует об усилении выработки энергетического топлива при увеличении активности паренхимы печени. В липидном обмене установлены средние и сильные взаимосвязи между ТГ и АпоА и АпоВ (средние положительные), указывающие на увеличение ТГ при увеличении концентрации фракций АпоА и АпоВ; КЭ и АпоА и АпоВ (средние отрицательные), свидетельствующие о том, что при увеличении АпоА и АпоВ снижаются процессы этерификации холестерина, а средние положительные взаимосвязи АпоА и АпоВ с СХ еще указывают, что при этом увеличивается уровень СХ. Установлены средние взаимосвязи КА с ОХ (положительная) и с ЛПВП (отрицательная), показывающие, что усиление процессов атерогенности происходит при увеличении уровня ОХ и снижении уровня ЛПВП.

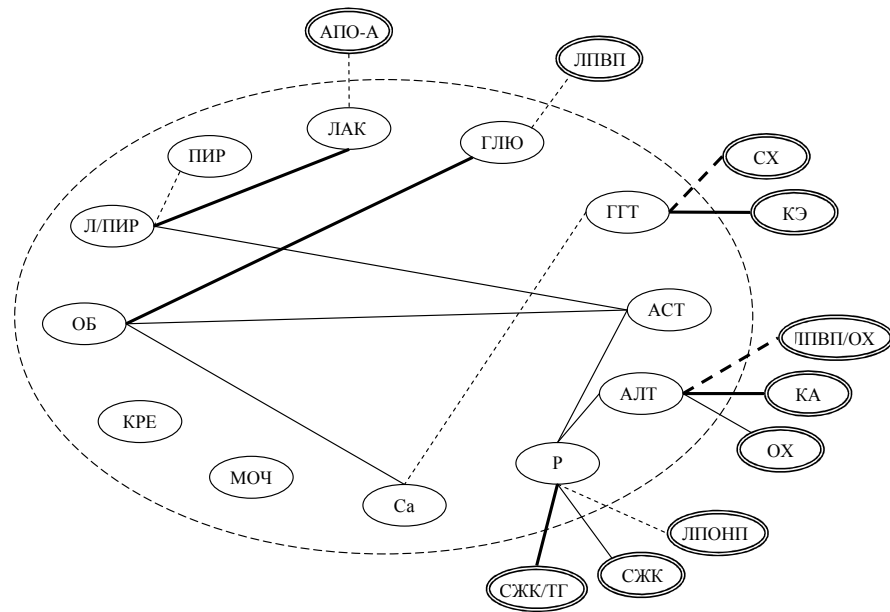


Рисунок 4. Взаимосвязи показателей обмена веществ девочек-аборигенов

У мальчиков-аборигенов, относящихся к мезосомальному типу конституции (рис. 4) число средних и сильных взаимосвязей внутренних было две, а внешних – пять (без учета знака). Закономерной оставалась взаимосвязь ЛАК и ЛАК/ПИР (сильная положительная), и отличительной была средняя положительная взаимосвязь ГЛЮ и ОБ, указывающая, что при увеличении уровня ГЛЮ увеличивался уровень ОБ и наоборот. Из внешних взаимосвязей установлены взаимосвязи фермента ГГТ и СХ (средняя отрицательная) и КЭ (средняя положительная), указывающие на усиление процессов этерификации при увеличении активности ГГТ мальчиков-аборигенов за счет снижения СХ. Усиление процессов атерогенности взаимосвязано с усилением активности АЛТ (средняя положительная взаимосвязь), а снижение концентрации ОХ во фракции ЛПВП с усилением активности АЛТ. У мальчиков-аборигенов установлена средняя положительная взаимосвязь Р и СЖК/ТГ, указывающая на контроль со стороны биологически активного Р энергетического обеспечения системы аборигенов путем насыщенных жирных кислот. Число средних и сильных взаимосвязей между показателями липидного обмена значительно больше, чем у мальчиков-мигрантов (15), отличаются также по характеру и структуре взаимосвязей. Установлены средние положительные взаимосвязи ТГ с АпоВ, ЛПНП, ЛПНП+ЛПОНП, ОХ, указывающие на увеличение уровня ТГ при увеличении белка АпоВ, ЛПНП, и ОХ и наоборот. АпоВ имел средние отрицательные взаимосвязи с СЖК/ТГ, ЛПВП/ОХ, ЛПВП и положительную с КА. Процессы этерификации холестерина мальчиков аборигенов усиливались при снижении СХ (средняя отрицательная взаимосвязь), и увеличивались при увеличении ЭХ (средняя положительная взаимосвязь). Усиление процессов атерогенности происходило у мальчиков аборигенов при увеличении уровней АпоВ, ОХ, ЭХ.

