

Садыкова Г.С., Джунусова Г.С., Закиров Дж.З.

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭНДОКРИННЫХ КОМПЛЕКСОВ У ВЫСОКОГОРНЫХ ЖИТЕЛЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СРЕДОВЫХ ФАКТОРОВ ТЯНЬ-ШАНЯ**

*G.S. Sadykova, G.S. Dzhunusova, Dzh.Z. Zakirov*

**FUNCTIONAL INTERRELATIONS ENDOCRINOLOGICAL OF COMPLEXES AT HIGH-MOUNTAINOUS INHABITANTS AT INFLUENCE OF ENVIROMENTAL FACTORS OF TYAN-SHAN REGIONS**

УДК:616/43(23/03)(235/216)

*Определено функциональное состояние эндокринных систем у высокогорных жителей Тянь-Шаня. Установлены особенности взаимозависимости и взаимодействия между гормональными комплексами организма, а также адаптивные последствия этих реакций при длительной адаптации к условиям гор. Повышенное содержание кортизола сопровождается усиленной секрецией норадреналина и дофамина, что приводит к использованию «местных» источников энергообеспечения и более экономичному расходованию энергетических депо. Повышенная медиаторная активность САС при пониженной гормональной активности обеспечивает постоянство резервов катехоламинов в организме, носит защитный характер и приводит к повышению выносливости с меньшими энергетическими затратами. Повышенный уровень тиреоидных гормонов повышает устойчивость организма к стрессовым факторам. Пониженный уровень секреции половых гормонов является маркером экологического неблагополучия популяции.*

*The functional condition of endocrinological systems at high-mountainous inhabitants Tyan-Shan is certain. Features of interdependence and interaction between hormonal complexes of an organism, and also adaptive consequences of these reactions are established at long adaptation to conditions of mountains. The raised maintenance of Cortisol is accompanied by the strengthened secretion of noradrenalin and dophamin, that leads to use of "local" sources of power supply and more economic expenditure of power depots. Raised mediaeven activity SAS at the lowered hormonal activity provides a constancy of reserves katecholamines in an organism, has protective character and leads to increase of endurance with smaller power expenses. The raised level of tyreoidal hormones raises stability of an organism to stressful factors. The lowered level of secretion of sexual hormones is a marker of ecological trouble of a population.*

Организм человека имеет широкие возможности для адаптации к различным условиям окружающей среды, обеспечивающихся за счет физиологических резервов организма. Благодаря длительной адаптации, организм человека приспосабливается к горноклиматическим условиям, приобретая способность не только жить, но и активно трудиться, выполняя при этом тяжелую физическую работу.

Для оценки резервных возможностей организма, актуальным является изучение изменений функционального состояния, степени активации и напряженности эндокринных и метаболических процессов, так как именно благодаря их мобилизации организм преодолевает воздействие

неблагоприятных климатических факторов [9, 16, 11, 25, 18, 15].

Состояние эндокринной системы может служить индикатором его адаптации к условиям внешней среды. Существенная роль в адаптации к гипоксии принадлежит, в первую очередь, гипофизу, надпочечникам, щитовидной железе [3, 4, 5, 11, 19]. При этом важен анализ происходящих перестроек не в одной, отдельно взятой железе, а в их взаимосвязи, поскольку любая адаптация представляет собой взаимообусловленную интеграцию разных звеньев эндокринной системы [9]. Особенности взаимозависимости и взаимодействия между гормональными комплексами организма, а также адаптивные последствия этих реакций (устойчивость к недостатку кислорода, сохранение параметров гомеостаза и др.) на разных высотах и при длительной адаптации практически не изучены. Совокупность вышеизложенных вопросов определяет актуальность настоящей работы.