Подростки-аборигены мезосоматики имели снижение уровня ГЛЮ от физиологических границ в 72% случаев; уровень ЛАК в 54%, уровень ПИР снижен в 12% случаев. В белковом обмене аборигенов отмечено отклонение от физиологических норм: снижение уровня ОБ в 12% и МОЧ в 19%, увеличение КРЕ в 25% случаев. При этом фермент АЛТ находился ниже физиологических границ в 27% случаев, ГГТ снижение в 16% случаев, а АСТ в пределах нормы. В липидном обмене происходили более сильные трансформации, направленные на увеличение уровня ОХ (выше физиологических границ в 25%), увеличения ЭХ (увеличение в 69% случаев), снижение ЛПВП (снижение в 21%),

снижение СЖК (в 38%) и разнонаправленной динамики СЖК/ТГ (снижение в 71% и увеличение в 19% случаев). При этом отмечено увеличение атерогенных процессов в 56% случаев, а процессы этерификации холестерина отклонялись в сторону снижения в 18%, а в сторону увеличения в 41% случаев.

Учитывая, что уровень Са оказывает влияние на процессы фосфорилирования белков, которое позволяет изменять ферментативную активность на экологические и внутренние факторы системы, даже слабые взаимосвязи Са с показателями всех видов обмена немаловажны. Учитывая, что у мигрантов-подростков мезосоматиков отклонения уровня Са от физиологических границ составили 28%, а у аборигенов 35% в сторону снижения, потребность в этом биологически активном элементе была высокая и его концентрация в сыворотке крови снижалась. Уровень Р находился выше физиологических норм у мигрантов в 18%, аборигенов – 24%.

Проведенные нами исследования свидетельствуют, что основной обмен аборигенов выше мигрантов, на что указывают различные приросты длины и массы тела, также насыщение крови кислородом аборигенов больше в раннем детстве относительно мигрантов. В дальнейшем онтогенезе различия сглаживаются, однако, заложенная программа развития системы в раннем возрасте проходит на более высоком энергетическом уровне. Морфофункциональные трансформации обеспечивались особенностями обменных процессов: активным участием процессов фосфорилирования, взаимосвязью липидного, белкового, углеводного и минерального обменов (на фоне усиления контроля кальция и фосфора, снижения мочевины, стабильного пирувата), формированием тканевой адаптации (переключением функциональных систем на дефицитное использование энергии с накоплением лактата, постоянным содержанием общего холестерина, тенденции к изменению фракций холестерина, использованием жирового питания), снижением действия антиоксидантного механизма. Изменения обменных процессов у мигрантов и аборигенов не являются патологией, а отражают специфику онтогенетического развития на Северо-Востоке России, кроме того, механизмы адаптации системы имеют направленность на совместную реализацию генетической программы в онтогенезе экологического пространства.

#### Литература:

Агаджанян и др., 1995 - Агаджанян Н.А., Никитюк Б.А., Полунин И.Н. Интегративная антропология и экология человека: области взаимодействия (очерки). Москва-Астрахань: Изд-во АГМИ, 1995. 134с.

Воронцов, 1986 - Воронцов И.М. Закономерности физического развития детей и методы его оценки: Учебно-методичю пособие Л. 1986. 56с.

Годовых и др., 2007 - Годовых Т.В., Фелелова В.В. Нормативы показателей физического развития детей Чукотки Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. 31с.

Гольшенков и др., 2000 - Гольшенков С.П., Ивенина Г.В. Конституциональные особенности реакции системы гемостаза на физическую нагрузку //Физиология человека. 2000. Т. 26, № 4, С 106–114.

Жафярова, 1998 - Жафярова С.А. Конституциональные особенности детей и подростков: Материалы к курсу валеологии. Новосибирск: Изд-во НГПУ, 1998. 28с.

Лакин, 1990 - Лакин Г.Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1990. 352 с.

Мазурин и др., 2000 - Мазурин А.В., Воронцов И.М. Пропедевтика детских болезней /А.В. Мазурин, И.М. Воронцов.- СПб: ИКФ «Фолиант», 2000. –928 с.

Прокопьев и др., 1999 - Прокопьев Н.Я., Орлов С.А., Койносов П.Г. Физическое развитие детей и подростков. М.:Крук, 1999. 192с.

Саливон, 1999 - Саливон И.И. Половозрастная изменчивость топографии подкожного жирового отложения у детей и подростков в свете адаптивных процессов //III Конгресс этнографов и антропологов России: Тез. докл. М. 1999. С 142.

Сосин и др., 1999 - Сосин Д.Г., Орлов С.А., Ахматов В.Н. Применение соматотипологической схемы Хит-Картера в северных территориях //Научн. Вестник Тюменского Университета. Серия Биология. Тюмень, 1999. №4. С.57–63.

Ставицкая и др., 1959 - Ставицкая А.Б., Арон Д.И. Методика исследования физического развития детей и подростков М., 1959. –74 с.

Kapell et al, 1999 - Kapell M., Bogin B. How genetic are human body proportions //Amer.J.Hum.Biol. 1999. V. 11, № 1, P. 116–117.

Matiegka, 1921 - Matiegka J. The testing of physical efficiency. /J. Matiegka //Amer.J. Phys. Anthropol., 1921.V.4 - P. 25–38.