**Материал и методы исследования.**

В ходе исследований обследовано 48 практически здоровых жителей высокогорья (2800 м н.у.м.) в возрасте 18-55 лет, родившихся и проживающих в условиях высокогорья Тянь-Шаня. Оценивалось функциональное состояние гипофизарно-надпочечниковой, гипофизарно-тиреоидной, симпато-адреналовой систем и половых желез. Оценка состояния эндокринных систем включало определение уровня адренокортикотропного и тиреотропного гормонов гипофиза, гормона коры надпочечников - кортизола, щитовидной железы - тироксина и трийодтиронина, половых желез - тестостерона в плазме периферической крови методом твердофазного иммуно-ферментного анализа с использованием стандартных тест-наборов (Россия). Кроме того, содержание катехоловых аминов симпато-адреналовой системы определялось спектрофлуорометрическим методом [17]. Полученные данные подвергались статистической обработке с применением критерия Стьюдента.

**Результаты исследований и их обсуждение.**

Сопоставление абсолютных значений средних концентраций гормонов, полученных разными авторами, в разное время встречает ряд методических ограничений. Поэтому в качестве стандартных норм использовались среднеширотные нормы, прилагаемые к тест - наборам для определения гормонов, а в качестве контрольных - данные,

полученные при обследовании жителей высокогорья, пгт. Быстровка (1100 м н.у.м.).

При анализе полученных данных установлено, что уровень гормонов всех исследуемых эндокринных систем у жителей высокогорья не выходят за пределы границ общепринятой нормы (ОПН) для равнинных жителей, в то же время имеет свои отличительные особенности (рис. 1). Так содержание адренокортикотропного гормона (АКТГ) аде-ногипофиза у постоянных жителей гор колеблется

в пределах от 65,9 до 125,7 пг/мл, т.е. расширено со смещением в сторону верхних границ ОПН (20-100 пг/мл), хотя при сравнении с данными жителей предгорья оказался пониженным на 13%. Содержание кортизола в среднем составляет  $411,94 \pm 20,7$  нмоль/л, что находится в средних значениях ОПН. В горах оказался повышенным на 16,4% по сравнению; данными жителей предгорья ( $354,01 \pm 41,7$  нмоль/л).

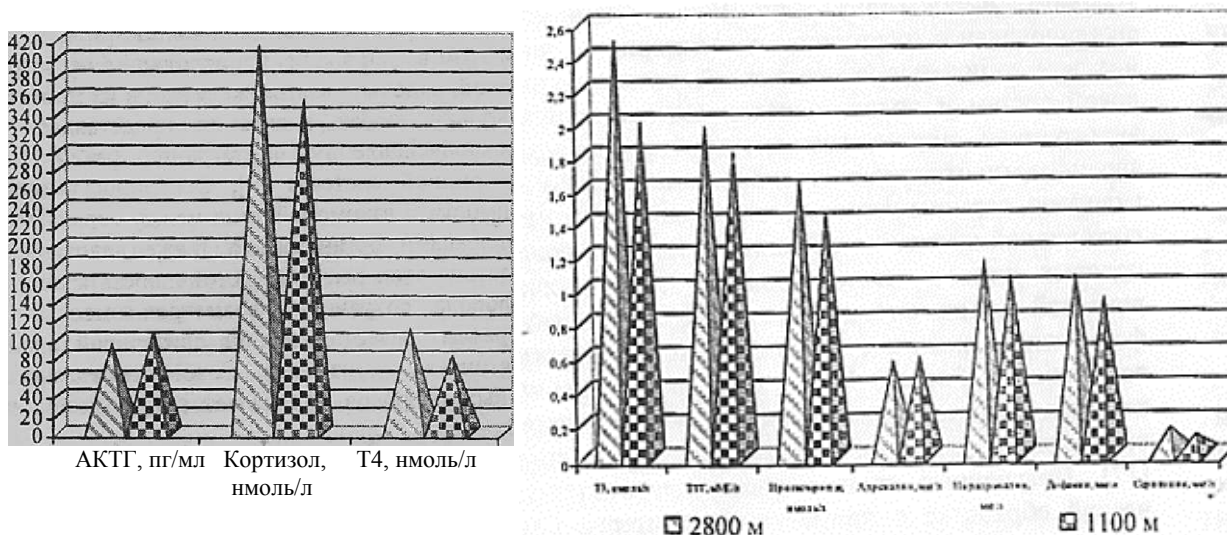


Рис. 1. Уровень различных гормонов в периферической крови у жителей разных высот Тянь-Шаня по оси абсцисс – (по оси абсцисс – высота местности над уровнем моря; по оси ординат - уровень гормонов).

Относительно пределов колебаний уровней гормонов гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы установили, что уровень тироксина ( $110,6 \pm 2,3$  нмоль/л) (60 - 140 нмоль/л), также трийодтиронина  $48 \pm 0,06$  нмоль/л) находятся в средних значениях ОПН для жителей равнин. При сравнении с данными жителей низкогогорья полученные данные уровня тиреоидных гормонов оказались значительно повышенными. Пределы колебаний тиротропного гормона аде-ногипофиза у жителей высокогорья (2800 м) в среднем составляет  $1,97 \pm 0,18$  мМЕ/л, а у жителей низкогогорья в среднем равны  $1,8 \pm 0,12$  мМЕ/л.

При изучении концентрации биогенных аминов у жителей высокогорья обнаружены следующее: содержание адреналина в периферической плазме крови у горцев колебалось от 0,28 до 0,87 мкг/л, при норме у равнинных жителей 0,12-0,7 мкг/л. Содержание норадреналина у горцев составляло 0,82-1,47 мкг/л, при норме 0,8-1,75. Содержание дофамина у горцев колебалось от 0,66 до 1,95 мкг/л, при норме для равнинных жителей 0,65-1,45 мкг/л. Содержание серотонина у горцев колебалось от 0,11 до 0,21 мкг/л, при норме для равнинных жителей 0,1-0,2 мкг/л.

Содержание полового гормона тестостерона у мужчин-горцев до 40 лет колеблется в пределах 1,3 - 24,5 нмоль/л, старше 40 лет 10,9 - 24,00 нмоль/л, а у женщин-жительниц гор содержание тестостерона в среднем равняется к  $2,73 \pm 0,21$  нмоль/л.

Уровень гормона - прогестерона у жительниц высокогорья колеблется в пределах 0,59 - 3,81 нмоль/л, в среднем равна  $1,64 \pm 0,21$  нмоль/л, против данных жительниц низкогогорья  $1,45 \pm 0,2$  нмоль/л. Каждый регион, имеющий значительные экологические различия, характеризуется "оптимальным экологическим уровнем здоровья" и наличием особенностей компенсаторно-приспособительных реакций органов и систем организма в конкретной экологической ситуации [13]. Особенно ярко это проявляется у жителей регионов с экстремальными условиями среды обитания [4]. Своеобразие региональных вариантов нормы заключается в том, что смещение эндокринных показателей относительно ОПН не слишком значительно, но и оно приводит к формированию специфического гормонально-метаболического профиля организма человека [16]. Расширение границ физиологического содержания исследуемых гормонов у постоянных жителей гор повышает адаптивные возможности организма, и в то же время, увеличивает риск развития патологии.

В качестве индикатора влияния внешних экстремальных факторов часто используют оценку гормонов гипофизарно-надпочечниковой системы, что является объективным критерием [13]. Согласно адапционной теории по Г.Селье, считается, что по срокам проживания все исследуемые в период обследования находились в фазе устойчивой адаптации. Концентрация глюкокортикоидов в крови в фазу резистентности изменяется в

широких пределах в зависимости от состояния напряжения и степени тяжести воздействующего средового фактора, что свидетельствует о механизмах, способствующих организму в достижении состояния резистентности [19]. При данной фазе адаптации глюкокортикоиды и другие биологически активные вещества мобилизуют структуры, в результате ткани получают повышенное энергетическое, пластическое и защитное обеспечение [13]. Эти изменения, наблюдаемые в организме в стадии резистентности, направлены не на приспособление к чрезвычайным воздействиям, а на осуществление защитной реакции [25].

Признаки превышения гормональных показателей кортизола могут свидетельствовать о снижении резервных возможностей эндокринной системы и формирования у них состояния хронической незавершенной адаптации или свидетельствует о продолжении процесса долговременной адаптации к стрессовым условиям в ряду последовательных поколений [1]. При хронической гипоксии рано или поздно функция и структура коры надпочечников нормализуются, формируются более экономные механизмы адаптации. Нормальный уровень кортикостероидов в плазме у аборигенов высокогорья и тренированных лиц свидетельствует о полноте адаптации [18].

Высший уровень кортизола наблюдается также при максимальной продолжительности светового дня, что обусловлено увеличением двигательной и трудовой активности [7], также на жителей гор дополнительно воздействуют тяжелое социально-экономическое положение и бытовые условия, слабо развитая инфраструктура.

Полученные данные (рис.1.) указывают на тесные функциональные взаимосвязи между симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системами в процессе формирования адаптации. Обнаруженное повышенное содержание кортизола сопровождается усиленной секрецией норадреналина и дофамина. В физиологическом состоянии катехоламины принимают участие в регуляции биосинтеза глюкокортикоидов. Характерно, что наиболее выраженным активирующим действием на ГНС обладает норадреналин, тогда как "стрессорные" дозы адреналина и дофамина оказывают меньшее, хотя и заметное влияние [3].

При сравнении концентрации нейромедиаторов у высокогорных жителей с результатами предгорных выявлено, что у горцев уровень адреналина в крови снижен, а концентрация норадреналина, дофамина и серотонина повышены, что усиливает функцию САС и связано с длительным воздействием комплекса факторов высокогорья.

Повышенная медиаторная активность САС при сниженной гормональной активности, указывают на более низкие и экономные уровни функционирования организма, и эти изменения можно расценивать как реакцию на климато-географические условия. Однако этот уровень обеспе-

чивает необходимое состояние физиологических функций и не исключает возможной усиленной реакции этой системы при нагрузках. Возросший уровень норадреналина в организме связан со снижением его метаболизма, что носит защитный характер, обеспечивая постоянство резервов катехоламинов в организме и создавая предпосылки для устойчивой и длительной работы организма. Известно, что усиленный синтез норадреналина у тренирующихся спортсменов приводит к повышению выносливости, с меньшими энергетическими затратами, сохраняя форму в течение длительного времени, чем у спортсменов, у которых усиливается выделение адреналина [12]. Адаптация к высокогорью снижает реактивность данной системы не только к хронической гипоксии, но и к дополнительным нагрузкам, что обеспечивает сравнительно высокую устойчивость адаптированных организмов к постоянным экстремальным воздействиям.

Повышение степени напряжения нейрогормональных механизмов в определенной степени может быть связано с особенностями питания. Увеличение доли углеводов и особенно животных жиров в рационе, преобладание которых имело место в питании обследуемых, приводит к активации процесса образования НА [20].

Наличие взаимосвязи между состоянием симпато-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем может служить способом оценки его адаптации к внешним и внутренним воздействиям. Активация медиаторного звена в мозговом веществе надпочечников при одновременном увеличении секреции глюкокортикоидов приводит к использованию «местных» источников энергообеспечения и более экономичному расходованию энергетических депо [23].

Повышение активности серотонинергической системы у высокогорных жителей связано с возбудимостью вазомоторных и терморегулирующих центров, что чрезвычайно важно для адаптации организма человека к экстремальным факторам гор и определяется как материальный субстрат адаптационной системы организма человека, возникшей в результате эволюции [22].

Многочисленными исследованиями показано, что активность щитовидной железы находится в соответствии с парциальным давлением кислорода в окружающей атмосфере, по мере увеличения сроков гипоксического воздействия отмечается гипофункция щитовидной железы. И хотя ряд исследователей связывают гипофункцию в условиях высокогорного климата с хроническим дефицитом йода в воде и пище, единого мнения о механизмах ее дисфункции в условиях дефицита кислорода нет.

Обнаруженные нами несколько повышенные по сравнению с жителями низкогогорья уровни тиреоидных гормонов свидетельствует о существенном напряжении данной системы [1]. Хронический стресс оказывает значительное влияние на гипофизарнотиреоидную систему, как на

центральное, так и на периферическое ее звено, и определяется типом воздействующего стрессора. Между содержанием тиреоидных гормонов и секрецией ТТГ существует обратная зависимость: при повышении содержания свободного тироксина и триодтиронина в крови тормозится выработка ТТГ, и наоборот, это характеризует наличие обратной отрицательной связи в системе гуморальной регуляции образования тиреоидных гормонов [21]. Поэтому, изменение ТТГ ещё при нормальном уровне Т4 в крови сигнализирует о наметившейся тенденции к снижению функции щитовидной железы [9].

В последнее время во многих регионах, в связи с нарушением экологического равновесия наблюдается адаптивное напряжение тиреоидной функции, популяционный рост тиреоидной гиперплазии и формирование зубных эндемий. Установлено, что экзогенные ТГ существенно повышают устойчивость организма к некоторым стрессам, гипотиреоз, напротив, снижает резистентность организма к стрессу и препятствует реализации защитных эффектов адаптации к иммобилизации и холоду [5]. По некоторым данным, на функциональную активность оказывает большое влияние экологическая ситуация региона проживания [8]. Если принять во внимание жесткие климатические условия, и связанные с этим повышенные энергетические траты, усиление основного обмена, а также особенности питания аборигенов, в частности преобладание в рационе жиров, то такой уровень активности ГТС можно признать адекватным.

У людей, живущих в условиях Памира, чаще определяется нормальная, умеренно пониженная и редко слегка повышенная функция щитовидной железы, связанная с воздействием на организм комплекса отрицательных метеофакторов среды [11]. Обнаруженное относительно высокое содержание тиреоидных гормонов мы связываем с неблагоприятными факторами высокогорной среды (усиленная солнечная радиация, продолжительные низкие температуры, частые перепады барометрического давления, ветры, снегопады), частой миграцией населения гор на равнину. Поскольку эти факторы зависят, в свою очередь, от широты местности, удаленности от водных пространств, то даже одна и та же высота в различных горных районах страны оказывает различное влияние.

В последнее время многочисленные публикации об изменениях размера щитовидной железы, а также об увеличении уровня тиреоидных дисфункций у взрослого населения указывают на массовое изменение функций щитовидной железы. Не вызывает сомнения тот факт, что увеличение размеров и клеточной массы тела у современных поколений населения сопровождается повышенной физиологической потребностью в тиреоидных гормонах, компенсаторным увеличением ее размеров и ростом тиреоидной патологии [7].

Адаптивные реакции на действие низкой температуры среды достигаются, с одной стороны,

при участии катехоламинов, запускающих реакцию мобилизации энергосубстратов из депо жиров и углеводов, повышающих теплообразование и суживающих сосуды поверхности тела, с другой стороны участие тиреоидных гормонов активирует обменные процессы и увеличивает теплопродукцию [26]. Обнаруженная в наших исследованиях повышенная секреция норадреналина и тиреоидных гормонов указывает на выраженное влияние холодного фактора. Воздействие холода в горах приводит к повышению функции щитовидной железы, повышению уровня основного обмена и количества образующегося тепла, однако во многих высокогорных областях вследствие дефицита йода в воде и продуктах питания наблюдается обратная картина [24].

Едва ли не самой характерной особенностью щитовидной железы является то, что свое участие в регуляции обменных процессов и в приспособительно-компенсаторных реакциях всего организма к своеобразным условиям высокогорья, она проявляет в незначительных по размеру сдвигах функционального состояния, способных, однако, вызвать соответствующие изменения в целом организме. Поэтому даже незначительное изменение функциональной активности щитовидной железы влечет за собой изменение деятельности других органов, обеспечивая выгодную для условий высокогорья гармонию во всем организме.

В контексте представлений об общем адапционном синдроме принято считать, что изменения функций репродуктивной системы имеют вторичный характер. Тем не менее, адаптивные изменения репродуктивной системы в условиях высоких широт могут иметь региональные особенности и являются важнейшими критериями, характеризующих экологическую пластичность организма к среде обитания. При анализе данных выявлено, что содержания половых гормонов тестостерона у мужчин и женщин, а также прогестерона у женщин приближается к низким границам ОПН. Снижение гормональной активности носит адаптивный характер, направленный на поддержание оптимального гормонального гомеостаза в условиях экстремальной среды.

Общая специфика секреции половых гормонов у аборигенов Памира, свидетельствует об их более низком уровне функционирования сравнительно со среднеширотными нормативами. Установленные закономерности распределения гормональных показателей можно объяснить как следствие эволюционных адаптивных процессов в изолированных популяциях Памира. При стрессе яичниковые гормоны играют роль важного стресс-протективного фактора, обеспечивающего высокие адаптационные возможности женского организма [2].

Проявления индивидуальной изменчивости в уровнях секреции стероидных гормонов, предполагают существование определенных вариантов гормональной активности организма, особенно в напряженно работающей эндокринной системе [4].

Пониженный уровень секреции половых гормонов свидетельствует о напряжении эндокринной системы, является маркером экологического неблагополучия популяции. По мере увеличения срока проживания населения в экстремальных условиях дальнейшее направление адаптивных процессов идет преимущественно путем оптимизации функции периферических структур, хотя наблюдается и расширение диапазона напряжения функций гипофиза. Адаптивные модификации гормональных профилей системы гипофиз-гонады определяют своеобразие эколого-социальных факторов, от которой неотделима длительность проживания в неадекватных для организма человека климатических условиях [6].

По современным представлениям, регуляция полового созревания и репродуктивной функции представляет собой единую, многоуровневую систему, в которой щитовидная железа принимает непосредственное участие. Имеющиеся экспериментальные данные и клинические наблюдения подтверждают, что для поддержания высокой активности гонад необходим соответствующий уровень обмена веществ, который может быть, достигнут только при наличии в организме необходимой концентрации тиреоидных гормонов. С другой стороны - для нормального функционирования щитовидной железы немаловажную роль играют половые гормоны [14]. Возможно, что при гипоксии семенники угнетаются вторично вслед за гипофункцией щитовидной железы [15]. Обнаруженный в наших исследованиях, уровень половых гормонов в пределах среднеширотных норм у жителей высокогорья в очередной раз подтверждает нормальное функционирование щитовидной железы.

Взаимоотношения между яичниками и надпочечниками осуществляются по типу отрицательной обратной связи, что подтверждается в проведенных исследованиях, уровень гормона половых желез прогестерона у исследуемых женщин ближе к низким границам общепринятой нормы, тогда как секреция кортикостероидов приближается к верхним границам ОПН.

Таким образом, многообразие воздействующих климатических и социальных факторов высокогорья обуславливает достаточно высокую физиологическую «плату» организма человека к условиям проживания. Сущность адаптационных перестроек заключается в расширении физиологических границ отдельных эндокринных, метаболических показателей и в напряженности регуляторного эндокринного контроля метаболических процессов.

#### Литература:

1. Бартош Т.П. Адаптационные гормональные перестройки у мужчин на Северо-Востоке России. - М., 2000.
2. Басенко С.Н. Взаимодействие яичников и надпочечников у крыс в регуляции адаптационного ответа на стресс: автореф. дисс.к.б.н. - Ставрополь, 1999.
3. Белякова Е.И. Взаимодействие симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систе-

- мы в инициальном периоде стресса: автореф. дисс. к.б.н. - Ростов - на Дону, 1984.
4. Бец Л. В. Антропологические аспекты изучения гормонального статуса человека: автореф. дисс. д.б.н. - М. 2000.
5. Городецкая И.В. Тиреоидные гормоны и антистресс-система организма: автореф. дисс. д.м.н. - Санкт - Петербург, 2006.
6. Губкина З.Д. Особенности гормональной обеспеченности овариально-менструального цикла у женщин Европейского Севера: автореф. дисс. к.м.н. - Архангельск, 1992.
7. Губкина З. Д. Физическое, половое развитие и функции эндокринной системы, у жительниц заполярных районов Архангельской обл.: автореф. дисс.д.м.н. - Архангельск, 2007.
8. Ефимова Альбина Вячесловна Экологически обусловленные морфологические особенности щитовидной железы у жителей Магадана: автореф. дисс. к.б.н. - М., 2000.
9. Закиров Дж.З. Физиологические механизмы формирования функциональных взаимоотношений эндокринных комплексов в условиях высокогорья. Автореф. докт. дисс. ...м.н. - Бишкек, 1996.
10. Зеркалова Ю. Ф. Морфофункциональные изменения некоторых эндокринных желез при гипоксии различного генеза: автореф. дисс. к. м. н. - СПб., 2004. - 23 с.
11. Калужная, Л. И. Аденогипофиз, щитовидная железа и надпочечники в механизмах адаптации организма к условиям гипоксии высокогорья: автореф. дисс. д-ра мед. наук, Бишкек, 1997. - 44 с.
12. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.А. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функции при спортивной деятельности. - М: «Наука», 1978.
13. Козлов А.В. Клинико-эндокринологическая характеристика состояния здоровья подростков коренного населения Приамурья: автореф. дисс. к.м.н. - Хабаровск, 2009
14. Кубасов Р. В. Возрастные и фотозависимые изменения гормональных показателей у детей 10-16 лет южных районов Архангельской области: автореф. дисс. к.б.н. - Архангельск, 2005
15. Лишшак К., Эндречи Э. Нейроэндокринная регуляция адаптационной деятельности.-! 967 - 219 с. 16
16. Максимов А.Л., Бартош Т.П. Инварианты нормы гормонального статуса человека на Севере-Востоке России. Научно-практические рекомендации. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1995. - 29 с.
17. Матлина Э.Ш., Рахманова Т.Б. Адреналин, норадреналин, дофамин, ДОФА в крови и тканях белых крыс при черепно-мозговой травме // Бюлл. эксперимент, биол. и мед. - 1967. - №3. - С. 55-57.
18. Медведев Ю.А. Новые аспекты адаптационной деятельности эндокринной системы. В кн.: Морфология эндокринной системы при некоторых патологических состояниях. - Тр. Лен. ГИДУВа, 1973.
19. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса. - Новосибирск: Наука, 1983.-234 с.
20. Самратова С. В. Влияние характера питания на состояние симпато-адреналовой системы при различной физической активности организма: автореф. дисс... к.б.н.-Алма-Ата, 1984
21. Семененя И.Н. Функциональное значение щитовидной железы // Успехи физиологических наук. - 2004, т. 35, №2.-С. 41-56. 25
22. Симоненков А. П., Федоров В. Д. Серотонин и его рецепторы в генезе стресса и адаптации. - 2002

23. Стельникова И.Г. Надпочечники при адаптации организма к двигательным нагрузкам и гипокинезии (экспериментально-морфол. исследование).-М., 2007
24. Тишевой И.А. Возрастная и конституциональная антропология: Учебное пособие - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000
25. Фурдуй Ф.И. Механизмы развития стресса. Кишинев: Штиинца, 1987.-222с.
26. Щитовидная железа и симпато-адреналовая система. - Энциклопедия научной библиотеки. 2004.

**Рецензент: д.биол.н., профессор Собуров К.А.**

---